

ISSN 2712-8628



ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ

STEPPE SCIENCE

2025

№ 2

**РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЕ
НАУЧНОЕ СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ**

ИНСТИТУТ СТЕПИ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
INSTITUTE OF STEPPE OF THE URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ

STEPPE SCIENCE

2

2025

ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ. 2025. № 2

Издание «Вопросы степеведения» основано по решению ученого совета Института степи УрО РАН в 1999 году.

Главный редактор академик РАН А.А. Чибилев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Науки о Земле

Тишков А.А., член-корр. РАН, д.г.н.
Васильев Д.Ю., д.г.н.
Герасименко Т.И., д.г.н.
Дмитриева В.А., д.г.н.
Зырянов А.И., д.г.н.
Колосов В.А., д.г.н.
Коронкевич Н.И., д.г.н.
Кочуров Б.И., д.г.н.
Левыкин С.В., проф. РАН, д.г.н.
Лисецкий Ф.Н., д.г.н.
Литовский В.В., д.г.н.
Мячина К.В., д.г.н.
Петрищев В.П., д.г.н.
Сивохиц Ж.Т., д.г.н.
Хорошев А.В., д.г.н.
Черных Д.В., д.г.н.
Ахмеденов К.М., к.г.н.
Вельмовский П.В., к.г.н.
Грошева О.А., к.г.н.
Дубровская С.А., к.г.н.
Павлейчик В.М., к.г.н.
Пашков С.В., к.г.н.
Рябинина Н.О., к.г.н.
Рябуха А.Г., к.г.н.
Святоха Н.Ю., к.г.н.
Филимонова И.Ю., к.г.н.
Чибилев А.А. (мл.), к.э.н.

Общая биология

Розенберг Г.С., член-корр. РАН, д.б.н.
Агафонов В.А., д.б.н.
Артемова Е.А., д.б.н.
Брагина Т.М., д.б.н.
Дарбаева Т.Е., д.б.н.
Куст Г.С., д.б.н.
Кучеров С.Е., д.б.н.
Литвинская С.А., д.б.н.
Намзалов Б.Б., д.б.н.
Нурушев М.Ж., д.б.н.
Самбуу А.Д., д.б.н.
Сафронова И.Н., д.б.н.
Силантьева М.М., д.б.н.
Суюндуков И.В., д.б.н.
Ширяев А.Г., д.б.н.
Бакиев А.Г., к.б.н.
Барбазюк Е.В., к.б.н.
Калмыкова О.Г., к.б.н.
Кин Н.О., к.б.н.
Спасская Н.Н., к.б.н.
Ткачук Т.Е., к.б.н.

Сельскохозяйственные науки

Кулик К.Н., академик РАН, д.с-х.н.
Гулянов Ю.А., д.с-х.н.
Мушинский А.А., д.с-х.н.
Савин Е.З., д.с-х.н.
Трофимов И.А., д.г.н., к.б.н.
Юферев В.Г., д.с-х.н.
Ярцев Г.Ф., д.с-х.н.

Издание «ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ» зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство – ЭЛ № ФС77-79189

ISSN – 2712-8628

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Учредитель издания:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Оренбургский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук.

Ответственный секретарь редакции:

к.г.н. Грошева О.А.

+7 (3532) 77-44-32

E-mail: steppescience@mail.ru

Адрес редакции: 460000, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11.

© Институт степи УрО РАН, 2025

Подписано к изданию – 23.06.2025

Дата выхода номера – 25.06.2025

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Камышев А.А., Завадский А.С., Ботавин Д.В. СОВРЕМЕННЫЕ И ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ РУСЕЛ РЕК УРАЛ И ИЛЕК НА УЧАСТКАХ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКОЙ ГРАНИЦЫ	4
Павлейчик В.М. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПИРОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СТЕПЯХ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ	13
Владимиров Д.Р., Григорьевская А.Я. РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ РАСТЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО СТЕПНОГО ЗАКАЗНИКА «НИЖНЕМАМОНСКИЙ» И КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА «ДЕРЕЗОВСКИЙ» (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)	37
Балсанова Л.Д., Найданов Б.Б. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (ОКРЕСТНОСТИ Г. УЛАН-УДЭ)	47
Кузьмина Е.Н., Свиридов И.С. НАРОДНЫЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ПРОМЫСЛЫ КАК ФАКТОРЫ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ	55

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Лебедева М.В., Ямалов С.М., Халлиулин Д.А., Мулдашев А.А., Петрова М.В. СТЕПНЫЕ СООБЩЕСТВА ЦЕННОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ «БАЛКАНСКИЕ ГОРЫ» (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)	64
Корниенко В.О., Кишкань Р.В., Чибилев А.А., Шкиренко А.О., Несова А.В. СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЛИКОАНАДОЛЬСКОГО ЛЕСА В СВЯЗИ С ВОЕННЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ	79
Кулик К.Н., Исаков А.С., Новочадов В.В. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЛИСТЬЕВ <i>SARAGANA ARBORESCENS</i> LAM. В ЗАСУШЛИВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	91
Сергеев М.Г. САРАНЧОВЫЕ И ДРУГИЕ ПРЯМОКРЫЛЫЕ НАСЕКОМЫЕ ГОРНО-СТЕПНЫХ ВПАДИН ЗАПАДНОГО САЯНА. I. ВИДОВОЕ БОГАТСТВО	103

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Суюндуков Я.Т., Куулар Э-С.А., Канзываа С.О. УРОЖАЙНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА	113
---	-----

СОВРЕМЕННЫЕ И ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ РУСЕЛ РЕК УРАЛ И ИЛЕК НА УЧАСТКАХ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКОЙ ГРАНИЦЫ

***А.А. Камышев, **А.С. Завадский, ***Д.В. Ботавин**

МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия, Москва

e-mail: *arsenii.kamyshev@yandex.ru, **az-mgu@mail.ru, ***dmitry_botavin@mail.ru

В статье рассматриваются изменения планового положения русел рек Урал и Илек на приграничных участках с 1985 по 2021 гг., выявлены случаи естественного спрямления излучин и определены площади пойменных массивов, которые в случае изменения положения основного русла окажутся на стороне России или Казахстана. На основе анализа спутниковых снимков установлены участки русел с произошедшими изменениями положений, а также спрогнозированы новые участки спрямления излучин до конца XXI века. Полученные результаты подчеркивают необходимость учета русловых процессов при управлении пограничными водными ресурсами и планировании природопользования.

Ключевые слова: размывы берегов, спрямление излучин, пограничные реки Урал и Илек, русловые процессы.

Введение

Бассейн Урала является объектом совместного хозяйственного использования водных ресурсов России и Казахстана благодаря своему географическому положению. По целому ряду рек бассейна Урала проходит государственная российско-казахстанская граница (Урал, Илек, Киялы-Буртя, Тарангул, Уртабуртя, Мал. Хобда, Хобда, Ишкарган, Шыбынды, Елтышевка, Бол. Вербовка, Талова, Рубежка). В связи с этим важно обратить внимание на развитие русловых процессов на пограничных участках. Согласно Статье 4 Договора между Российской Федерацией и Республикой Казахстан «О российско-казахстанской границе», ратифицированного в 2006 году [1], *«любые естественные изменения русел пограничных рек, ручьев, а также береговой линии водоемов не влекут за собой изменений в положении определенной настоящим Договором государственной границы, если Стороны не договорятся об ином»*. Однако русла рек в бассейне Урала зачастую являются неустойчивыми, смещаясь в результате размывов берегов и переотложения наносов на выпуклых берегах излучин [2, 3, 4]. Происходящие русловые переформирования могут стать предметом обсуждения и даже территориального спора между государствами [5]. Одностороннее строительство гидротехнических сооружений (берегозащитных и противопаводковых дамб) отражается на противоположной стороне в виде активизации эрозионных процессов, увеличения продолжительности и глубины затопления поймы [6]. В таком контексте происходящие на пограничных речных участках русловые и гидрологические процессы приобретают геополитическое значение [7], что требует учета при планировании хозяйственной деятельности на приречных территориях. В настоящей статье рассматриваются изменения планового положения русел двух наиболее крупных рек бассейна Урала в пределах пограничных участков – собственно реки Урал и его основного левобережного притока – реки Илек.

Материалы и методы

Определение участков произошедших спрямлений русел рек Урал и Илек, вычисление площадей островов осуществлялось на основе сопоставления разновременных космических снимков за период с 1985 по 2021 гг. Для участков прогнозируемого спрямления излучин определялась скорость отступления берега как отношение величины размыва к периоду

времени, за который этот размыв произошел (36 лет), с применением соответствующих инструментов в программном продукте *QGIS*.

Результаты и обсуждение

В бассейне Урала протяженность речной российско-казахстанской границы, проходящей по рекам Урал и Илек, составляет 397 километров. Эти участки на большей части характеризуются свободными условиями развития русловых деформаций. Речные русла здесь преимущественно меандрируют в пределах широкой (от 2 до 10 км) поймы. В таблице 1 приведены основные показатели интенсивности эрозионных процессов рек Урал и Илек, связанных с размывами берегов на участках российско-казахстанской границы.

Таблица 1 – Характеристика эрозионных процессов на пограничных участках рек Урал и Илек [5]

Река	Границы участка (расстояние от устья), км	Длина пограничного участка, км	Общая длина эрозионно-опасной береговой линии, км	Средняя скорость размыва береговой линии, м/год	Площадь размыва, км ² /год	Условия развития русловых процессов
Урал	1689-1620	69	9	0,5	0,005	ограниченные
	1085-954	131	105	1,5	0,15	свободные
Илек	215-184	31	18	0,6	0,01	свободные
	166-0	166	91	0,6	0,06	свободные

Была осуществлена инвентаризация пограничных участков рек Урал и Илек и дана оценка произошедшим русловым переформированиям за период с 1985 по 2021 гг. (рисунки 1-4). В таблице 2 представлена сводная информация о территориальных изменениях относительно положения основного русла на участках спрямления в пределах речной части российско-казахстанской границы.

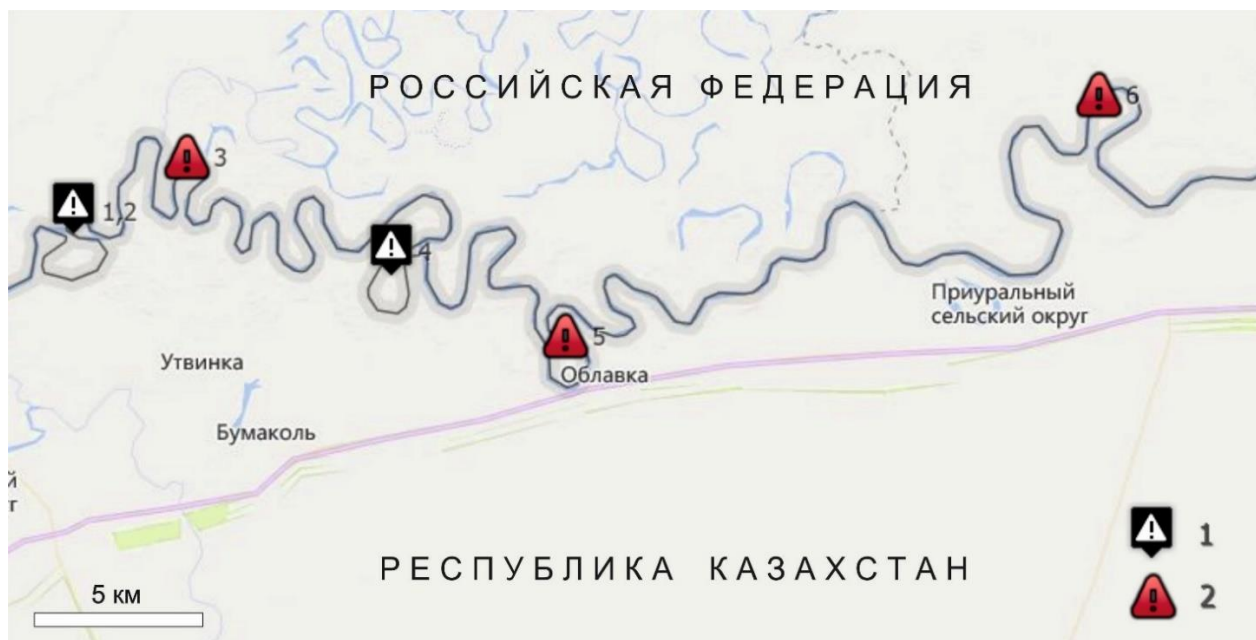


Рисунок 1 – Произошедшие (знак 1) и прогнозируемые (знак 2) места спрямления русла в пределах российско-казахстанской границы (река Урал, 1085-954 км от устья)

В пределах участка 1085-954 км выявлено три спрямившиеся излучины и три участка потенциального (прогнозируемого) спрямления. С 1689 по 1620 км спрямившиеся или способные к спрямлению в среднесрочной перспективе излучины Урала отсутствуют, что обусловлено ограниченными условиями развития русловых деформаций на этом участке.

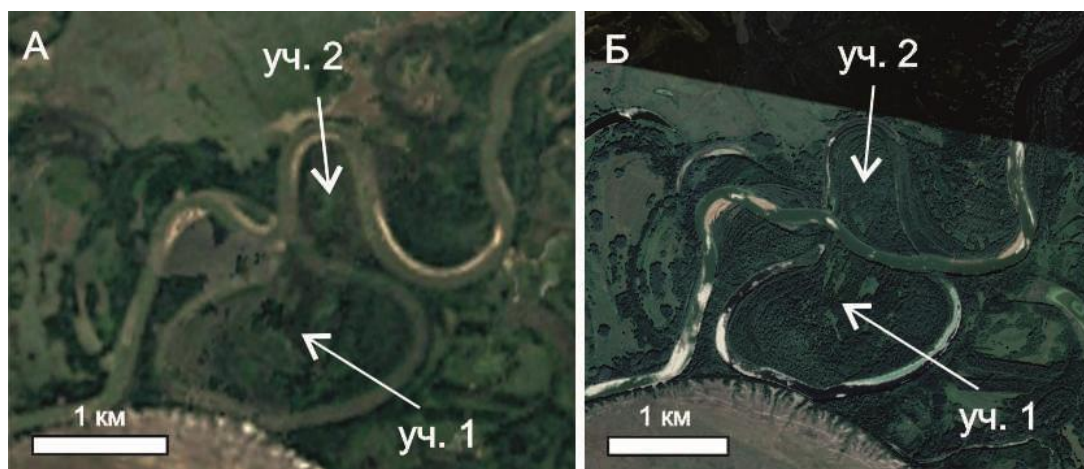


Рисунок 2 – Спрямления русла р. Урал в пределах российско-казахстанской границы (участки № 1 и № 2 по рис. 1): А – снимок 1985 г., Б – снимок 2021 г.



Рисунок 3 – Спрямение русла р. Урал в пределах российско-казахстанской границы (участок № 4 по рис. 1): А – снимок 1985 г., Б – снимок 2021 г.

На участках № 1 и 2 произошло спрямление 2 развитых излучин посредством постепенного размыва перешейка (шпоры) излучины. Площадь первого пойменного сегмента составляет $1,7 \text{ км}^2$, площадь второго – $0,7 \text{ км}^2$. Государственная граница перестала проходить по линии русла, а движение по реке возможно лишь с заходом на территорию России и Казахстана.

Схожая ситуация наблюдается на участке № 4. Здесь спрямилась петлеобразная излучина, в результате чего произошла консолидация с левобережной поймой крупного сегмента площадью $1,5 \text{ км}^2$.

В пределах пограничного участка Урала на 1085-954 км от устья выявлено 4 спрямившиеся излучины и 11 участков потенциального спрямления.

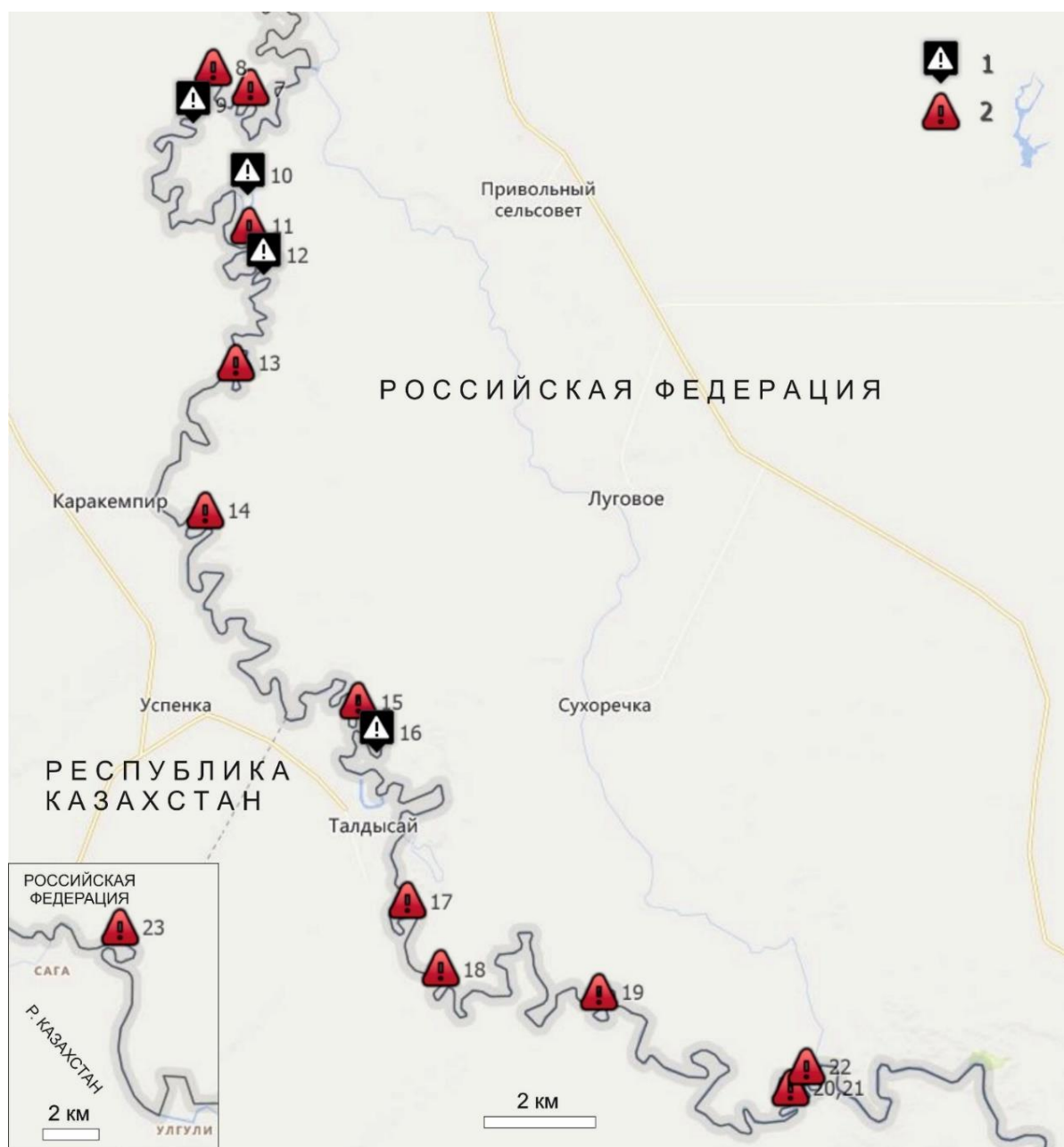


Рисунок 4 – Произошедшие (знак 1) и прогнозируемые (знак 2) участки спрямления русла реки Илек в пределах российско-казахстанской границы

Все спрямления на реке Илек также произошли за счет естественного развития излучин. На участке № 9 произошло отторжение пойменного массива площадью $0,04 \text{ км}^2$, на участке № 10 – $0,07 \text{ км}^2$, на участке № 12 – $0,05 \text{ км}^2$, на участке № 16 – $0,08 \text{ км}^2$. Таким образом, все четыре спрямления привели к тому, что часть основного русла реки оказалась в пределах территории Казахстана. При этом в случае изменения положения государственной границы и ее демаркации по основному руслу р. Илек, пойменные массивы в шпорах спрямленных излучин отойдут Российской Федерации (всего $0,24 \text{ км}^2$).

Таким образом, в настоящее время по причинам, обусловленным горизонтальными русловыми деформациями и, как следствие, спрямлениями излучин, произошел переход 740 м русла под контроль России и 800 м под контроль Казахстана на р. Урал. На реке Илек под контроль Казахстана перешло 295 м русла.

Также были определены места прогнозируемых спрямлений русел рек Урал и Илек в пределах пограничных участков на период до конца XXI в. (рисунки 1, 4, 6, 7). При прогнозе срока спрямления русла (табл. 3) учитывались установленные для данных рек характерные

значения скоростей размыва берегов в условиях свободного развития русловых деформаций с учетом одностороннего или направленного двустороннего размыва поймы.

В случае изменения положения государственной границы и проведения ее по линии русла, произойдет обмен части пойменных массивов. В этом случае на р. Урал к РФ отойдет 2,0 км², а к Казахстану 1,2 км²; по р. Илек к российской части отойдет 0,21 км², казахстанской – 0,1 км².

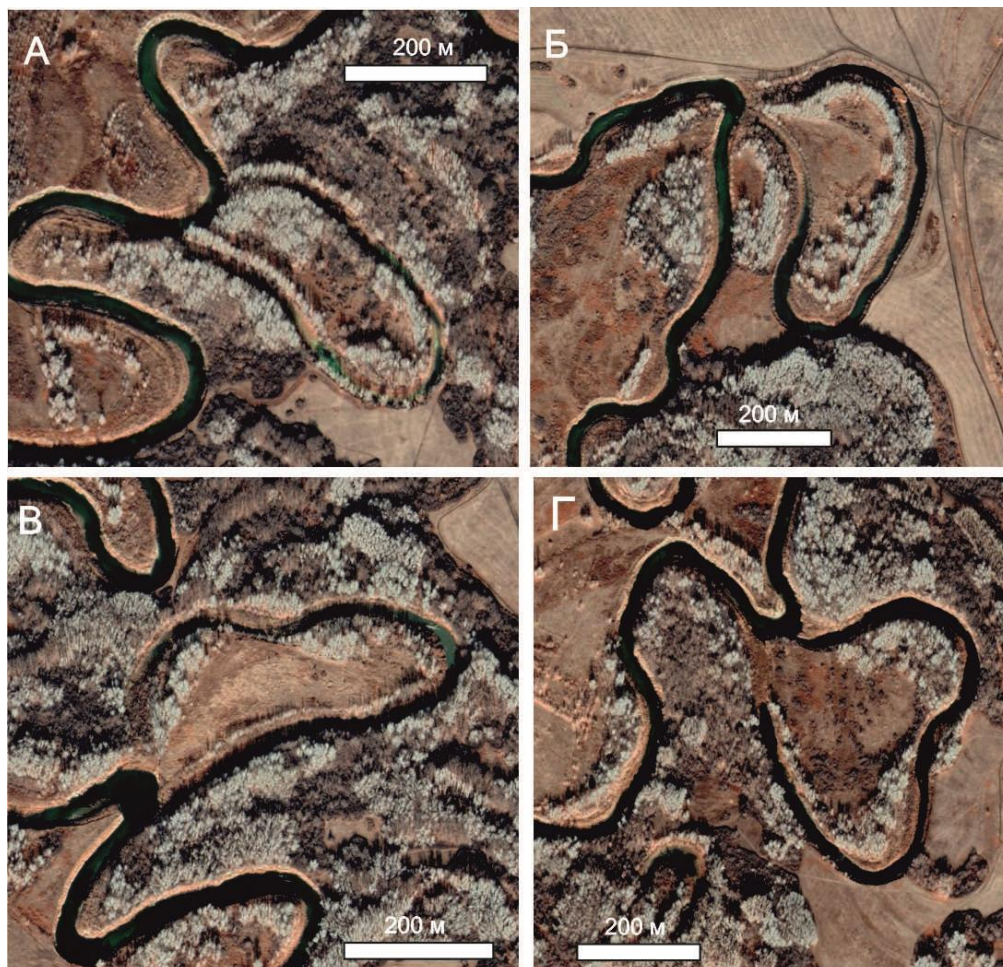


Рисунок 5 – Спрямления русла р. Илек в пределах российско-казахстанской границы: А – участок № 9, Б – участок № 10, В – участок № 12, Г – участок № 16 (по рисунку 4)

Таблица 2 – Территориальные изменения относительно современного положения главного русла (по рис. 1 и 4)

№ по рис. 1 и 4	Река	Страна, на территории которой окажется пойменный сегмент спрямившегося русла*	Площадь пойменного сегмента, км ²
1	Урал	Казахстан	1,70
2	Урал	Россия	0,68
4	Урал	Казахстан	1,52
9	Илек	Россия	0,04
10	Илек	Россия	0,07
12	Илек	Россия	0,05
16	Илек	Россия	0,08

*в случае демаркации российско-казахстанской государственной границы по современному положению русел р. Урал и р. Илек.

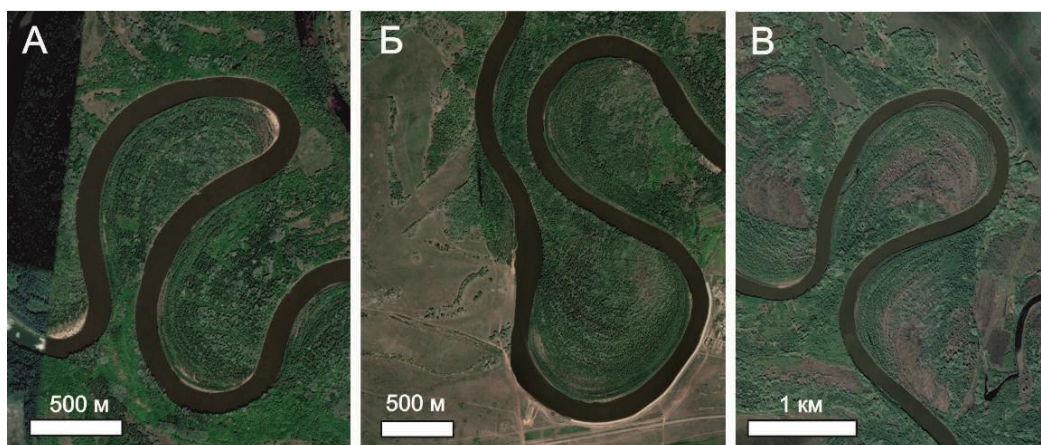


Рисунок 6 – Участки прогнозируемого спрямления русла р. Урал в пределах российско-казахстанской границы: А – участок № 3, Б – участок № 5, В – участок № 6 (по рисунку 1)



Рисунок 7 – Участки прогнозируемого спрямления русла р. Илек в пределах российско-казахстанской границы: А – участок № 7 и № 8, Б – участок № 11, В – участок № 13, Г – участок № 14, Д – участок № 15, Е – участок № 17, Ж – участок № 18, З – участок № 19, И – участок № 20, 21 и 22, К – участок № 23 (по рисунку 4).

Таблица 3 – Характеристика мест прогнозируемого спрямления русла рек Урал и Илек в пределах российско-казахстанской границы

№ по рис. 1 и 4	Река	Страна, на территории которой окажется пойменный сегмент спрямившегося русла*	Площадь участка спрямления русла, км ²	Ширина шпоры излучины, м	Характерная скорость размыва берега, м/год	Прогнозируемый период спрямления, лет
3	Урал	Россия	0,5	130	1,5	43
5	Урал	Казахстан	1,2	140	1,5	47
6	Урал	Россия	1,5	220	1,5	73
7	Илек	Казахстан	0,03	30	0,5	30
8	Илек	Казахстан	0,03	70	0,5	70
11	Илек	Россия	0,01	25	0,5	25
13	Илек	Россия	0,01	35	0,5	35
14	Илек	Россия	0,02	55	0,5	75
15	Илек	Россия	0,04	30	0,5	30
16	Илек	Россия	0,06	70	0,5	95
17	Илек	Казахстан	0,03	65	0,5	65
18	Илек	Казахстан	0,03	30	0,5	45
20	Илек	Казахстан	0,01	35	0,5	45
21	Илек	Россия	0,02	30	0,5	30
22	Илек	Россия	0,01	35	0,5	45
23	Илек	Россия	0,4	45	0,5	45

* в случае изменения положения государственной границы и ее проведения по основному руслу р. Урал и р. Илек.

Выводы

В условиях невысокой хозяйственной освоенности приречных территорий на пограничных участках происходящие и прогнозируемые спрямления русла в настоящее время не отражаются на взаимоотношениях двух государств. Однако в случае начала одной из сторон интенсивного использования природных ресурсов пойменных угодий, одностороннего строительства берегозащитных и противопаводковых сооружений, обвалования поймы на пограничных участках, естественный режим развития русла нарушится. Асимметричное регулирование может привести к значительным перестройкам как самого русла, так и водного режима на участке, способствуя смещению русла, увеличению глубины и продолжительности затопления поймы в условиях весеннего половодья на противоположной стороне.

Таким образом, важно обратить внимание на русловые процессы в бассейне Урала и на его границе, учитывая их потенциальное влияние на хозяйственную деятельность и геополитическую обстановку. Сотрудничество между Россией и Казахстаном в области управления водными ресурсами и регулирования русловых процессов играет ключевую роль в обеспечении устойчивого развития и сохранения экологической безопасности на приречных территориях.

Благодарности

Исследование выполнено по плану НИР (ГЗ) Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ им. М.В. Ломоносова (№ 121051100166-4).

Список литературы

1. О ратификации Договора между Республикой Казахстан и Российской Федерацией о казахстанско-российской государственной границе. Закон Республики Казахстан от 2 декабря 2005 года № 92. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1052788 (дата обращения: 16.04.2025).
2. Павлейчик В.М., Сивохиц Ж.Т., Падалко Ю.А. Динамика русловых процессов в среднем течении реки Урал и риски природопользования // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2018. № 5. С. 37-45. DOI: 10.1134/S2587556618050126.
3. Павлейчик В.М., Сивохиц Ж.Т. Динамика русловых процессов и риски природопользования (на примере рек среднего течения р. Урал // Проблемы региональной экологии и географии: Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию конструктора М.Т. Калашникова и 100-летию проф. С.И. Широкова. Ижевск, 2019. С. 309-312.
4. Сергалиев Н.Х., Ахмеденов К.М. Плановые переформирования русла реки Урал за 30-летний период // Новости науки Казахстана. 2015. № 2 (124). С. 105-117.
5. Завадский А.С., Беркович К.М., Чалова А.С., Чернов А.В. Современные условия формирования русел рек бассейна Урала (в пределах России) // Эрозия почв и русловые процессы: сб. М., 2012. Т. 18. С. 178-202.
6. Беркович К.М., Завадский А.С., Чернов А.В. Анализ и учет русловых процессов при разработке СКИОВО // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2011. № 6. С. 83-95.
7. Завадский А.С., Иванов В.В., Чалов Р.С. Геополитические аспекты русловых процессов // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2010. № 6. С. 35-47.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 06.03.2025

Принята к публикации 19.06.2025

MODERN AND FORECASTED CHANNELS REFORMATIONS OF THE URAL AND ILEK RIVERS ON THE SECTIONS OF THE RUSSIAN-KAZAKHSTAN BORDER

***A. Kamyshev, **A. Zavadskiy, ***D. Botavin**

Lomonosov Moscow State University, Russia, Moscow

e-mail: *arsenii.kamyshev@yandex.ru, **az-mgu@mail.ru, ***dmitry_botavin@mail.ru

The article examines changes in the channel planform of the Ural and Ilel rivers along the Russia–Kazakhstan border from 1985 to 2021. Instances of natural bends cutoffs were identified, and the areas of floodplain land that may fall on either the Russian or Kazakhstan side in the event of further channel migration were calculated. Based on satellite image analysis, river reaches with recent channel shifts were delineated, and potential future meander cutoffs by the end of the 21st century were forecasted. The findings have highlighted the importance of accounting for fluvial processes in the management of transboundary water resources and in land-use planning.

Key words: bank erosion, bends cutoffs, transboundary Ural and Ilel rivers, channel processes.

References

1. O ratifikatsii Dogovora mezhdur Respublikoi Kazakhstan i Rossiiskoi Federatsiei o kazakhstansko-rossiiskoi gosudarstvennoi granitse. Zakon Respubliki Kazakhstan ot 2 dekabrya 2005

года N 92. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1052788 (data obrashcheniya: 16.04.2025).

2. Pavleichik V.M., Sivokhip Zh.T., Padalko Yu.A. Dinamika ruslovykh protsessov v srednem techenii reki Ural i riski prirodopol'zovaniya. Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2018. N 5. S. 37-45. DOI: 10.1134/S2587556618050126.

3. Pavleichik V.M., Sivokhip Zh.T. Dinamika ruslovykh protsessov i riski prirodopol'zovaniya (na primere rek srednego techeniya r. Ural. Problemy regional'noi ekologii i geografii: Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu konstruktora M.T. Kalashnikova i 100-letiyu prof. S.I. Shirobokova. Izhevsk, 2019. S. 309-312.

4. Sergaliev N.Kh., Akhmedenov K.M. Planovye pereformirovaniya rusla reki Ural za 30-letnii period. Novosti nauki Kazakhstana. 2015. N 2 (124). S. 105-117.

5. Zavadskii A.S., Berkovich K.M., Chalova A.S., Chernov A.V. Sovremennye usloviya formirovaniya rusel rek basseina Urala (v predelakh Rossii). Eroziya pochv i ruslovye protsessy: sb. M., 2012. T. 18. S. 178-202.

6. Berkovich K.M., Zavadskii A.S., Chernov A.V. Analiz i uchet ruslovykh protsessov pri razrabotke SKIOVO. Vodnoe khozyaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie. 2011. N 6. S. 83-95.

7. Zavadskii A.S., Ivanov V.V., Chalov R.S. Geopoliticheskie aspekty ruslovykh protsessov. Vodnoe khozyaistvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie. 2010. N 6. S. 35-47.

Сведения об авторах:

Камышев Арсений Андреевич

К.г.н., младший научный сотрудник, Географический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова

ORCID 0000-0001-9081-8006

Kamyshev Arseniy

Candidate of Geographical Sciences, Junior Researcher, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University

Завадский Александр Сергеевич

К.г.н., ведущий научный сотрудник, Географический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова

ORCID 0009-0004-6349-4789

Zavadskiy Alexandr

Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University

Ботавин Дмитрий Викторович

К.г.н., инженер 2-й категории, Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

ORCID 0000-0001-8374-2496

Botavin Dmitriy

Candidate of Geographical Sciences, Engineer 2nd category, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University

Для цитирования: Камышев А.А., Завадский А.С., Ботавин Д.В. Современные и прогнозируемые переформирования русел рек Урал и Илек на участках российско-казахстанской границы // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 4-12. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-4-12

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПИРОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СТЕПЯХ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

В.М. Павлейчик

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург
e-mail: vmpavleychik@gmail.com

Статья имеет обзорный характер и содержит итоги анализа и систематизации научных исследований, связанных с развитием природных пожаров в степных регионах Северной Евразии и на сопредельных территориях лесостепной и пустынной природных зон. В статье акцентировано внимание на проблемах и перспективах развития относительно нового научного направления – пирогеографии, в число задач которого входит обеспечение взаимосвязей между географическими, эколого-биологическими и социально-экономическими науками при решении проблем управления современными пирологическими ситуациями. Отмечено, что за последние 5-10 лет рядом российских и зарубежных научных коллективов и авторов в ходе изучения пространственно-временной динамики пожаров получены весомые результаты, сформированы основные принципы и подходы исследований. Все без исключения авторы указывают на ключевую роль пастбищной нагрузки на уголья, определяющей пирогенное состояние растительного покрова и особенности формирования региональных пожарных обстановок. Уровни пастбищной нагрузки неравномерны как в пространстве, так и во времени, что определяет непостоянство показателей горимости. В статье затронуты вопросы сезонной обусловленности пожаров, источников возгораний, климатических трендов и влияния метеорологических условий, продолжительности постпирогенных восстановительных процессов в степных ландшафтах и биоте. Констатируется, что оценка экологической роли пожаров уже длительное время остается дискуссионным вопросом, не имеющим однозначного решения. Пирогеография затрагивает актуальные вопросы устойчивого экологического развития степных регионов и проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности, а получаемые результаты могут быть использованы для развития ряда актуальных научных направлений.

Ключевые слова: пирогеография, травяные пожары, постпирогенное восстановление, многолетняя динамика, региональные особенности, Северная Евразия, экологическая безопасность.

Введение

Широкое распространение природных пожаров, наблюдаемое в XX-XXI вв. в различных регионах мира, часто имело катастрофические последствия для природного биоразнообразия, экономики и безопасности населения. Природные, в первую очередь лесные, пожары стали гораздо более продолжительными и масштабными, их площади в отдельных странах (США, Канада, Испания, Австралия и др.) возросли в 2-3 раза [1]. По множественным литературным источникам и публикациям в средствах массовой информации, в отдельные годы последнего десятилетия экологический и экономический ущерб от пожаров был особенно высок – Индонезия (1997), Австралия (2009, 2019, 2020), Россия (2010), Израиль (2010), Греция (2007, 2017), Португалия (2017), США (2017, 2018, 2025), Турция (2021), Бразилия (2022), Канада (2023).

Обзор научной литературы, законодательных, нормативно-правовых и рекомендательных документов свидетельствует о постоянном внимании к проблемам изучения последствий и управления природными пожарами. Высокая значимость этой проблемы подтверждается Конвенциями ООН (по изменению климата, по борьбе с

опустыниванием, по биологическому разнообразию), рекомендациями Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), исследованиями Центра глобального пожарного мониторинга (GFMC), проектами Глобального экологического фонда (GEF) и многих других международных и национальных организаций. В частности, в перечне рекомендаций FAO [2] в ряду стратегических действий в отношении мониторинга и оценки пожаров значится: «4.4.3. Должны быть собраны месячные и годовые данные о повторяемости, конкретных причинах и очагах антропогенных пожаров, основаниям для проведения выжиганий и пройденной огнем площади, с целью создать эффективную программу профилактики пожаров». При этом следует учитывать, что создание полноценной системы мониторинга и прогнозирования природных пожаров невозможно без тесного межгосударственного и межведомственного взаимодействия в этой сфере.

Травяные пожары в степных, лесостепных и пустынных регионах Северной Евразии не являются исключением и представляют собой угрозу экологической и социально-экономической безопасности, что нуждается в формировании объективного представления о причинах и последствиях развития пожаров. Полученные ранее результаты свидетельствуют о значительной пространственно-временной неоднородности пожарных явлений с проявлением общерегиональных многолетних периодов активизации, способных инициировать серию взаимосвязанных экосистемных преобразований.

Материалы и методы

Систематизированы литературные источники по тематике травяных пожаров в степных регионах Северной Евразии и на сопредельных территориях лесостепной и пустынной природных зон. Проанализирован накопленный за последние десятилетия опыт пирогеографических исследований – подходы и методы, особенности исходных баз данных, варианты интерпретации результатов, пространственный охват, преобладающие направления, объективные трудности и возможные способы их решения в перспективе.

Результаты и их обсуждение

Природные пожары являются объектом исследования ряда научных и научно-практических направлений, часть которых направлена на прикладные аспекты – организация систем раннего обнаружения возгораний, определение уровней пожарной опасности, совершенствование методики и средств пожаротушения, организация противопожарных мероприятий и др. При этом основная доля исследований касается лесных территорий ввиду их высокой ресурсной и экологической значимости, а также в аспекте обеспечения безопасности населения. Вместе с тем, именно травянистые биомы Земли и их древесно-кустарниковые варианты, освоённые под сельскохозяйственные цели, наиболее интенсивно подвергаются пирогенному воздействию. Применение огня является общемировой практикой традиционного природопользования, направленной на уничтожение древесно-кустарниковой растительности и улучшение кормовых качеств угодий [3].

В данной статье особое внимание уделено проблемам и перспективам развития отдельного, относительно нового, научного направления – пирогеографии, в число задач которого должно входить обеспечение взаимосвязей между географическими, эколого-биологическими и социально-экономическими науками при решении проблем управления современными пирологическими ситуациями. Методологические подходы должны обеспечить получение объективного представления о предпосылках и причинах пространственно-временной неоднородности пожаров. Решение этих вопросов затруднено рядом объективных причин, среди которых: а) стохастический характер возникновения пожаров в целом; б) сложность и многообразие взаимосвязей между элементами природно-хозяйственных систем, определяющими уровень пирогенных обстановок; в) недостаточность фактических и аналитических материалов по пространственно-временной динамике пожаров, довольно часто – невозможность получения сведений об отдельных факторах в принципе;

г) недостаточная проработанность методологического аппарата пирогеографических исследований.

Пространственно-временная неоднородность развития пожаров. Наиболее значимой предпосылкой развития пирогеографических исследований, как и многих других научных направлений, послужило открытие доступа к архивам спутниковых изображений Земли отдельными национальными космическими агентствами. Особую ценность представляет архив мультиспектральных снимков спутников серии Landsat, открытый для доступа в 2008 году и содержащий снимки с начала миссии (с 1972 года) по настоящее время [4]. Дальнейшее развитие космической отрасли, компьютерных и коммуникационных технологий, геоинформационных средств хранения, обработки и анализа спутниковых изображений, интерпретации полученных результатов способствовало формированию международных и национальных (США, Канада, ряд европейских стран, Россия, Казахстан) систем оперативного пожарного мониторинга и активизации пирогеографических исследований. Запуск спутников Terra (1999) и Aqua (2002), оснащенных спектрорадиометрами MODIS, позволяет получать снимки периодичностью 2 раза в сутки, на основе которых проводятся мониторинговые исследования, а также организована система раннего обнаружения пожаров посредством выявления тепловых аномалий (термоточек). На основе данных MODIS созданы архивы посуточных данных по тепловым аномалиям и сгоревшим территориям (MCD14ML и MCD64A1, соответственно), служащие одним из источников первичной информации о природных возгораниях.

Таким образом, в первом десятилетии XXI века стало возможным опираться на данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) при изучении пожаров. Выявление параметров пространственно-временной неоднородности в развитии природных пожаров – это важный первоочередной этап пирогеографических исследований, на результатах которых основывается весь спектр последующих аналитических изысканий, направленных на выявление особенностей и ведущих факторов формирования пирологических обстановок.

Первоначально и достаточно продолжительное время такого рода исследования имели локальный, либо региональный охват. Пожалуй, первой работой по картографированию ареалов травяных пожаров и анализу полученных данных стала статья М.Ю. Дубинина, В. Раделофа (Университет Висконсин-Мэдисон, США) и А.А. Лушекиной (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Россия) в «Аридных экосистемах» [5] по региону северных пустынь Черные земли (Северо-Западный Прикаспий), выполненная на данных MODIS за 2000-2008 гг. В последующей статье [6] авторы привлекают снимки Landsat, в связи с чем оперируют более продолжительным рядом данных (1985-2007), что, в свою очередь, позволяет обосновать зависимость развития пожаров от состояния травостоя под воздействием пастбищной нагрузки (об этом чуть ниже).

Понимание важности изучения степных пожаров на фоне серии крупных возгораний в Южном Предуралье привело к развитию пирологического направления в Институте степи УрО РАН (г. Оренбург) (рис. 1 А). Первоначальные исследования были направлены на выявление различий в пожарных обстановках, обусловленных особенностями широтно-зональной и региональной структуры [7]. Далее были составлены картографические базы данных с 1985 г. по настоящее время по участкам заповедника «Оренбургский» с прилегающими территориями [8, 9], на основе которых рассчитаны многолетняя динамика пожаров и количество повторностей их прохождения, оценена эффективность противопожарных мероприятий, выявлены различия в горимости между заповедными участками и сельскохозяйственными угодьями. Пространственная удаленность участков между собой в сочетании со спецификой пространственной структуры угодий позволили выявить региональные различия пожарных обстановок в степях Заволжья, Предуралья, Южного Урала и Зауралья. Позднее подготовлена и проанализирована схема распространения пожаров в сухих степях массива Мугоджар и прилегающих территорий [10] и выявлена достаточно сходная многолетняя динамика, доказывающая общность предпосылок активизации пожаров в конце 1990-х – начале 2000-х годов. На основе открытого архива

термочек FIRMS (продукт MCD14ML) с глобальным охватом данных подготовлено обзорное исследование с выявлением региональных особенностей формирования пожарных обстановок в степях, лесостепях и пустынях Северной Евразии за 2001-2022 гг. [11], а также выявлены особенности внутригодовой динамики пожаров.

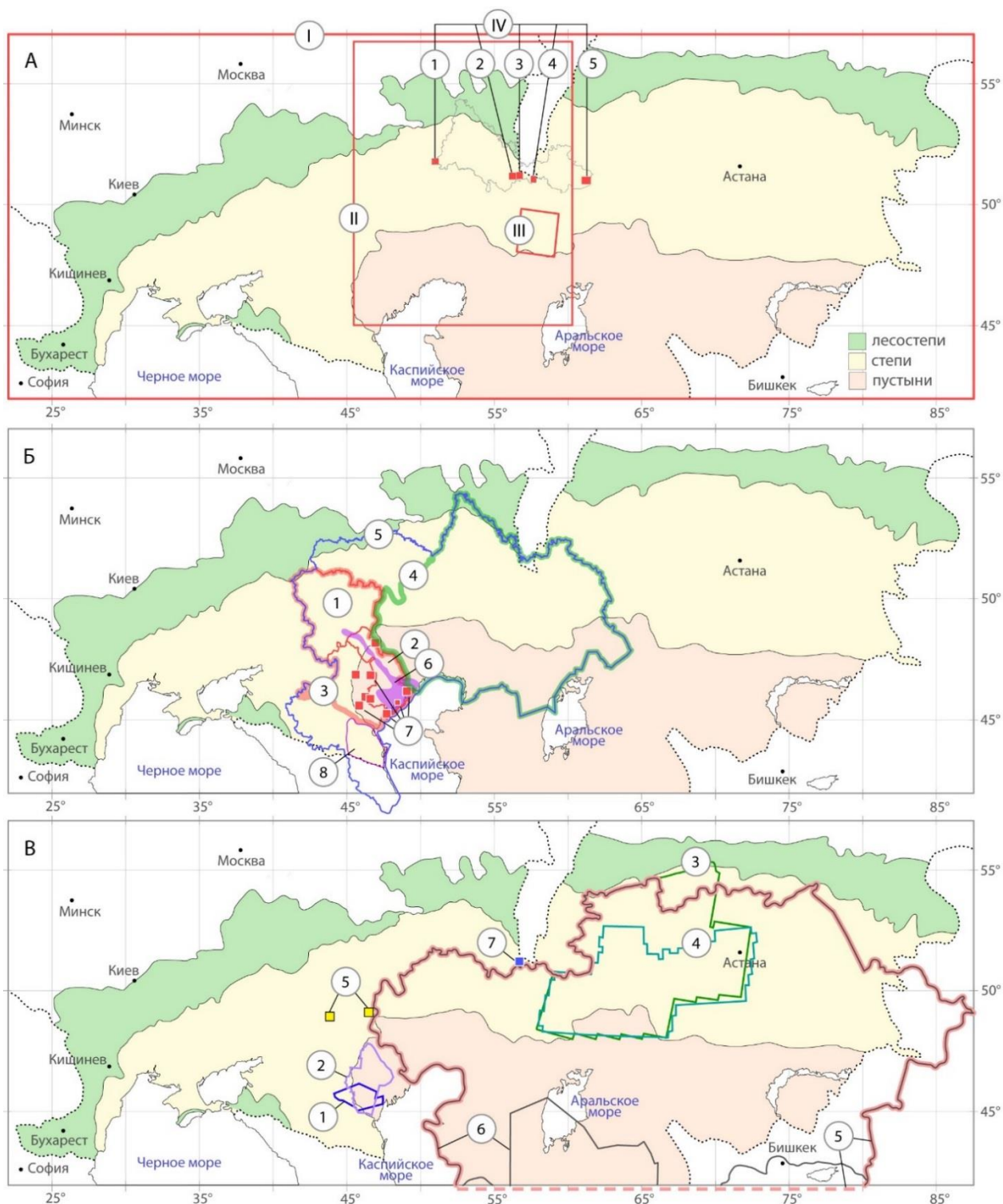


Рисунок 1 – Пространственная изученность

А – регионы исследования и основные публикации Института степи УрО РАН (Павлейчик В.М. и др.) – I – обзорный уровень [11, 57], II – макрорегиональный уровень (Волго-Уральский регион) [7, 47, 56], III – региональный уровень (Мугоджары и прилегающие территории) [10], IV – местный уровень (заповедник «Оренбургский», участки 1-5) [8, 9], Предуральская степь (2) [36], Буртинская степь (3) [3, 69, 70, 74], Ащисайская степь (5) [61].

Б – регионы исследования и основные публикации ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения, Волгоградского государственного университета, Института космических исследований РАН (Шинкаренко С.С. и др.) – 1 – Волгоградская обл. [13], 2 – Астраханская обл. [12], 3 – юго-восток европейской части России (Волгоградская и Астраханская обл., Республика Калмыкия) [15], 4 – Западный Казахстан [18], 5 – аридные ландшафты России и Западный Казахстан [16], 6 – пойма Нижней Волги [19, 21], 7 – федеральные ООПТ юго-востока Европейской России [14], 8 – Терско-Кумская низменность [17].

В – некоторые другие публикации по тематике пожаров. Дубинин М.Ю. с соавторами (Черные Земли) – 1 – [6, 34]; 2 – [5]; 3 – Dara et al., 2020 (Северный Казахстан) [22]; 4 – Freitag et al., 2020 [23]; 5 – Xu et al., 2021 (Центральная Азия) [24]; 6 – Hankerson et al., 2019 (Республика Казахстан) [32]; 7 – Рябинина Н.О., 2018 (природные парки Волгоградской обл.) [42]; 8 – публикации различных авторов по участку «Буртинская степь» заповедника «Оренбургский» [48, 67, 68, 69, 70, 74, 80, 81].

Границы природных зон согласно [11].

Одним из региональных центров пирологических исследований в это же время стал г. Волгоград с авторами, аффилированными с Федеральным научным центром агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения и Волгоградским государственным университетом, а позднее и с Институтом космических исследований РАН (Москва) (рис. 1Б). С.С. Шинкаренко с соавторами подготовлена серия статей, охватывающих административные (Астраханская и Волгоградская области, Калмыкия) и природные регионы Юго-Востока России и Западного Казахстана [12-18]. Несмотря на то, что значительная часть публикаций посвящена пространственно-временным особенностям развития пожаров в зоне пустынь, они представляют значимый методологический интерес в аспекте обоснованности подходов, применения современных способов обработки данных и объективной интерпретации результатов. Авторы подробно характеризуют особенности многолетней и сезонной динамики пожаров, оценивают их повторяемость, количественные и площадные показатели. За основу принимаются как готовые наборы геоинформационных данных, так и результаты экспертного визуального дешифрирования как наиболее достоверной информации о пространственном развитии пожаров. В целом авторы отмечают повсеместное снижение горимости, связывая это с нарастанием пастбищной нагрузки. Отдельные работы коллектива посвящены горимости интразональных пойменных ландшафтов Нижней Волги и Нижнего Дона [19, 20, 21], в которых показаны сезонные особенности развития пожаров, связь с водным режимом рек, а также определенная синхронность с пожарами в зональных ландшафтах.

По степным регионам Казахстана в последние годы активно работают научные коллективы Германии – представители Географического факультета Берлинского университета им. Гумбольдта (Берлин), Института сельскохозяйственного развития в странах с переходной экономикой им. Лейбница (Галле), Института ландшафтной экологии Мюнстерского университета (Мюнстер) и др. Ряд работ посвящен проблематике пожаров в аспекте региональных особенностей в динамике землепользования. Так, в статьях [22, 23] по территории Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областей (а также частично Актюбинская и Карагандинская области) приводятся схемы гарей и анализируются числовые данные по площадям пожаров за годы (1990, 2000, 2015), характерные для выделенных авторами периодов.

Xu Y., Lin Z., Wu C. (Международный центр наук о климате и окружающей среде, Институт физики атмосферы, Китайская академия наук, Пекин, Китай) в крупном исследовании, охватывающем страны Центральной Азии (Казахстан, Киргизия, Туркменистан, Таджикистан) [24], приводят картографические и числовые данные по многолетней (1997-2016) и сезонной динамике пожаров в разрезе стран. Авторами в данном обзоре использован продукт глобального охвата GFED (Global Fire Emissions Database), отражающий сгоревшие площади на основе изображений MODIS. Авторами также зафиксирован тренд снижения горимости и высокая вариабельность межгодовых значений с пиками в отдельные годы (2002, 2006, 2010 и др.).

Особый интерес с позиций региональной специфики формирования пожарных обстановок представляют работы, посвященные пожарам Юга Сибири. В статье сотрудников лаборатории лесной пирологии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН (Красноярск) (авторы Валендик Э.Н., Кисильяхов Е.К., Пономарев В.И. и др.) [25] приводятся данные о площади и количестве весенних пожаров в лесных и лесостепных районах рассматриваемой территории за 2008-2017 гг., анализируются особенности сезонной динамики и повторяемости. По степям Даурии Ткачук Т.Е. (Забайкальский государственный университет, Чита) получены данные по площадям пожаров за 2000-2010 гг. [26, 27]. Непродолжительный ряд данных и присутствие лишь двух пиков возгораний в 2000 и 2003 гг. на фоне довольно однотипного хода значений снижает возможность полноценного анализа факторов, тем не менее, интересен вывод о синхронности многолетнего хода возгораний в смежных районах России, Монголии и Китая, что свидетельствует о сочетании природной обусловленности годовых вариаций и антропогенных причинах возгораний. Куулар Х.Б. (Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН) приводится продолжительный (1959-2010) ряд данных по пожарам в Республике Тыва [28], но без четкого разделения на лесные и степные пожары. На приводимых графиках заметны многолетние тренды и признаки цикличности в развитии пожаров, отличные от динамики пожаров в основном (Европейско-Западносибирском) секторе степей.

Таким образом, за последние 5-10 лет сформировались основные принципы и подходы к изучению пространственно-временной динамики пожаров. Глобальные геоинформационные продукты вполне применимы для обзорных работ, но наибольшую объективность обеспечивает экспертное дешифрирование гарей. Трудоемкость визуальной отрисовки площадей гарей ограничивает охват анализируемых территорий, в противном случае необходимым условием становится привлечение большой группы людей – например, как в исследовании [29], проведенном с использованием краудсорсинга. Максимальная продолжительность формируемых баз данных ограничивается серединой 1980-х годов при условии наличия достаточного количества спутниковых изображений, минимум 3-4 снимка за вегетационный период. При этом важно понимать, что направленность трендов зависит от того, охватывают ли данные период, предшествующий максимальной фазе возгораний. Применительно к динамике пожаров в степях Северной Евразии максимум приходится на середину 1990-х – первое десятилетие 2000-х гг. [5, 8, 18].

Предпосылки формирования пожарных обстановок в степях, лесостепях и пустынях Северной Евразии. По мере накопления баз данных по пожарам, оптимальных методов их анализа и подходов к интерпретации результатов в публикациях авторских коллективов отмечается постепенный переход от констатации количественных показателей развития пожаров к попыткам объяснить их пространственно-временную неоднородность. Временная продолжительность данных важна при выявлении условий возникновения и распространения пожаров, обеспечивая разнообразие сочетаний частных факторов. Сопоставление числовых и картографических данных по пожарам с многолетними данными о климате, структуре природопользования, состоянии растительного покрова, расселении населения и др. дает возможность выявить ведущие факторы возникновения и развития пожаров и оценить их вклад в формирование региональных пожарных обстановок.

Все без исключения авторы пирологических исследований сходятся на том, что ключевую роль в активности пожаров (как за серии лет, так и за отдельные годы) играет количество запасов фитомассы, зависящее от сочетания природных и антропогенных условий и факторов. В числе наиболее часто используемых и довольно объективных показателей состояния растительного покрова используются статистические данные по численности поголовья выпасаемого сельскохозяйственного скота. При постоянстве площадей пастбищных угодий поголовье скота определяет относительный (во времени) уровень деградации степной растительности, проявляющейся в степях сокращением запасов надземной фитомассы и доли участия дерновинных злаков.

Неоспоримым является тот факт, что наиболее значимой предпосылкой активизации пожаров в степях Северной Евразии в 1990-2010-х годах стал резкий спад сельскохозяйственного производства в странах бывшего СССР и последующее восстановление растительного покрова. В этой связи заслуживают внимание комплексные исследования, проводимые в Институте степи УрО РАН по тематике последствий целинной кампании, например [30], а также отдельными группами европейских ученых в регионах постсоветского пространства, посвященные анализу современного состояния степных пастбищных угодий (включая оценку пирогенного воздействия) [22, 23, 31, 32, 33]. Констатация этой обусловленности фигурирует практически во всех статьях, посвященных пожарам в степях Северной Евразии и на сопредельных территориях. Одновременно немалое количество исследований посвящено непосредственному выявлению корреляционных связей между многолетними рядами данных, отражающих показатели развития пожаров и численность поголовья скота.

Одними из наиболее ранних работ на эту тему являются [6, 34] по северным пустыням Прикаспия. Данные за 1985-2007 гг. по пожарам были сопоставлены авторами с показателями пастбищной нагрузки (поголовье скота), условной продуктивности растительного покрова (NDVI) и климата (температура, осадки и данные по индексам колебаний трех климатических моделей). В ходе исследований выявлены тесные отрицательные корреляции с численностью поголовья скота как в текущих, так и в предыдущих годах. Для степных регионов был зафиксирован 8-10-летний период, за время которого происходило восстановление растительного покрова после высоких уровней пастбищной депрессии до состояния, способного поддерживать устойчивое распространение пожаров [8]. Высокие показатели корреляционных связей между данными о площадях гарей и численности поголовья скота выявлены в областях Западного Казахстана [18], при этом авторами также рекомендуется использование метода скользящих средних для снижения эффекта исключительно высокой межгодовой вариации площадей пожаров.

Следует заметить, что обусловленность уровня горимости от степени пастбищной депрессии подтверждается не только сопоставлением многолетних данных, но и характером пространственного распределения ареалов пожаров [12, 18] с учетом локализации зон наиболее интенсивного выпаса вблизи населенных пунктов и объектов животноводческой инфраструктуры [35, 33]. Пространственная неоднородность развития пожаров также обусловлена режимами природопользования; например, объектами повышенной пожарной опасности являются особо охраняемые природные территории [9, 18, 36], растительность которых, как правило, характеризуется большими запасами фитомассы на фоне окружающих сбитых пастбищ.

Очевидно, что продуктивность степных сообществ во многом определяется положением относительно широтно-зональной структуры ландшафтов [37, 38, 39], что во многом объясняет явление зональности в развитии пожаров. В связи с этим определенный интерес представляет устойчивость различных видов и групп видов, особенно выступающих в качестве доминантов в степных и пустынных сообществах. Обращают внимание разночтения по этому поводу – одни авторы указывают на постпирогенное внедрение злаков (особенно ковылей) в полынные сообщества [40, 41], другие [42] отмечают диаметрально противоположную реакцию – сокращение доли крупнодерновинных злаков (ковылей, типчака) и разнотравья, увеличение в 2-3 раза доли полыней, мятлика луковичного, эфемеров и сорных видов.

Высокие пирогенные качества травостоя дерновинно-злаковых степных сообществ подтверждены картографическим сопоставлением многолетней горимости ковыльных и преимущественно полынных сообществ на участке, охватывающем холмистый массив Мугоджар и прилегающие аккумулятивные равнины Прикаспия [10].

Формирование фонда залежных земель. Для земледельческих районов формирование пожарных обстановок происходит на фоне фрагментации потенциально пирогенных пространств пахотными угодьями. Значительная часть пахотных угодий на просторах

Заволжья, Урала, Сибири и Северного Казахстана была освоена в период целинной кампании; проблематике и оценке экологических последствий этого мегапроекта посвящено множество работ, например [30, 43]. В связи с распадом плановой экономики СССР последовали негативные процессы в сельскохозяйственном производстве, что привело к прекращению возделывания пахотных земель и формированию пирогенно-опасных массивов разновозрастных залежей. Оценке масштабов формирования залежей в странах и регионах постсоветского пространства посвящены исследования [44, 45]. Проведенное на основе [46] тематическое картографирование [47] позволило конкретизировать расположение основных ареалов залежных земель в Заволжско-Уральском регионе, сформировавшихся с 2000 по 2019 гг., – главным образом это южная периферия ареала устойчивого земледелия, равнинные участки восточных предгорий Южного Урала, район Месягутовской лесостепи и др. Были рассчитаны площади потерь пашни в зональных ландшафтах, а также проанализированы другие источники данных: наборы растровых данных по классам земель ESA Land Cover, региональные сведения от Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (FAO) и государственных органов статистики.

Еще одним вопросом, связанным с пирогенными качествами растительности, является продолжительность восстановительных сукцессий на залежах до состояния, способного поддерживать распространение огня. Пирогенность залежных земель тесным образом связана с активностью внедрения степных злаков, в первую очередь ковыля, в бурьянистые сообщества молодых залежей. По нашим наблюдениям, этот процесс занимает от 8-10 до 15 лет, в зависимости от положения бывшей пашни относительно степных участков – поставщиков семенного материала.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при оценке состояния растительного покрова. При всех достоинствах данных по поголовью скота, этот источник остается лишь условным показателем состояния растительного покрова применительно к какой-либо административной территории. В связи с этим очевидный интерес представляют материалы ДЗЗ и различного рода вегетационные индексы на их основе. Основная проблема состоит в том, что в настоящее время отсутствует однозначное понимание взаимосвязей между значениями спектральных вегетационных индексов и фактическими фитоценотическими параметрами степных сообществ. Заметим, что подобные исследования немногочисленны и локальны по охвату ввиду их трудоемкости – необходимости верификации данных ДЗЗ посредством организации систематических геоботанических исследований, в оптимальном варианте – с проведением укусов надземной фитомассы, выявлением спектрально-отражательных свойств растительности (сообществ, отдельных видов и групп растений) наземным способом, получением схем распределения спектральных либо хроматических растительных индексов при помощи беспилотных летательных аппаратов.

Так, сопоставление значений NDVI Landsat и результатов мониторинговых исследований в Буртинской степи (заповедник «Оренбургский») с мая по сентябрь в 2015-2020 гг. позволило авторам достигнуть понимания степени информативности NDVI применительно к сообществам двух формаций (*Stipeta zaleskii* и *Stipeta lessingiana*) в условиях заповедного режима [48]. В частности, подтвержден возможный (не всегда проявляющийся) экранирующий эффект от степной ветоши, выявлена тесная взаимосвязь NDVI и отношения зеленой фитомассы (главным образом разнотравья) к надземной мортмассе, а также неодинаковая информативность NDVI в различные сезоны года. В работах [49, 50] выявлены особенности спектрального отклика различных фитоценозов пустынь Северного Прикаспия в зависимости от их проективного покрытия и фитомассы по данным Sentinel-2 и MODIS и результатов инструментальных замеров спектрорадиометром. Использование беспилотных летательных аппаратов предоставляет возможность детализации информации о пространственной структуре степных сообществ с учетом высоких корреляций цветных вегетационных индексов и NDVI [51].

По нашим представлениям, любой из вегетационных индексов в первую очередь фиксирует часть спектра, относящуюся к зеленой фитомассе, в связи с чем должен соотноситься лишь с таким фитоценотическим показателем, как проективное покрытие зеленой растительности. В то же время в аспекте пирогенной опасности гораздо более важными параметрами являются количество сухой фитомассы и степень сомкнутости травостоя. Единственным выходом из данной методологической проблемы является использование вегетационных индексов (например, широко распространенного NDVI) в качестве отложенного во времени (с учетом отмирания зеленой растительности) условного показателя запасов сухой фитомассы. Данный подход неоднократно использовался в пирологических исследованиях для выявления взаимосвязей между межгодовой и сезонной динамикой продуктивности травяных сообществ (с учетом метеорологических условий) и развитием пожаров. Так, в уже упоминавшемся исследовании по северным пустыням Прикаспия за 1986-2006 гг. [6, 34] выявлены тесные корреляционные связи между уровнем горимости и значениями весенних (апрель-май) и осенних (сентябрь предшествующего года) NDVI. Исходя из этого, многолетние данные NDVI могут быть использованы как условный показатель состояния растительного покрова, находящегося под совокупным воздействием пастбищной нагрузки, климатических трендов и межгодовых метеорологических вариаций. Результаты систематизации многолетних полевых обследований [52] и анализа значений NDVI [35, 53, 54, 55] во многом объясняют предпосылки пространственно-временной неоднородности развития пожаров в степях и пустынях России и Казахстана, связанные с изменением условий увлажнения, температуры воздуха и уровня пастбищных нагрузок.

Климатические тренды и метеорологические показатели пожароопасности.

Очевидно, что наиболее благоприятными для возникновения и распространения пожаров являются жаркие и засушливые условия. Вместе с тем результаты сопоставления климатических и метеорологических показателей с данными о развитии пожаров неоднозначны и в редких исключениях подтверждаются значимыми корреляциями. Так, в исследовании по Западному Казахстану [18] указывается отсутствие значимой связи между горимостью, среднегодовой и максимальной температурой, средней температурой вегетационного периода, суммами осадков за календарный, гидрологический год, за вегетацию. Было выявлено, что аномально жаркие и засушливые 2010 и 2021 гг. не выделялись по степени горимости степных и пустынных ландшафтов [56]; исключением стало обширное распространение пожаров в лесных и лесостепных низкогорьях Южного Урала в 2021 г. и в сосновых борах Зауралья в 2022 г. В обзорном исследовании по степям, лесостепям и пустыням Северной Евразии за 1961-2020 гг. [57] было подтверждено последовательное нарастание температуры воздуха и усиление аномальности, увеличение продолжительности пожароопасного сезона и количественных показателей волн тепла. Таким образом, наблюдаемые тенденции предполагают усложнение пожароопасных обстановок. Вместе с тем отсутствие статистически значимых взаимосвязей между показателями развития пожаров и гидротермическими условиями являются свидетельством того, что последние не являются определяющим фактором уровня горимости.

Причины возникновения пожаров. В свою очередь, более закономерным выглядит внутригодовой ход возгораний, косвенно указывающий на антропогенную природу большинства возгораний, пики которых совпадают с началом и окончанием сельскохозяйственных работ либо других видов природопользования. Данная взаимосвязь указывается во многих публикациях, рассматривающих сезонное распределение пожаров. Так, в обзорном исследовании по степям, лесостепям и пустыням Северной Евразии [11] показаны особенности посуточного распределения возгораний применительно к природным регионам. В исследовании по аридным ландшафтам России [16] отражены особенности многолетней динамики термоточек относительно укрупненных типов земного покрова (согласно геоинформационному продукту USGS Land Use / Land Cover System) с распределением по административным областям – урбанизированные территории, пашни, мозаика пашни, пастбища, леса, водно-болотные угодья. В работе [29] сделан акцент на

особенностях развития весенних пожаров в России в 2020 г. с отдельным анализом по крупным типам растительности (согласно геоинформационному продукту Европейского космического агентства ESA land cover). Для степей и лесов Юга Сибири, в т.ч. Даурии и Тывы, также прослеживается взаимосвязь между сезонными пиками пожаров и отдельными видами природопользования – сельскохозяйственные палы после схода снега [25, 26], в лесной части – в период сбора таежных ягод в июле и ореха в сентябре-октябре [28]. Другие авторы [58] осуществляют попытку вычленения сельскохозяйственных палов на пахотных угодьях в аспекте традиционной практики землепользования. Отдельные работы, например [59], акцентированы на обосновании оптимальных сроков проведения сельскохозяйственных палов в степных регионах. Таким образом, анализ сезонности пожаров важен для понимания источников возгораний и традиций степного природопользования. Очевидно, что часть фиксируемых возгораний имеет преднамеренный характер – уничтожение пожнивных остатков для облегчения обработки пахотных угодий, улучшение кормовых качеств пастбищных и сенокосных угодий.

В то же время помимо сельскохозяйственных возгораний неопределенное количество пожаров связано с неосторожным обращением с огнем, поджогами, аварийными ситуациями (обрыв линий электропередач, автомобильные аварии и др.), неисправностью сельхозтехники, военными действиями и учениями, воздействием грозовых разрядов и др. Нами [60, 61] разработан и апробирован на двух территориях (степное Предуралье и Зауралье) алгоритм картографирования мест возникновения (очагов) пожаров, несущий информацию о возможных причинах возгораний посредством сопоставления с характерными природными и антропогенными объектами.

Особенности постпирогенного состояния степных ландшафтов и биоты. В отечественной науке длительное время основная часть исследований ограничивалась оценкой особенностей постпирогенного состояния растительного покрова. Обширный перечень литературы содержится в обзорных статьях [40, 62, 63] и в коллективных монографиях [64, 65]. Так, в [63] обобщены результаты исследований, посвященных вопросам зональных и региональных особенностей воздействия пожаров на растительность, оценки сезонного времени развития и частоты повторяемости пожаров на динамику растительности; отмечается отсутствие единства мнений об эффектах воздействия пожаров на степные фитоценозы и различия в интерпретации результатов. Авторами очерка в [65] указывается, что в зависимости от уровня пирогенного воздействия отмечается два типа реакций степной растительности – пирогенные флуктуации и сукцессии, продолжительность которых занимает от нескольких (?) лет до 8-15 (до 30) лет соответственно. Для степных сообществ Тывы продолжительность восстановительных сукцессий по видовому составу оценивается в 10-20 лет [66], для разнотравно-злаковых сообществ Заволжья – около 5 лет [40]. Для заповедных сообществ Южного Предуралья установлено, что общие запасы живой надземной фитомассы восстанавливаются по массе на второй год (за счет разнотравья), а по запасам ветоши злаков – на шестой год после пожара [67, 68]. В то же время для территорий сухих степей Донского природного парка указывается практически полное уничтожение бобовых и разнотравья после единичного пожара на 2-4 года, восстановление запасов гумуса занимает от 2-3 до 5 лет в зависимости от гидротермических условий [42].

Наш опыт картографирования гарей свидетельствует о том, что устойчивое распространение пожаров наблюдается уже на третий год после предыдущего пожара. Примерно за это время практически исчезают визуальные различия между горевшими и негоревшими участками [66], что означает восстановление запасов надземной фитомассы до уровня, достаточного для поддержания распространения огня. Ряд исследований на основе многолетних инструментальных измерений температуры и влажности воздуха и почвенного профиля [69] и использования материалов ДЗЗ (температура и спектральные индексы) [70, 71, 72] подтверждают данное заключение, а также свидетельствуют о формировании особого гидротермического режима постпирогенных степных ландшафтов. Сходные результаты получены по тепловым каналам спутниковых изображений Landsat 8 для южных

степей Терско-Кумской низменности [73]. Результаты полевых исследований и анализ ДЗЗ сверхвысокого разрешения по различным типам лесных массивов в степях Предуралья, Южного Урала и Зауралья свидетельствуют об их достаточно высокой способности к восстановлению после пожаров при условии достаточного подземного увлажнения [74]. Полученные ранее сведения о повторности пожаров дают право констатировать, что, независимо от многолетней вариабельности распространения пожаров, уровень пирогенного воздействия как минимум за последние 30 лет превышает темпы постпирогенного восстановления степных экосистем. Таким образом, пирогенный фактор является одним из наиболее значимых и способен привести к коренным изменениям в структуре и функционировании степных ландшафтов, их компонентов и элементов.

На фоне разрозненности и локальности исследований, неоднозначности выводов и интерпретаций результатов положительный опыт взаимодействия становится возможным при реализации целевых программ. Для степей российской части Северной Евразии таковым стал Проект ПРООН/ГЭФ/Минприроды РФ «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России», в рамках которого фондом «Центр охраны дикой природы» были систематизированы актуальные на то время проблемы степных регионов, в т.ч. подготовлены предложения по управлению пожарами [65]. Заметим, что при всей полноте работы региональные обзоры формировались исключительно на данных по заповедным территориям, без какого-либо пространственно-временного анализа развития пожаров. В рамках отдельной темы проекта была заложена методологическая основа комплексного мониторинга на участке «Буртинская степь» заповедника «Оренбургский» после пожара 2014 г., реализуемая сотрудниками Института степи УрО РАН (в части ботанического блока исследований) до настоящего времени.

Также следует констатировать, что при всем интересе к проблематике степных пожаров, большинство квалификационных научных работ относится к более значимым в ресурсном плане объектам – лесам, в т.ч. степных и лесостепных регионов. Подготовленные работы чаще всего соответствуют специальности 06.03.03 – Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними [75-79]. Непосредственно степной растительности посвящены единичные диссертации по специальности 03.02.01 – Ботаника [80, 81].

Оценка экологической роли пожаров уже длительное время остается крайне дискуссионным вопросом, видимо, не имеющим однозначного решения. Многими исследователями подчеркивается тот факт, что степные экосистемы и их аналоги являются пирогенными образованиями, формирующимися и эволюционирующими под воздействием огня [3, 82, 83]. С начала земледельческого освоения степных пространств Евразии проведение сельскохозяйственных палов стало практически традиционным элементом степного природопользования, во многом привнесенным жителями других регионов России.

Заключение

Перечисленные выше публикации по отдельным направлениям отражают современный опыт и достижения пирогеографических исследований применительно к степям Северной Евразии. Безотносительно тематической направленности уже проведенных исследований следует обобщить актуальные задачи пирогеографии, определяющие перспективы развития данного научного направления.

1. Пространственно-временная неоднородность развития пожаров. Геоинформационные базы данных по пожарам, содержащие сведения о времени их распространения и площадях гарей, являются наиболее важным инструментом пирогеографических исследований. Открытые базы данных по пожарам (площади гарей и точечные тепловые аномалии) специфичны по информативности и степени достоверности, что следует учитывать при выборе источников данных и при интерпретации получаемых результатов. Крайне важным параметром баз данных является их продолжительность, обеспечивающая достоверность выводов о значимости факторов формирования пожарных

обстановок. Данные о пожарах ограничены 35-40-летним периодом, подкрепленным достаточным количеством спутниковых снимков Landsat. Данный отрезок времени для степей Северной Евразии охватывает несколько фаз активности пожаров, обусловленных кардинальной трансформацией социально-экономической обстановки в последние годы существования СССР и в странах постсоветского пространства. Геоинформационные базы данных по пожарам, находящиеся в открытом доступе, содержат сведения с 2000-2001 гг. и отражают относительно однородную пожарную обстановку, вариативность которой определяется преимущественно метеорологическими факторами. Следовательно, первоочередной задачей пирогеографических исследований является обеспечение объективности получаемых результатов (в зависимости от пространственного уровня исследований) посредством формирования по возможности максимально продолжительных баз данных, подготовленных на основе экспертного дешифрирования спутниковых изображений, либо использования ландшафтно-адаптированных спектральных индексов применительно к снимкам высокого разрешения.

2. *Пирогенность растительного покрова.* Исходя из сведений, содержащихся в литературных источниках, и из результатов наших исследований следует, что наиболее значимым фактором пирогенности степей является относительное количество запасов растительной массы. Под «относительностью» в данном случае мы подразумеваем пространственную неоднородность растительного покрова и изменение запасов фитомассы во времени, в обоих случаях – под действием природных и антропогенных факторов. Отдельные аспекты данного направления достаточно изучены, главным образом это зависимость горимости от состояния растительного покрова под пастбищной нагрузкой. Многолетние геоботанические исследования имеют важное значение, в т.ч. и как способ верификации данных ДЗЗ, но по объективным причинам имеют локальный уровень. Наиболее высокую информативность имеют комплексные работы, выполненные посредством наземных и дистанционных методов оценки – сочетание геоботанических описаний, укосов фитомассы, наземной и дистанционной (БПЛА) спектральной съемки, расчета вегетационных индексов спутниковых изображений.

3. *Источники возгораний.* Для понимания причин формирования пожарных обстановок важными являются сведения об источниках возникновения возгораний. Данная информация не выявляется и не систематизируется ни одним из ведомств, по-видимому, ввиду отсутствия значительного материального ущерба от степных пожаров. Очевидно, что метод опросов в случае с пожарами вряд ли можно будет считать достаточно объективным. В этой связи нами наработан опыт выявления предполагаемых источников пожаров посредством косвенных данных – в ходе идентификации и картографирования очагов (мест возникновения) возгораний. Считаем, что данный алгоритм может быть впоследствии автоматизирован геоинформационными методами, что позволит получить необходимые сведения на региональном и обзорном уровнях.

4. *Распространение пожаров.* К довольно слабоизученным аспектам следует отнести вопрос распространения пожаров, тесно связанный с пирогенностью растительного покрова степей, сельскохозяйственных угодий и других типов земель. Соответственно, в данном блоке исследований должны быть затронуты проблемы выявления пространственной структуры угодий, характера восстановительных процессов на залежных землях, показателей фрагментации пирогенно-опасных пространств и многие другие вопросы. В частности, анализ пространственного положения границ гарей позволит выявить лимитирующую роль природных и антропогенных объектов в распространении огня.

5. *Метеорологические условия пожарной опасности и климатически обусловленные тренды.* Результаты исследований фиксируют наличие в последние десятилетия тенденций, предполагающих ухудшение пожарных обстановок в большинстве степных регионов Северной Евразии. Вместе с тем, практически повсеместно наблюдается постепенное снижение горимости, что свидетельствует о неоднозначном характере влияния метеорологических условий и климатических тенденций на возникновение и распространение

пожаров. Большинство из рассматриваемых метеорологических параметров не имеет значимых корреляционных связей с показателями горимости. К этому следует добавить необходимость корректировки формулы расчета комплексного балла пожарной опасности применительно к условиям степей.

6. *Постпирогенное восстановление.* Наземные мониторинговые исследования являются составной частью смежного научного направления – пирозкологии, позволяют выявить важные особенности постпирогенного состояния рассматриваемых групп биоты и оценить продолжительность восстановительных процессов. Такого рода исследования немногочисленны и имеют локальный характер, соответственно получаемые результаты относятся к непосредственному локальному участку наблюдений и применимы к условиям охватываемого временного отрезка. Пространственный охват могут обеспечить данные ДЗЗ, позволяющие выявить характерные черты постпирогенного состояния растительного покрова с учетом ландшафтного разнообразия исследуемой территории. Таким образом, в общих чертах можно оценить тяжесть воздействия и восстановительные способности отдельных элементов ландшафта. При этом главной задачей остается подбор спектральных индексов, наиболее чувствительных к особенностям постпирогенного состояния поверхности.

Несмотря на очевидные успехи в области пирогеографических исследований, авторы нередко указывают на сложность и неоднозначность причинно-следственных связей между пожароопасными обстановками и, собственно, возникновением и развитием пожаров, например [84]. Обозначенные выше проблемы пирогеографических исследований в совокупности приводят к тому, что многие промежуточные заключения и конечные выводы формулируются на основании косвенных признаков, а результаты часто не имеют подтверждения статистическими методами.

Тем не менее, пирогеография имеет значимый потенциал для дальнейшего развития и в настоящее время находится на этапе перехода от накопления данных о пространственно-временных особенностях развития пожаров к отработке методологических приемов получения необходимых результатов и попыткам их объективной интерпретации. Данное научное направление является междисциплинарным и затрагивает актуальные проблемы устойчивого экологического развития степных регионов и проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности, а получаемые результаты могут служить обоснованием необходимости пожарного блока в структуре государственного экологического мониторинга, а также быть использованы для развития ряда актуальных научных направлений – постпирогенное восстановление отдельных групп биоты, проблема углеродного баланса, отклик на изменение регионального и глобального климата и др. Полученные результаты могут быть востребованы в экологических и социально-экономических исследованиях, в качестве основы для территориального планирования и при разработке мер по управлению пожароопасными обстановками.

В заключение следует отметить, что развитие высокотехнологичных подходов к исследованиям и к реализации конкретных мероприятий не приводит к полному решению проблемы пожарной безопасности. В этой связи также стоит согласиться с А.А. Тишковым [85], указывающим на то, что причины активизации природных пожаров в России не ограничиваются лишь неблагоприятными природными факторами, но и обусловлены институциональными проблемами в области природопользования, охраны природы и управления пожарными ситуациями.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем» № ГР АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. Zhao J., Yue C., Wang J., Hantson S., Wang X., He B., Li G., Wang L., Zhao H., Luysaert S. Forest fire size amplifies postfire land surface warming // *Nature*. 2024. Vol. 633. P. 828-834. DOI: 10.1038/s41586-024-07918-8.
2. Fire management: principles and strategic actions. Voluntary guidelines for fire management. Fire Management Working Paper 17. Rome / FAO. 2007. URL: <https://www.fao.org/4/j9255r/J9255R00.htm#TopOfPage> (дата обращения: 10.02.2025).
3. Gibson D.J. Grasses and grassland ecology. Oxford University Press, 2009. 323 p.
4. Landsat Data Distribution Policy, 2008. URL: <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-data-distribution-policy> (дата обращения: 05.02.2025).
5. Дубинин М.Ю., Лушчекина А.А., Раделоф Ф.К. Оценка современной динамики пожаров в аридных экосистемах по материалам космической съемки (на примере Черных Земель) // *Аридные экосистемы*. 2010. Т. 16. № 3 (43). С. 5-16.
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. Павлейчик В.М. Условия распространения и периодичность возникновения травяных пожаров в Заволжско-Уральском регионе // *География и природные ресурсы*. 2017. № 2. С. 56-65.
8. Pavleychik V.M., Chibilev A.A. Steppe Fires in Conditions the Regime of Reserve and Under Changing Anthropogenic Impacts // *Geography and Natural Resources*. 2018. Vol. 39. No. 3. P. 212-221. DOI: 10.1134/S1875372818030046.
9. Павлейчик В.М., Сивохип Ж.Т. Проблемы обеспечения пожарной безопасности участков государственного природного заповедника «Оренбургский» // *Заповедники Оренбуржья в природоохранном каркасе России. Труды ФГБУ «Заповедники Оренбуржья»*. 2019. Вып. 2. С. 185-193.
10. 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. DOI: 10.26516/2073-3402.2023.44.88.
11. Pavleychik V.M., Chibilev A.A., Padalko Yu.A. Pyrological Situation in the Steppes of Northern Eurasia // *Doklady Earth Sciences*. 2022. Vol. 505. Part. 2. P. 591-597. DOI: 10.1134/S1028334X22080141.
12. Шинкаренко С.С. Оценка динамики площадей степных пожаров в Астраханской области // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2018. Т. 15. № 1. С. 138-146. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-1-138-146.
13. Шинкаренко С.С., Берденгалиева А.Н. Анализ многолетней динамики степных пожаров в Волгоградской области // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2019. Т. 16. № 2. С. 98-110. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-2-98-110.
14. 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. DOI: 10.24189/ncr.2021.035.
15. 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.
16. Шинкаренко С.С., Дорошенко В.В., Берденгалиева А.Н., Комарова И.А. Динамика горимости аридных ландшафтов России и сопредельных территорий по данным детектирования активного горения // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 2021. Т. 18. № 1. С. 149-164. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-1-149-164.
17. Пичейкин А.Н., Шинкаренко С.С. Тенденции горимости ландшафтов Терско-Кумской низменности (Северо-Западный Прикаспий) // *Вопросы степеведения*, 2024. № 2. С. 14-25. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-2-14-25.

18. 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.
19. Берденгалиева А.Н. Анализ горимости пойменных ландшафтов Нижней Волги по данным информационных продуктов спутникового детектирования активного горения и выгоревших площадей // *Интеркарто. Интергис*, 2022. Т. 28. № 1. С. 346-358. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-346-358.
20. Берденгалиева А.Н., Берденгалиев Р.Н. Тренды горимости пойменных ландшафтов Нижнего Дона по данным дистанционного зондирования // *Природные системы и ресурсы*. 2022. Т. 12. № 1. С. 67-76. DOI: 10.15688/nsr.jvolsu.2022.1.8.
21. Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Берденгалиева А.Н., Иванов Н.М. Пространственно-временной анализ горимости пойменных ландшафтов Нижней Волги // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2022. Т. 19. № 1. С. 143-157. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-1-143-157.
22. 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.
23. Freitag M., Kamp J., Dara A., Kuemmerle T., Sidorova T., Stirnemann I., 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. Vol. 27. P. 1-14. DOI: 10.1111/GCB.15411.
24. 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
25. Валендик Э.Н., Кисильхов Е.К., Пономарев Е.И., Косов И.В., Лобанов А.И., Дугаржав Ч. Природа степных пожаров в Сибири и Монголии // *Сибирский лесной журнал*. 2018. № 4. С. 3-12. DOI: 10.15372/SJFS20180401.
26. Ткачук Т.Е. Динамика площадей степных пожаров на юге Даурии в первом десятилетии XXI века // *Уч. зап. Забайкал. гос. ун-та*. 2015. № 1 (60). С. 72-79.
27. Ткачук Т.Е. Проблема степных пожаров в трансграничье России, Монголии и Китая // *Записки Забайкальского отделения Русского географического общества*. Вып. 135: Географические исследования пригранично-периферийных районов в рыночных условиях. Чита: ЗабГУ, 2016. С. 97-103.
28. Куулар Х.Б., Пономарев Е.И. Пожары растительности в Республике Тыва // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2011. № 1. С. 111-117.
29. Glushkov I., Zhuravleva I., McCarty J.L., Komarova A., Drozdovsky A., Drozdovskaya M., Lupachik V., Yaroshenko A., Stehman S.V., Prishchepov A.V. Spring fires in Russia: Results from participatory burned area mapping with Sentinel-2 imagery // *Environmental Research Letters*. 2021. Vol. 16. DOI: 10.1088/1748-9326/ac3287.
30. Левыкин С.В., Семенов Е.А., Чибилёв А.А.(мл.), Петрищев В.П. Проблемы землепользования и пространственного развития степных регионов. М.: Русайнс, 2018. 216 с.
31. Brinkert A., Hölzel N., Sidorova T.V., Kamp J. Spontaneous steppe restoration on abandoned cropland in Kazakhstan: grazing affects successional pathways // *Biodivers Conserv*. 2016. Vol. 25. P. 2543-2561. DOI: 10.1007/s10531-015-1020-7.
32. Hankerson B.R., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Dong C., Eisfelder C., Müller D. Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan // *PLoS ONE*. 2019. Vol. 14(1). P. e0210051. DOI: 10.1371/journal.pone.0210051.
33. Dara A., Baumann M., Freitag M., Hölzel N., Hostert P., Kamp J., Müller D., Prishchepov A.V., Kuemmerle T. Annual Landsat time series reveal post-Soviet changes in grazing pressure // *Remote Sensing of Environment*. 2020. Vol. 239. P. 111667. DOI: 10.1016/j.rse.2020.111667.
34. 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.

35. Кулик К.Н., Есмагулова Б.Ж., Кошелева О.Ю., Мушаева К.Б., Шинкаренко С.С. Изменение фитоценозов Волго-Уральского междуречья под влиянием пастбищных нагрузок // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2016. № 4. С. 25-32.
36. Павлейчик В.М. Степные пожары как угроза экологической безопасности заповедных территорий (на примере участка «Предуральская степь» заповедника «Оренбургский») // Вопросы степеведения, 2019. № 15. С. 245-249. DOI: 10.2441/9999-006A-2019-11535.
37. Базилевич Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 296 с.
38. Титлянова А.А., Базилевич Н.И., Снытко В.А., Дубынина С.С., Копотева Т.А., Магомедова Л.Н., Миронычева-Токарева Н.П., Нефедьева Л.Г., Семенюк Н.В., Тишков А.А., Тран Т., Хакимзянова Ф.И., Шатохина Н.Г., Шмакова Е.И. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Новосибирск: Наука, 1988. 134 с.
39. Тишков А.А. Биосферные функции природных экосистем России. М.: Наука, 2005. 309 с.
40. Опарин М.Л., Опарина О.С. Влияние палов на динамику степной растительности // Поволжский экологический журнал. 2003. № 2. С. 158-171.
41. Маштыков К.В., Уланова С.С. Постпирогенные сукцессии и антропогенная трансформация пастбищных фитоценозов в пустынной зоне Республики Калмыкия // Степи Северной Евразии: Материалы междунар. симпозиума. Оренбург, 2018. С. 633-635.
42. Рябинина Н.О. Влияние пожаров на степные и полупустынные ландшафты Юго-Востока Русской равнины (на примере природных парков Волгоградской области) // География и природные ресурсы. 2018. № 4. С. 38-46. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-4(38-46).
43. Чибилёв А.А. (мл.) Структура земельного фонда и образование неиспользуемых сельскохозяйственных земель в регионах степной зоны в Европейской части России // Успехи современного естествознания. 2017. № 10. С. 127-133.
44. Bartalev S.A., Plotnikov D.E., Loupian E. A. Mapping of arable land in Russia using multi-year time series of MODIS data and the LAGMA classification technique // Remote Sensing Letters. 2016. Vol. 7. P. 269-278.
45. Lesiv M., Schepaschenko D., Moltchanova E., Bun R., Dürauer M., Prishchepov A., Schierhorn F., Estel S., Kuemmerle T., Alcántara C., Kussul N., Shchepashchenko M., Kutovaya O., Martynenko O., Karminov V., Shvidenko A., Havlik P., Kraxner F., See L., Fritz S. Spatial distribution of arable and abandoned land across former Soviet Union countries // Scientific Data. 2018. Vol. 3. No. 5. P. 180056. DOI: 10.1038/sdata.2018.56.
46. Potapov P., Turubanova S., Hansen M.C., Tyukavina A., Zalles V., Khan A., Song X.-P., Pickens A., Shen Q., Cortez J. Global maps of cropland extent and change show accelerated cropland expansion in the twenty-first century // Nature Food. 2021. Vol. 3. DOI: 10.1038/s43016-021-00429-z.
47. Павлейчик В.М., Святоха Н.Ю., Сивохип Ж.Т. Залежные земли в аспекте формирования пожарных обстановок в Заволжско-Уральском регионе // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий. М.: Географ. факультет МГУ, 2024. Т. 30. Ч. 2. С. 236-251. DOI: 10.35595/2414-9179-2024-2-30-236-251.
48. Хорошев А.В., Калмыкова О.Г., Дусаева Г.Х. Оценка индекса NDVI как источника информации о наземной фитомассе в степях // Исследование земли из космоса. 2023. № 3. С. 27-43. DOI: 10.31857/S020596142303003x.
49. Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Анализ взаимосвязи структурных и спектрально-отражательных характеристик растительности аридных пастбищных ландшафтов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 3. С. 171-187. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-3-171-187.
50. 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.

51. Аюржанаев А.А., Алымбаева Ж.Б., Жарникова М.А., Содномов Б.В. О возможности оценки надземной фитомассы степной растительности с помощью цветных вегетационных индексов (по данным съемки с беспилотных систем) // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2021. Т. 68. № 4. С. 45-53. DOI: 10.18101/2587-7143-2021-4-45-53.
52. Тишков А.А. Глобальные изменения климата и деградация степных экосистем // Аридные экосистемы. 1996. № 2. С. 30-38.
53. Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В. Соотношение между климатическим и антропогенным факторами восстановления растительного покрова Юго-Востока Европейской России // Аридные экосистемы. 2007. Т. 13. № 33-34. С. 7-16.
54. 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. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10091.
55. 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.
56. 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.
57. Павлейчик В.М., Языкбаев Э.Р., Сивохип Ж.Т. Термические условия формирования и реализации пожарных обстановок в степных регионах Северной Евразии // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2025. № 1. С. 99-107.
58. Hall J.V., Loboda T.V., Giglio L., McCarty G.W. A MODIS-based burned area assessment for Russian croplands: Mapping requirements and challenges // Remote Sensing of Environment. 2016. Vol. 184. P. 506-521. DOI: 10.1016/j.rse.2016.07.022.
59. Зданчук В.А., Артамонова А.И. Влияние выжигания на степную растительность и улучшение пастбищных угодий // Кормодобыывание: Сб. тр. отдела кормодобыывания Оренбургского науч.-иссл. ин-та мясо-молочного скотоводства. Оренбург: Оренб. книж.-журн. изд-во, 1938. С. 3-20.
60. Павлейчик В.М. Опыт картографирования очагов степных пожаров (методология исследований и практические аспекты) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2023. № 3. С. 13-24. DOI: 10.17308/geo/1609-0683/2023/3/13-24.
61. Pavleichik V.M. Development of Pyrological Research Based on the Results of Fire Identification and Analysis of Geospatial Data // Arid Ecosystems. 2025. Vol. 15. No. 1. P. 26-35. DOI: 10.1134/S2079096124700549.
62. Ильина В.Н. Пирогенное воздействие на растительный покров // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. Т. 20. № 2. С. 4-30.
63. Дусаева Г.Х., Калмыкова О.Г. Влияние пожаров на растительный покров степей Евразии: обзор литературы // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 2021. Т. 126. Вып. 2. С. 25-37.
64. Рябинина З.Н., Янтурин С.А., Рябцов С.Н., Абдулина Х.К., Юнусбаев У.Б. Роль степных пожаров в формировании растительного покрова Южного Урала. Уфа: Гилем, 2010. 219 с.
65. Степные пожары и управление пожарной ситуацией в степных ООПТ: экологические и природоохранные аспекты. Аналитический обзор. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2015. 144 с.
66. Самбуу А.Д., Нажик М.К. Постпирогенная трансформация растительности в степных экосистемах Тувы // Степи Северной Евразии: Материалы X междунар. симпозиума. Оренбург, 2024. С. 1156-1160. DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1156-1160.

67. Дусаева Г.Х. Влияние пожара на запасы ветоши злаков в степных фитоценозах (на примере участка «Буртинская степь» ГПЗ «Оренбургский») в 2015-2020 гг. // Вопросы степеведения. 2022. № 4. С. 66-75. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-4-66-75.
68. Дусаева Г.Х., Калмыкова О.Г. Многолетняя динамика запасов живой надземной фитомассы степных фитоценозов после пожара (на примере участка «Буртинская степь» заповедника «Оренбургский») // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29. № 2 (95). С. 67-76. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-67-76.
69. Павлейчик В.М., Калмыкова О.Г., Сорока О.В. Особенности микроклиматического режима степных гарей на заповедном участке «Буртинская степь» // Проблемы региональной экологии, 2016. № 4. С. 69-74.
70. Павлейчик В.М., Мячина К.В. Особенности термического режима земной поверхности после степных пожаров по данным спутников Landsat // Вестник ОГУ. 2016. № 4 (192). С. 83-89.
71. Павлейчик В.М., Падалко Ю.А. Аномальное малоснежье и пыльно-снежная буря в Заволжско-Уральском регионе зимой 2017-2018 годов (условия формирования и потенциальные последствия) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2018. № 2. С. 89-96.
72. Павлейчик В.М., Ряхов Р.В. Спектральные показатели постпирогенного состояния степных участков (на примере ключевой территории в Южном Зауралье) // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий. М.: Географ. факультет МГУ, 2024. Т. 30. Ч. 2. С. 282-298. DOI: 10.35595/2414-9179-2024-2-30-282-298.
73. Биарсланов А.Б., Джалалова М.И., Гаджиев И.Р., АсгEROва Д.Б., Осипова С.В. Применение космических снимков в исследованиях постпирогенных территорий Северо-Западного Прикаспия // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2022. № 4-2 (216-2). С. 4-12. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-4-2-4-12.
74. Павлейчик В.М. Устойчивость древесно-кустарниковых элементов степных экосистем к пирогенному фактору (на примере заповедного участка «Буртинская степь») // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18. Вып. 4. С. 228-233. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-4-228-233.
75. Григорьев В.В. Горимость лесов Челябинской области и пути повышения эффективности охраны их от пожаров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. Екатеринбург, 2007. 24 с.
76. Щеглова Е.Г. Влияние пожаров на лесные биоценозы степной зоны: на примере Оренбургской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.01. Оренбург, 2013. 22 с.
77. Танков Д.А. Лесные пожары и их влияние на древесно-кустарниковую растительность в лесах Оренбуржья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. Екатеринбург, 2014. 16 с.
78. Тюрин С.В. Ветрорегулирующая эффективность и влияние на ландшафтные пожары лесных полос степной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. Волгоград, 2021. 25 с.
79. Рябова Д.В. Влияние травянистой растительности на ветровую тень полезащитных лесных полос и ландшафтные пожары в степной зоне: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. Волгоград, 2022. 24 с.
80. Рябцов С.Н. Влияние пирогенной нагрузки на растительный покров степи Южного Предуралья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. Оренбург, 2005. 20 с.
81. Дусаева Г.Х. Динамика степных фитоценозов в первые годы после пожара: на примере участка «Буртинская степь» ГПЗ «Оренбургский»: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Тольятти, 2018. 18 с.
82. Тишков А.А. Пожары в степях и саваннах // Вопросы степеведения. 2009. Вып. 7. С. 79-83.
83. Мордкович В.Г. Степные экосистемы / Отв. ред. И.Э. Смелянский. 2-е изд., испр. и доп. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2014. 170 с.
84. Archibald S., Lehmann C., Gomez-Dans J., Bradstock R. Defining pyromes and global syndromes of fire regimes // PNAS. 2013. Vol. 110. No. 16. P. 6442-6447. DOI: 10.1073/pnas.1211466110.

85. Тишков А.А. Природные пожары 2010 года в Европейской России: всегда ли виновата жара? // Электронный журнал BioDat. 2010. № 4. Дата депонирования: 01.08.2010. URL: <https://biodat.ru/doc/lib/tishkov4.htm> (дата обращения: 10.02.2025).

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 15.02.2025

Принята к публикации 19.06.2025

CURRENT STATE, PROBLEMS AND PROSPECTS OF PYROGEOGRAPHIC RESEARCH IN THE STEPPES OF NORTHERN EURASIA (LITERATURE REVIEW)

V. Pavleichik

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg
e-mail: vmpavleychik@gmail.com

The article is of an overview nature; it contains the results of the analysis and systematization of scientific research related to the development of wildfires in the steppe regions of Northern Eurasia and in the adjacent territories of forest-steppe and desert natural zones. The article focuses on the problems and prospects of the development of a relatively new scientific field – pyrogeography, which tasks include ensuring the interrelationships between geographical, ecological, biological and socio-economic sciences in solving the problems of managing modern pyrological situations. It is noted that over the past 5-10 years, a number of Russian and foreign research teams and authors have obtained significant results while studying the spatial and temporal dynamics of fires, and the basic principles and approaches of research have been formed. Any author, without exception, points to the key role of pasture load on land, which has determined the pyrogenic state of vegetation cover and the peculiarities of the formation of regional fire situations. The levels of pasture load are uneven both in space and in time, which determines the variability of the burning indicators. The article deals with the issues of seasonal fire conditioning, sources of ignition, climatic trends and the influence of meteorological conditions, the duration of post-pyrogenic restoration processes in steppe landscapes and biota. It is stated that the assessment of the ecological role of fires has been a controversial issue for a long time, which does not have an unambiguous solution. Pyrogeography touches on topical issues of sustainable ecological development of steppe regions and the problems of ensuring the safety of life, and the obtained results can be used to develop a number of relevant scientific areas.

Key words: pyrogeography, grass fires, post-pyrogenic recovery, long-term dynamics, regional features, Northern Eurasia, environmental safety.

References

1. Zhao J., Yue C., Wang J., Hantson S., Wang X., He B., Li G., Wang L., Zhao H., Luyssaert S. Forest fire size amplifies postfire land surface warming. *Nature*. 2024. Vol. 633. P. 828-834. DOI: 10.1038/s41586-024-07918-8.
2. Fire management: principles and strategic actions. Voluntary guidelines for fire management. Fire Management Working Paper 17. Rome. FAO. 2007. URL: <https://www.fao.org/4/j9255r/J9255R00.htm#TopOfPage> (data obrashcheniya: 10.02.2025).
3. Gibson D.J. Grasses and grassland ecology. Oxford University Press, 2009. 323 p.
4. Landsat Data Distribution Policy, 2008. URL: <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-data-distribution-policy> (data obrashcheniya: 05.02.2025).

5. Dubinin M.Yu., Lushchekina A.A., Radelof F.K. Otsenka sovremennoi dinamiki pozharov v aridnykh ekosistemakh po materialam kosmicheskoi s'emki (na primere Chernykh Zemel'). Aridnye ekosistemy. 2010. T. 16. N 3 (43). S. 5-16.
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. Pavleichik V.M. Usloviya rasprostraneniya i periodichnost' vzniknoveniya travyanykh pozharov v Zavolzhsko-Ural'skom regione. Geografiya i prirodnye resursy. 2017. N 2. S. 56-65.
8. Pavleychik V.M., Chibilev A.A. Steppe Fires in Conditions the Regime of Reserve and Under Changing Anthropogenic Impacts. Geography and Natural Resources. 2018. Vol. 39. No. 3. P. 212-221. DOI: 10.1134/S1875372818030046.
9. Pavleichik V.M., Sivokhip Zh.T. Problemy obespecheniya pozharnoi bezopasnosti uchastkov gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Orenburgskii". Zapovedniki Orenburzh'ya v prirodookhrannom karkase Rossii. Trudy FGBU "Zapovedniki Orenburzh'ya". 2019. Vyp. 2. S. 185-193.
10. Pavleichik V.M., Sivokhip Zh.T. Mnogoletnyaya dinamika pozharov v yuzhnykh stepyakh Severnogo Prikaspiya i Mugodzhara. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Nauki o Zemle". 2023. T. 44. S. 88-106. DOI: 10.26516/2073-3402.2023.44.88.
11. Pavleychik V.M., Chibilev A.A., Padalko Yu.A. Pyrological Situation in the Steppes of Northern Eurasia. Doklady Earth Sciences. 2022. Vol. 505. Part. 2. P. 591-597. DOI: 10.1134/S1028334X22080141.
12. Shinkarenko S.S. Otsenka dinamiki ploshchadei stepnykh pozharov v Astrakhanskoi oblasti. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2018. T. 15. N 1. S. 138-146. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-1-138-146.
13. Shinkarenko S.S., Berdengalieva A.N. Analiz mnogoletnei dinamiki stepnykh pozharov v Volgogradskoi oblasti. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2019. T. 16. N 2. S. 98-110. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-2-98-110.
14. Shinkarenko S.S., Ivanov N.M., Berdengalieva A.N. Prostranstvenno-vremennaya dinamika vygorevshikh ploshchadei na federal'nykh OOPT yugo-vostoka Evropeiskoi Rossii. Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka. 2021. T. 6. N 3. S. 23-44. DOI: 10.24189/ncr.2021.035.
15. Shinkarenko S.S., Doroshenko V.V., Berdengalieva A.N. Dinamika ploshchadi garei v zonal'nykh landshaftakh yugo-vostoka evropeiskoi chasti Rossii. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2022. T. 86. N 1. S. 122-133. DOI: 10.31857/S2587556622010113.
16. Shinkarenko S.S., Doroshenko V.V., Berdengalieva A.N., Komarova I.A. Dinamika gorimosti aridnykh landshaftov Rossii i sopredel'nykh territorii po dannym detektirovaniya aktivnogo goreniya. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa, 2021. T. 18. N 1. S. 149-164. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-1-149-164.
17. Picheikin A.N., Shinkarenko S.S. Tendentsii gorimosti landshaftov Tersko-Kumskoi nizmennosti (Severo-Zapadnyi Prikaspii). Voprosy stepovedeniya, 2024. N 2. S. 14-25. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-2-14-25.
18. 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.
19. Berdengalieva A.N. Analiz gorimosti poimennykh landshaftov Nizhnei Volgi po dannym informatsionnykh produktov sputnikovogo detektirovaniya aktivnogo goreniya i vygorevshikh ploshchadei. Interkarto. Intergis, 2022. T. 28. N 1. S. 346-358. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-346-358.
20. Berdengalieva A.N., Berdengaliyev R.N. Trendy gorimosti poimennykh landshaftov Nizhnego Dona po dannym distantsionnogo zondirovaniya. Prirodnye sistemy i resursy. 2022. T. 12. N 1. S. 67-76. DOI: 10.15688/nsr.jvolsu.2022.1.8.
21. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Berdengalieva A.N., Ivanov N.M. Prostranstvenno-vremennoi analiz gorimosti poimennykh landshaftov Nizhnei Volgi. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2022. T. 19. N 1. S. 143-157. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-1-143-157.

22. 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.
23. Freitag M., Kamp J., Dara A., Kuemmerle T., Sidorova T., Stirnemann I., 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. Vol. 27. P. 1-14. DOI: 10.1111/GCB.15411.
24. 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
25. Valendik E.N., Kisilyakhov E.K., Ponomarev E.I., Kosov I.V., Lobanov A.I., Dugarzhayev Ch. Priroda stepnykh pozharov v Sibiri i Mongolii. *Sibirskii lesnoi zhurnal*. 2018. N 4. S. 3-12. DOI: 10.15372/SJFS20180401.
26. Tkachuk T.E. Dinamika ploshchadei stepnykh pozharov na yuge Daurii v pervom desyatiletii XXI veka. *Uch. zap. Zabaikal. gos. un-ta*. 2015. N 1 (60). S. 72-79.
27. Tkachuk T.E. Problema stepnykh pozharov v transgranich'e Rossii, Mongolii i Kitaya. *Zapiski Zabaikal'skogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva. Vyp. 135: Geograficheskie issledovaniya prigranichno-periferiinykh raionov v rynochnykh usloviyakh*. Chita: ZabGU, 2016. S. 97-103.
28. Kuular Kh.B., Ponomarev E.I. Pozhary rastitel'nosti v Respublike Tyva. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2011. N 1. S. 111-117.
29. Glushkov I., Zhuravleva I., McCarty J.L., Komarova A., Drozdovsky A., Drozdovskaya M., Lupachik V., Yaroshenko A., Stehman S.V., Prishchepov A.V. Spring fires in Russia: Results from participatory burned area mapping with Sentinel-2 imagery. *Environmental Research Letters*. 2021. Vol. 16. DOI: 10.1088/1748-9326/ac3287.
30. Levykin S.V., Semenov E.A., Chibilev A.A. (ml.), Petrishchev V.P. *Problemy zemlepol'zovaniya i prostranstvennogo razvitiya stepnykh regionov*. M.: Rusains, 2018. 216 s.
31. Brinkert A., Hölzel N., Sidorova T.V., Kamp J. Spontaneous steppe restoration on abandoned cropland in Kazakhstan: grazing affects successional pathways. *Biodivers Conserv*. 2016. Vol. 25. P. 2543-2561. DOI: 10.1007/s10531-015-1020-7.
32. Hankerson B.R., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Dong C., Eisfelder C., Müller D. Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan. *PLoS ONE*. 2019. Vol. 14(1). P. e0210051. DOI: 10.1371/journal.pone.0210051.
33. Dara A., Baumann M., Freitag M., Hölzel N., Hostert P., Kamp J., Müller D., Prishchepov A.V., Kuemmerle T. Annual Landsat time series reveal post-Soviet changes in grazing pressure. *Remote Sensing of Environment*. 2020. Vol. 239. P. 111667. DOI: 10.1016/j.rse.2020.111667.
34. Dubinin M., Lushchekina A., Radloff 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.
35. Kulik K.N., Esmagulova B.Zh., Kosheleva O.Yu., Mushaeva K.B., Shinkarenko S.S. *Izmenenie fitotsenozov Volgo-Ural'skogo mezhdurech'ya pod vliyaniem pastbishchnykh nagruzok*. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2016. N 4. S. 25-32.
36. Pavleichik V.M. Stepnye pozhary kak ugroza ekologicheskoi bezopasnosti zapovednykh territorii (na primere uchastka "Predural'skaya step'" zapovednika "Orenburgskii"). *Voprosy stepovedeniya*, 2019. N 15. S. 245-249. DOI: 10.2441/9999-006A-2019-11535.
37. Bazilevich N.I., Grebenshchikov O.S., Tishkov A.A. *Geograficheskie zakonomernosti struktury i funktsionirovaniya ekosistem*. M.: Nauka, 1986. 296 s.
38. Titlyanova A.A., Bazilevich N.I., Snytko V.A., Dubynina S.S., Kopoteva T.A., Magomedova L.N., Mironycheva-Tokareva N.P., Nefed'eva L.G., Semenyuk N.V., Tishkov A.A., Tran T., Khakimzyanova F.I., Shatokhina N.G., Shmakova E.I. *Biologicheskaya produktivnost' travyanykh ekosistem*. Novosibirsk: Nauka, 1988. 134 s.
39. Tishkov A.A. *Biosfernye funktsii prirodnnykh ekosistem Rossii*. M.: Nauka, 2005. 309 s.

40. Oparin M.L., Oparina O.S. Vliyanie palov na dinamiku stepnoi rastitel'nosti. Povolzhskii ekologicheskii zhurnal. 2003. N 2. С. 158-171.
41. Mashtykov K.V., Ulanova S.S. Postpirogennyye suksessii i antropogennaya transformatsiya pastbishchnykh fitotsenozov v pustynnoi zone Respubliki Kalmykiya. Stepi Severnoi Evrazii: Materialy mezhdunar. simpoziuma. Orenburg, 2018. S. 633-635.
42. Ryabinina N.O. Vliyanie pozharov na stepnye i polupustynnye landshafty Yugo-Vostoka Russkoi ravniny (na primere prirodnkh parkov Volgogradskoi oblasti). Geografiya i prirodnye resursy. 2018. N 4. S. 38-46. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-4(38-46).
43. Chibilev A.A. (ml.) Struktura zemel'nogo fonda i obrazovanie neispol'zuemykh sel'skokhozyaistvennykh zemel' v regionakh stepnoi zony v Evropeiskoi chasti Rossii. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. N 10. S. 127-133.
44. Bartalev S.A., Plotnikov D.E., Loupian E. A. Mapping of arable land in Russia using multi-year time series of MODIS data and the LAGMA classification technique. Remote Sensing Letters. 2016. Vol. 7. P. 269-278.
45. Lesiv M., Schepaschenko D., Moltchanova E., Bun R., Dürauer M., Prishchepov A., Schierhorn F., Estel S., Kuemmerle T., Alcántara C., Kussul N., Shchepashchenko M., Kutovaya O., Martynenko O., Karminov V., Shvidenko A., Havlik P., Kraxner F., See L., Fritz S. Spatial distribution of arable and abandoned land across former Soviet Union countries. Scientific Data. 2018. Vol. 3. No. 5. P. 180056. DOI: 10.1038/sdata.2018.56.
46. Potapov P., Turubanova S., Hansen M.C., Tyukavina A., Zalles V., Khan A., Song X.-P., Pickens A., Shen Q., Cortez J. Global maps of cropland extent and change show accelerated cropland expansion in the twenty-first century. Nature Food. 2021. Vol. 3. DOI: 10.1038/s43016-021-00429-z.
47. Pavleichik V.M., Svyatokha N.Yu., Sivokhip Zh.T. Zalezhnye zemli v aspekte formirovaniya pozharnykh obstanovok v Zavolzhsko-Ural'skom regione. InterKarto. InterGIS. Geoinformatsionnoe obespechenie ustoichivogo razvitiya territorii. M.: Geograf. fakul'tet MGU, 2024. T. 30. Ch. 2. S. 236-251. DOI: 10.35595/2414-9179-2024-2-30-236-251.
48. Khoroshev A.V., Kalmykova O.G., Dusaeva G.Kh. Otsenka indeksa NDVI kak istochnika informatsii o nadzemnoi fitomasse v stepyakh. Issledovanie zemli iz kosmosa. 2023. N 3. S. 27-43. DOI: 10.31857/S020596142303003x.
49. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A. Analiz vzaimosvyazi strukturnykh i spektral'no-otrazhatel'nykh kharakteristik rastitel'nosti aridnykh pastbishchnykh landshaftov. Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2024. T. 21. N 3. S. 171-187. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-3-171-187.
50. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A. Analiz vliyaniya vidovogo sostava, proektivnogo pokrytiya i fitomassy rastitel'nosti aridnykh pastbishchnykh landshaftov na ikh spektral'no-otrazhatel'nye svoistva po dannym nazemnykh izmerenii. Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2023. T. 20. N 3. S. 176-192. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-3-176-192.
51. Ayurzhanayev A.A., Alymbayeva Zh.B., Zharnikova M.A., Sodnomov B.V. O vozmozhnosti otsenki nadzemnoi fitomassy stepnoi rastitel'nosti s pomoshch'yu tsvetnykh vegetatsionnykh indeksov (po dannym s"emki s bespilotnykh sistem). Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya. 2021. T. 68. N 4. S. 45-53. DOI: 10.18101/2587-7143-2021-4-45-53.
52. Tishkov A.A. Global'nye izmeneniya klimata i degradatsiya stepnykh ekosistem. Aridnye ekosistemy. 1996. N 2. S. 30-38.
53. Zolotokrylin A.N., Vinogradova V.V. Sootnoshenie mezhdru klimaticheskimi i antropogennymi faktorami vosstanovleniya rastitel'nogo pokrova Yugo-Vostoka Evropeiskoi Rossii. Aridnye ekosistemy. 2007. T. 13. N 33-34. S. 7-16.
54. Kulik K.N., Petrov V.I., Yuferev V.G., Tkachenko N.A., Shinkarenko S.S. Geoinformatsionnyi analiz opustynivaniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya. Aridnye ekosistemy. 2020. T. 26. N 2 (83). S. 16-24. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10091.
55. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A. Mnogoletnyaya dinamika NDVI aridnykh pastbishchnykh landshaftov Evropeiskoi Rossii i sopredel'nykh territorii. Sovremennyye problemy distantsionnogo

- zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2022. T. 19. N 6. S. 108-123. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-6-108-123.
56. Pavleichik V.M., Yazykbaev E.R., Sivokhip Zh.T., Padalko Yu.A. Osobennosti formirovaniya i realizatsii pozharoopasnykh obstanovok v Uralo-Kaspiiskom regione v anomal'no zharkie i zasushlivye gody. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Nauki o Zemle". 2023. T. 43. S. 62-78. DOI: 10.26516/2073-3402.2023.43.62.
57. Pavleichik V.M., Yazykbaev E.R., Sivokhip Zh.T. Termicheskie usloviya formirovaniya i realizatsii pozharnykh obstanovok v stepnykh regionakh Severnoi Evrazii. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2025. N 1. S. 99-107.
58. Hall J.V., Loboda T.V., Giglio L., McCarty G.W. A MODIS-based burned area assessment for Russian croplands: Mapping requirements and challenges. Remote Sensing of Environment. 2016. Vol. 184. P. 506-521. DOI: 10.1016/j.rse.2016.07.022.
59. Zdanchuk V.A., Artamonova A.I. Vliyanie vyzhiganiya na stepnuyu rastitel'nost' i uluchshenie pastbishchnykh ugodii. Kormodobyvanie: Sb. tr. otdela kormodobyvaniya Orenburgskogo nauch.-issl. in-ta myaso-molochnogo skotovodstva. Orenburg: Orenb. knizh.-zhurn. izd-vo, 1938. S. 3-20.
60. Pavleichik V.M. Opyt kartografirovaniya ochagov stepnykh pozharov (metodologiya issledovaniy i prakticheskie aspekty). Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2023. N 3. S. 13-24. DOI: 10.17308/geo/1609-0683/2023/3/13-24.
61. Pavleichik V.M. Development of Pyrological Research Based on the Results of Fire Identification and Analysis of Geospatial Data. Arid Ecosystems. 2025. Vol. 15. No. 1. P. 26-35. DOI: 10.1134/S2079096124700549.
62. Il'ina V.N. Pirogennoe vozdeistvie na rastitel'nyi pokrov. Samarskaya Luka: problemy regional'noi i global'noi ekologii. 2011. T. 20. N 2. S. 4-30.
63. Dusaeva G.Kh., Kalmykova O.G. Vliyanie pozharov na rastitel'nyi pokrov stepei Evrazii: obzor literatury. Byul. Mosk. o-va ispytatelei prirody. Otd. biol. 2021. T. 126. Vyp. 2. S. 25-37.
64. Ryabinina Z.N., Yanturin S.A., Ryabtsov S.N., Abdulina Kh.K., Yunusbaev U.B. Rol' stepnykh pozharov v formirovanii rastitel'nogo pokrova Yuzhnogo Urala. Ufa: Gilem, 2010. 219 s.
65. Stepnye pozhary i upravlenie pozharnoi situatsiei v stepnykh OOPT: ekologicheskie i prirodookhrannye aspekty. Analiticheskii obzor. M.: Izd-vo Tsentra okhrany dikoi prirody, 2015. 144 s.
66. Sambuu A.D., Nazhik M.K. Postpirogennaya transformatsiya rastitel'nosti v stepnykh ekosistemakh Tuvy. Step'i Severnoi Evrazii: Materialy X mezhdunar. simpoziuma. Orenburg, 2024. S. 1156-1160. DOI: 10.24412/cl-37200-2024-1156-1160.
67. Dusaeva G.Kh. Vliyanie pozhara na zapasy vetoshi zlakov v stepnykh fitotsenozakh (na primere uchastka "Burtinskaya step'" GPZ "Orenburgskii") v 2015-2020 gg. Voprosy stepavedeniya. 2022. N 4. S. 66-75. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-4-66-75.
68. Dusaeva G.Kh., Kalmykova O.G. Mnogoletnyaya dinamika zapasov zhivoi nadzemnoi fitomassy stepnykh fitotsenozov posle pozhara (na primere uchastka "Burtinskaya step'" zapovednika "Orenburgskii"). Aridnye ekosistemy. 2023. T. 29. N 2 (95). S. 67-76. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-67-76.
69. Pavleichik V.M., Kalmykova O.G., Soroka O.V. Osobennosti mikroklimaticheskogo rezhima stepnykh garei na zapovednom uchastke "Burtinskaya step'". Problemy regional'noi ekologii, 2016. N 4. S. 69-74.
70. Pavleichik V.M., Myachina K.V. Osobennosti termicheskogo rezhima zemnoi poverkhnosti posle stepnykh pozharov po dannym sputnikov Landsat. Vestnik OGU. 2016. N 4 (192). S. 83-89.
71. Pavleichik V.M., Padalko Yu.A. Anomal'noe malosnezh'e i pyl'no-snezhnaya burya v Zavolzhsko-Ural'skom regione zimoi 2017-2018 godov (usloviya formirovaniya i potentsial'nye posledstviya). Ispol'zovanie i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii. 2018. N 2. S. 89-96.
72. Pavleichik V.M., Ryakhov R.V. Spektral'nye pokazateli postpirogennogo sostoyaniya stepnykh uchastkov (na primere klyuchevoi territorii v Yuzhnom Zaural'e). InterKarto. InterGIS. Geoinformatsionnoe obespechenie ustoichivogo razvitiya territorii. M.: Geograf. fakul'tet MGU, 2024. T. 30. Ch. 2. S. 282-298. DOI: 10.35595/2414-9179-2024-2-30-282-298.

73. Biarslanov A.B., Dzhahalova M.I., Gadzhiev I.R., Asgerova D.B., Osipova S.V. Primenenie kosmicheskikh snimkov v issledovaniyakh postpirogennykh territorii Severo-Zapadnogo Prikaspiya. Izvestiya vysshihkh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Seriya: Estestvennye nauki. 2022. N 4-2 (216-2). S. 4-12. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-4-2-4-12.
74. Pavleichik V.M. Ustoichivost' drevesno-kustarnikovykh elementov stepnykh ekosistem k pirogenному фактору (na primere zapovednogo uchastka "Burtinskaya step"). Izv. Sarat. un-ta. Nov. ser. Ser. Nauki o Zemle. 2018. T. 18. Vyp. 4. S. 228-233. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-4-228-233.
75. Grigor'ev V.V. Gorimost' lesov Chelyabinskoi oblasti i puti povysheniya effektivnosti okhrany ikh ot pozharov: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.03.03. Ekaterinburg, 2007. 24 s.
76. Shcheglova E.G. Vliyanie pozharov na lesnye biotsenozy stepnoi zony: na primere Orenburgskoi oblasti: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.02.01. Orenburg, 2013. 22 s.
77. Tankov D.A. Lesnye pozhary i ikh vliyanie na drevesno-kustarnikovuyu rastitel'nost' v lesakh Orenburzh'ya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.03.03. Ekaterinburg, 2014. 16 s.
78. Tyurin S.V. Vetroreguliruyushchaya effektivnost' i vliyanie na landshaftnye pozhary lesnykh polos stepnoi zony: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.03.03. Volgograd, 2021. 25 s.
79. Ryabova D.V. Vliyanie travyanistoi rastitel'nosti na vetrovuyu ten' polezashchitnykh lesnykh polos i landshaftnye pozhary v stepnoi zone: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.03.03. Volgograd, 2022. 24 s.
80. Ryabtsov S.N. Vliyanie pirogennoi nagruzki na rastitel'nyi pokrov stepi Yuzhnogo Predural'ya: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.05. Orenburg, 2005. 20 s.
81. Dusaeva G.Kh. Dinamika stepnykh fitotsenozov v pervye gody posle pozhara: na primere uchastka "Burtinskaya step" GPZ "Orenburgskii": avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.02.08. Tol'yatti, 2018. 18 s.
82. Tishkov A.A. Pozhary v stepyakh i savannakh. Voprosy stepovedeniya. 2009. Vyp. 7. S. 79-83.
83. Mordkovich V.G. Stepnye ekosistemy. Otv. red. I.E. Smelyanskii. 2-e izd., ispr. i dop. Novosibirsk: Akademicheskoe izdatel'stvo "Geo", 2014. 170 s.
84. Archibald S., Lehmann C., Gomez-Dans J., Bradstock R. Defining pyromes and global syndromes of fire regimes. PNAS. 2013. Vol. 110. No. 16. P. 6442-6447. DOI: 10.1073/pnas.1211466110.
85. Tishkov A.A. Prirodnye pozhary 2010 goda v Evropeiskoi Rossii: vseгда li vinovata zhara? Elektronnyi zhurnal BioDat. 2010. N 4. Data deponirovaniya: 01.08.2010. URL: <https://biodat.ru/doc/lib/tishkov4.htm> (data obrashcheniya: 10.02.2025).

Сведения об авторе:

Павлейчик Владимир Михайлович

К.г.н., ведущий научный сотрудник отдела ландшафтной экологии, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук

ORCID 0000-0002-2846-0442

Pavleichik Vladimir

Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher, Department of Landscape Ecology, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Для цитирования: Павлейчик В.М. Современное состояние, проблемы и перспективы пирогеографических исследований в степях Северной Евразии // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 13-36. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-13-36

РЕДКИЕ И ОХРАНЯЕМЫЕ РАСТЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО СТЕПНОГО ЗАКАЗНИКА «НИЖНЕМАМОНСКИЙ» И КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА «ДЕРЕЗОВСКИЙ» (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)

***Д.Р. Владимиров, **А.Я. Григорьевская**

Воронежский государственный университет, Россия, Воронеж

e-mail: *kvint_88@mail.ru, **grigaya@mail.ru

«Дерезовский» комплексный и «Нижнемамонский» перспективный заказники располагаются на юге Центрального Черноземья, в пределах северной подзоны степной природной зоны Северной Евразии. На их территории сохраняются экологические, в первую очередь кальцефитные, реже галофитные степные варианты, а также сильно преобразованные байрачные и нагорные дубравы. Флора заказников включает половину всех зарегистрированных в Воронежской области видов Красной книги России (15 из 31) и практически каждый 3-й вид, занесенный в региональную Красную книгу (66 из 237).

Устойчивому существованию обоих объектов препятствует разносторонняя негативная антропогенная деятельность, которая влияет как на степные сообщества заказников в целом, так и на отдельные их компоненты.

Ключевые слова: биоразнообразие, степь, заказник, ООПТ, сосудистые растения, Красная книга, Воронежская область, охраняемые виды.

Введение

В 2019 году в XV выпуске журнала «Вопросы степеведения» вышла наша статья «Верхнемамонские степные заказники Воронежской области» [1]. В ней давалась краткая физико-географическая характеристика двух перспективных степных ООПТ Верхнемамонского муниципального района – Нижнемамонского и Оробинско-Дерезовского ландшафтно-биологических заказников. Прошло меньше двух лет, и 15.01.2021 г. правительство Воронежской области постановило организовать государственный природный заказник областного значения «Дерезовский». Он целиком лежит в пределах предлагавшегося нами ранее к созданию Оробинско-Дерезовского заказника, но общая площадь новой ООПТ в 4 раза меньше (800,98 га против 3309 га). Вопрос об организации заказника «Нижнемамонский» по-прежнему остается актуальным.

В течение 2021-2024 гг. нами неоднократно повторно посещались оба объекта, что позволило уточнить их флористический список, в котором заметную долю составляют степные виды растений, занесенные в Красные книги России и Воронежской области [2, 3]. Кроме того, для перспективного Нижнемамонского заказника определены места наибольшей концентрации редких видов, что позволяет пересмотреть его площадь и конфигурацию.

Материалы и методы

Флористические изыскания проводились на территории заказника «Дерезовский» 10.VII.2023 и 14.V.2024, а в перспективном заказнике «Нижнемамонский» 23.VII.2021 и 11.V.2024. Использовался маршрутный метод флористических исследований. Повторялись как маршруты прошлых лет, так и прокладывались новые.

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 гербарных хранилищах факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета (VORG) и Главного ботанического сада РАН (МНА).

Результаты и обсуждение

Комплексный заказник «Дерезовский» тянется неширокой полосой вдоль правого крутого берега реки Дон и состоит из двух обособленных участков, лежащих западнее и юго-восточнее с. Дерезовка (рис. 1). В непосредственной близости от юго-восточного кластера находится областной памятник природы «Урочище Ореховое» (53,3 га), где наряду со степными сообществами сохраняются остатки нагорной дубравы. Всего на территории ООПТ степные ландшафты занимают около 730 га, а лесные – 70 га.

Среди территорий, не вошедших в состав заказника, высокую флористическую ценность имеют петрофитные степи у хут. Донской, занимающие склоны оврагов Глотов, Морозов, Кирил(л)кин, а также байрачные дубравы в урочищах Перекопское, Кирилкино, Большое и Круглое. Дубравы и примыкающие к ним степные геосистемы формируют единый ландшафтный комплекс. Кроме того, не были взяты под охрану донские крутосклоны юго-западнее с. Осетровка, где преобладают растительные сообщества с участием редких облигатных кальцефитов.

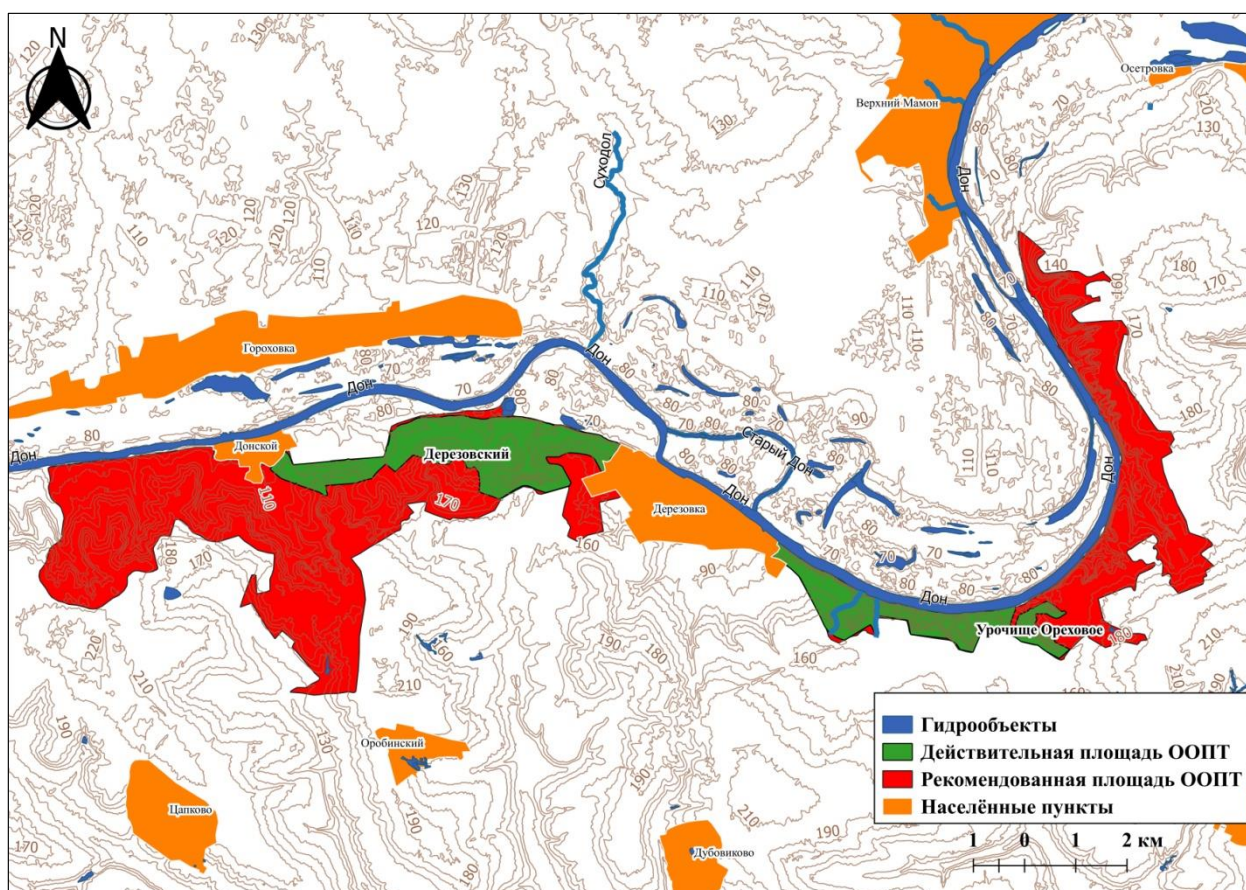


Рисунок 1 – Рекомендованный к организации в 2019 г. заказник «Оробинско-Дерезовский» и созданный в 2021 г. заказник «Дерезовский»

В настоящий момент на территории заказника и в его ближайших окрестностях (в т.ч. на ООПТ «Урочище Ореховое») зарегистрировано более 550 видов высших сосудистых растений, в том числе 13, занесенных в Красную книгу РФ, 45 – в Красную книгу Воронежской области (табл. 1) [2, 3].

Таблица 1 – Охраняемые сосудистые растения комплексного заказника «Дерезовский» и его ближайших окрестностей

№	Название вида	Красная книга, категория статуса редкости	Фитоценотическая приуроченность [4]
1	2	3	4
1	<i>Artemisia hololeuca</i> M. Bieb. ex Besser	КК РФ, 2; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
2	<i>Bellevallia speciosa</i> Woronow ex Grossh.	КК РФ, 2; КК ВО, III	Степной.
3	<i>Erucastrum cretaceum</i> Kotov	КК РФ, 3; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
4	<i>Genista tanaitica</i> P.A. Smirn.	КК РФ, 3; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
5	<i>Hyssopus cretaceus</i> Dubj.	КК РФ, 3; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
6	<i>Iris aphylla</i> L.	КК РФ, 2; КК ВО, III	Опушечно-лесной.
7	<i>Matthiola fragrans</i> Bunge	КК РФ, 3; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
8	<i>Paeonia tenuifolia</i> L.	КК РФ, 3; КК ВО, II	Степной.
9	<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Mill.	КК РФ, 3; КК ВО, III	Псаммофит. Опушечно-степной.
10	<i>Scrophularia cretacea</i> Fisch. ex Spreng.	КК РФ, 3; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
11	<i>Silene cretacea</i> Fisch. ex Spreng.	КК РФ, 3; КК ВО, II	Кальцефит. Степной.
12	<i>Stipa pulcherrima</i> K. Koch	КК РФ, 3; КК ВО, II	Опушечно-степной.
13	<i>Tulipa suaveolens</i> Roth	КК РФ, 3; КК ВО, II	Опушечно-степной.
14	<i>Allium decipiens</i> Fisch. ex Schult. & Schult.f.	КК ВО, III	Степной.
15	<i>Allium inaequale</i> Janka	КК ВО, III	Опушечно-степной.
16	<i>Allium paczoskianum</i> Tuzson	КК ВО, III	Опушечно-степной.
17	<i>Alyssum lenense</i> Adams	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
18	<i>Artemisia salsoloides</i> Willd.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
19	<i>Astragalus cornutus</i> Pall.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
20	<i>Astragalus macropus</i> Bunge	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
21	<i>Astragalus sareptanus</i> A.K. Becker	КК ВО, II	Кальцефит. Степной.
22	<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.	КК ВО, III	Степной.
23	<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	КК ВО, I	Опушечно-луговой.
30	<i>Bromus benekenii</i> (Lange) Trimen	КК ВО, III	Лесной.
24	<i>Centaurea orientalis</i> L.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
25	<i>Clausia aprica</i> (Stephan ex Willd.) Korn.-Trotzky	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
26	<i>Clematis integrifolia</i> L.	КК ВО, III	Опушечно-лугово-степной.
27	<i>Convolvulus lineatus</i> L.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
28	<i>Dianthus membranaceus</i> Borbás	КК ВО, III	Степной.

1	2	3	4
29	<i>Dianthus pseudarmeria</i> M.Bieb.	КК ВО, II	Степной.
30	<i>Dictamnus albus</i> L.	КК ВО, III	Опушечно-степной.
31	<i>Ephedra distachya</i> L.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
32	<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm.) Besser	КК ВО, II	Лесной.
33	<i>Erysimum cretaceum</i> (Trautv.) Schmalh.	КК ВО, II	Кальцефит. Степной.
34	<i>Goniolimon tataricum</i> (L.) Boiss.	КК ВО, III	Галофит. Степной.
35	<i>Iris halophila</i> Pall.	КК ВО, III	Галофит. Лугово-степной.
36	<i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Gueldenst.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
37	<i>Limonium coriarium</i> H.Arnaud	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
38	<i>Linum hirsutum</i> L.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
39	<i>Ornithogalum kochii</i> Parl.	КК ВО, III	Опушечно-степной.
40	<i>Platanthera chlorantha</i> (Custer) Rchb.	КК ВО, III	Лесной.
41	<i>Salvia aethiopis</i> L.	КК ВО, III	Степной.
42	<i>Stipa pennata</i> L.	КК ВО, III	Опушечно-степной.
43	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	КК ВО, III	Степной.
44	<i>Stipa tirsia</i> Steven	КК ВО, II	Опушечно-степной.
45	<i>Tanacetum millefolium</i> (L.) Tzvelev	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.

Кроме результатов собственных исследований, ценным источником информации стал массив наблюдений из этого района, хранящийся в международной базе данных биоразнообразия iNaturalist. Его анализ показал, что для большинства видов из таблицы 1 на iNaturalist имеются фотонаблюдения, и многие из них сделаны всего 3-5 лет назад. Среди находок краснокнижных видов растений наше внимание привлекли две, идентифицированные экспертным сообществом iNaturalist как *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. (вид не отмечался в регионе с начала XX в.) и охраняемый в области *Vincetoxicum rossicum* (Kleopow) Barbar.

После просмотра фотонаблюдения (w_shakhparonov, ID 122017600) считаем, что растение следует отнести к роду *Platanthera* Rich. Соцветие на изображениях у него редкое, листья в основании супротивно сближенные, продолговатые. Более того, наблюдение выполнено у байрачного леса, где отмечается *Platanthera chlorantha*. Что касается *Vincetoxicum* (natalia_gamova, ID 144629038), то на фото отчетливо видно короткое опушение на внутренней части венчика, тогда как у *Vincetoxicum rossicum* она должна быть голой.

Помимо видов, занесенных в Красные книги, во флоре заказника числятся растения из «Списка видов растений, мхов, лишайников и грибов, популяции которых нуждаются в контроле» [3]. Это *Anemone sylvestris* L., *Aster amellus* L., *Astragalus pseudotataricus* Boriss. и *A. ucrainicus* Popov & Klokov, *Campanula rapunculus* L., *Carex humilis* Leyss., *Cephalaria uralensis* (Murray) Roem. & Schult., *Hyacinthella leucophaea* (K.Koch) Schur, *Onosma simplicissima* L., *Polygala cretacea* Kotov и *P. sibirica* L. и др. На территории заказника также отмечается *Iris humilis* Georgi, включенный в «Список...». Однако в вышедшей в 2023 г. статье [5] приводятся убедительные доказательства, что видовой статус *Iris arenaria* Waldst. & Kit., *I. pineticola* Klokov и *I. schmakovii* Alexeeva является спорным и их рекомендуется рассматривать как синонимы *I. humilis*. В свою очередь, среди видов растений, занесенных в Красную книгу Воронежской области, есть *Iris arenaria*, т.е. находку *Iris humilis* возможно принять как регистрацию 46 охраняемого вида заказника «Дерезовский».

Площадь перспективного ландшафтно-биологического (комплексного) заказника «Нижнемамонский» ранее оценивалась в 1670 га [1]. Он включал склоны правобережья р. Мамоновка у с. Нижний Мамон, а также открывающиеся в ее долину балки Малый Мамон,

Журавка, Высокий лог и Хрещатый лог. Тем не менее, результаты дополнительных маршрутных обследований территории перспективного заказника летом 2021 г. и весной 2024 г. позволяют пересмотреть эти границы, т.к. были выявлены места с наиболее высоким фиторазнообразием. В то же время некоторые участки, ранее включенные в его состав, следует исключить, т.к. они вплотную примыкают к населенным пунктам и активно используются местным населением в хозяйственных целях. Там часто случаются ландшафтные пожары и возникают стихийные свалки мусора. Обеспечить охрану таких участков затруднительно. Поэтому предлагается уменьшить площадь Нижнемамонского перспективного заказника до 764 га, из которых 64 га приходится на лесные ландшафты, а 700 га – на степные, и включить в него склоновые ландшафты правобережья р. Мамоновки, устьевую часть балки Малый Мамон, правый склон в устьевой части балки Хрещатый лог, а также ур. Раздоры (рис. 2).

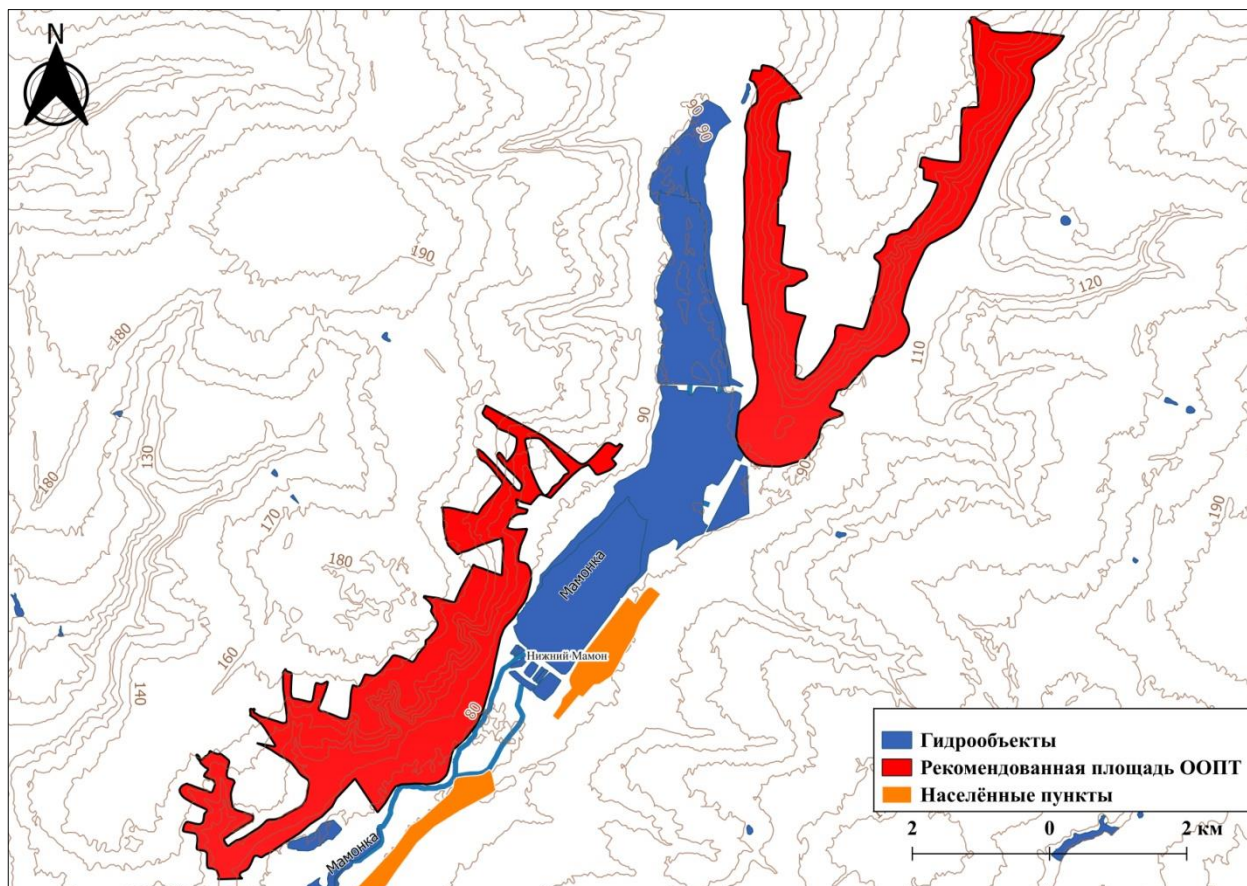


Рисунок 2 – Перспективный ландшафтно-биологический заказник «Нижнемамонский»

По предварительным оценкам, флора перспективной ООПТ превышает 450 видов высших сосудистых растений. Среди них 13 занесены в Красную книгу Российской Федерации, 43 – в Красную книгу Воронежской области (табл. 2) [2, 3]. Еще 11 видов – *Anemone sylvestris* L., *Polygala cretacea* Kotov и *P. sibirica* L., *Cephalaria uralensis* (Murray) Schrad. ex Roem. & Schult., *Onosma simplicissima* L., *Festuca cretacea* T.I. Popov & Proskor., *Carex humilis* Leyss., *Klasea radiata* (Waldst. & Kit.) Á. Löve & D. Löve, *Valeriana tuberosa* L., *Astragalus buchtormensis* Pall. и *A. ucrainicus* Popov & Klovov – включены в список видов растений, мхов, лишайников и грибов, популяции которых нуждаются в контроле в нашем регионе.

Таблица 2 – Виды растений, зарегистрированные в перспективном ландшафтно-биологическом заказнике «Нижнеамонский», занесенные в Красные книги РФ и ВО

№	Название вида	Красная книга, категория статуса редкости	Фитоценотическая приуроченность [4]
1	2	3	4
1.	<i>Artemisia hololeuca</i> M. Bieb. ex Besser	КК РФ, 2; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
2.	<i>Bulbocodium versicolor</i> (Ker-Gawler) Spreng.	КК РФ, 3; КК ВО, III	Опушечно-лугово-степной.
3.	<i>Fritillaria ruthenica</i> Wikstr.	КК РФ, 3; КК ВО, II	Опушечно-лесной.
4.	<i>Genista tanaitica</i> P.A. Smirn.	КК РФ, 3; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
5.	<i>Hyssopus cretaceus</i> Dubj.	КК РФ, 3; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
6.	<i>Iris aphylla</i> L.	КК РФ, 2; КК ВО, III	Опушечно-лесной.
7.	<i>Matthiola fragrans</i> Bunge	КК РФ, 3; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
8.	<i>Paeonia tenuifolia</i> L.	КК РФ, 3; КК ВО, II	Степной.
9.	<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Mill.	КК РФ, 3; КК ВО, III	Псаммофит. Опушечно-степной.
10.	<i>Scrophularia cretacea</i> Fisch. ex Spreng.	КК РФ, 3; КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
11.	<i>Silene cretacea</i> Fisch. ex Spreng.	КК РФ, 3; КК ВО, II	Кальцефит. Степной.
12.	<i>Stipa pulcherrima</i> K. Koch	КК РФ, 3; КК ВО, II	Опушечно-степной.
13.	<i>Tulipa suaveolens</i> Roth	КК РФ, 3; КК ВО, II	Опушечно-степной.
14.	<i>Adonis vologensis</i> Steven ex DC.	КК ВО, III	Степной.
15.	<i>Allium paczoskianum</i> Tuzson	КК ВО, III	Опушечно-степной.
16.	<i>Alyssum lenense</i> Adams	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
17.	<i>Amygdalus nana</i> L.	КК ВО, III	Опушечно-степной.
18.	<i>Astragalus macropus</i> Bunge	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
19.	<i>Astragalus pallescens</i> M. Bieb.	КК ВО, III	Степной.
20.	<i>Astragalus pubiflorus</i> DC.	КК ВО, II	Степной.
21.	<i>Astragalus sareptanus</i> A.K. Becker	КК ВО, II	Кальцефит. Степной.
22.	<i>Astragalus testiculatus</i> Pall.	КК ВО, III	Степной.
23.	<i>Centaurea orientalis</i> L.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
30.	<i>Crambe tatarica</i> Sebeok	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
24.	<i>Ephedra distachya</i> L.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
25.	<i>Erysimum cretaceum</i> (Rupr.) Schmalh.	КК ВО, II	Кальцефит. Степной.
26.	<i>Ferula tatarica</i> Fisch. ex Spreng.	КК ВО, III	Галофит. Степной.
27.	<i>Gagea bulbifera</i> (Pall.) Salisb.	КК ВО, III	Степной.
28.	<i>Galatella angustissima</i> (Tausch) Novopokr.	КК ВО, III	Кальцефит. Опушечно-лугово-степной.
29.	<i>Goniolimon tataricum</i> (L.) Boiss.	КК ВО, III	Галофит. Степной.
30.	<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
31.	<i>Iris pumila</i> L.	КК ВО, III	Степной.
32.	<i>Jurinea multiflora</i> (L.) B. Fedtsch.	КК ВО, III	Степной.
33.	<i>Klasea cardunculus</i> (Pall.) Holub	КК ВО, III	Галофит. Степной.
34.	<i>Klasea erucifolia</i> (L.) Greuter & Wagenitz	КК ВО, III	Галофит. Степной.

1	2	3	4
35.	<i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Gueldenst.	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
36.	<i>Ornithogalum kochii</i> Parl.	КК ВО, III	Опушечно-степной.
37.	<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.	КК ВО, III	Псаммофит. Опушечно-степной.
38.	<i>Rhaponticoides ruthenica</i> (Lam.) M.V. Agab. & Greuter	КК ВО, III	Кальцефит. Степной.
39.	<i>Salvia aethiopis</i> L.	КК ВО, III	Степной.
40.	<i>Stipa pennata</i> L.	КК ВО, III	Опушечно-степной.
41.	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	КК ВО, III	Степной.
42.	<i>Tulipa biebersteiniana</i> Schult. & Schult. f.	КК ВО, III	Опушечно-лесо-лугово-степной

Выводы

«Дерезовский» комплексный и «Нижемамонский» перспективный заказники сохраняют экологические варианты степных ландшафтов южного Черноземья и обладают высоким фиторазнообразием. На их территории отмечена половина всех зарегистрированных в области видов Красной книги России (15 из 31) и практически каждый 3-й вид, занесенный в региональную Красную книгу (66 из 237). Однако оба объекта подвергаются разнообразным негативным антропогенным воздействиям, которые влияют как на степные ландшафты в целом, так и на отдельные их компоненты. Наиболее заметный ущерб природным комплексам заказников наносят ландшафтные пожары (рис. 3), повторяющиеся не реже 1 раза в 2-3 года, распашка присклоновых пространств (рис. 4), сопровождающаяся уничтожением редких и охраняемых видов флоры и фауны, незаконная добыча мела, провоцирующая эрозионные процессы, а также изъятие местными жителями из природы красиво цветущих растений, в том числе краснокнижных (рис. 5).



Рисунок 3 – Степь восстанавливается после ландшафтного пожара (фото: Д.Р. Владимиров)



Рисунок 4 – Распашка присклоновых территорий в ур. Раздоры (фото: Д.Р. Владимиров)



Рисунок 5 – Изъятие из природы вида Красной книги РФ *Tulipa suaveolens* (фото: Д.Р. Владимиров)

Для снижения экологических рисков необходимо систематически реализовывать природоохранные мероприятия, такие как перевод низкопродуктивной склоновой пашни в пастбищные угодья, рекультивация нарушенных земель, в том числе старых меловых карьеров, свалок мусора и др., локализация и возможная ликвидация очагов эрозии,

восстановление режима водоохраных и прибрежных зон по р. Мамоновка, обустройство лесных урочищ и родников.

Оптимальный режим природопользования в районе заказников должен быть направлен на сохранение природного богатства и разрабатываться с учетом сложившейся социально-экономической и экологической обстановки. В будущем планируется провести природоохранное зонирование территории заказников с выделением функциональных зон.

Благодарности

Авторы выражают благодарность главе администрации Верхнемамонского муниципального района Михайлусову Олегу Алексеевичу за помощь, оказанную в проведении полевого этапа исследований в 2024 году.

Список литературы

1. Григорьевская А.Я., Субботин А.С., Быковская О.П., Владимиров Д.Р. Верхнемамонские степные заказники Воронежской области // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 73-76. DOI: 10.24411/9999-006A-2019-11510.
2. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [и др.]; отв. ред. доктор биол. наук Д.В. Гельтман. 2-е изд. Москва: ВНИИ «Экология», 2024. 944 с.
3. Красная книга Воронежской области. Т. 1: Растения. Лишайники. Грибы. в 2 т. / Под ред. В.А. Агафонова. Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2018. 412 с.
4. Григорьевская А.Я., Прохорова О.В. Сосудистые растения Воронежской области: учебно-справочное пособие. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2006. 145 с.
5. Boltenev E.V., Artyukova E.V. New Approach to the Systematics of the Section Psammiris (Iris, Iridaceae): What Does Chloroplast DNA Sequence Tell Us? Plants. 2023. Vol. 12(6). P. 1254. DOI: 10.3390/plants12061254.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 18.02.2025

Принята к публикации 19.06.2025

RARE AND PROTECTED VASCULAR PLANTS OF PROMISING STEPPE RESERVE "NIZHNEMAMONSKY" AND INTEGRATED NATURE RESERVE "DEREZOVSKY" (VORONEZH REGION)

***D. Vladimirov, **A. Grigorievskaya**

Voronezh State University, Russia, Voronezh
e-mail: *kvint_88@mail.ru, **grigaya@mail.ru

"Derezovsky" integrated nature reserve and "Nizhnemamonsky" promising steppe reserve are located in the southern part of the Central Black Earth Region within the northern subzone of the steppe zone in Northern Eurasia. On their territory, there are ecological, primarily calcareous, less frequently halophytic, steppe varieties, as well as heavily transformed ravine and upland oak groves. The flora of these reserves includes half of all the species registered in the Voronezh region and listed in the Red Book of Russia (15 out of 31), and almost every third species listed in the regional Red Book (66 out of 237).

The sustainable existence of both reserves is threatened by various negative anthropogenic activities that affect both the steppe communities within the reserves and individual components thereof.

Key words: biodiversity, steppe, nature reserve, SPNAs, vascular plants, Red Book, Voronezh region, protected species.

References

1. Grigor'evskaya A.Ya., Subbotin A.S., Bykovskaya O.P., Vladimirov D.R. Verkhnemamonskie stepnye zakazniki Voronezhskoi oblasti. Voprosy stepovedeniya. 2019. № 15. S. 73-76. DOI: 10.24411/9999-006A-2019-11510.
2. Krasnaya kniga Rossiiskoi Federatsii. Rasteniya i griby. Ministerstvo prirodnikh resursov i ekologii Rossiiskoi Federatsii [i dr.]; otv. red. doktor biol. nauk D.V. Gel'tman. 2-e izd. Moskva: VNII «Ekologiya», 2024. 944 s.
3. Krasnaya kniga Voronezhskoi oblasti. T. 1: Rasteniya. Lishainiki. Griby. v 2 t. Pod red. V.A. Agafonova. Voronezh: Tsentr dukhovnogo vrozozhdeniya Chernozemnogo kraia, 2018. 412 s.
4. Grigor'evskaya A.Ya., Prokhorova O.V. Sosudistye rasteniya Voronezhskoi oblasti: uchebno-spravochnoe posobie. Voronezh: Voronezhskii gosudarstvennyi universitet, 2006. 145 s.
5. Boltenev E.V., Artyukova E.V. New Approach to the Systematics of the Section Psammiris (Iris, Iridaceae): What Does Chloroplast DNA Sequence Tell Us? Plants. 2023. Vol. 12(6). P. 1254. DOI: 10.3390/plants12061254.

Сведения об авторах:

Владимиров Дмитрий Романович
К.г.н., доцент кафедры рекреационной географии, страноведения и туризма,
Воронежский государственный университет
ORCID 0000-0002-8401-7816
Vladimirov Dmitry
Candidate of Geographical Sciences, Assistant Professor of the Department of Recreational,
Regional Geography and Tourism, Voronezh State University

Григорьевская Анна Яковлевна
Д.г.н., профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды,
Воронежский государственный университет
ORCID 0000-0002-4342-9566
Grigorievskaya Anna
Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Geo-Ecology and
Environmental Monitoring, Voronezh State University

Для цитирования: Владимиров Д.Р., Григорьевская А.Я. Редкие и охраняемые растения перспективного степного заказника «Нижнемамонский» и комплексного заказника «Дерезовский» (Воронежская область) // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 37-46. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-37-46

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (ОКРЕСТНОСТИ Г. УЛАН-УДЭ)

***Л.Д. Балсанова¹, Б.Б. Найданов²**

¹Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Россия, Улан-Удэ

² Байкальский филиал ФГБУ ВНИИКР «Всероссийский центр карантина растений»,
Россия, Иркутск
e-mail: *balsanova@mail.ru

Актуальность изучения экологического состояния залежных земель связана с их восстановлением и перспективами использования в сельскохозяйственном производстве. Приведены результаты исследований, включающих содержание тяжелых металлов в почвах залежи в окрестностях г. Улан-Удэ с различным типом землепользования. Исследованные почвы характеризуются низким содержанием физической глины и гумуса. Концентрации тяжелых металлов в почвах не превышают ПДК независимо от направления землепользования. Выявлено накопление Zn, Cu, Ni, обусловленное расположением залежи вблизи полигона ТБО.

Ключевые слова: тяжелые металлы, накопление, залежь, агрозем.

Введение

Использование огромных площадей залежных земель в нашей стране является частью эффективного управления агроландшафтами. Их современное освоение связано с вовлечением постагрогенных ландшафтов в качестве сенокосов, пастбищ и возвратом в активный сельскохозяйственный оборот. Часть таких ландшафтов использована под объектами промышленности и инфраструктуры, застройками разрастающихся населенных пунктов. Пригодность и целесообразность возвращения залежных земель обусловлена их экологическим состоянием, связанным с процессами сукцессионного механизма восстановления экосистем и динамикой изменения свойств постагрогенных почв. Замедление восстановительных процессов в растительных сообществах может быть связано с процессом закоривания [1], тогда как изменения свойств почв обусловлены их генетическим типом, возрастом залежи и режимом использования [2]. Экологическое состояние почв агроландшафтов может быть связано с их загрязнением. К одним из опасных относится загрязнение тяжелыми металлами (ТМ), источниками которых могут быть атмосферные выбросы промышленных предприятий, автотранспорта, средства химизации сельского хозяйства [3-7]. Загрязнение почв сельскохозяйственных земель может существенно оказывать влияние на их бонитировочную оценку [8]. Актуальность работы обусловлена отсутствием информации об экологическом состоянии залежных почв в окрестностях г. Улан-Удэ. Полученные результаты могут получить практическое применение в планировании использования сельскохозяйственных земель и оценке их агрономического потенциала, в оценке дальнейшего рационального использования земельных ресурсов.

Цель исследования: выявить содержание тяжелых металлов в почвах залежей при разном типе землепользования в окрестностях г. Улан-Удэ.

Материалы и методы

Объектом исследований послужили почвы залежного участка, расположенного в 12 км к югу от г. Улан-Удэ, Республики Бурятия в урочище Березняк (рис. 1). Площадь залежи составляет 10 га и относится к старовозрастной (более 30 лет). На участке заложены три площадки с разным типом их использования: 1) площадка вблизи дороги без твердого

покрытия с лапчатково-венечно-полынной растительностью; 2) площадка естественного лесовозобновления с сосной обыкновенной; 3) площадка вблизи карьера с группировкой пионерных растений (рис. 2). Залежный участок исследований расположен в непосредственной близости от полигона под твердые бытовые отходы (ТБО). Полигон является самым крупным в Республике Бурятия с общей площадью 30,2 га. В зоне его складирования размещено более 300 тыс. м³ отходов [9].

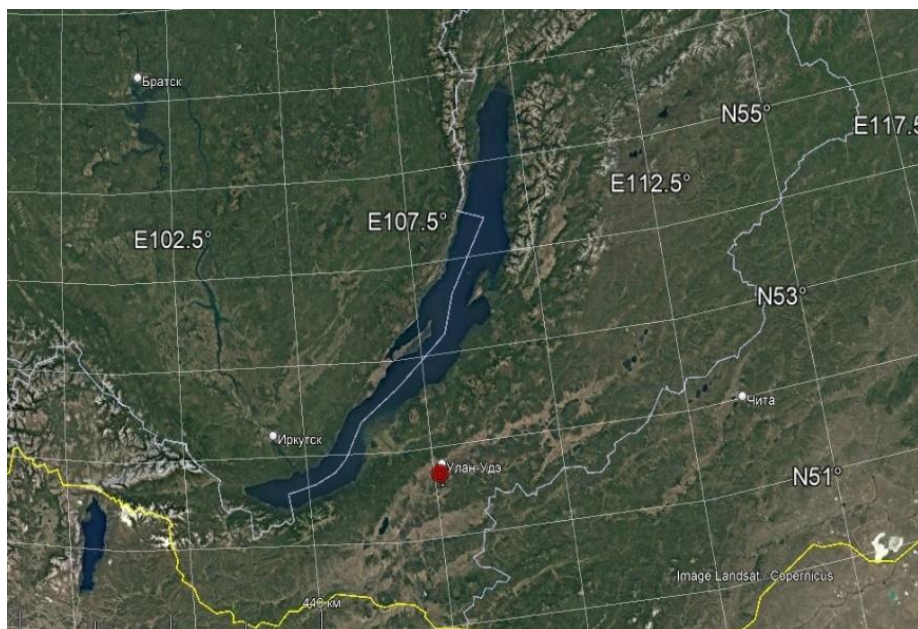


Рисунок 1 – Карта-схема расположения участка исследований в Западном Забайкалье вблизи г. Улан-Удэ

Примечание: красная точка – участок исследования.

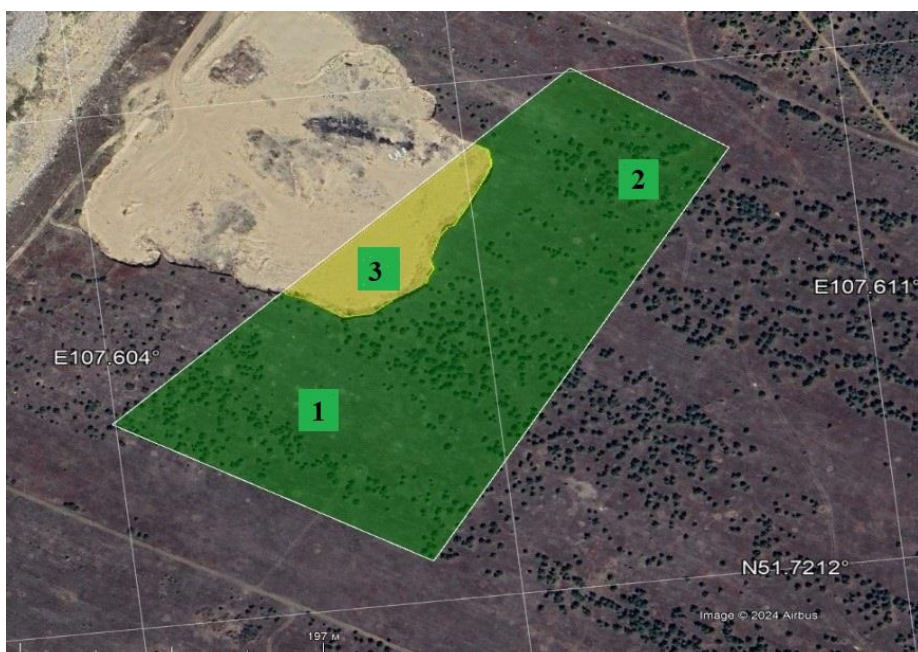


Рисунок 2 – Карта-схема расположения площадок на участке исследований в урочище Березняк

Примечание: метки: 1, 2, 3 – ключевые площади, места закладки почвенных разрезов и выполнения геоботанических описаний. Зеленый контур: залежная растительность: лапчатково-венечно-полынная и с сосной обыкновенной. Желтый контур: группировки пионерных растений с преобладанием полыни венечной.

Урочище Березняк в геоморфологическом отношении расположено на предгорной равнине низкогорных останцовых гор северо-западных отрогов хребта Цаган-Дабан в лесостепной зоне. К склонам световых экспозиций и наветренной открытой западной части низковысотных отрогов хребта приурочены сосняки и остепненные ксерофитно-травянистые сообщества. Климат района исследований резко континентальный, засушливый. Среднегодовые температуры – от минус 1,4 до минус 2,8°C. Среднегодовое количество осадков составляет 230-260 мм. Почвообразующие породы представлены аллювиально-пролювиальными четвертичными песчаными отложениями.

Для исследования почв использовались морфологические и лабораторно-аналитические методы. Диагностика и выявление классификационного положения почв проводились согласно принципам, изложенным в современной «Классификации и диагностике почв России» [10]. Валовое содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Pb) определено в испытательной лаборатории Республиканского аналитического центра на спектрометре «Prodigy Plus». Для оценки степени накопления ТМ в образцах использованы средние региональные значения элементов в почвах [11]. Для выявления поступления ТМ на поверхность почвы применен коэффициент радиальной дифференциации поллютантов (R) относительно почвообразующей породы:

$$R = \frac{Ca}{Cc}, \quad (1)$$

где Ca и Cc – содержание металла в верхнем и нижнем горизонтах [12]. Гранулометрический состав определен с помощью лазерно-дифракционного метода на анализаторе размера частиц Analysette-22, pH – потенциометрическим методом [13].

Выделение типов растительности произведено на основе доминантного подхода. При геоботаническом описании растительных сообществ выделялись пробные площади размером 100 м², визуальнo однородные по составу и структуре. На площадках определяли общее проективное покрытие растительности и высоту растений. Обработка геоботанических описаний и анализ флоры произведены с использованием интегрированной ботанической информационной системы IBIS [14].

Результаты и обсуждение

Площадка № 1, расположенная вблизи дороги без твердого покрытия, характеризуется преобладанием лапчатково-венечно-полынной растительности с высоким проективным покрытием до 80 % и высотой травостоя до 70 см. В травостое доминируют *Artemisia scoparia*, *Potentilla longifolia*, *Vicia nervata*. Здесь заложен почвенный разрез с агроземом светлым. В морфологическом строении профиля диагностируется агрогумусовый горизонт (P) серовато-бурого цвета с комковатой структурой, залегающий на рыхлой почвообразующей породе. Ровная граница между горизонтами с уплотненным сложением и «плужной подошвой» является признаком сельскохозяйственного использования (рис. 3а). Горизонты не вскипают при воздействии 10 % HCl, имеют легкосуглинистый и песчаный гранулометрический состав, pH – 5,6-5,8.

Площадка № 2 с активным естественным лесовозобновлением сосной обыкновенной формирует лесостепные фитоценозы. В составе травяного покрова среди сосны обыкновенной встречаются виды растений, характерные для лесостепного комплекса: *Cleistogenes squarrosa*, *Dendranthema zawadskii*, *Heteropappus altaicus*, *Hieracium umbellatum*, *Poa botryoides* и др. Также отмечаются растения сорных и нарушенных местообитаний: *Isatis oblongata*, *Kochia scoparia* и др.

Профиль заложенного здесь агрозема светлого по морфологическим признакам имеет схожее строение с почвой на площадке № 1 (рис. 3б). Показатели pH в верхнем горизонте составляют 7,0, в нижнем – 6,3.

Площадка № 3, расположенная вблизи карьера под ТБО, отличается разреженным травостоем, сформированным прежде всего видами растений из окружающих фитоценозов.

Характерной растительностью являются группировки пионерных растений с преобладанием полыни венечной, достигающей до 10 % проективного покрытия. Отмечены растения песчаных местообитаний: *Corispermum sibiricum*, *Hippophae rhamnoides* и др.

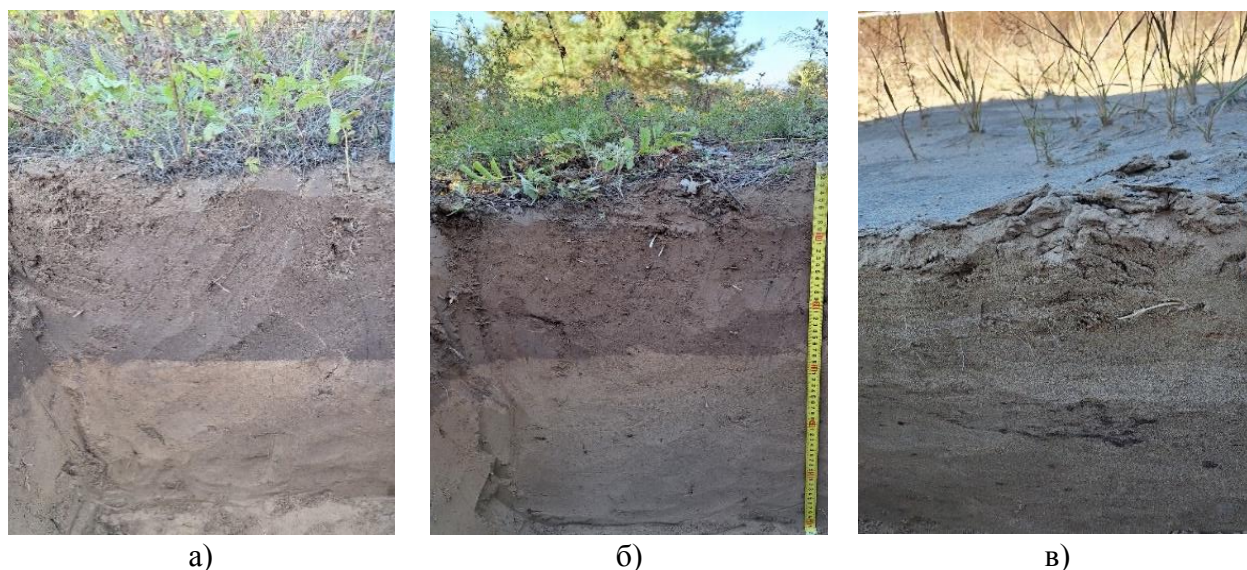


Рисунок 3 – Профили почв

Примечание: а) профиль агрозема на площадке № 1; б) профиль агрозема на площадке № 2; в) профиль абралита на площадке № 3.

Заложенный здесь почвенный профиль отличается нарушенным строением, в котором отсутствует верхний горизонт Р (рис. 3в). Ниже залегающий песчаный субстрат имеет включения охристых и бурых пятен, до глубины 20 см характеризуется уплотненным строением. Подобные профили почв, состоящие из природного или специфического новообразованного субстрата, относятся к техногенным поверхностным образованиям (ТПО). В систематике ТПО поверхностные образования, лишенные гумусированного слоя, состоящие из вскрытого минерального материала и не утратившие своего естественного залегания, относят к абралитам [10]. По свойствам песчаная толща абралита характеризуется щелочной реакцией среды (8,2-8,6) и песчаным гранулометрическим составом.

Исследованные почвы обеднены физической глиной и гумусом (табл. 1), обуславливающих низкое содержание поллютантов и запасов ТМ в песчаных почвах [15]. Значения ТМ в почвах не превышают кларковые и средние для почв Юго-Западного Забайкалья. Содержание Cu и Pb в 1,5-2 раза ниже средних региональных фоновых. Близки к таковым значения концентрации Zn в верхнем гумусовом горизонте агроземов, что обусловлено гумусированностью, при которой органическое вещество прочно связывает металл. Несколько повышенное содержание Ni по сравнению с фоновыми показателями отмечено по всему профилю агроземов. Источниками поступления никеля могут быть как выбросы предприятий металлургии и приборостроения, осадки сточных вод, так и сжигание бытовых отходов, что в условиях полигона ТБО происходит нередко.

О поступлении и накоплении в почвах ТМ извне свидетельствует их содержание в почвенной толще, намного превышающее содержание в почвообразующей породе. Последняя отличается их обедненностью. На глубине 100-200 см в песчаных отложениях района исследований содержание ТМ ниже в 1,5 раза (кроме Pb), чем в профиле почв, что объясняется тем, что отложения состоят главным образом из кварца. В их микроморфологическом строении содержание кварца достигает 70-75 % [16].

Абралиты отличаются низкими показателями содержания ТМ по сравнению с агроземами. Лишенные верхнего гумусового горизонта, абралиты слабо аккумулируют ТМ. Тем не менее, их концентрации незначительно выше, чем в отложениях района исследования.

Это связано с их расположением с наветренной стороны относительно полигона. Здесь, по исследованиям О.Н. Чудиновой, С.Ж. Гулгенова (2023), в почвах на границе полигона ТБО наблюдалось превышение фоновых значений по Cu, Zn, Pb.

Таблица 1 – Содержание ТМ в почвах

Тип почвы	Содержание ТМ, мг/кг					Гумус, %	Физическая глина, %
	Горизонт, см	Zn	Cu	Ni	Pb		
Площадка № 1							
Агрозем светлый	Р (0-30)	76,5	17,5	28,4	15,2	1,8	21,2
	С (30-63)	63,0	16,4	29,8	14,4	0,5	17,4
Площадка № 2							
Агрозем светлый	Р (0-27)	69,4	15,8	28,1	15,4	1,7	20,1
	С (27-61)	58,6	14,0	28,7	12,0	0,4	13,6
Площадка № 3							
Абралит	С (0-30)	43,3	10,0	19,5	12,0	0,2	5,3
Почво- образующая порода	С2 (100-200)	41,0	9,6	18,6	13,0	-	5,1
Средние значения в почвах Юго-Западного Забайкалья		75,6	23,3	26,8	33,9	-	-
Кларки		83,0	47,0	58,0	16,0	-	-
ПДК		100,0	55,0	85,0	30,0	-	-

Рассчитанный коэффициент радиальной дифференциации поллютантов (R) относительно почвообразующей породы отражает накопление ТМ (табл. 2). Согласно методике, $R > 1$ свидетельствует о загрязнении и техногенном накоплении ТМ в почве [12]. Накопление элементов в почвах прослеживается по всему профилю и связано не только с аккумуляцией в поверхностном горизонте, но и с минеральной частью. В агрогумусовом горизонте почв выявлено наибольшее загрязнение цинком и медью, содержание которых коррелирует с показателями гумуса и содержанием физической глины. Тесная корреляционная связь наблюдается между содержанием Zn и гумуса ($r = 0,87$) и содержанием физической глины ($r = 0,98$); Cu и гумуса ($r = 0,71$) и содержанием физической глины ($r = 0,97$), что обусловлено их закреплением в составе гумусовых соединений в илистых фракциях. Содержание Ni и Pb носит равномерный характер по всему профилю почв. В отличие от никеля, свинец несколько накапливается в агрогумусовом горизонте, что обусловлено его способностью образовывать комплексы с органическими соединениями.

Таблица 2 – Коэффициенты радиальной дифференциации (R) ТМ относительно почвообразующей породы

Название почв	Горизонты почв, см	Zn	Cu	Ni	Pb
Площадка № 1					
Агрозем светлый	Р (0-30)	1,86	1,82	1,52	1,16
	С (30-63)	1,53	1,70	1,60	1,10
Площадка № 2					
Агрозем светлый	Р (0-27)	1,69	1,64	1,51	1,18
	С (27-61)	1,42	1,45	1,54	0,92
Площадка № 3					
Абралит	С (0-30)	1,05	1,04	1,04	0,92

Концентрации изученных ТМ во всех почвах, в зависимости от разного типа их использования, не превышают ПДК, и почвы не являются загрязненными. Тенденции к их накоплению все же наблюдаются. Этому во многом способствует расположение данного участка залежи вблизи полигона ТБО.

Выводы

1. Изученные почвы залежного участка представлены агроземами светлыми. Почвы, лишенные гумусированного слоя, перешли в разряд ТПО – абралиты.
2. Содержание ТМ в почвах не превышает кларковых и средних региональных фоновых значений, за исключением никеля. Источником его поступления, вероятнее всего, является сжигание бытовых отходов.
3. Концентрации ТМ не превышают ПДК, но обнаружены тенденции к накоплению Zn, Cu, Ni.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках государственного проекта ИОЭБ СО РАН № 121030100228-4; в рамках темы Байкальского филиала ФГБУ ВНИИКР «Всероссийский центр карантина растений» «Определение сроков давности нахождения земель сельскохозяйственного назначения в залежном состоянии на территории Иркутской области и Республики Бурятия по составу растительного покрова».

Список литературы

1. Гунин П.Д., Убугунов В.Л., Рупышев Ю.А., Убугунова В.И., Бажа С.Н., Балсанова Л.Д., Балданов Б.Ц., Буянтуева Л.Б., Харпухаева Т.М., Холбоева С.А., Петухов И.А., Цыремпилов Э.Г. О роли биотических и абиотических факторов в процессах закоривания почв залежных земель Баргузинской котловины // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 3 (76). С. 11-24.
2. Сорокина О.А., Токавчук В.В., Рыбакова А.Н. Постагрогенная трансформация серых почв залежей. Красноярск: КрасГАУ, 2016. 239 с.
3. Борисочкина Т.И., Водяницкий Ю.Н. Загрязнение агроландшафтов России тяжелыми металлами: источники, масштабы, прогнозы // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2007. № 60. С. 82-89.
4. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте. Санкт-Петербург: ПИЯФ РАН, 2008. 216 с.
5. Кузнецова Е.А. Содержание тяжелых металлов в почвах типичного агроландшафта Орловской области и их накопление в зерне сельскохозяйственных культур // Агрохимия. 2009. № 8. С. 60-64.
6. Ишкова С.В. Влияние сельскохозяйственного использования земель на распределение тяжелых металлов в агроландшафтах (на примере Самарской области) // Аграрная Россия. 2014. № 2. С. 34-38.
7. Мажайский Ю.А., Гусева Т.М. Экологические проблемы агроландшафтов Рязанской области // Биосфера. 2019. Т. 11. № 3. С. 156-159.
8. Иванцова Е.А., Водолазко А.Н. Влияние загрязнения почв сельскохозяйственных земель тяжелыми металлами на их бонитировочную оценку (на примере Волгоградской области) // Проблемы региональной экологии. 2019. № 4. С. 11-115.
9. Чудинова О.Н., Гулгенов С.Ж. Экологическая оценка содержания тяжелых металлов в почве и растениях на территории полигона твердых коммунальных отходов г. Улан-Удэ // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 9. С. 30-34.
10. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

11. Убугунов В.Л., Кашин В.К. Тяжелые металлы в садово-огородных почвах и растениях г. Улан-Удэ. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. 128 с.
12. Гаврилова И.П., Касимов Н.С. Практикум по геохимии ландшафтов. М.: МГУ, 1989. 72 с.
13. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
14. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Учебное пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
15. Иванов А.И., Суханов П.А., Иванова Ж.А., Цыганова Н.А., Яковлева Т.И. Тяжелые металлы в песчаных почвах Псковской области // Агрохимия. 2017. № 1. С. 71-79.
16. Балсанова Л.Д., Гынинова А.Б., Корсунов В.М. Диагностика лесных почв Селенгинского среднегорья. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. 146 с.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 16.03.2025
Принята к публикации 19.06.2025

HEAVY METAL CONTENT IN FALLOW SOILS WITH VARIOUS TYPES OF LAND USE (IN THE VICINITY OF ULAN-UDE)

*L. Balsanova¹, B. Naidanov²

¹Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Russia, Ulan-Ude

²Baikal Branch, FGBU VNIKR "All-Russian Plant Quarantine Center", Russia, Irkutsk
e-mail: *balsanova@mail.ru

The relevance of studying the ecological state of fallow lands is associated with their restoration and prospects for use in agricultural production. The results of studies including the content of heavy metals in the soils of fallow lands with different types of land use near Ulan-Ude, are presented. The studied soils are characterized by a low physical clay content and humus. Concentrations of heavy metals do not exceed maximum permissible concentrations, regardless of land use direction; and the soils are not contaminated. Accumulation of Zn, Cu, Ni was revealed due to the location of the deposit near the solid waste landfill.

Key words: heavy metals, accumulation, fallow land, agrozem.

References

1. Gunin P.D., Ubugunov V.L., Rupyshev Yu.A., Ubugunova V.I., Bazha S.N., Balsanova L.D., Baldanov B.Ts., Buyantueva L.B., Kharpukhaeva T.M., Kholboeva S.A., Petukhov I.A., Tsyrempilov E.G. O roli bioticheskikh i abioticheskikh faktorov v protsessakh zakorivaniya pochv zaleznykh zemel' Barguzinskoj kotloviny. Aridnye ekosistemy. 2018. T. 24. N 3 (76). S. 11-24.
2. Sorokina O.A., Tokavchuk V.V., Rybakova A.N. Postagrogennaya transformatsiya serykh pochv zalezhei. Krasnoyarsk: KrasGAU, 2016. 239 s.
3. Borisochkina T.I., Vodyanitskii Yu.N. Zagryaznenie agrolandshaftov Rossii tyazhelymi metallami: istochniki, masshtaby, prognozy. Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva. 2007. N 60. S. 82-89.
4. Alekseev Yu.V. Tyazhelye metally v agrolandshafte. Sankt-Peterburg: PIYAF RAN, 2008. 216 s.

5. Kuznetsova E.A. Soderzhanie tyazhelykh metallov v pochvakh tipichnogo agrolandshafta Orlovskoi oblasti i ikh nakoplenie v zerne sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. *Agrokimiya*. 2009. N 8. S. 60-64.
6. Ishkova S.V. Vliyanie sel'skokhozyaistvennogo ispol'zovaniya zemel' na raspredelenie tyazhelykh metallov v agrolandshaftakh (na primere Samarskoi oblasti). *Agrarnaya Rossiya*. 2014. N 2. S. 34-38.
7. Mazhaiskii Yu.A., Guseva T.M. Ekologicheskie problemy agrolandshaftov Ryazanskoi oblasti. *Biosfera*. 2019. T. 11. N 3. S. 156-159.
8. Ivantsova E.A., Vodolazko A.N. Vliyanie zagryazneniya pochv sel'skokhozyaistvennykh zemel' tyazhelymi metallami na ikh bonitirovochnuyu otsenku (na primere Volgogradskoi oblasti). *Problemy regional'noi ekologii*. 2019. N 4. S. 11-115.
9. Chudinova O.N., Gulgenov S.Zh. Ekologicheskaya otsenka soderzhaniya tyazhelykh metallov v pochve i rasteniyakh na territorii poligona tverdykh kommunal'nykh otkhodov g. Ulan-Ude. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2023. N 9. S. 30-34.
10. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. Klassifikatsiya i diagnostika pochv. Smolensk: Oikumena, 2004. 342 s.
11. Ubugunov V.L., Kashin V.K. Tyazhelye metally v sadovo-ogorodnykh pochvakh i rasteniyakh g. Ulan-Ude. Ulan-Ude: Izd-vo BNTS SO RAN, 2004. 128 s.
12. Gavrilova I.P., Kasimov N.S. Praktikum po geokhimii landshaftov. M.: MGU, 1989. 72 s.
13. Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv. Pod red. L.A. Vorob'evoi. M.: GEOS, 2006. 400 s.
14. Zverev A.A. Informatsionnye tekhnologii v issledovaniyakh rastitel'nogo pokrova: Uchebnoe posobie. Tomsk: TML-Press, 2007. 304 s.
15. Ivanov A.I., Sukhanov P.A., Ivanova Zh.A., Tsyganova N.A., Yakovleva T.I. Tyazhelye metally v peschanykh pochvakh Pskovskoi oblasti. *Agrokimiya*. 2017. N 1. S. 71-79.
16. Balsanova L.D., Gyninova A.B., Korsunov V.M. Diagnostika lesnykh pochv Selenginskogo srednegor'ya. Ulan-Ude: Izd-vo BNTS SO RAN, 2009. 146 s.

Сведения об авторах:

Балсанова Лариса Даниловна

К.б.н., старший научный сотрудник, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН

ORCID 0000-0002-1805-2613

Balsanova Larisa

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Institute of General and Experimental Biology SB RAS

Найданов Булат Борисович

К.б.н., младший научный сотрудник научно-методического отдела, Байкальский филиал ФГБУ ВНИИКР «Всероссийский центр карантина растений»

ORCID 0000-0002-4667-9915

Naidanov Bulat

Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher, Research and Methodology Department, Baikal Branch, FGBU VNIIEK "All-Russian Plant Quarantine Center"

Для цитирования: Балсанова Л.Д., Найданов Б.Б. Содержание тяжелых металлов в залежных почвах с различным типом землепользования (окрестности г. Улан-Удэ) // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 47-54. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-47-54

НАРОДНЫЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ПРОМЫСЛЫ КАК ФАКТОРЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

***Е.Н. Кузьмина, **И.С. Свиридов**

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург
e-mail: *2001_vet@mail.ru, **sviridovivanorenstep@mail.ru

В статье представлено современное состояние народных художественных промыслов степных субъектов Российской Федерации и их роль в социально-экономическом развитии в разрезе федеральных округов и степных субъектов Российской Федерации. Дан анализ действующих нормативно-правовых документов в сфере народных художественных промыслов. Приведена карта-схема мест традиционного бытования народных художественных промыслов степных регионов России с краткой интерпретацией.

Ключевые слова: народные художественные промыслы, устойчивое территориальное развитие, национальная безопасность, степные субъекты Российской Федерации, степь, туризм, традиции, культура.

Введение

Российская Федерация является полиэтнической, и утрата ее этнокультурного наследия является угрозой национальной безопасности. Вместе с тем, содействие развитию промыслов и ремесел является первоочередной задачей стратегии государственной национальной политики [1-3].

Согласно литературным сведениям, промыслы и ремесла хранят культурное наследие, поскольку они «связывают» разные поколения путем сбережения и трансляции знаний и навыков, техник и мотивов. Так формируются, в частности, культурная принадлежность народа и историческая память, традиции и духовные ценности. Народным художественным промыслам (НХП) свойственны коллективный характер производства, преемственность традиций, творческая вариативность и повышенная декоративность [3-9].

Народные художественные промыслы представляют собой культурно-историческую ценность, форму декоративно-прикладного искусства, представляющую товарное производство предметов с обязательным ручным трудом [4-7, 10-12].

Наряду с этим, сохранение, поддержка традиций, материалов, технологий, стилистики изделий, обеспечение подготовки кадров, развитие культурно-познавательного и экологического туризма – первоочередные задачи государственной культурной политики [6, 7, 13, 14].

Промыслы и ремесла обусловлены природными, культурными и историческими особенностями конкретной местности. Они играют ключевую роль в сохранении региональной идентичности. Наряду с этим, народные художественные промыслы и ремесла являются элементами туристской привлекательности регионов, поскольку изделия народных художественных промыслов являются ресурсами для познавательного туризма. Так, изделия, созданные мастерами художественного промысла, пользуются большим спросом у туристов, становясь символами региона, что способствует развитию туристской инфраструктуры и увеличению доходов местного населения. Мастер-классы, экскурсии на производства и посещение музеев народных промыслов также привлекают туристов, создавая дополнительные возможности для развития туристской отрасли.

Немаловажным фактором для народных художественных промыслов является экономический, например, наличие местных сырьевых ресурсов в достаточном количестве и постоянный спрос на изделия из них [3, 8].

По мнению академика Чибилева А.А.: «Степи представляют собой географическое пространство, которое включает в себя ареал кочевых культур, огромную область развития пастбищного скотоводства, являлся также плацдармом масштабного земледельческого освоения в XVIII-XIX веках и особенно в XX веке» [15]. Литературных сведений по современному состоянию народных художественных промыслов субъектов степной зоны, перспективам их возрождения и развития нами найдено не было, что и побудило нас выполнить это исследование.

Цель исследования – представление современного состояния народных художественных промыслов степных субъектов Российской Федерации и их социально-экономическая характеристика.

Материалы и методы

В качестве каркасных данных аккумулированы и проанализированы нормативно-правовые источники, основные тематические термины и понятия по вопросам современного состояния НХП, которые бытуют в степных регионах Российской Федерации.

Основное внимание было уделено данным общероссийского классификатора народных художественных промыслов и мест их традиционного бытования по степным территориям Российской Федерации.

При анализе данных уделяли внимание местам традиционного бытования НХП степных регионов по федеральным округам, а именно:

Центрального – Белгородская и Воронежская области;

Южного – Республика Крым, Краснодарский край, Волгоградская и Ростовская области;

Северо-Кавказского – Ставропольский край;

Приволжского – Республика Башкортостан, Оренбургская, Саратовская области;

Уральского – Курганская и Челябинская области;

Сибирского – Алтайский край, Омская область.

Республики Адыгея и Калмыкия, Самарская и Новосибирская области также представляют интерес для наших исследований, поскольку рассматриваются как степные, однако, данные по этим территориям в классификаторе на момент подготовки статьи не были внесены.

Кроме того, в статье применен картографический метод.

Результаты и обсуждение

Развитие ремесленнического производства как социально-экономического направления устойчивого общественного развития происходит на местных, региональных, национальных и международных уровнях. При Совете Федерации создана и функционирует Комиссия по сохранению и развитию промыслов [16].

В арсенале мастеров на сегодняшний момент имеются современные цифровые технологии и специализированные промысловые площадки. Например, торгово-промышленная палата и ассоциация «Народные художественные промыслы России» организуют и проводят ежегодные российские выставки и ярмарки «Ладья» и «Жар-птица» [7, 17]. А в 2017 году создан отраслевой портал «Промыслы.рф», способствующий популяризации промыслов и ремесел, а также государственному регулированию отрасли [18]. Кроме того, национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства» помогает развивать туристские маршруты. Рекреационно-географическая деятельность позволяет не только определить пригодные площади, но и активировать туристские ресурсы [19].

Интернет-ресурс «Культура.РФ» информирует об изделиях НХП по федеральным округам Российской Федерации [20].

Основным регламентирующим документом является общероссийский классификатор народных художественных промыслов и мест их традиционного бытования – ОК 036-2019

(ОКНХП). Этот документ позволяет оформить льготы производителям и мастерам [6, 21, 22]. Классификатор построен по сырьевому принципу и включает пятнадцать разделов. Анализ этого нормативного акта приведен в таблице 1. Согласно полученным данным, виды производств наиболее разнообразны в Южном федеральном округе – 24 вида. Уральский и Приволжский федеральные округа представлены 17 и 15 видами производств, соответственно.

Таблица 1 – Количественная характеристика НХП степных субъектов по федеральным округам Российской Федерации по данным ОКНХП

Наименование округа	Наименование субъекта РФ	Виды производств	Группы изделий ХП	Места традиционного бытования НХП
Центральный ФО	Белгородская область	1	1	1
	Воронежская область	5	5	5
	Итого по округу	6	6	6
Южный ФО	Республика Адыгея*	0	0	0
	Республика Калмыкия*	0	0	0
	Краснодарский край	6	8	7
	Волгоградская область	8	15	13
	Ростовская область	1	1	1
	Республика Крым	9	23	12
	Итого по округу	24	47	33
Северо-Кавказский ФО	Ставропольский край	5	14	7
	Итого по округу	5	14	7
Приволжский ФО	Республика Башкортостан	12	22	71
	Оренбургская область	1	1	11
	Самарская область*	н/д	н/д	н/д
	Саратовская область	2	2	4
	Итого по округу	15	25	86
Уральский ФО	Курганская область	6	9	20
	Челябинская область	11	16	36
	Итого по округу	17	25	56
Сибирский ФО	Алтайский край	2	2	2
	Новосибирская область*	н/д	н/д	н/д
	Омская область	7	17	14
	Итого по округу	9	19	16

* отсутствуют в ОК НХП на 10.07.2024 г.

В разрезе степных регионов Российской Федерации наибольшее разнообразие видов производств наблюдается в республиках Башкортостан – 12 видов, Крым – 9 видов и в Челябинской области – 11 видов. По одному виду представлено в Белгородской, Ростовской и Оренбургской областях.

По количеству групп изделий НХП лидирует Южный федеральный округ – 48 групп. В Приволжском и Уральском федеральных округах представлено по 25 групп, а в Центральном федеральном округе имеется только 6 групп, что видно из таблицы 1.

По субъектам Российской Федерации группы изделий НХП наиболее разнообразно представлены в республиках Крым (23 группы), Башкортостан (22 группы), в Омской (17 групп), Челябинской (16 групп), Волгоградской (15 групп) областях и в Ставропольском

крае (14 групп). По одной группе изделий НХП представляют Белгородская, Ростовская и Оренбургская области.

Анализ мест традиционного бытования НХП показал, что Приволжский федеральный округ является абсолютным лидером по количеству мест за счет наибольших показателей Республики Башкортостан. Уральский федеральный округ включает 56 мест. Наименьшее количество мест бытования выявлено в Центральном и Северо-Кавказском федеральных округах (6 и 7 соответственно).

По субъектам Российской Федерации абсолютным лидером среди степных регионов является Республика Башкортостан, в которой расположено 71 место (табл. 1). Большое количество мест традиционного бытования промысла зафиксировано в Челябинской (36 мест), Курганской (20 мест), Омской (14 мест), Волгоградской (13 мест), Оренбургской (11 мест) областях и Республике Крым (12 мест). Наименьшее количество мест традиционного бытования НХП – в Белгородской (1 место), Ростовской (1 место) областях и в Алтайском крае (2 места).

На основе ОКНХП 036-2019 составлена карта-схема мест традиционного бытования НХП степных регионов (рис. 1).

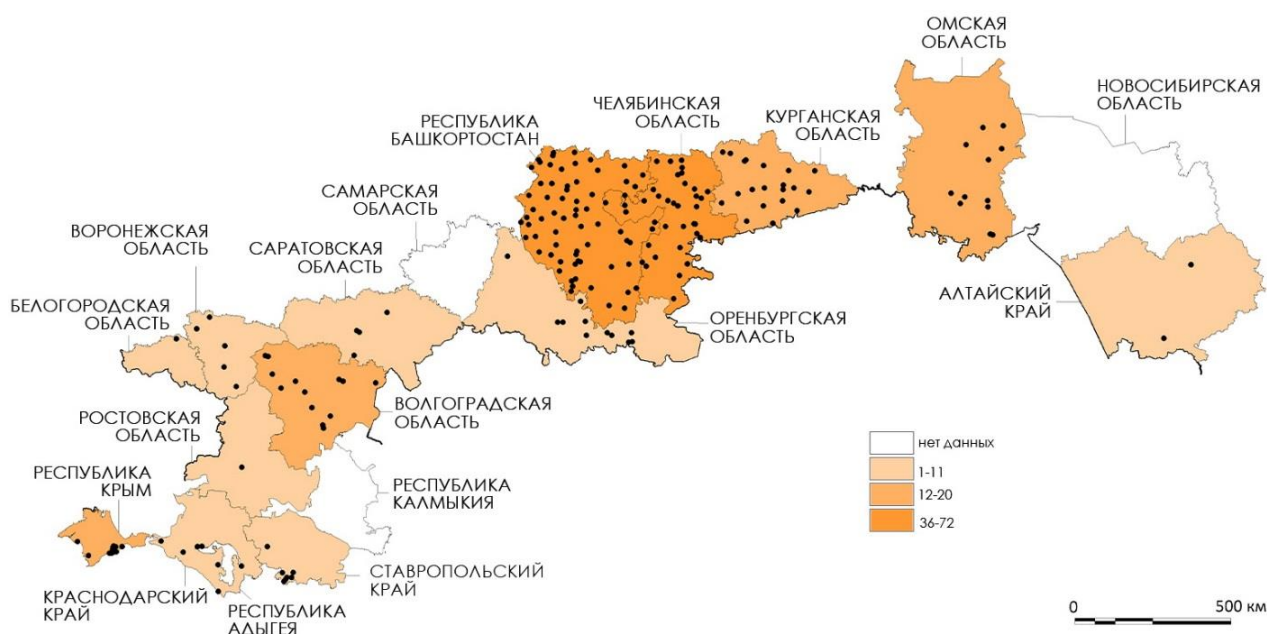


Рисунок 1 – Карта-схема традиционных мест бытования НХП степных регионов

На сегодняшний день складывается такая ситуация, что классификатор отражает современное состояние промыслов не в полном объеме. Некоторые субъекты не подали сведения и не включены в этот документ. Обзор научных публикаций представляет промыслы регионов степной зоны гораздо полнее как в части видов производств, групп изделий НХП, так и мест традиционного бытования НХП. В качестве примера можно рассмотреть Оренбургскую область. Она является полиэтнической и насчитывает более 100 национальностей, что обусловило ярко выраженное культурное заимствование промыслов и ремесел. Наряду с традиционным оренбургским пуховым ажурным платком, в области присутствуют такие промыслы, как акбулакская игрушка, краснохолмские валенки, елховское лозоплетение, орская резьба по яшме, уральская резьба по дереву и иные [23]. Очевидно, что перечисленные промыслы менее известны и развиты по сравнению с пуховым ажурным платком даже на региональном уровне и нуждаются в дополнительной поддержке.

Ниже приведены литературные сведения о промыслах регионов степной зоны, данные по которым не представлены в классификаторе.

В Республике Адыгея промыслы представлены золотошвейными и басонными изделиями. Представлены изделия художественной обработки металла, керамики, шерсти, кожи, дерева и другого растительного сырья [24].

В Республике Калмыкия промыслы тесно связаны с животноводством, и здесь можно познакомиться с изделиями из кости, кожи и рога, коврами и войлоком. Наряду с ними в регионе присутствуют деревянные, ювелирные изделия. Широко известна калмыцкая национальная вышивка и изготовление традиционных национальных костюмов [25].

В Самарской области представлены гончарные изделия, обработка дерева и иного растительного сырья. Рукодельницы славятся ткаными, вышитыми, ковровыми и вязаными изделиями. Мастера изготавливают национальные музыкальные инструменты [26].

В Новосибирской области промыслы связаны с обработкой глины – это керамика, купинская или чиняевская игрушка. Развита деревообработка, плетение из соломы и лозы, а также берестяные изделия. Имеются металлообработка, ткачество, войлоковаление, вышивка, лоскутное шитье, вязание и прочее [27].

Выводы

Южный, Уральский и Приволжский федеральные округа лидируют среди степных субъектов Российской Федерации по количеству представленных видов производств, групп изделий и мест традиционного бытования народных художественных промыслов.

Картографическое расположение промыслов степных субъектов Российской Федерации обусловлено сырьевыми, территориальными, историческими и иными факторами.

Фактически промыслы степных регионов более разнообразны, чем в общероссийском классификаторе народных художественных промыслов, что подтверждено собственными наблюдениями и литературными данными. Разнообразные промысловые изделия позволят отразить степной субъект Российской Федерации наиболее всесторонне.

Сохранение и развитие промыслов находятся в компетенции специалистов различных сфер. Проблемы народных художественных промыслов должны решаться комплексно и в первую очередь на региональном уровне.

Народные художественные промыслы являются локомотивом развития регионального туризма, и следовательно, они нуждаются в поддержке и дальнейшем развитии.

Для популяризации и развития совокупности промыслов степных субъектов требуется просветительская работа, и в первую очередь на выставках и мероприятиях регионального уровня.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем» № ГР АААА-А21-121011190016-1.

Список литературы

1. Стратегия государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года (утв. указом Президента РФ от 19 декабря 2012 г. № 1666). URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201212190001.pdf> (дата обращения: 15.09.2024).
2. Указ Президента Российской Федерации «Об утверждении основ государственной культурной политики» от 24 декабря 2014 г. № 808. URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201412250002.pdf> (дата обращения: 15.09.2024).
3. Шестакова А.В. Народные промыслы: классификация по источникам сырья и распространение // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2008. Вып. 1. Естественные науки. С. 104-111.
4. Федеральный закон «О народных художественных промыслах» от 06.01.1999 № 7-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс: справочная правовая система / Разраб. НПО

- «Вычисл. математика и информатика». М.: Консультант Плюс, 1997-2024. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_21497/?ysclid=m9meqr1fxr555107311 (дата обращения: 15.09.2024).
5. Смолицкий В.Г., Чирков Д.А., Максимов Ю.В. Народные художественные промыслы РСФСР. М.: Высш. школа, 1982. 216 с.
6. Бурый А.С., Слепынцева Л.И. Разработка общероссийского классификатора народных художественных промыслов // Стандарты и качество. 2019. № 6. С. 27-31.
7. Красовская И.П., Гайсина А.Д. Народные художественные промыслы как социально-экономическое направление устойчивого развития общества // Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. 2022. № 1-1. EDN: SZBQME.
8. Уткин П.И., Королева Н.С. Народные художественные промыслы. М.: Высш. шк., 1992. 159 с.
9. Алексунин В.А., Черная М.А. Российские художественные народные промыслы // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2018. № 7-2(20). С. 8-14.
10. Основы законодательства Российской Федерации о культуре (утв. ВС РФ 09.10.1992 № 3612-1) (ред. от 25.12.2023) // КонсультантПлюс: справочная правовая система / Разраб. НПО «Вычисл. математика и информатика». М.: Консультант Плюс, 1997-2024. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_1870/?ysclid=m9medyo8jv708829021 (дата обращения: 15.09.2024).
11. Толковый словарь русского языка: в 4 т. / Под ред. проф. Д.Н. Ушакова. Т. 3. М.: Русские словари, 1994. 714 с.
12. Седых И.А. Рынок народно-художественных промыслов. М., 2021. 55 с. URL: https://www.hse.ru/data/2021/09/15/1472121216/Рынок_народно-художественных_промыслов-2021.pdf?ysclid=m9mfqrea95362528099 (дата обращения: 26.09.2024).
13. Аманжолова Д.А. Научная классификация народных художественных промыслов как исследовательская и практическая проблема // Сервис plus. 2013. № 2. С. 30-37.
14. Борисова О.В., Пронькин Н.М. К вопросу о стратегии экономического развития народных художественных промыслов в России: проблемы и направления их решения // Вестник ГГУ. 2022. № 3. С. 45-52.
15. Чибилев А.А. Степная Евразия: региональный обзор природного разнообразия. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.; Оренбург: Институт степи УрО РАН, РГО, 2017. 324 с.
16. Постановление Совета Федерации от 01.02.2023 г. № 24-СФ «О преобразовании Временной комиссии Совета Федерации по сохранению и развитию народных художественных промыслов в Российской Федерации». http://council.gov.ru/structure/commissions/iccf_folkcraft/ Распоряжение Правительства «О плане мероприятий («дорожной карте») по сохранению, возрождению и развитию народных художественных промыслов и ремесел на период до 2019 г. РФ» от 14 декабря 2017 г. № 2800-р.
17. Ассоциация «Народные художественные промыслы России». URL: <https://nkhp.ru> (дата обращения: 26.09.2024).
18. Народные художественные промыслы России. URL: <https://xn--k1abfdfi3ec.xn--p1ai> (дата обращения: 26.09.2024).
19. Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства», национальные туристические маршруты. URL: <https://xn--80aарampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai> (дата обращения: 26.09.2024).
20. Народные промыслы России. URL: <https://s/narodnye-promysly-rossii> (дата обращения: 26.09.2024).
21. ОК 036-2019. Общероссийский классификатор народных художественных промыслов и мест традиционного бытования (принят и введен в действие Приказом Росстандарта) (ред. от 05.06.2024) // КонсультантПлюс: справочная правовая система / Разраб. НПО «Вычисл. математика и информатика». М.: Консультант Плюс, 1997-2024. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_396580/?ysclid=m9mgaqwejb648311451 (дата обращения: 15.09.2024).

22. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 15.04.2009 г. № 274 «Об утверждении Перечня видов производств и групп изделий народных художественных промыслов, в соответствии с которым осуществляется отнесение изделий к изделиям народных художественных промыслов» (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru> (дата обращения: 15.09.2024).

23. Савинова Т.Н. К истории ремесел в Оренбургской губернии // Уральские Бирюковские чтения: сб. науч. и науч.-попул. ст., посвящ. 120-летию В.П. Бирюкова. Челябинск, 2008. Вып. 5: Историко-культурное наследие российских регионов. Ч. 1. С. 411-417.

24. Тертышник Н.В. Декоративно-прикладное искусство художников Адыгеи. Майкоп: Графика, 2015. 296 с.

25. Ковалева Т.И., Манжикова Т.М. Проблемы развития современного декоративно-прикладного искусства в Калмыкии // Личность в парадигме межкультурной коммуникации: язык – культура – образование – музей (теоретические и прикладные проблемы): Сб. материалов региональной науч.-практ. конф. с междунар. участием. Элиста, 2019. С. 23-25.

26. Кржижевский М.В. Изучение народных художественных промыслов Самарской области в целях развития туризма // Сервис plus. 2013. № 1. С. 67-70.

27. Москвина М.В., Крикау Л.В. Развитие художественных промыслов в Новосибирской области в конце XX – начале XXI века // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2016. Т. 22. С. 528-531.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 14.10.2024

Принята к публикации 19.06.2025

FOLK ART CRAFTS AS FACTORS OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF STEPPE ZONE REGIONS

***E. Kuzmina, **I. Sviridov**

Steppe Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg
e-mail: *2001_vet@mail.ru, **sviridovivanorenstep@mail.ru

The article presents the current state of folk art crafts in the steppe regions of the Russian Federation and their role in socio-economic development, in the context of federal districts and steppe subjects of the Russian Federation. An analysis of current regulatory documents in the field of folk art and crafts is given. A map-scheme of the places of traditional existence of folk art and crafts of the steppe regions of Russia with a brief interpretation, is provided.

Key words: folk art and crafts, sustainable territorial development, national security, steppe subjects of the Russian Federation, steppe, tourism, traditions, culture.

References

1. Strategiya gosudarstvennoi natsional'noi politiki Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda (utv. ukazom Prezidenta RF ot 19 dekabrya 2012 g. N 1666). URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201212190001.pdf> (data obrashcheniya: 15.09.2024).

2. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii "Ob utverzhdenii osnov gosudarstvennoi kul'turnoi politiki" ot 24 dekabrya 2014 g. N 808. URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201412250002.pdf> (data obrashcheniya: 15.09.2024).

3. Shestakova A.V. Narodnye promysly: klassifikatsiya po istochnikam syr'ya i rasprostranenie. Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo universiteta im. I. Kanta. 2008. Vyp. 1. Estestvennye nauki. S. 104-111.
4. Federal'nyi zakon "O narodnykh khudozhestvennykh promyslakh" ot 06.01.1999 N 7-FZ (poslednyaya redaktsiya). Konsul'tantPlyus: spravoch'naya pravovaya Sistema. Razrab. NPO "Vychisl. matematika i informatika". M.: Konsul'tant Plyus, 1997-2024. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_21497/?ysclid=m9meqr1fxr555107311 (data obrashcheniya: 15.09.2024).
5. Smolitskii V.G., Chirkov D.A., Maksimov Yu.V. Narodnye khudozhestvennye promysly RSFSR. M.: Vyssh. shkola, 1982. 216 s.
6. Buryi A.S., Slepintseva L.I. Razrabotka obshcherossiiskogo klassifikatora narodnykh khudozhestvennykh promyslov. Standarty i kachestvo. 2019. N 6. S. 27-31.
7. Krasovskaya I.P., Gaisina A.D. Narodnye khudozhestvennye promysly kak sotsial'no-ekonomicheskoe napravlenie ustoichivogo razvitiya obshchestva. Nedelya nauki Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnicheskogo universiteta. 2022. N 1-1. EDN: SZBQME.
8. Utkin P.I., Koroleva N.S. Narodnye khudozhestvennye promysly. M.: Vyssh. shk., 1992. 159 c.
9. Aleksunin V.A., Chernaya M.A. Rossiiskie khudozhestvennye narodnye promysly. Norwegian Journal of Development of the International Science. 2018. N 7-2(20). S. 8-14.
10. Osnovy zakonodatel'stva Rossiiskoi Federatsii o kul'ture (utv. VS RF 09.10.1992 N 3612-1) (red. ot 25.12.2023). Konsul'tantPlyus: spravoch'naya pravovaya Sistema. Razrab. NPO "Vychisl. matematika i informatika". M.: Konsul'tant Plyus, 1997-2024. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_1870/?ysclid=m9medyo8jv708829021 (data obrashcheniya: 15.09.2024).
11. Tolkovyi slovar' russkogo yazyka: v 4 t. Pod red. prof. D.N. Ushakova. T. 3. M.: Russkie slovari, 1994. 714 s.
12. Sedykh I.A. Rynok narodno-khudozhestvennykh promyslov. M., 2021. 55 s. URL: https://www.hse.ru/data/2021/09/15/1472121216/Rynok_narodno-khudozhestvennykh_promyslov-2021.pdf?ysclid=m9mfqrea95362528099 (data obrashcheniya: 26.09.2024).
13. Amanzholova D.A. Nauchnaya klassifikatsiya narodnykh khudozhestvennykh promyslov kak issledovatel'skaya i prakticheskaya problema. Servis plus. 2013. N 2. S. 30-37.
14. Borisova O.V., Pron'kin N.M. K voprosu o strategii ekonomicheskogo razvitiya narodnykh khudozhestvennykh promyslov v Rossii: problemy i napravleniya ikh resheniya. Vestnik GGU. 2022. N 3. S. 45-52.
15. Chibilev A.A. Stepnaya Evraziya: regional'nyi obzor prirodnogo raznoobraziya. Izd. 2-e, pererab. i dop. M.; Orenburg: Institut stepi UrO RAN, RGO, 2017. 324 s.
16. Postanovlenie Soveta Federatsii ot 01.02.2023 g. N 24-SF "O preobrazovanii Vremennoi komissii Soveta Federatsii po sokhraneniyu i razvitiyu narodnykh khudozhestvennykh promyslov v Rossiiskoi Federatsii". [http://council.gov.ru/structure/commissions/iccf_folkcraft/Rasporyazhenie Pravitel'stva "O plane meropriyatii \("dorozhnoi karte"\) po sokhraneniyu, vozrozhdeniyu i razvitiyu narodnykh khudozhestvennykh promyslov i remesel na period do 2019 g. RF" ot 14 dekabrya 2017 g. N 2800-r.](http://council.gov.ru/structure/commissions/iccf_folkcraft/Rasporyazhenie_Pravitel'stva_O_plane_meropriyatii_(dorozhnoi_karte)_po_sokhraneniyu_vozrozhdeniyu_i_razvitiyu_narodnykh_khudozhestvennykh_promyslov_i_remesel_na_period_do_2019_g._RF_01_02_2023)
17. Assotsiatsiya "Narodnye khudozhestvennye promysly Rossii". URL: <https://nkhp.ru> (data obrashcheniya: 26.09.2024).
18. Narodnye khudozhestvennye promysly Rossii. URL: <https://xn--k1abfdi3ec.xn--p1ai> (data obrashcheniya: 26.09.2024).
19. Natsional'nyi proekt "Turizm i industriya gostepriimstva", natsional'nye turisticheskie marshruty. URL: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai> (data obrashcheniya: 26.09.2024).
20. Narodnye promysly Rossii. URL: <https://s/narodnye-promysly-rossii> (data obrashcheniya: 26.09.2024).

21. ОК 036-2019. Obshcherossiiskii klassifikator narodnykh khudozhestvennykh promyslov i mest traditsionnogo bytovaniya (prinyat i vveden v deistvie Prikazom Rosstandarta) (red. ot 05.06.2024). Konsul'tantPlyus: spravoch'naya pravovaya sistema / Razrab. NPO "Vychisl. matematika i informatika". M.: Konsul'tant Plyus, 1997-2024. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_396580/?ysclid=m9mgaqwejb648311451 (data obrashcheniya: 15.09.2024).
22. Prikaz Ministerstva promyshlennosti i trgovli RF ot 15.04.2009 g. N 274 "Ob utverzhdenii Perechnya vidov proizvodstv i grupp izdelii narodnykh khudozhestvennykh promyslov, v sootvetstvii s kotorym osushchestvlyayetsya otnesenie izdelii k izdeliyam narodnykh khudozhestvennykh promyslov" (s izmeneniyami i dopolneniyami). URL: <https://base.garant.ru> (data obrashcheniya: 15.09.2024).
23. Savinova T.N. K istorii remesel v Orenburgskoi gubernii. Ural'skie Biryukovskie chteniya: sb. nauch. i nauch.-popul. st., posvyashch. 120-letiyu V.P. Biryukova. Chelyabinsk, 2008. Vyp. 5: Istoriko-kul'turnoe nasledie rossiiskikh regionov. Ch. 1. S. 411-417.
24. Tertyshnik N.V. Dekorativno-prikladnoe iskusstvo khudozhnikov Adygei. Maikop: Grafika, 2015. 296 s.
25. Kovaleva T.I., Manzhikova T.M. Problemy razvitiya sovremennogo dekorativno-prikladnogo iskusstva v Kalmykii. Lichnost' v paradigme mezhkul'turnoi kommunikatsii: yazyk – kul'tura – obrazovanie – muzei (teoreticheskie i prikladnye problemy): Sb. materialov regional'noi nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. Elista, 2019. S. 23-25.
26. Krzhizhevskii M.V. Izuchenie narodnykh khudozhestvennykh promyslov Samarskoi oblasti v tselyakh razvitiya turizma. Servis plus. 2013. N 1. S. 67-70.
27. Moskvina M.V., Krikau L.V. Razvitie khudozhestvennykh promyslov v Novosibirskoi oblasti v kontse KhKh – nachale KhKhI veka. Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredel'nykh territorii. 2016. T. 22. S. 528-531.

Сведения об авторах:

Кузьмина Елена Николаевна

К.б.н., научный сотрудник отдела социально-экономической географии, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук

ORCID 0000-0003-3928-8382

Kuzmina Elena

Candidate of Biological Sciences, Researcher, Department of Socio-Economic Geography, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Свиридов Иван Сергеевич

Инженер отдела социально-экономической географии, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук

ORCID 0009-0002-7618-7265

Sviridov Ivan

Engineer, Department of Socio-Economic Geography, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Для цитирования: Кузьмина Е.Н., Свиридов И.С. Народные художественные промыслы как факторы социально-экономического развития регионов степной зоны // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 55-63. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-55-63

СТЕПНЫЕ СООБЩЕСТВА ЦЕННОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ «БАЛКАНСКИЕ ГОРЫ» (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

***М.В. Лебедева¹, С.М. Ямалов¹, Д.А. Халлиулин¹, А.А. Мулдашев², М.В. Петрова³**

¹Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Россия, Уфа

²Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Россия, Уфа

³Уфимский Университет Науки и Технологий, Стерлитамакский филиал, Россия, Стерлитамак

e-mail: *lebedevamv@mail.ru

В статье приводятся результаты геоботанического обследования территории, перспективной для создания одного из ядер системы особо охраняемых природных территорий Предуралья – «Балканские горы», расположенной в Благоварском административном районе Республики Башкортостан. Впервые охарактеризовано синтаксономическое разнообразие степных сообществ данной территории, которое представлено 3 ассоциациями и 1 безранговым сообществом. В системе единиц растительности Евразии изученные сообщества отнесены к 1 классу, 2 порядкам, 3 союзам. Объем ценофлоры составляет 111 видов высших сосудистых растений, раритетная фракция включает 15 видов, в том числе 9 видов, занесенных в Красные книги, а также 6 видов реликтов и 4 вида горностепных и скальных эндемиков. Выполнен анализ природоохранной значимости изученных степных сообществ. Показано, что ряд степных сообществ данной территории обладает высокой природоохранной значимостью.

Ключевые слова: система охраняемых природных территорий, степи, синтаксономия, класс *Festuco-Brometea*.

Введение

В 2004 году был представлен проект системы особо охраняемых природных территорий для Республики Башкортостан (СОПТ) [1]. Данная система была призвана объединить как существующие ООПТ, так и ценные природные территории (ЦПТ) с высоким природоохранным значением, не имеющие на момент формирования СОПТ официального статуса ОПТ, но необходимые для обеспечения пространственно-функциональной целостности СОПТ и рекомендованные к обязательному резервированию с последующим переводом их в соответствующие категории ОПТ. Ключевым аспектом, определяющим перспективность реализации данного проекта и в настоящее время, является принцип регионального экологического каркаса, лежащий в его основе. Участки ландшафтов, которые характеризуются высокой степенью сохранности растительного покрова, особенно нативных типов растительности, определялись как ядра экокаркаса и должны быть связаны между собой так называемыми «коридорами» – линейными протяженными территориями, образуя сеть. Сети природы являются наиболее актуальным, общепризнанным в мире методом комплексной охраны биоразнообразия как на уровне видов, так и на уровне сообществ и ландшафтов [2]. В антропогенно нарушенных ландшафтах Предуралья Республики Башкортостан в пределах северной и южной лесостепи сочетание интенсивного освоения под сельхозугодия и внедрения лесомелиорации в XIX-XX вв., активной застройки индивидуального жилищного строительства, роста урбанизации, развития внутреннего туризма в настоящее время определяет высокую актуальность мониторинга состояния ценных природных территорий. Перспективными к охране являются участки сохранившихся луговых степей. Луговые степи

являются зональным типом растительности лесостепной зоны. Эти сообщества в Республике Башкортостан, как и в Европе, являются одними из самых богатых видами сообществ в мире [3-5]. Естественные травяные сообщества сохраняются, несмотря на антропогенное давление последних веков, и не только имеют наилучшие шансы противостоять давлению глобальных изменений XXI века, но и рассматриваются как один из основных инструментов митигации климатических рисков [6]. Также интерес к эталонным степным участкам определяется развитием на Южном Урале программ по декарбонизации и развитию участков Евразийского карбонового полигона [7].

На сегодняшний день уфимскими геоботаниками ведется планомерная работа по обоснованию создания малых ООПТ на территории Предуралья [8]. Настоящая работа посвящена инвентаризации степных сообществ ЦПТ «Балканские горы» и оценке их природоохранной значимости как наиболее крупного в Предуралье участка с сохранившимися степными массивами среди территорий, не обладающих природоохранным статусом.

Природные условия района исследования. ЦПТ «Балканские горы» представляет собой гряду холмов в Благоварском административном районе Республики Башкортостан в 3-5 км от села Языково (рис. 1).

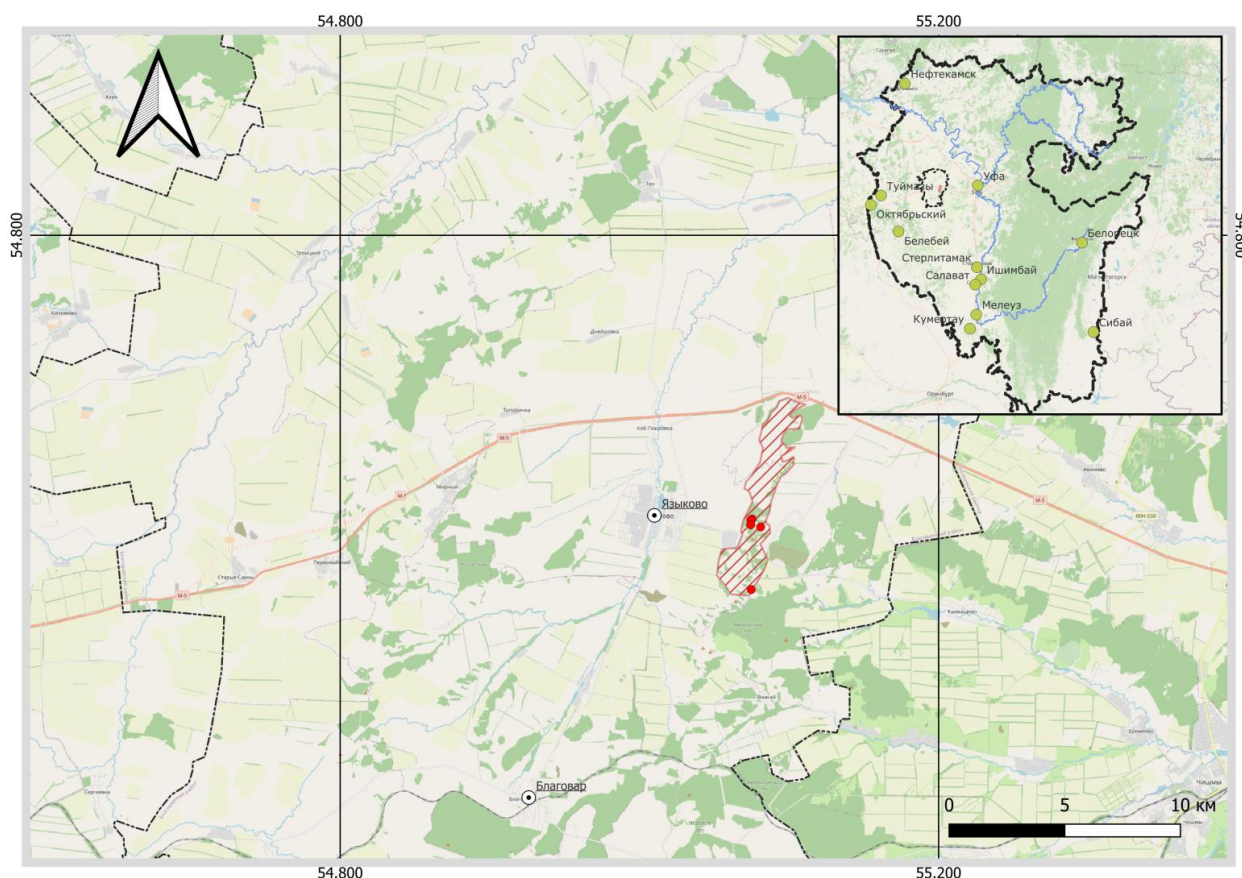


Рисунок 1 – Схема расположения ЦПТ «Балканские горы» (код участка 14.2.1.) на территории Благоварского административного района Республики Башкортостан

Географически данная территория относится к Камско-Бельскому увалистому понижению на восточной окраине Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Рельеф – увалисто-волнистая равнина. Наивысшая точка – гора Царь-Балкан (высота 295 м).

Для территории исследования характерен континентальный климат с недостаточным увлажнением. Средняя годовая температура 2,2°C в районе исследования. Среднегодовое количество осадков варьирует в диапазоне от 350 до 450 мм. Преобладающие почвы – типичные и выщелоченные черноземы. Район сильно освоенный, более 80 % территории района представляют сельхозугодия. Около 7 % территории находится под лесами и

посадками леса. В лесах преобладают береза, дуб, липа и осина. Старовозрастные и хвойные леса отсутствуют. Степная растительность (луговые и каменистые степи) в той или иной степени пастбищной деградации сохранилась лишь по эрозионным склонам (Балкан-тау и др.).

В рамках геоботанического районирования Башкортостана исследуемая территория располагается в степной зоне Республики Башкортостан, в Южной Дубовой лесостепи, в Чекмагушевско-Стерлитамакском округе широколиственных лесов, обыкновенноковыльных, узколистноковыльных и типчаковых степей, а в нем, в свою очередь, к Чекмагушевско-Языковскому району дубовых и смешанных широколиственных лесов обыкновенноковыльных, узколистноковыльных и красивейшековыльных степей [9].

В соответствии с физико-географическим районированием БАССР исследуемая территория относится к подзоне южной лесостепи провинции Высокого Заволжья [10].

Материалы и методы

Для изучения сохранившихся степных сообществ ЦПТ «Балканские горы» было выполнено геоботаническое обследование на 6 пробных площадках площадью 100 м² с использованием стандартной методики. Для оценки участия видов в растительном покрове применяли шкалу Браун-Бланке [11]: г – единичные особи; + – покрытие менее 1 %; 1 – покрытие 1-5 %; 2 – покрытие 6-25 %; 3 – покрытие 26-50 %; 4 – покрытие 51-75 %; 5 – покрытие 76-100 %. Для классификации сообществ на изученной территории применялся эколого-флористический подход [12]. Формирование баз данных списков видов осуществлялось в программе TURBOVEG 2.0 [13]. Обработка и автоматический анализ списков видов проводились в программе Juice 7.0 [14] с последующей ручной корректировкой. Для сравнения рассматриваемых сообществ с ранее изученными типами степной растительности использованы методы непрямой DCA-ординации с применением пакета программ CANOCO 4.5 [15] с привлечением данных из фитоценотеки нетравяной растительности Южного Урала [16].

Номенклатура видов растений приводится по сводке С.К. Черепанова [17]. Номенклатура синтаксонов дана по Международному кодексу фитосоциологической номенклатуры [18]. Редкие и нуждающиеся в охране виды определены согласно спискам Красной книги Российской Федерации [19], Красной книги Республики Башкортостан [20], а также по обзорным работам П.Л. Горчаковского [21] и П.В. Куликова с соавторами [22] по эндемичной флоре Урала.

Для оценки природоохранной значимости выявленных растительных сообществ были применены критерии, разработанные уфимскими геоботаниками [23].

Результаты и обсуждение

В рамках проекта СОПТ РБ рассматриваемая территория зарезервирована для организации заказника для восстановления, охраны и рационального использования природных комплексов [1], имеющих высокое природоохранное значение.

Синтаксономический анализ геоботанических описаний позволил дифференцировать степные сообщества в ранге 3 ассоциаций и 1 безрангового сообщества (см. табл. 1) трех союзов двух порядков класса *Festuco-Brometea*. Их соотношение в системе единиц растительности Евразии приводится в продромусе:

Продромус степной растительности ЦПТ «Балканские горы»

Класс *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947 (степи Евразии)

Порядок *Helictotricho-Stipetalia* Toman 1969 (заволжско-казахстанские настоящие степи)

Союз *Helictotricho desertorum-Orostachyion spinosae* Korolyuk 2017 all. prov. (петрофитные степи)

Ассоциация *Scorzonero austriacae-Astragaletum helmii* nov. prov.

Союз *Helictotricho desertori–Stipion rubentis* Toman 1969 (степи на развитых почвах)

Ассоциация *Astragalo austriacae–Stipetum pulcherrimae* Martynenko et al. 2018

Порядок *Brachypodietalia pinnati* Korneck 1974 (луговые степи Евразии)

Союз *Cirsio–Brachypodion pinnati* Hadač & Klika in Klika & Hadač 1944 (луговые степи Евразии)

Ассоциация *Poo angustifoliae–Stipetum pennatae* Yamalov et al. 2013

Сообщество *Plantago urvillei–Achillea millefolium*

Таблица 1 – Синтаксоны степной растительности ЦПТ «Балканские горы»

Порядковый номер описания	1	2	3	4	5	6
Номер в базе данных	6700	5858	6698	5843	5844	6699
ОПП, %	40	40	60	80	80	70
Каменистость субстрата, %	10	15	2			
Экспозиция склона	ЮЗ	ЮЗ	Ю	ЮВ	-	-
Крутизна склона ⁰	35	45	30	35	2	0
Число видов	29	26	32	47	60	37
1	2	3	4	5	6	7
Диагностические виды ассоциации <i>Scorzonero austriacae–Astragaletum helmii</i> nov. prov.						
<i>Scorzonera austriaca</i>	1	r	.	.	.	.
<i>Astragalus helmii</i>	+	2	+	.	.	.
<i>Ephedra distachya</i>	+	r	.	.	.	.
<i>Alyssum lenense</i>	+	r	+	.	.	.
Диагностические виды ассоциации <i>Astragalo austriacae–Stipetum pulcherrimae</i>						
<i>Stipa pulcherrima</i>	.	.	3	r	.	.
<i>Astragalus austriacus</i>	.	.	+	r	r	.
Диагностические виды ассоциации <i>Poo angustifoliae–Stipetum pennatae</i>						
<i>Stipa pennata</i>	+	.	.	2	1	+
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	.	1	1	.
<i>Stipa capillata</i>	.	r	.	r	3	.
Диагностические виды сообщества <i>Plantago urvillei–Achillea millefolium</i>						
<i>Plantago urvillei</i>	.	.	.	.	r	2
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	1
<i>Viola rupestris</i>	.	.	.	.	.	1
<i>Veronica prostrata</i>	.	.	.	.	.	+
Диагностические виды союза <i>Helictotricho–Stipion</i> и порядка <i>Helictotricho–Stipetalia</i>						
<i>Helictotrichon desertorum</i>	+	.	2	3	1	1
<i>Onosma simplicissima</i>	1	r	+	r	r	+
<i>Potentilla humifusa</i>	.	.	.	.	r	2
<i>Carex pediformis</i>	+	.	+	r	r	1
<i>Allium rubens</i>	.	r	.	r	.	.
<i>Alyssum tortuosum</i>	.	r	.	.	r	.
<i>Clausia aprica</i>	.	.	.	.	r	+
<i>Eremogone koriniana</i>	.	.	.	.	r	+
<i>Koeleria sclerophylla</i>	1	.	+	.	.	.
Диагностические виды союза <i>Cirsio–Brachypodion pinnati</i> и порядка <i>Brachypodietalia pinnati</i>						
<i>Adonis vernalis</i>	.	.	.	r	r	r
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	.	.	r	r	1
<i>Polygala comosa</i>	+	.	.	.	.	+
<i>Seseli libanotis</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Tephroseris integrifolia</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Pedicularis kaufmannii</i>	+	.	.	.	.	+
<i>Inula salicina</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Amoria montana</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Fragaria viridis</i>	.	.	.	.	r	.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

1	2	3	4	5	6	7
Диагностические виды класса <i>Festuco-Brometea</i>						
<i>Gypsophila altissima</i>	+	r	+	r	r	.
<i>Potentilla arenaria</i>	+	r	1	r	r	.
<i>Euphorbia subcordata</i>	+	.	+	r	r	.
<i>Salvia stepposa</i>	.	.	.	r	r	+
<i>Anemone sylvestris</i>	.	.	.	r	r	1
<i>Galium octonarium</i>	1	.	1	.	r	.
<i>Galium verum</i>	.	.	1	r	r	.
<i>Festuca pseudovina</i>	.	.	.	1	1	1
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	.	r	.	r	r	.
<i>Thymus marschallianus</i>	.	.	.	r	r	+
<i>Veronica spicata</i>	.	.	.	r	r	+
<i>Viola ambigua</i>	.	.	+	.	r	+
<i>Artemisia sericea</i>	.	.	.	.	r	1
<i>Koeleria cristata</i>	.	r	.	.	r	.
<i>Asparagus officinalis</i>	.	.	r	r	.	.
<i>Artemisia latifolia</i>	.	.	.	r	r	.
<i>Campanula sibirica</i>	.	.	.	r	r	.
<i>Hieracium virosum</i>	.	.	.	r	r	.
<i>Taraxacum erythrospermum</i>	.	.	+	.	.	1
<i>Centaurea ruthenica</i>	.	.	.	.	r	+
<i>Trinia muricata</i>	.	.	+	r	.	.
<i>Galatella villosa</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Hypericum elegans</i>	.	.	.	r	.	.
<i>Echinops ritro</i>	.	r	.	r	r	.
<i>Inula hirta</i>	.	.	.	.	r	.
<i>Medicago romanica</i>	.	.	.	.	r	.
<i>Oxytropis pilosa</i>	.	.	.	.	r	.
Прочие виды						
<i>Agropyron desertorum</i>	+	.	.	.	.	.
<i>Hedysarum grandiflorum</i>	1	r	1	r	r	.
<i>Artemisia campestris</i>	1	r	1	.	r	+
<i>Centaurea marschalliana</i>	+	r	1	r	r	.
<i>Galium tinctorium</i>	.	r	.	r	r	1
<i>Stipa korshinskyi</i>	2	r	.	r	+	.
<i>Elytrigia repens</i>	+	.	1	.	r	1
<i>Euphorbia seguierana</i>	2	.	+	r	r	.
<i>Linum perenne</i>	+	2	+	.	r	.
<i>Pulsatilla patens</i>	.	.	.	r	r	1
<i>Scabiosa isetensis</i>	+	r	+	.	.	.
<i>Thalictrum minus</i>	.	.	+	r	r	.
<i>Thesium arvense</i>	+	r	+	.	.	.
<i>Thymus cimicinus</i>	1	1	+	.	.	+
<i>Artemisia salsoloides</i>	.	r	+	.	.	.
<i>Hedysarum gmelinii</i>	.	.	.	r	r	.
<i>Onobrychis sibirica</i>	.	.	.	r	r	.
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	.	.	.	r	r	.
<i>Senecio jacobaea</i>	.	.	r	.	r	.
<i>Agrimonia asiatica</i>	.	.	.	r	.	.

Примечание. Кроме того, встречены: *Agropyron pectinatum* 2 (r), *Allium strictum* 5 (r), *Astragalus wolgensis* 3 (+), *Campanula wolgensis* 6 (+), *Caragana frutex* 4 (r), *Echinops ruthenicus* 1 (+), *Elytrigia intermedia*, 2 (r), *E. lolioides* 4 (r), *Euphrasia pectinata* 1 (+), 5 (r), *Falcaria vulgaris* 4 (r), *Gentiana cruciata* 5 (r), *Hedysarum razoumovianum* 4 (r), *Jurinea arachnoidea* 1 (+), *J. cyanoides* 6 (+), *Krascheninnikovia ceratoides* 3 (1), *Linum flavum* 4 (r), *Meniocus linifolius* 3 (+), *Oxytropis gmelinii* 4 (r), *Pimpinella saxifraga* 5 (r), *P. tragium* 4 (r), *Scorzonera purpurea* 5 (r), *S. stricta* 3 (+), *Senecio schvetzovii* 6 (+), *Silene chlorantha* 5 (r), *Sisymbrium polymorphum* 5 (r), *Thesium ebracteatum* 6 (+), *Veronica spuria* 5 (r), *Vincetoxicum albowanum* 4 (r), *Xanthoselinum alsaticum* 5 (r).

Локализация описаний: Республика Башкортостан, Благоварский район: 1 – склон г. Царь-Балкан, юго-западная экспозиция, 2 – склон Балканского хребта, юго-западная экспозиция, 3 – склон г. Царь-Балкан, южная экспозиция, 4 – склон г. Царь-Балкан, юго-восточная экспозиция, 5 и 6 – вершина г. Царь-Балкан.

Координаты описаний: 1 – 54.6905594 с.ш., 55.0753560 в.д.; 2 – 54.66328 с.ш., 55.07483 в.д.; 3 – 54.6883212 с.ш., 55.0744751 в.д.; 4 – 54.68748 с.ш., 55.08109 в.д.; 5 – 54.69011 с.ш., 55.07458 в.д.; 6 – 54.69034 с.ш., 55.07407 в.д. Авторы описаний: 1, 3, 6 – Мулдашев А.А., 2 – Баянов А.В., 3 – Мулдашев А.А., 4 и 5 – Ямалов С.М., 6 – Мулдашев А.А.

Ассоциация *Scorzonero austriacae*–*Astragaletum helmii* nov. prov.

(таблица 1, колонки № 1-2)

Диагностические виды: *Scorzonera austriaca*, *Astragalus helmii*, *Ephedra distachya*, *Alyssum lenense*.

Ассоциация объединяет каменистые степи, приуроченные к выходам известняков на верхних частях склонов южных экспозиций. Представляют собой петрофитный вариант южных зональных сухих лессингоковыльных степей ассоциации *Scorzonero austriacae*–*Stipetum lessingianae*. На изученной территории приурочены к вершинам холмов и верхним частям склонов южной экспозиции.

Проективное покрытие травостоя 40 %. Среднее число видов на 100 м² составляет 28.

В травостое преобладают *Stipa korshinskyi* и *Euphorbia seguierana*, также обильны петрофиты – *Hedysarum grandiflorum*, *Artemisia campestris*, *Thymus cimicinus*, *Onosma simplicissima*, *Ephedra distachya*, *Alyssum lenense*, *Koeleria sclerophylla*, *Centaurea marschalliana*. Во флористическом составе присутствуют виды южных вариантов сухих и каменистых степей: *Koeleria sclerophylla*, *Galium octonarium*, *Koeleria cristata*. Группа степных и лугопустынных видов представлена слабо.

Ассоциация *Astragalo austriacae*–*Stipetum pulcherrimae*

(таблица 1, колонка № 3)

Диагностические виды: *Stipa pulcherrima*, *Astragalus austriacus*.

Ассоциация объединяет сообщества красивейшековыльных степей, широко распространенных в Предуралье на известковых почвах. На изученной территории встречаются редко на развитых почвах, приурочены к средним и верхним частям склонов южных экспозиций.

Проективное покрытие травостоя 60 %. Видовая насыщенность – 32 вида на 100 м².

В травостое доминирует дерновинный злак *Stipa pulcherrima*, который образует характерный аспект сообществ в первой половине июня при цветении. Содоминантом выступает *Helictotrichon desertorum*. С более низкими баллами обилия встречаются лугопустынные виды – *Galium verum*, *Asparagus officinalis*, *Thalictrum minus*, *Senecio jacobaea*. Высокую долю в ценофлоре имеют петрофиты (*Onosma simplicissima*, *Koeleria sclerophylla*, *Carex pediformis*). На пространственном градиенте контактируют с сообществами ассоциации *Scorzonera austriaca*–*Astragalus helmii*.

Ассоциация *Poo angustifoliae*–*Stipetum pennatae*

(таблица 1, колонки № 4, 5)

Диагностические виды: *Stipa pennata*, *Poa angustifolia*, *Stipa capillata*.

Ассоциация объединяет сообщества луговых богаторазнотравных степей, широко распространенных в лесостепной зоне Южного Урала. На изученной территории встречаются на вершинах холмов и нижних частях склонов. Являются наиболее богатовидовыми сообществами ЦПТ «Балканские горы».

Проективное покрытие травостоя 80 %. Видовая насыщенность высокая – 47-60 видов на 100 м².

Основу травостоя составляют виды луговых степей, такие как *Stipa pennata*, *Poa angustifolia*, *Onobrychis sibirica*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Thalictrum minus*, *Pulsatilla patens*, *Adonis vernalis*, *Filipendula vulgaris*, *Thymus marschallianus*, *Veronica spicata* и др. Преобладают злаки – *Festuca pseudovina*, *Stipa pennata*, *Poa angustifolia*, при усилении пастбищной нагрузки доминирование переходит к *Stipa capillata*. С низким обилием встречаются луговые и опушечные виды (*Agrimonia asiatica*, *Pimpinella saxifraga*), а также степные кустарники – *Chamaecytisus ruthenicus*, *Caragana frutex*.

Сообщество ***Plantago urvillei*–*Achillea millefolium***

(таблица 1, колонка № 6)

Диагностические виды: *Plantago urvillei*, *Achillea millefolium*, *Viola rupestris*, *Veronica prostrata*.

Сообщество объединяет среднесбитые степные пастбища, представляющие первую стадию деградации луговых степей территории исследования. На изученной территории встречаются на вершинах холмов и выровненных участках на некаменистых развитых почвах.

Проективное покрытие травостоя 70 %. Видовая насыщенность высокая – 37 видов на 100 м².

Основу травостоя составляют виды пастбищного низкотравья и плохое поедаемые скотом виды, такие как *Onosma simplicissima*, *Potentilla humifusa*, *Carex pediformis*, *Festuca pseudovina*, *Taraxacum erythrospermum* и др. В ценофлоре хорошо представлены виды луговых степей порядка *Adonis vernalis*, *Filipendula vulgaris*, *Polygala comosa*, *Seseli libanotis*, *Tephrosieris integrifolia*, *Amoria montana*, *Stipa pennata* и др.

Отнесение изученных сообществ к ранее описанным синтаксонам подтверждает сравнение флористического состава (табл. 2). Для степной растительности ЦПТ «Балканские горы» выявлено сходство с фитоценозами природного парка «Аслыкуль» [24].

Таблица 2 – Сравнительная таблица синтаксонов степной растительности

Синтаксон	1*	2	3		4	5		6	7		8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Д.в. ассоциации <i>Scorzonero austriacae</i> - <i>Astragaletum helmii</i>											
<i>Ephedra distachya</i>	V	II	III	I	.	+	r	.	.	.	.
<i>Scorzonera austriaca</i>	II	II	I	III	.	1	r	.	.	.	.
<i>Alyssum lenense</i>	III	.	.	.	.	+	r	+	.	.	.
<i>Astragalus helmii</i>	IV	II	I	.	.	+	2	+	.	.	.
Д.в. ассоциации <i>Astragalo helmii-Stipetum lessingianae</i>											
<i>Stipa lessingiana</i>	IV	II	III	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia salsoloides</i>	III	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.
Д.в. ассоциации <i>Salvio nutantis-Stipetum korshinsky</i>											
<i>Stipa korshinskyi</i>	II	V1 ⁻³	I	II	.	2	r	.	r	+	.
Д.в. ассоциации <i>Astragalo austriacae-Stipetum pulcherrimae</i>											
<i>Stipa pulcherrima</i>	II	II	IV	IV	I	.	.	3	r	.	.
<i>Potentilla glaucescens</i>	IV	IV	V	III	II	.	.	.	.	.	.
<i>Viola ambigua</i>	I	II	IV	III	III	.	.	+	.	r	+
<i>Astragalus austriacus</i>	II	IV	V	IV	II	.	.	+	r	r	.
<i>Oxytropis hippolyti</i>	IV	II	III	III	III	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia nutans</i>	I	IV	II	III	I	.	.	.	.	.	.
Д.в. ассоциации <i>Poo angustifoliae-Stipetum pennatae</i>											
<i>Onobrychis tanaitica</i>	.	I	II	III	V	.	.	.	.	.	.
<i>Stipa pennata</i>	II	.	III	III	IV	+	.	.	2	1	+
<i>Phleum phleoides</i>	.	.	I	III	II	.	.	.	.	.	.
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	I	II	IV	.	.	.	1	1	.
<i>Amoria montana</i>	.	.	.	II	V	.	.	.	.	.	+
<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	.	I	IV	.	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis kaufmannii</i>	.	.	I	I	V	+	.	.	.	.	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Д.в. союза Helictotricho desertorum-Orostachyion spinosae											
<i>Echinops crispus</i>	V	IV	V	IV	III	.	.	.	.	.	.
<i>Carex pediformis</i>	IV	IV	IV	IV	II	+	.	+	r	r	1
<i>Thymus talijevii</i>	V	III	II	II	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scabiosa isetensis</i>	IV	IV	II	I	.	+	r	+	.	.	.
<i>Asperula petraea</i>	II	I	I	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Koeleria sclerophylla</i>	IV	II	II	I	.	1	.	+	.	.	.
<i>Elytrigia lolioides</i>	II	.	II	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eremogone koriniana</i>	III	III	V	I	.	.	.	.	.	r	+
<i>Centaurea marschalliana</i>	III	III	IV	II	.	+	r	1	r	r	.
<i>Euphorbia seguierana</i>	III	II	I	.	.	2	.	+	r	r	.
<i>Hedysarum grandiflorum</i>	IV	II	II	.	.	1	r	1	r	r	.
<i>Goniolimon elatum</i>	IV	II	III	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron desertorum</i>	III	II	I	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Allium globosum</i>	III	II	II	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus testiculatus</i>	II	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dianthus acicularis</i>	III	III	I	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tanacetum kittaryanum</i>	III	IV	II	II	.	.	.	.	.	.	.
Д.в. порядка Helictotricho-Stipetalia											
<i>Helictotrichon desertorum</i>	II	IV	IV	V	I	+	.	2	3	1	1
<i>Artemisia austriaca</i>	III	IV	IV	III	II	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia stepposa</i>	II	IV	IV	V	V	.	.	.	r	r	+
<i>Stipa capillata</i>	V	V	IV	IV	.	.	r	.	r	3	.
<i>Carex supina</i>	I	II	I	II	II	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla humifusa</i>	.	I	I	III	II	.	.	.	.	r	2
<i>Galatella angustissima</i>	I	I	II	III	II	.	.	.	.	.	.
<i>Onosma simplicissima</i>	II	IV	II	III	II	1	r	+	r	r	+
<i>Euphorbia caesia</i>	I	I	IV	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alyssum tortuosum</i>	I	V	II	II	.	.	r	.	.	r	.
<i>Hieracium virosum</i>	.	.	I	II	.	.	.	.	r	r	.
Д.в. класса Festuco-Brometea											
<i>Festuca pseudovina</i>	V	IV	IV	IV	V	.	.	.	1	1	1
<i>Koeleria cristata</i>	I	II	II	III	III	.	r	.	.	r	.
<i>Thalictrum minus</i>	I	III	II	V	IV	.	.	+	r	r	.
<i>Campanula sibirica</i>	II	III	V	V	V	.	.	.	r	r	.
<i>Galium verum</i>	II	II	II	IV	V	.	.	1	r	r	.
<i>Veronica spicata</i>	II	II	IV	III	IV	.	.	.	r	r	+
<i>Medicago romanica</i>	III	IV	V	IV	IV	.	.	.	.	r	.
<i>Artemisia latifolia</i>	I	III	II	III	I	.	.	.	r	r	.
<i>Fragaria viridis</i>	.	I	I	V	V	.	.	.	.	r	.
<i>Plantago urvillei</i>	.	II	I	IV	IV	.	.	.	.	r	2
<i>Anemone sylvestris</i>	.	.	I	III	IV	.	.	.	r	r	1
<i>Seseli libanotis</i>	.	.	I	III	IV	.	.	.	.	.	+
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	I	.	IV	V	.	.	.	r	r	1
<i>Thymus marschallianus</i>	.	I	I	III	V	.	.	.	r	r	+
<i>Adonis vernalis</i>	.	.	II	II	IV	.	.	.	r	r	r
<i>Inula hirta</i>	.	I	II	III	III	.	.	.	.	r	.
<i>Senecio jacobaea</i>	.	I	I	II	II	.	.	r	.	r	.
Прочие виды											
<i>Artemisia lerchiana</i>	III	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	IV	II	III	I	.	.	.	.	.	.	.
<i>Kochia prostrata</i>	IV	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron pectinatum</i>	III	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium octonarium</i>	IV	IV	V	IV	I	1	.	1	.	r	.
<i>Elytrigia repens</i>	III	IV	IV	IV	II	+	.	1	.	r	1
<i>Gypsophila altissima</i>	III	II	V	IV	V	+	r	+	r	r	.
<i>Thesium arvense</i>	II	II	IV	II	V	+	r	+	.	.	.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Oxytropis pilosa</i>	.	I	III	III	V	.	.	.	.	r	.
<i>Galatella villosa</i>	III	II	V	II	.	.	.	.	r	.	.
<i>Hedysarum gmelinii</i>	II	II	II	II	II	.	.	.	r	r	.
<i>Veronica prostrata</i>	.	.	I	I	IV	.	.	.	.	.	+
<i>Artemisia sericea</i>	.	.	I	III	III	.	.	.	.	r	1
<i>Galium tinctorium</i>	I	.	I	III	II	.	r	.	r	r	1

Примечание: 1 – асс. *Astragalo helmii-Stipetum lessingianae* Martynenko et al. 2018; 2 – асс. *Salvio nutantis-Stipetum korshinskyi* Martynenko et al. 2018; 3, 6 – асс. *Astragalo austriacae-Stipetum pulcherrimae*; 4, 7 – асс. *Poo angustifoliae-Stipetum pennatae*; 5 – асс. *Scorzonero austriacae-Astragaletum helmii* nov. prov., 8 – сообщество *Plantago urvillei-Achillea millefolium*; 1-4 – сообщества на территории природного парка Аслы-куль [24]; 5-8 – сообщества на территории ЦПТ «Балканские горы».

Анализ природоохранной значимости. Объем ценофлоры в степных сообществах ЦПТ «Балканские горы» составляет 111 видов высших сосудистых растений. Среди них 15 видов относятся к категории редких и нуждающихся в охране (табл. 3). В их число входят 6 эндемичных видов, относимых П.Л. Горчаковским к группе горнотепных и скальных эндемиков [19], а также 4 вида реликтовой флоры Южного Урала [25].

Таблица 3 – Редкие и нуждающиеся в охране виды растений в степных сообществах ЦПТ «Балканские горы»

Вид	КК РФ* (2023)	КК РБ* (2021)	Реликт**	Эндемик**	Встречаемость в сообществах на территории исследования***
<i>Stipa pulcherrima</i>	3	5	.	.	II
<i>Artemisia salsoloides</i>	.	3	.	.	II
<i>Hedysarum razoumovianum</i>	.	3	.	+	I
<i>Stipa korshinskyi</i>	.	3	.	.	IV
<i>Astragalus helmii</i>	.	5	.	+	III
<i>Hedysarum grandiflorum</i>	.	5	.	.	V
<i>Koeleria sclerophylla</i>	.	5	.	+	II
<i>Oxytropis gmelinii</i>	.	5	.	+	I
<i>Stipa pennata</i>	.	5	.	.	IV
<i>Allium rubens</i>	.	.	+	.	II
<i>Alyssum lenense</i>	.	.	+	.	III
<i>Carex pediformis</i>	.	.	+	.	V
<i>Hedysarum gmelinii</i>	.	.	+	.	II
<i>Astragalus wolgensis</i>	.	.	.	+	I
<i>Thymus bashkiriensis</i>	.	.	.	+	I

Примечание: * – приведены статусы видов по Красным книгам (КК); ** – указано присутствие (+) или отсутствие (.) вида; *** – класс постоянства по шкале I – 1-20 %, II – 21-40 %, III – 41-60 %, IV – 61-80 %, V – 81-100 % [11].

Наибольшее число редких и нуждающихся в охране видов выявлено в ассоциации *Scorzonero austriacae-Astragaletum helmii* – всего 10 видов. В ассоциациях *Poo angustifoliae-Stipetum pennatae* и *Astragalo austriacae-Stipetum pulcherrimae* отмечено по 8 видов. Наиболее ценными редкими видами, имеющими 3-й статус по Красным книгам РБ и РФ (редкие виды с ограниченной численностью, встречающиеся на ограниченной территории, для выживания которых необходимо принятие специальных мер охраны), являются *Stipa pulcherrima*, *Artemisia salsoloides*, *Hedysarum razoumovianum*, *Stipa korshinskyi*.

Для сообществ проведена оценка природоохранной значимости и уточнен уровень обеспеченности охраной на территории Республики Башкортостан (табл. 4).

Из представленных расчетов видно, что степные сообщества ЦПТ «Балканские горы» преимущественно имеют высокий и средний уровень природоохранной значимости. Среди них наибольшую ценность представляют сообщества богаторазнотравных луговых степей

(ассоциации *Astragalo austriacae–Stipetum pulcherrimae* и *Poo angustifoliae–Stipetum pennatae*), а также петрофитные степи ассоциации *Scorzonero austriacae–Astragaletum helmii*.

Таблица 4 – Природоохранная значимость (С) синтаксонов ЦПТ «Балканские горы»

Показатель	F	B	S	N	D	V	C	P
Весовой коэффициент	3	3	2	1	2	1		
Ассоциация (сообщество)								
<i>Scorzonero austriacae–Astragaletum helmii</i>	2	1	3	3	3	2	26	3
<i>Astragalo austriacae–Stipetum pulcherrimae</i>	2	1	3	3	3	1	25	3
<i>Poo angustifoliae–Stipetum pennatae</i>	2	1	2	3	3	1	22	3
<i>Plantago urvillei–Achillea millefolium</i>	1	1	1	3	2	1	16	3

Условные обозначения: F – флористическая значимость, B – фитосоциологическая ценность, S – распространение, N – естественность, D – сокращение площади, V – восстанавливаемость, C – категория охраны, P – обеспеченность охраной. Значения критериев, характеризующие выделенные сообщества, обозначены цифрами. Для расчета показателя природоохранной значимости они умножаются на весовой коэффициент и суммируются.

Состояние обеспеченности охраной степных комплексов в районе остается неудовлетворительным. Единственной ООПТ в районе является заказник по охране популяции горицвета весеннего в 1,5 км к востоку от с. Узыбаш, созданный Постановлением Совета Министров БАССР № 555 от 2 ноября 1977 г. «Об организации заказников по охране лекарственных растений на землях Гослесфонда».

Выводы

Таким образом, было выявлено разнообразие растительных сообществ ЦПТ – «Балканские горы», расположенной в Благоварском административном районе Республики Башкортостан. Впервые выявлено разнообразие степных сообществ данной территории, которое представлено 3 ассоциациями и 1 безранговым сообществом. В системе единиц растительности Евразии изученные сообщества отнесены к 1 классу, 2 порядкам, 3 союзам. Растительный покров представлен луговыми богаторазнотравными степями, их петрофитными и пастбищными вариантами.

Ценофлора степных сообществ ЦПТ «Балканские горы» включает в себя 111 видов высших сосудистых растений, среди которых 15 редких и нуждающихся в охране видов эндемичных видов, в том числе 6 видов из группы горностепных и скальных эндемиков, а также 4 вида реликтовой флоры Южного Урала.

Оценка природоохранной значимости растительных сообществ показала, что наибольшую ценность представляют сообщества богаторазнотравных луговых степей (ассоциации *Astragalo austriacae–Stipetum pulcherrimae* и *Poo angustifoliae–Stipetum pennatae*), а также петрофитные степи ассоциации *Scorzonero austriacae–Astragaletum helmii*.

Охват действующими ООПТ на территории Предуралья Республики Башкортостан сохранившихся степных сообществ остается крайне низким. Необходимо придание ЦПТ статуса ООПТ регионального значения для сохранения степей на северной границе ареала.

Благодарности

Работа выполнена по теме «Биологическое разнообразие растительных ресурсов России: состояние, динамика, экология видов и сообществ, сохранение генофонда, проблемы интродукции, воспроизводства и неистощительного использования», № темы FMRS-2025-0018.

Список литературы

1. Мулдашев А.А., Миркин Б.М., Барановская Т.А. Охрана природы для человека – проект СОПТ РБ // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2005. Т. 10. № 1. С. 49-56.
2. Пространственное развитие степных и постцелинных регионов Европейской России. Т. I / Под науч. ред. академика РАН А.А. Чибилёва. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. 192 с.
3. Willner W., Roleček J., Korolyuk A., Dengler J., Chytrý M., Janišová M., Lengyel A., Aćić S., Becker T., Čuk M., Demina O., Jandt U., Kački Z., Kuzemko A., Kropf M., Lebedeva M., Semenishchenkov Y., Šilc U., Stančić Z., Staudinger M., Vassilev K., Yamalov S. Formalized classification of semi-dry grasslands in Central and Eastern Europe // *Preslia*. 2019. Vol. 91. No. 1. P. 25-49. DOI: 10.23855/preslia.2019.025.
4. Roleček J., Čornej I.I., Tokarjuk A.I. Understanding the extreme species richness of semi-dry grasslands in east-central Europe: a comparative approach // *Preslia*. 2014. Vol. 86. No. 1. P. 13-34.
5. Chytrý M., Dražil T., Hájek M., Kalníková V., Preislerová Z., Šibík J., Ujházy K., Axmanová I., Bernátová D., Blanár D., Dančák M., Dřevojan P., Fajmon K., Galváněk D., Hájková P., Herben T., Hrivnák R., Janeček Š., Janišová M., Jiráská Š., Kliment J., Kochjarová J., Lepš J., Leskovjanská A., Merunková K., Mládek J., Slezák M., Šeffer J., Šefferová V., Škodová I., Uhlířová J., Ujházyová M., Vymazalová M. The most species-rich plant communities in the Czech Republic and Slovakia (with new world records) // *Preslia*. 2015. Vol. 87. P. 217-278.
6. Scholtz R., Twidwell D. The last continuous grasslands on Earth: Identification and conservation importance // *Conservation Science and Practice*. 2022. Vol. 4. Iss. 3. e626. DOI: 10.1111/csp2.626.
7. 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(69). С. 64-73. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-4-64-73.
8. Лебедева М.В., Сачков А.Г., Ямалов С.М., Мулдашев А.А. О растительном покрове ценной природной территории «Степи у села Романовка» (Республика Башкортостан) // Вопросы степеведения. 2023. № 4. С. 114-127. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-4-114-127.
9. Жудова П.П. Геоботаническое районирование Башкирской АССР. Уфа: Башкнигоиздат, 1966. 124 с.
10. Физико-географическое районирование Башкирской АССР / Ред. коллегия: И.П. Кадильников и др. Уфа, 1964. 210 с.
11. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломеш А.И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2001. 264 с.
12. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: АН РБ; Гилем, 2012. 488 с.
13. Hennekens S.M. TURBO(VEG). Software package for input, processing and presentation of phytosociological data. USER'S guide. IBN-DLO Wageningen et university of Lancaster, 1995. 70 p.
14. Tichy L. JUICE, software for vegetation classification // *Journal of Vegetation Science*. 2002. Vol. 13. Iss. 3. P. 451-453. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x.
15. Ter Braak C.J.F., Šmilauer P. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). New York: Microcomputer Power, 2002. 500 p.
16. Yamalov S., Muldashev A., Bayanov A., Jirnova T., Solomesch A. Database Meadows and Steppes of South Ural // *Biodiversity and Ecology*. 2012. № 4. P. 291.
17. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья-95, 1995. 992 с.

18. Theurillat J.-P., Fernández-González F., Bültmann H., Carni A., Gigante D., Mucina L., Weber H. International code of phytosociological nomenclature. 4th edition // *Applied Vegetation Science*. 2020. Vol. 24. No. 1. P. 1-62. DOI: 10.1111/avsc.12491.
19. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Приказ 23.05.2023 № 320 «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210008> (дата обращения: 26.05.2025).
20. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1: Растения и грибы. М.: Студия онлайн, 2021. 392 с.
21. Горчаковский П.Л. Эндемичные и реликтовые элементы во флоре Урала и их происхождение // *Материалы по истории флоры и растительности СССР*. 1963. Вып. 4. С. 285-375.
22. Куликов П.В., Золотарева Н.В., Подгаевская Е.Н. Эндемичные растения Урала во флоре Свердловской области. Екатеринбург: Изд-во Голицынский, 2013. 612 с.
23. Мартыненко В.Б., Миркин Б.М., Баишева Э.З., Мулдашев А.А., Наумова Л.Г., Широких П.С., Ямалов С.М. Зеленые книги: концепции, опыт, перспективы // *Успехи современной биологии*. 2015. Т. 135. № 1. С. 40-51.
24. Мартыненко В.Б., Широких П.С., Ямалов С.М., Мулдашев А.А., Бикбаев И.Г., Баишева Э.З., Галеева А.Х. Характеристика растительности природного парка «Аслы-Куль» // *Природные условия и биота Природного парка «Аслы-Куль»*. Уфа, 2018. С. 81-127.
25. Князев М.С., Подгаевская Е.Н., Золотарева Н.В., Третьякова А.С., Куликов П.В. Конспект флоры Свердловской области. Часть VII: двудольные растения (Asteraceae, Cichorioideae) // *Разнообразие растительного мира*. 2021. № 4(11). С. 5-33. DOI: 10.22281/2686-9713-2021-4-5-33.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 27.01.2025

Принята к публикации 19.06.2025

STEPPE COMMUNITIES OF THE VALUABLE NATURAL AREA «BALKAN MOUNTAINS» (REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)

*M. Lebedeva¹, S. Yamalov¹, D. Khaliullin¹, A. Muldashev², M. Petrova³

¹South-Ural Botanical garden-institute of Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Russia, Ufa

²Ufa Institute of Biology of the Russian Academy of Sciences, Russia, Ufa

³Ufa State University of Science and Technology, Sterlitamak branch, Russia, Sterlitamak
e-mail: *lebedevamv@mail.ru

This paper presents findings of a geobotanical survey of a territory prospective for the creation of one of the cores of the system of specially protected natural areas in the Cis-Urals — "The Balkan Mountains". It situated in the Blagovarsky administrative district of the Republic of Bashkortostan. The syntaxonomic diversity of the steppe plant communities on this territory, represented by 3 associations and one unranked community has been characterized for the first time. The communities studied were assigned to 1 class, 2 orders, 3 alliances in the system of the vegetation units of Eurasia. Analysis of coenoflora was conducted, the total number of vascular plant species is 111, including 15 rare and endangered species, 9 of which are listed in Red Books as well as 6 relic species and 4 species belonging to mountain-steppe and rocky endemics. An analysis of ecological significance of these

steppe communities was carried out. A number of steppe communities on this area have a high environmental value.

Key words: system of protected natural areas, steppes, syntaxonomy, class Festuco-Brometea.

References

1. Muldashev A.A., Mirkin B.M., Baranovskaya T.A. Okhrana prirody dlya cheloveka – proekt SOPT RB. Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan. 2005. T. 10. N 1. S. 49-56.
2. Prostranstvennoe razvitie stepnykh i posttselinnnykh regionov Evropeiskoi Rossii. T. I. Pod nauch. red. akademika RAN A.A. Chibileva. Orenburg: IS UrO RAN, 2018. 192 s.
3. Willner W., Roleček J., Korolyuk A., Dengler J., Chytrý M., Janišová M., Lengyel A., Ačić S., Becker T., Čuk M., Demina O., Jandt U., Kački Z., Kuzemko A., Kropf M., Lebedeva M., Semenishchenkov Y., Šilc U., Stančić Z., Staudinger M., Vassilev K., Yamalov S. Formalized classification of semi-dry grasslands in Central and Eastern Europe. Preslia. 2019. Vol. 91. No. 1. P. 25-49. DOI: 10.23855/preslia.2019.025.
4. Roleček J., Čornej I.I., Tokarjuk A.I. Understanding the extreme species richness of semi-dry grasslands in east-central Europe: a comparative approach. Preslia. 2014. Vol. 86. No. 1. P. 13-34.
5. Chytrý M., Dražil T., Hájek M., Kalníková V., Preislerová Z., Šibík J., Ujházy K., Axmanová I., Bernátová D., Blanár D., Dančák M., Dřevojan P., Fajmon K., Galváněk D., Hájková P., Herben T., Hrivnák R., Janeček Š., Janišová M., Jiráská Š., Kliment J., Kochjarová J., Lepš J., Leskovjanská A., Merunková K., Mládek J., Slezák M., Šeffer J., Šefferová V., Škodová I., Uhlířová J., Ujházyová M., Vymazalová M. The most species-rich plant communities in the Czech Republic and Slovakia (with new world records). Preslia. 2015. Vol. 87. P. 217-278.
6. Scholtz R., Twidwell D. The last continuous grasslands on Earth: Identification and conservation importance. Conservation Science and Practice. 2022. Vol. 4. Iss. 3. e626. DOI: 10.1111/csp2.626.
7. Baisheva E.Z., Fedorov N.I., Zhigunova S.N., Shirokikh P.S., Komissarov M.A., Gabbasova I.M., Muldashev A.A., Bikbaev I.G., Tuktamyshev I.R., Shendel' G.V., Suleimanov R.R., Garipov T.T. Produktivnost' rastitel'nosti i zapasy ugleroda v lugovoi stepi na zalezhi v Bashkirskom Predural'e (Yuzhno-Ural'skii region). Yug Rossii: ekologiya, razvitie. 2023. T. 18. N 4(69). S. 64-73. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-4-64-73.
8. Lebedeva M.V., Sachkov A.G., Yamalov S.M., Muldashev A.A. O rastitel'nom pokrove tsennoi prirodnoi territorii "Stepi u sela Romanovka" (Respublika Bashkortostan). Voprosy stepovedeniya. 2023. N 4. S. 114-127. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-4-114-127.
9. Zhudova P.P. Geobotanicheskoe raionirovanie Bashkirskoi ASSR. Ufa: Bashknigoizdat, 1966. 124 s.
10. Fiziko-geograficheskoe raionirovanie Bashkirskoi ASSR. Red. kollegiya: I.P. Kadil'nikov i dr. Ufa, 1964. 210 s.
11. Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomeshch A.I. Sovremennaya nauka o rastitel'nosti. M.: Logos, 2001. 264 s.
12. Mirkin B.M., Naumova L.G. Sovremennoe sostoyanie osnovnykh kontseptsii nauki o rastitel'nosti. Ufa: AN RB; Gilem, 2012. 488 s.
13. Hennekens S.M. TURBO(VEG). Software package for input, processing and presentation of phytosociological data. USER'S guide. IBN-DLO Wageningen et university of Lancaster, 1995. 70 p.
14. Tichy L. JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science. 2002. Vol. 13. Iss. 3. P. 451-453. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x.
15. Ter Braak C.J.F., Šmilauer P. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). New York: Microcomputer Power, 2002. 500 p.
16. Yamalov S., Muldashev A., Bayanov A., Jirnova T., Solomesch A. Database Meadows and Steppes of South Ural. Biodiversity and Ecology. 2012. N 4. P. 291.

17. Cherepanov S.K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR). SPb.: Mir i sem'ya-95, 1995. 992 s.
18. Theurillat J.-P., Fernández-González F., Bültmann H., Carni A., Gigante D., Mucina L., Weber H. International code of phytosociological nomenclature. 4th edition. Applied Vegetation Science. 2020. Vol. 24. No. 1. P. 1-62. DOI: 10.1111/avsc.12491.
19. Ministerstvo prirodnnykh resursov i ekologii Rossiiskoi Federatsii. Prikaz 23.05.2023 N 320 "Ob utverzhdenii Perechnya ob"ektov rastitel'nogo mira, zanesennykh v Krasnuyu knigu Rossiiskoi Federatsii". URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210008> (data obrashcheniya: 26.05.2025).
20. Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan. T. 1: Rasteniya i griby. M.: Studiia onlain, 2021. 392 s.
21. Gorchakovskii P.L. Endemichnye i reliktovyie elementy vo flore Urala i ikh proiskhozhdenie. Materialy po istorii flory i rastitel'nosti SSSR. 1963. Vyp. 4. S. 285-375.
22. Kulikov P.V., Zolotareva N.V., Podgaevskaya E.N. Endemichnye rasteniya Urala vo flore Sverdlovskoi oblasti. Ekaterinburg: Izd-vo Goshchitskii, 2013. 612 s.
23. Martynenko V.B., Mirkin B.M., Baisheva E.Z., Muldashev A.A., Naumova L.G., Shirokikh P.S., Yamalov S.M. Zelenye knigi: kontseptsii, opyt, perspektivy. Uspekhi sovremennoi biologii. 2015. T. 135. N 1. S. 40-51.
24. Martynenko V.B., Shirokikh P.S., Yamalov S.M., Muldashev A.A., Bikbaev I.G., Baisheva E.Z., Galeeva A.Kh. Kharakteristika rastitel'nosti prirodnogo parka "Asly-Kul". Prirodnye usloviya i biota Prirodnogo parka "Asly-Kul". Ufa, 2018. S. 81-127.
25. Knyazev M.S., Podgaevskaya E.N., Zolotareva N.V., Tret'yakova A.S., Kulikov P.V. Konspekt flory Sverdlovskoi oblasti. Chast' VII: dvudol'nye rasteniya (Asteraceae, Cichorioideae). Raznoobrazie rastitel'nogo mira. 2021. N 4(11). S. 5-33. DOI: 10.22281/2686-9713-2021-4-5-33.

Сведения об авторах:

Лебедева Мария Владимировна

К.б.н., ведущий научный сотрудник группы тропических и субтропических растений, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

ORCID 0000-0002-5020-527X

Lebedeva Maria

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of Tropical and Subtropical Plants Group, South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences

Ямалов Сергей Маратович

Д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории флоры и растительности, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

ORCID 0000-0002-7052-522X

Yamalov Sergey

Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Flora and Vegetation, South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences

Халлиулин Денис Аликович

Аспирант лаборатории флоры и растительности, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

ORCID 0000-0002-8913-9601

Khaliullin Denis

Post-graduate Student of the Laboratory of Flora and Vegetation, South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences

Мулдашев Альберт Акрамович

К.б.н., старший научный сотрудник лаборатории геоботаники и охраны растительности, Уфимский институт биологии УФИЦ РАН

ORCID 0000-0002-0619-4171

Muldashev Albert

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Geobotany and Vegetation Conservation, Ufa Institute of Biology of Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences

Петрова Мария Владимировна

К.б.н., доцент кафедры биологии, Уфимский университет науки и технологий, Стерлитамакский филиал

ORCID 0000-0001-9661-6472

Petrova Maria

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Ufa State University of Science and Technology, Sterlitamak branch

Для цитирования: Лебедева М.В., Ямалов С.М., Халлиулин Д.А., Мулдашев А.А., Петрова М.В. Степные сообщества ценной природной территории «Балканские горы» (Республика Башкортостан) // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 64-78. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-64-78

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЛИКОАНАДОЛЬСКОГО ЛЕСА В СВЯЗИ С ВОЕННЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ

***В.О. Корниенко¹, Р.В. Кишкань², А.А. Чибилев^{2,3}, А.О. Шкиренко¹, А.В. Несова¹**

¹Донецкий государственный университет, Россия, Донецк

²Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды,
Россия, Москва

³Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург
e-mail: *kornienkovo@mail.ru

Последствия военных действий, описанные в данной работе, являются лишь малой, но закономерной частью экологической катастрофы, которая сейчас происходит на исторических территориях России: Донецкой Народной Республике, Луганской Народной Республике, Запорожской и Херсонской областях. Лесные массивы Донецкой Народной Республики (ДНР) подвергаются серьезным обстрелам, пожарам, незаконным рубкам, вследствие проходящих боевых действий. Они также подвержены естественному выпадению, произрастая в жестких природно-климатических условиях степной зоны. На сегодняшний день площадь насаждений, уничтоженных в результате боевых действий, составляет более 20 тыс. га, а площадь заминированных лесных насаждений ДНР, в том числе с освобожденными территориями, – 23,5 тыс. га. Площадь поврежденных насаждений за 2019-2024 гг. увеличилась на 7 тыс. га. Незаконные рубки дуба черешчатого на площади 31 га, проведенные в период с 2018 по 2021 гг., выявлены на обследованных территориях Великоанадольского леса. Для оценки стрессового состояния растений был использован метод флуктуирующей асимметрии листовых пластин. Результаты оценки показывают критический уровень нарушений (от III до V баллов) и в отдельных случаях – экологическую катастрофу древостоев.

Ключевые слова: лесные ресурсы, Донецкая Народная Республика, биотестирование, дуб черешчатый, незаконные рубки, пожары, последствия военных действий.

Введение

Донецкая Народная Республика расположена в степной зоне, климат умеренно континентальный, с малоснежной зимой и жарким летом. Средние температуры января от -5 до -8°C, июля 21-23°C. Осадков около 500 мм в год. Среди неблагоприятных климатических явлений, которые отрицательно влияют на лесохозяйственную деятельность, наблюдаются суховеи, заморозки, гололедица, пыльные бури, град, снеголомы, слабая обеспеченность подземными и поверхностными водами; водное питание растительности осуществляется главным образом за счет поступления атмосферных осадков [1].

При оптимальном показателе лесистости 15 %, лесистость территории Республики в среднем составляет чуть более 7 % общей площади. Расположение лесов по территории Республики носит фрагментарный характер, насаждения удалены друг от друга на значительное расстояние, что осложняет их охрану и требует дополнительных материальных затрат. Общая площадь земель лесного фонда Донецкой Народной Республики составляет 129,6 тыс. га, в том числе 26,8 тыс. га – на оккупированной территории либо в зоне активных боевых действий. Лесной фонд Республики по функциональному назначению представлен преимущественно лесами первой группы.

По породному составу леса включают свыше 30 видов, более 70 % лесных массивов ДНР имеют искусственное происхождение. Основными лесобразующими породами являются дуб черешчатый, клен серебристый, ясень обыкновенный, вяз, акация, береза, тополь, липа, сопутствующие – яблоня, груша, абрикос, шелковица. Эти искусственно

выращенные в степной зоне лесонасаждения, полезащитные полосы и другие защитные насаждения не имеют промышленного значения и выполняют исключительно водоохранные, почвозащитные, рекреационные и другие экологические функции. Средний возраст древостоев составляет около 70 лет, что весьма существенно для произрастания насаждений, особенно в степной зоне. Соотношение леса естественного и искусственного происхождения на территории ДНР приблизительно 1:4. Наиболее характерны для Донбасса байрачные леса. Образцом этой группы является Леонтьев байрак вблизи города Снежное. Основу байрачных лесов составляют дуб обыкновенный, ясень обыкновенный, клен полевой, берест, груша дикая.

Из лесных насаждений искусственного происхождения значительное место занимает сосна обыкновенная, которая составляет 25 % лесопокрытой площади и стоит на втором месте после дуба (51 %). Основным местом произрастания сосновых насаждений являются песчаные террасы на левом берегу реки Северский Донец в Славянском и Краснолиманском районах ДНР [1].

Территория Донбасса и Новороссии уже более двух веков является природным полигоном для естествоиспытателей [2-6]. Именно в междуречье Дона и Днепра заложены традиции науки о степях и степном лесоразведении [6]. На современном этапе развития существует ряд экологических проблем, которые нависли над регионом в период 2014-2024 гг. и отражаются на состоянии природных и антропогенно трансформированных экосистем Донбасса: 1) последствия боевых действий, в том числе нарушения почвенного и растительного покрова, лесные пожары, бесконтрольные вырубки, ухудшение состояния зеленых насаждений и др. [6-11]; 2) новые антропогенные факторы, влияющие на состояние атмосферного воздуха, вибрационно-акустическое зашумление территории, загрязнение почв и поверхностных вод [12-14]; 3) нарушение экологических каркасов и экологических коридоров территории, снижение биоразнообразия и устойчивости видов в новых реалиях [6, 13-15]. Состояние древесных растений, произрастающих в естественных и искусственно созданных экотопах ДНР, является важным показателем для планирования мероприятий по решению проблем экологической устойчивости региона. Данный показатель может указывать на способность растений переносить неблагоприятные условия окружающей среды и восстановление после стрессовых воздействий.

С 2014 г. в регионе возникли новые антропогенные факторы, которые существенно усугубили экологическую ситуацию. Особенно это отразилось на лесном фонде ДНР. Согласно «Докладу о состоянии окружающей среды на территории Донецкой Народной Республики за 2022 год» Государственного комитета по экологической политике и природным ресурсам при Главе ДНР [1], на сегодняшний день площадь насаждений, уничтоженных в результате боевых действий, составляет более 20 тыс. га, а площадь заминированных лесных насаждений ДНР, в том числе с освобожденными территориями, – 23,5 тыс. га. Имеются также территории, на которых в данный момент лесохозяйственные предприятия не могут осуществлять полноценную хозяйственную деятельность из-за активных военных действий (например, национальный парк «Святые горы»), их площадь составляет порядка 70,0 тыс. га. На момент проведения исследований в 2024 году площадь поврежденных насаждений по сравнению с 2019 годом увеличилась в 2 раза (на 7 тыс. га). Одним из важнейших факторов гибели лесных насаждений являются пожары, в том числе возникшие в результате обстрелов. Только за 2022 г. пожарам подверглось 623,1 га лесного фонда. Цель работы – оценить состояние насаждений дуба черешчатого, произрастающего на территории Великоанадольского леса, уникального лесокультурного объекта ДНР, занимающего особое место в истории создания искусственных лесных насаждений на территории ДНР.

Великоанадольский лес – лесной заказник регионального значения, расположен в Волновахском муниципальном округе, площадь 2543,0 га. Как заказник территория утверждена Постановлением Совета Министров УССР № 500 от 28.10.74 с целью сохранения ценных лесных насаждений искусственного происхождения, которые являются одними из первых в истории отечественного лесоразведения в степи.

Великоанадольский лесной массив протянулся в виде широкой полосы с северо-запада на юго-восток между селом Благодатное и городом Волновахой. Располагается массив на Приазовской возвышенности, характеризующейся овражно-балочным ландшафтом. Лес занимает пологие, почти ровные склоны и вершины неглубокой балки Кашлагач, впадающей в р. Мокрые Ялы (приток р. Волчьей).

В 1843 году поручик корпуса лесничих В.Е. Графф вместе с известным российским лесоводом Ф.К. Арнольдом приступили к созданию исследовательской лесной дачи в степном Приазовье. Свой выбор они остановили на землях Великоанадольской казенной оброчной статьи площадью 2800 десятин в Мариупольском уезде. История отечественного степного лесоразведения началась 31 октября 1843 года, когда В.Е. Графф посеял дуб, ясень и клен в питомнике у балки Кашлагач. В 1845 году он сделал первые насаждения леса.

Период с 1843-го по 1866 год связан с именем В.Е. Граффа, когда применялся садовый способ выращивания леса. Грунт готовили очень тщательно. Весной целинную степь бороздили на глубину 13 см. В июле ее разбивали тяжелыми боровами. Весной следующего года снова перепаживали на глубину 35 см и бороновали, а в течение лета также пахали и бороновали, затем выкапывали посадочные ямы и только следующей весной осуществляли посадку.

В 1892 году была организована знаменитая «Особенная экспедиция по исследованию и учету различных способов лесного и водного хозяйства в степях России» под руководством профессора В.В. Докучаева. В составе экспедиции были Каменностепной (ныне Воронежская область), Деркульский (Луганская область) и Великоанадольский участки. Последним руководил Георгий Николаевич Высоцкий, позже ведущий академик. Он пришел к выводу, что в сухой степи нужно создавать посадки не только из дуба с подгонными породами, но и вводить больше кустарников, которые защищают почву от степных сорняков, но тратят мало влаги. Этот тип посадок, названный древесно-кустарниковым, вполне оправдал себя. Удачным оказался и древесно-теневой тип посадок (предложенный почти одновременно новым лесничим Великоанадольского лесничества Н.Я. Дахновым), в котором вязовые породы были заменены липой, кленами остролистным и полевым, способными расти в затенении под пологом основных пород.

160-летний опыт степного лесоразведения в Великом Анадоле требует тщательного сохранения. Это обязывает ухаживать за насаждениями, которые много лет служат и будут служить поколениям ученых и практических работников лесного хозяйства. Отечественная наука по праву гордится рукотворным чудом природы. Это колыбель и живая история степного лесоразведения, что отражает трудовой подвиг, творческие поиски, удачи и разочарования. Насаждения лесного массива представляют все периоды степного лесоразведения и лесоводства. Сегодня он является одной из ООПТ Донецкой Народной Республики регионального значения [16].

Материалы и методы

Территория исследований находится в Волновахском районе ДНР – дубравы (точки 1-3 на рис. 1) возле поселка Лесное Ольгинского сельского совета (Мариупольская лесная дача), а также пгт Графское (Великоанадольский лес, рис. 1, точка 4).

В качестве объекта исследования был выбран дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) – аборигенный вид в условиях степного лесоразведения на территории Донецкой Народной Республики, представленный в Великоанадольском лесу в качестве доминирующего вида.

Исследования проводились в два этапа. I этап – полевые экспедиции с выездами на четыре участка (рис. 1) и оценкой общей жизнеспособности и состояния древесных растений с помощью интегральной общепринятой шкалы Алексеева с дополнениями [17]:

1 балл (здоровое дерево) – не имеет внешних повреждений кроны и ствола, густота кроны обычная для господствующих деревьев, мертвые и отмирающие ветви сосредоточены в нижней части кроны и отсутствуют в верхней ее половине, закончившие рост листья

зеленого или темно-зеленого цвета, их продолжительность жизни типична для региона, повреждения листьев незначительны (<10 %) и не сказываются на состоянии дерева;

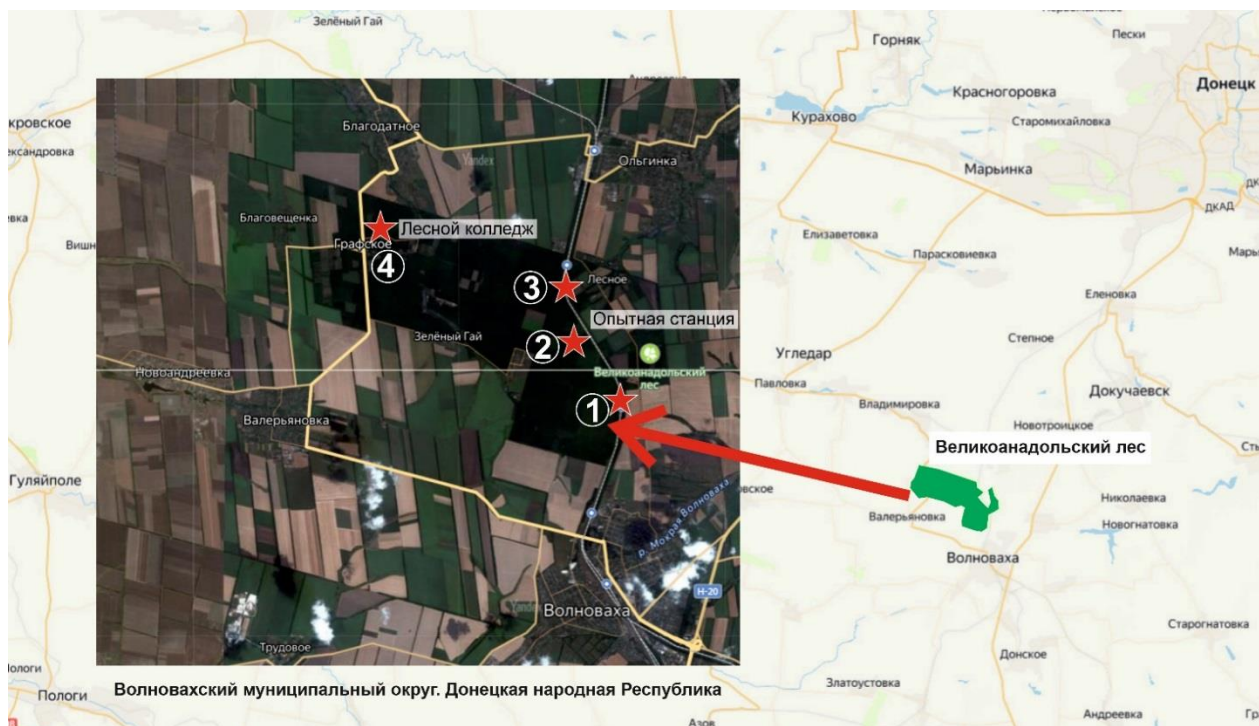


Рисунок 1 – Карта-схема территории исследования Великоанадольского леса

2 балла (поврежденное (ослабленное) дерево) – обязателен хотя бы один из следующих признаков: снижение густоты кроны на 30 %, наличие 30 % мертвых и (или) усыхающих ветвей в верхней половине кроны; повреждение (объедание, ожог, хлорозы, некрозы и т.д.) и выключение из ассимиляционной деятельности 30 % листовой поверхности;

3 балла (сильно поврежденное (сильно ослабленное) дерево) – обязателен хотя бы один из следующих признаков: снижение густоты облиствления кроны на 60 % за счет преждевременного опадения листьев или изреживания скелетной части кроны, наличие 60 % мертвых и (или) усыхающих ветвей в верхней половине кроны, повреждение различными факторами и выключение из ассимилирующей деятельности 60 % площади листьев; наличие отмирания верхушки кроны;

4 балла (отмирающее дерево) – крона разрушена, ее густота не менее 15-20 % по сравнению со здоровой; >70 % ветвей, в том числе в верхней половине, сухие или бледно-зеленого, желтоватого, оранжево-красного цвета, некрозы белесого, коричневого или черного цвета, в комлевой и средней части ствола возможны признаки заселения вредителями;

5 баллов (свежий и старый сухостой) – погибшие деревья. У них возможны остатки сухой хвои или листьев, кора и мелкие ветви часто бывают целы. Как правило, заселены насекомыми-ксилофагами.

Дополнительный осмотр кроны проводился с помощью фотофиксации и дальнейшей цифровой обработки в программе Axio Vision Rel. 4.8 на втором этапе исследований. Также в результате экспедиционных выездов были отобраны материалы строго по участкам и точкам сбора (листовые пластины, желуди, толща листового опада, получены фотоснимки кроны, стволов, спилов и др.).

На участках 1-4 (рис. 1) были зафиксированы последствия военных действий в виде рубок леса, результатов пожаров на лесные массивы и причины их возникновения (сделаны фотографии на месте, проведена визуальная оценка и с помощью методов ДЗЗ).

II этап – камеральная обработка собранных материалов на первом этапе в специализированной молодежной научно-исследовательской лаборатории мониторинга и

прогнозирования экосистем Донбасса (на базе ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»). Дополнительную оценку состояния лесных массивов и последствий военных действий осуществляли методами спутникового мониторинга Земли с помощью интернет-сервиса ИКИ РАН «БЕГА-Science» на основе ежедневных данных со спутников TERRA и AQUA, а также спутников NOAA-20, LANDSAT-8 и SENTINEL-2A.

Цифровую обработку всех полученных в полевых условиях фотоматериалов осуществляли в программе *Axio Vision* Rel. 4.8, также оценивали морфологические параметры листовой пластины, ее общую площадь и площадь повреждений.

Показатель флуктуирующей асимметрии (ФА) листовых пластинок как индикатор уровня стресса растения вычисляли с использованием схемы, представленной на рисунке 2.

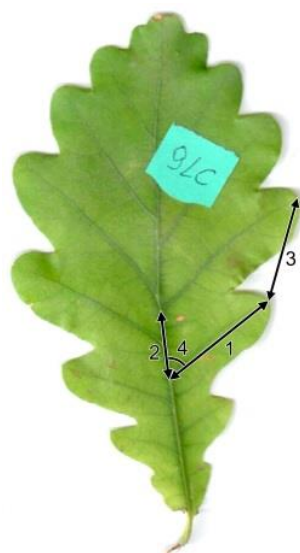


Рисунок 2 – Схема морфологических признаков листа *Q. robur* при измерении флуктуирующей асимметрии (измерения проводили с правой и левой стороны листовой пластины)

Условные обозначения: 1 – длина второй жилки; 2 – расстояние между основаниями второй и третьей жилок; 3 – расстояние между вершинами второй и третьей жилок; 4 – угол между центральной и второй жилкой.

Использовали шкалу для определения уровня стабильности развития дуба черешчатого по степени асимметричности листовых пластинок из работы Н.П. Гераськиной [18]. Данная шкала включает 5 уровней стабильности развития дуба черешчатого:

I балл – норма ($<0,065$ – величина показателя стабильности развития);

II балла – угнетенное состояние, умеренный стресс ($0,066-0,070$);

III балла – экологический кризис ($0,071-0,075$);

IV балла – опасные нарушения ($0,076-0,083$);

V баллов – критическое состояние ($>0,083$).

В ходе исследований флуктуирующей асимметрии листовых пластин деревьев *Q. robur* с 4 участков было проанализировано 240 листьев.

Статистическую обработку первичных данных проводили в программе Statistica 7.

Результаты и обсуждение

По результатам мониторинга с помощью методов дистанционного зондирования Земли установили, что вырубки древесных растений *Q. robur* (прямоугольники синего цвета на рис. 3) в лесном заказнике «Великоанадольский лес» начались еще в августе 2018 года (территория находилась под контролем Украины). При общей площади заказника более двух с половиной тысяч гектаров, площадь ущерба составила 8 га (рис. 3А). В 2021 году площадь незаконных рубок увеличилась до 31 га (рис. 3Б).

В результате полевых экспедиций в Великоанадольский лес дана эколого-биологическая характеристика территории (участки 1-4, рис. 1), а также оценены последствия военных действий на лесную экосистему.

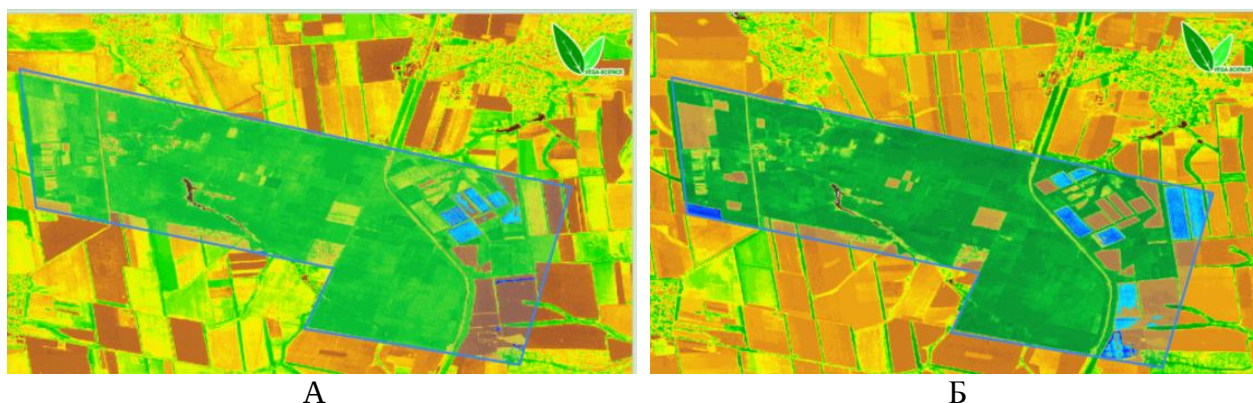


Рисунок 3 – Незаконные рубки деревьев в лесном заказнике «Великоанадольский лес»

Условные обозначения: А – 2018 год, В – 2021 год. Результирующие изображения космического снимка рубок леса с использованием вегетационного индекса NDVI.

Участок № 1 – «Мариупольская лесная дача» (рис. 4) – дубрава в неудовлетворительном состоянии. Массовая суховершинность и сухобочинность, жизнеспособность по Алексееву составляла 4 балла (30 % выборки), 3 балла (60 %) и 2 балла (10 %) (выборка 50 деревьев).



Рисунок 4 – Территория исследования, начало участка № 1

По показателю флуктуирующей асимметрии листовых пластин стрессовое состояние древостоя оценено в V баллов как критическое – $0,086 \pm 0,008$. Диаметры стволов исследованных растений от 15 см до 30/40 см. По годичным кольцам на срубленных пнях возраст деревьев составляет 50-70 лет. Территория не безопасна для исследований, множество предупредительных знаков «Мины!» (рис. 4), имеются воронки от разрыва снарядов, летают беспилотные аппараты.

Участок № 2 – «Мариупольская лесная дача» – дубрава возле «Станции экспериментального ландшафтного и зеленого строительства». Территория была подвержена обстрелу ракетами HIMARS, после чего остались две воронки по 1,5 м глубиной. Состояние рядом произрастающих дубов оценено по показателю ФА в III балла (экологический кризис – $0,072 \pm 0,031$). Листья обгоревшие, имеются поражения листовых пластин в среднем 15 %, от

ударной волны обломаны большие скелетные ветви. Рядом в 2024 году зафиксировано массовое усыхание и выпадение ели колючей (ориентировочно 90-100 лет).

Участок № 3 – «Мариупольская лесная дача» – обнаружена незаконная рубка большой дубравы, в центре которой имеются следы обстрела территории и следы стоянки украинской военной техники, возможно, с этой точки производились запуски ракет по территории ДНР. Полевые исследования подтверждают проведенную нами оценку территории методами ДЗЗ, а также уточняют возрастной и видовой состав поврежденных деревьев (рис. 5). Здесь была зафиксирована вырубка 47 растений дуба черешчатого возрастом от 60 до 86 лет. Согласно биоиндикационной оценке, дубрава находится в критическом состоянии (V баллов – $0,086 \pm 0,039$).



Рисунок 5 – Следы вырубki дуба черешчатого на участке № 3

Участок № 4 – парковая зона Великоанадольского лесотехнического специализированного колледжа имени В.Е. фон Граффа, переходящая в Великоанадольский лес. Зафиксированы последствия многочисленных обстрелов территории и два крупных попадания в здание. По сообщению на 28 мая 2023 года, установлено возгорание кровли и перекрытия здания по всей площади 1000 м^2 , вещей и мебели на площади 800 м^2 . Состояние рядом произрастающих деревьев *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L. и *Tilia cordata* Mill. оценено по показателю ФА как критическое – $0,095 \pm 0,025$ (V баллов). На исследованных видах деревьев листья имели следы ожогов, а в толще нетронутой подстилки зафиксированы обгоревшие листья со следами копоты.



Рисунок 6 – Часть территории исследования точка № 4 – Великоанадольский лесотехнический специализированный колледж имени В.Е. фон Граффа, пгт. Графское

Заключение

В заключение необходимо отметить, что последствия военных действий, рассмотренные в статье, привели к возрастанию количества лесных участков, находящихся в критическом состоянии. В настоящее время значительная часть лесных угодий ДНР находится в стадии развивающейся экологической катастрофы. Многолетняя агрессия украинских вооруженных формирований, а также отсутствие плановых природоохранных мероприятий в последние три десятилетия привели к деградации либо утрате лесокультурного наследия региона. Лесные массивы ДНР сокращают площади, подвергаются серьезным обстрелам, обширным пожарам, многочисленным незаконным рубкам, а также естественному выпадению вследствие произрастания в жестких природно-климатических условиях степной зоны и достижения критического возраста.

Благодарности

Работа выполнена в рамках проведения второго этапа экспертного анализа последствий воздействий техногенного характера на окружающую среду в Донецкой Народной Республике в сотрудничестве с филиалом «Южный» ВНИИ Экология Минприроды РФ.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 124051400023-4.

Список литературы

1. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Донецкой Народной Республики за 2022 год / Госкомэкополитики при Главе ДНР. Донецк, 2023. 102 с.
2. Nespirnyi V., Safonov A. The importance of principal component analysis for environmental biodiagnostics of Donbass // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 555. P. 1-6. DOI: 10.1051/e3sconf/202455501007.

3. Корниенко В.О. Ретроспективный анализ антропогенного загрязнения города Донецка. Вибрационно-акустическое шумление // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2024. № 1. С. 93-100. DOI: 10.5281/zenodo.12532574.
4. Safonov A. Assessing landscape disturbance in Donbass using phytomonitoring data // BIO Web of Conferences. 2024. Vol. 126. P. 1-6. DOI: 10.1051/bioconf/202412601031.
5. Zinicovskaia I.I., Safonov A.I., Yushin N.S., Nespirnyi V.N., Germonova E.A. Phytomonitoring in Donbass for identifying new geochemical anomalies // Russian Journal of General Chemistry. 2024. Vol. 94. No 13. P. 1-11. DOI: 10.1134/S1070363224130048.
6. Чибилев А.А., Тишков А.А. Сохранение экосистем степного и лесостепного междуречья Днепра и Дона // Вестник Российской академии наук. 2024. Т. 94. № 2. Р. 149-157. DOI: 10.31857/S0869587324020079.
7. Korniyenko V.O., Kalaev V.N. Impact of natural climate factors on mechanical stability and failure rate in silver birch trees in the city of Donetsk // Contemporary Problems of Ecology. 2022. Vol. 15. No 7. P. 806-816. DOI: 10.1134/s1995425522070150.
8. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Жизнеспособность дуба черешчатого в условиях города Донецка // Сибирский лесной журнал. 2024. № 4. С. 95-106. DOI: 10.15372/SJFS20240409.
9. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Механическая устойчивость древостоев можжевельника виргинского в условиях степной зоны юга Восточно-Европейской равнины // Лесоведение. 2024. № 1. С. 70-78. DOI: 10.31857/S0024114824010084.
10. Корниенко В.О., Яицкий А.С. Механическая устойчивость *Fagus sylvatica* L. в условиях Юга Восточно-Европейской равнины: теория потери устойчивости // Самарский научный вестник. 2024. Т. 13. № 2. С. 42-51. DOI: 10.55355/snv2024132104.
11. Netsvetov M., Sergeyev M., Nikulina V., Korniyenko V., Prokopuk Y. The climate to growth relationships of pedunculate oak in steppe // Dendrochronologia. 2017. Vol. 44. P. 31-38. DOI: 10.1016/j.dendro.2017.03.004.
12. Mirnenko E. Ecological monitoring of water bodies: bioindication, microalgae biodiversity indices // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 555. P. 1-6. DOI: 10.1051/e3sconf/202455502008.
13. Zinicovskaia I., Safonov A., Kravtsova A., Chaligava O., Germonova E. Neutron activation analysis of rare earth elements (Sc, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Yb) in the diagnosis of ecosystems of Donbass // Physics of Particles and Nuclei Letters. 2024. Vol. 21. No 2. P. 186-200. DOI: 10.1134/S1547477124020158.
14. Корниенко В.О., Яицкий А.С. Онтогенетические изменения механической устойчивости основных видов древесных растений в экосистемах города Донецка // Самарский научный вестник. 2024. Т. 13. № 1. С. 30-38. DOI: 10.55355/snv2024131104.
15. Корниенко В.О., Шкиренко А.О., Яицкий А.С. Состояние деревьев *Quercus robur* L., произрастающих в различных экотопах города Донецка // Самарский научный вестник. 2024. Т. 13. № 3. С. 31-38. DOI: 10.55355/snv2024133105.
16. Донбасс заповедный: научно-информационный справочник-атлас. Донецк, 2003. 160 с.
17. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51-57.
18. Гераськина Н.П. Оценка стабильности развития дуба черешчатого на территории национального парка «Орловское Полесье» // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2009. Т. 18. № 3. С. 240-244. EDN: PFNXYJ.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

THE CURRENT ECOLOGICAL STATE OF THE VELIKOANADOLSKY FOREST IN CONNECTION WITH THE IMPACT OF MILITARY OPERATIONS

***V. Kornienko¹, R. Kishkan², A. Chibilev^{2,3}, A. Shkirenko¹, A. Nesova¹**

¹Donetsk State University, Russia, Donetsk

²All-Russian Scientific Research Institute of Environmental Protection, Russia, Moscow

³Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg
e-mail: *kornienkovo@mail.ru

The consequences of the military actions described in this work are only a small, but natural, part of the environmental catastrophe that is currently taking place in the historical territories of Russia: the Donetsk People's Republic, the Lugansk People's Republic, and the Zaporizhia and Kherson regions. Forests in the Donetsk People's Republic (DPR) are subject to serious shelling, fires, and illegal logging because of ongoing hostilities. They are also vulnerable to natural forest fall growing in harsh climatic conditions of the steppe zone. To date, more than 20 thousand hectares of plantations have been destroyed as a result of military operation, and the total area of mined forest in the DPR is 23.5 thousand hectares, including territories that have been liberated. The area damaged by hostilities increased by 7 thousand hectares in 2019-2024. Illegal logging of black oak on an area of 31 hectares, carried out between 2018 and 2021 in the Velikoanadolsky forest, was detected. The method of fluctuating leaf plate asymmetry was used to assess the stress level of plants. The assessment results showed a critical level of violations (from III to V) and, in some cases, an ecological disaster for stands.

Key words: forest resources, Donetsk People's Republic, biotesting, pedunculate oak, illegal logging, fires, war consequences.

References

1. Doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy na territorii Donetskoi Narodnoi Respubliki za 2022 god. Goskomekopolitiki pri Glave DNR. Donetsk, 2023. 102 s.
2. Nespirnyi V., Safonov A. The importance of principal component analysis for environmental biondiagnostics of Donbass. E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 555. P. 1-6. DOI: 10.1051/e3sconf/202455501007.
3. Kornienko V.O. Retrospektivnyi analiz antropogennogo zagryazneniya goroda Donetska. Vibratsionno-akusticheskoe zashumlenie. Vestnik Donetskogo natsional'nogo universiteta. Seriya A: Estestvennye nauki. 2024. N 1. S. 93-100. DOI: 10.5281/zenodo.12532574.
4. Safonov A. Assessing landscape disturbance in Donbass using phytomonitoring data. BIO Web of Conferences. 2024. Vol. 126. P. 1-6. DOI: 10.1051/bioconf/202412601031.
5. Zinikovskaia I.I., Safonov A.I., Yushin N.S., Nespirnyi V.N., Germonova E.A. Phytomonitoring in Donbass for identifying new geochemical anomalies. Russian Journal of General Chemistry. 2024. Vol. 94. No 13. P. 1-11. DOI: 10.1134/S1070363224130048.
6. Chibilev A.A., Tishkov A.A. Sokhranenie ekosistem stepnogo i lesostepnogo mezhdu drev'yami Dnepra i Dona. Vestnik Rossiiskoi akademii nauk. 2024. T. 94. N 2. P. 149-157. DOI: 10.31857/S0869587324020079.
7. Korniyenko V.O., Kalaev V.N. Impact of natural climate factors on mechanical stability and failure rate in silver birch trees in the city of Donetsk. Contemporary Problems of Ecology. 2022. Vol. 15. No 7. P. 806-816. DOI: 10.1134/s1995425522070150.
8. Kornienko V.O., Kalaev V.N. Zhiznesposobnost' duba chereshchatogo v usloviyakh goroda Donetska. Sibirskii lesnoi zhurnal. 2024. N 4. S. 95-106. DOI: 10.15372/SJFS20240409.

9. Kornienko V.O., Kalaev V.N. Mekhanicheskaya ustoichivost' drevostoev mozhzhevel'nika virginskogo v usloviyakh stepnoi zony yuga Vostochno-Evropeiskoi ravniny. *Lesovedenie*. 2024. N 1. S. 70-78. DOI: 10.31857/S0024114824010084.
10. Kornienko V.O., Yaitskii A.S. Mekhanicheskaya ustoichivost' *Fagus sylvatica* L. v usloviyakh Yuga Vostochno-Evropeiskoi ravniny: teoriya poteri ustoichivosti. *Samarskii nauchnyi vestnik*. 2024. T. 13. N 2. S. 42-51. DOI: 10.55355/snv2024132104.
11. Netsvetov M., Sergeev M., Nikulina V., Korniyenko V., Prokopuk Y. The climate to growth relationships of pedunculate oak in steppe. *Dendrochronologia*. 2017. Vol. 44. P. 31-38. DOI: 10.1016/j.dendro.2017.03.004.
12. Mirnenko E. Ecological monitoring of water bodies: bioindication, microalgae biodiversity indices. *E3S Web of Conferences*. 2024. Vol. 555. P. 1-6. DOI: 10.1051/e3sconf/202455502008.
13. Zinicovskaia I., Safonov A., Kravtsova A., Chaligava O., Germonova E. Neutron activation analysis of rare earth elements (Sc, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Yb) in the diagnosis of ecosystems of Donbass. *Physics of Particles and Nuclei Letters*. 2024. Vol. 21. No 2. P. 186-200. DOI: 10.1134/S1547477124020158.
14. Kornienko V.O., Yaitskii A.S. Ontogeneticheskie izmeneniya mekhanicheskoi ustoichivosti osnovnykh vidov drevesnykh rastenii v ekosistemakh goroda Donetska. *Samarskii nauchnyi vestnik*. 2024. T. 13. N 1. C. 30-38. DOI: 10.55355/snv2024131104.
15. Kornienko V.O., Shkirenko A.O., Yaitskii A.S. Sostoyanie derev'ev *Quercus robur* L., proizrastayushchikh v razlichnykh ekotopakh goroda Donetska. *Samarskii nauchnyi vestnik*. 2024. T. 13. N 3. S. 31-38. DOI: 10.55355/snv2024133105.
16. Donbass zapovednyi: nauchno-informatsionnyi spravochnik-atlas. Donetsk, 2003. 160 s.
17. Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'ev i drevostoev. *Lesovedenie*. 1989. N 4. S. 51-57.
18. Geras'kina N.P. Otsenka stabil'nosti razvitiya duba chereschatogo na territorii natsional'nogo parka "Orlovskoe Poles'e". *Samarskaya Luka: problemy regional'noi i global'noi ekologii*. 2009. T. 18. N 3. S. 240-244. EDN: PFNXYJ.

Сведения об авторах:

Корниенко Владимир Олегович

К.б.н., заведующий научно-исследовательской частью, заведующий научно-исследовательской лабораторией мониторинга и прогнозирования экосистем Донбасса, доцент кафедры Физиологии и биофизики, Донецкий государственный университет

ORCID 0000-0002-7728-8116

Kornienko Vladimir

Candidate of Biological Sciences, Head of the Scientific Research Unit, Head of the Scientific Research Laboratory for Monitoring and Forecasting Ecosystems in Donbass, Associate Professor of the Department of Physiology and Biophysics, Donetsk State University

Кишкань Роман Владимирович

Директор Филиала «Южный» ВНИИ «Экология», Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, заслуженный эколог ДНР

ORCID 0009-0000-2255-5531

Kishkan Roman

Director of the "Yuzhny" Branch of the All-Russian Research Institute of Ecology, All-Russian Scientific Research Institute of Environmental Protection Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation, Honored Ecologist of DPR

Чибилев Александр Александрович

Академик РАН, д.г.н., профессор, научный руководитель, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук

ORCID 0000-0002-6214-1437

Chibilyov Alexander

Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Scientific Supervisor, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Шкиренко Алёна Олеговна

Стажер-исследователь научно-исследовательской лаборатории мониторинга и прогнозирования экосистем Донбасса, Донецкий государственный университет

ORCID 0009-0007-7469-784X

Shkirenko Alyona

Intern Researcher of the Scientific Research Laboratory for Monitoring and Forecasting Ecosystems of Donbass, Donetsk State University

Несова Арина Владимировна

Младший научный сотрудник научно-исследовательской лабораторией мониторинга и прогнозирования экосистем Донбасса, Донецкий государственный университет

ORCID 0009-0007-9285-4044

Nesova Arina

Junior Researcher of the Scientific Research Laboratory for Monitoring and Forecasting Ecosystems of Donbass, Donetsk State University

Для цитирования: Корниенко В.О., Кишкань Р.В., Чибилев А.А., Шкиренко А.О., Несова А.В. Современное экологическое состояние Великоанадольского леса в связи с военными действиями // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 79-90. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-79-90

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЛИСТЬЕВ *CARAGANA ARBORESCENS* LAM. В ЗАСУШЛИВЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

К.Н. Кулик¹, *А.С. Исаков¹, **В.В. Новочадов²

¹Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Россия, Волгоград

²Волгоградский государственный университет, Россия, Волгоград
e-mail: *isakov-a@vfanc.ru, **novochadov.valeriy@volsu.ru

В исследовании изучены закономерности роста и формирования фенотипических признаков интродуцированных форм *C. arborescens* в части структурных и биохимических особенностей ее листовых пластинок в условиях засушливого климата и при различном уровне антропогенного воздействия. Комплексный анализ выявил новые факты о пространственной организации листовых пластинок, градиентах их цветометрических и биохимических характеристик на площадках с различными физико-химическими свойствами светло-каштановых почв. Высокая чувствительность *C. arborescens* к воздействию факторов окружающей среды позволяет рекомендовать этот вид в качестве растения-биоиндикатора в условиях засушливой зоны.

Ключевые слова: *Caragana arborescens*, засушливая зона, антропогенное воздействие, листья, компьютерная морфометрия, компьютерная цветометрия, биохимический анализ, биоиндикация, Волгоградская область.

Введение

Рациональное природопользование на засушливых территориях Юго-востока Европейской части России (ЮВ ЕЧР) немислимо без реализации целенаправленного междисциплинарного подхода к борьбе с прогрессирующим опустыниванием и последствиями многокомпонентного антропогенного воздействия на ключевые экосистемы этих регионов [1, 2, 3]. Совокупность климатических и антропогенных факторов, наряду с общепризнанной динамичностью и вариабельностью территориального распределения доминирующих воздействий, в настоящее время привлекает внимание специалистов с позиций взаимодействия с окружающими естественными и искусственными экосистемами, созданными человеком в целях повышения их продуктивности, восстановления положительного баланса природных факторов и возмещения ущерба, нанесенного хозяйственной деятельностью [4, 5].

Фитоиндикация является одним из наиболее адекватных и чувствительных методов получения информации о состоянии экосистем и прогностического моделирования их поведения при различных целенаправленных воздействиях [6, 7]. При использовании для фитоиндикации многолетних растений основой анализа становится ежегодно обновляемая их часть, чаще всего листья. Эти изменения могут фиксироваться для отдельных растений и использоваться в процессе селекционного отбора, либо обобщаться и рассматриваться как компонент коллективного ответа растительного сообщества в рамках биоиндикации состояния окружающей среды [8].

Если в ареалах распространения древесно-кустарниковых растений с достаточным увлажнением перечень биоиндикаторов хорошо обоснован и сформирован (включая представителей *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Pinus*, *Pópulus*, *QuérCUS*, *Tilia*, *Ulmus*) [9], то для засушливых территорий этот перечень гораздо уже. Здесь использование большинства классических биоиндикаторов ввиду жестких климатических и почвенных условий ограничено или принципиально невозможно [10, 11].

Один из удачных вариантов для этого – *Caragana arborescens* Lam. (карагана древовидная, желтая акация), обладающая всеми необходимыми характеристиками для стабильного существования популяций и формирования зависимых растительных сообществ в засушливых условиях. Это древесно-кустарниковое растение в 50-70-е годы прошлого столетия было успешно интродуцировано на территорию Волгоградской области из Восточной Сибири и использовалось преимущественно в виде кулисных посадок и опушечных рядов в составе защитных лесных полос различного назначения. В этих условиях *C. arborescens* зарекомендовала себя как растение, устойчивое к высоким и низким температурам, почвенному засолению, дефициту влаги, запылению и другим негативным факторам [12, 13]. Имеются сведения о возможности использования растений рода *Caragana* в качестве растения-биоиндикатора [14, 15].

Для анализа листьев применяется набор классических количественных показателей, индексов и коэффициентов, которые позволяют получить сведения о состоянии отдельного растения, популяции деревьев или кустарников и использоваться как компонент фитоиндикации [16, 17].

Современная биология и экология в полной мере оказались вовлеченными в глобальный процесс цифровизации технологического уклада, одним из проявлений которого стало принципиальное изменение способов получения, хранения, количественной обработки и воспроизведения цветовых характеристик биологических объектов. В то же время комплексный анализ, включающий в себя получение классических морфологических показателей, данных цветометрии, а также биохимических характеристик, как это очевидно получается при исследовании листовых пластинок, в каждом случае требует понимания сравнительной точности, информативности и чувствительности измерений [18, 19, 20].

Цель исследования – выяснить возможности комплексного анализа листовых пластинок *Caragana arborescens* для оценки состояния ее популяций и фитоиндикации негативных природно-климатических факторов и антропогенных воздействий на Юго-востоке Европейской части России.

Материалы и методы

Место компактного произрастания *C. arborescens* расположено на территории Кировского района города Волгограда в 600 м к югу от поселка Горная Поляна и является частью Кировского селекционно-семеноводческого комплекса и питомника ФНЦ агроэкологии РАН. Кустарники были высажены из вегетативного материала через каждые 5 м в 2000 году, посадки протянулись с севера на юг на 330 м, ширина их с учетом междурядий – 21 м (рис. 1).

Местность выровненная, ограничена с севера защитной лесополосой (за которой дачный массив «Дубок»), с востока – ЛЭП, с юга – грунтовой дорогой (за которой залежь), с запада – другими искусственными насаждениями (координаты 48.617218 N, 44.374706 E).

Почва светло-каштановая, гумифицированный слой от 2 до 5 см, глубина корнеобитаемого слоя около 30 см (для травянистых растений). На территории находится 116 кустарников при первичной посадке 134 саженцев, т. е. сохранность популяции на настоящий момент составляет 86,6 %. *C. arborescens* на этой территории сохранила все фенотипические видовые признаки и демонстрирует высокую жизненность (рис. 2).

По итогам проводимых ранее таксационных исследований сотрудниками ФНЦ агроэкологии РАН [21] и непосредственно авторами исследуемая территория была разделена на шесть участков.

Участки 1 и 6 занимают северную и южную оконечности посадки. На них по результатам многолетнего мониторинга установлен высокий уровень антропогенной нагрузки, которая на участке 1 заключается в замусоренности строительными материалами и пищевыми отходами, эпизодическом выпасе коз, а также разжигании костров. Участок 6 граничит с проселочной дорогой и характеризуется высокой запыленностью. На нем также зарегистрированы последствия сброса строительного мусора; в составе травянистых

растительных сообществ множество рудеральных видов. В местах утраченных кустарников и между рядами посадок имеются самосевы вяза мелколистного (*Ulmus pumila* L.) и скумпии кожевенной (*Cotinus coggygia* Scop.). В совокупности на этой территории произрастает 25 кустарников *C. arborescens*.

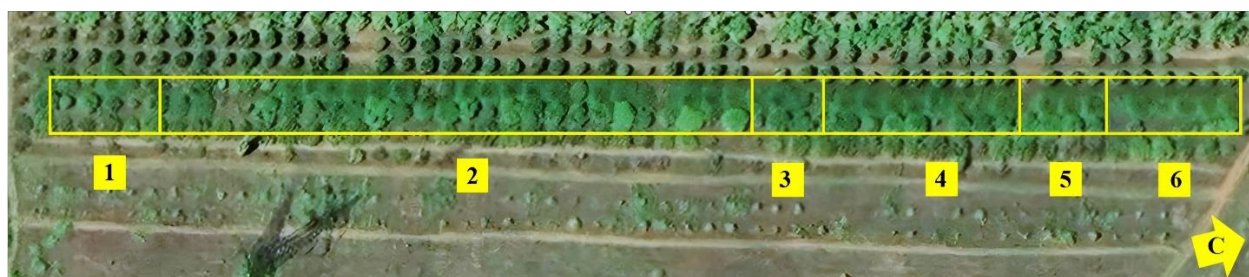


Рисунок 1 – Расположение участков на территории компактного произрастания *Caragana arborescens*. 1, 6 – с высоким уровнем антропогенного воздействия; 2, 4 – без особенностей (основная часть территории); 3, 5 – с высоким содержанием солей в почве.



А



Б

Рисунок 2 – Внешний вид объекта исследования – *Caragana arborescens* в различные фенофазы. А – Вегетационный рост. Б – Начало листопада.

Участки 2 и 4 занимают основную часть посадки *C. arborescens*, на них произрастает 74 кустарника. В пределах этой локации каких-либо особенностей, влияющих на рост и развитие растений, не выявлено, или они были минимальными. Эти участки были отнесены к территории с ненарушенной экосистемой.

Участки 3 и 5 имеют небольшую протяженность и общее происхождение. Это бывшие естественные западины. В них накапливалась атмосферная влага, которая в теплый период выпаривалась вследствие высокой инсоляции, оставляя в почве большое количество осадочных солей. Но даже после предпосадочной обработки почвы сохранили засоленность, образовав постоянно действующий негативный фактор среды. По данным лаборатории анализа ФНЦ агроэкологии РАН, при исследовании летом 2023 года содержание натрия на

этих участках составляет $23,9 \pm 2,0$ г/кг, калия $20,8 \pm 2,3$ г/кг; хлоридов $27,3 \pm 2,4$ г/кг (на прилегающей территории – $13,2 \pm 1,5$ г/кг, $17,4 \pm 2,0$ г/кг и $18,1 \pm 2,0$ г/кг, соответственно). Это является критерием слабой засоленности почвы хлоридного типа [22]. На участках 3 и 5 в совокупности произрастает 17 кустарников.

В качестве объекта для непосредственного анализа собирали листовые пластинки *S. arborescens* во второй декаде июня, после формирования устойчивого листового покрова, с 10 деревьев на каждом участке. Листья забирали азимутальным способом (с восьми побегов одного вегетационного возраста по кругу от севера по часовой стрелке) на высоте 150-180 см от почвы. От сложного листа отбирали вторые-третьи листочки от верхушки, ориентируясь на их свободное, нестесненное и незатемненное расположение на листе и отсутствие видимых повреждений – всего по 16 листочков от одного кустарника.

До анализа листья, маркированные обертыванием черешка липким стикером, помещали в маркированные пластиковые конверты и хранили в переносном холодильнике при $+4$ °С не более 8 часов.

В качестве инструментария для сканирования листьев и компьютерной цветометрии применяли Canon MF-4410 со стандартным программным обеспечением производителя. Сканировали сразу по девять листьев, сохраняя маркировку. Оцифрованные изображения обрабатывали программой открытого доступа ImageJ (Wayne Rasband, USA), с помощью которой определяли длину главной жилки (см) и максимальный поперечник (см), а после бинаризации изображения – среднюю площадь листовой пластинки (см²). После рассечения изображения по главной жилке автоматически определяли площади каждой части и рассчитывали асимметрию A_S (%) по формуле:

$$A_S = 50 \times S_B / S_M, \quad (1)$$

где S_B – площадь большей части листа (см²); S_M – площадь меньшей части (см²).

Дополнительно каждый лист взвешивали и определяли его массу (г), а также удельную плотность (г/см²).

Компьютерную цветометрию проводили после сканирования адаксиальной (лицевой) поверхности листовых пластинок в RGB-формате, в результате чего получали основные цветовые характеристики: среднюю интенсивность отражения отдельно по R, G и B каналам (усл. ед.), а также рассчитывали асимметрию величин этих показателей (%), подобно тому, как это было сделано для площади листовой пластинки [23].

В завершение проводили биохимический анализ листовых пластинок. Содержание основных пигментов в адаксиальном эпидерме листьев определяли бесконтактным способом с помощью спектрографа «Dualex Scientific+» («Force-A», Франция) непосредственно на участках, перед забором листьев. Измеряли содержание суммарного хлорофилла (a + b), флавоноидов и антоцианов. Данные представляли в мкг/см² сырой массы. Дополнительно рассчитывали индекс азотного баланса (NBI) как соотношение количества хлорофиллов и флавоноидов (азот/углерод) в условных единицах (у.е.) [24].

Количественное определение белка в листовых пластинках растений проводили с помощью метода, основанного на взаимодействии свободных аминокислот с сульфогруппой красителя амидо-черного 10В. Вначале получали гомогенат из 100 мг растительных тканей в 5 мл дистиллированной воды. После смешивания 1 мл гомогената с 2 мл осаждающего раствора, содержащего лимонную кислоту, Na₂HPO₄·12H₂O и амидо-черный 10В в дистиллированной воде, пробирки центрифугировали в течение 15 мин при 1500 g и определяли оптическую плотность супернатанта на спектрофотометре ПЭ-5400 при 615 нм. Содержание белка X (мг/г) вычисляли по формуле:

$$X = 50 \times C \times E_x / E_c, \quad (2)$$

где C – концентрация белка в эталонном растворе (г/л); E_x – оптическая плотность исследуемого раствора; E_c – оптическая плотность калибровочного раствора [25].

Математический анализ полученных результатов проводили с помощью компьютерной программы Statistica 12.0 (StatSoft Inc., США). Использовали непараметрические показатели

для характеристики выборок, наличия или отсутствия различий. Статистическую характеристику выборки представляли в форме медиана и межквартильный интервал – Ме (Q1 ÷ Q3). Во всех случаях уровень статистической значимости различий по критерию Манна-Уитни принимали равным $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Средняя масса, удельная плотность листовых пластинок, а также линейные показатели – средняя длина главной жилки и максимальный поперечник на всем участке – не различались и находились в пределах фенотипических значений, свойственных данному виду. Средняя площадь листовой пластинки была на 13,2 % меньше на участках 1 и 6 (высокий уровень антропогенной нагрузки), но статистически значимых различий не было найдено (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты анализа морфологии листовых пластинок *Caragana arborescens*

Показатель	Локация		
	Участки 2 и 4	Участки 3 и 5	Участки 1 и 6
Масса листовой пластинки, (г)	0,33 (0,29÷0,38)	0,30 (0,27÷0,34)	0,29 (0,26÷0,33)
Удельная плотность листовой пластинки, г/см ²	0,062 (0,055÷0,071)	0,061 (0,054÷0,071)	0,064 (0,057÷0,075)
Длина главной жилки (см)	1,94 (1,77÷2,09)	1,92 (1,73÷2,03)	1,74 (1,59÷1,90)
Максимальный поперечник (см)	1,30 (1,15÷1,44)	1,27 (1,12÷1,40)	1,32 (1,18÷1,48)
Средняя площадь листовой пластинки (см ²)	5,3 (4,8÷5,9)	5,0 (4,5÷5,6)	4,6 (4,2÷5,0)
Асимметрия площади листовой пластинки (%)	4,4 (4,1÷4,8)	4,6 (4,2÷5,1)	7,1 (6,5÷7,9)*

Примечание: здесь и далее знаком * отмечены статистически значимые различия с величинами показателей для участка 1.

В противовес этому асимметрия площади листовой пластинки была в этих условиях в 1,61 раза больше, чем величина показателя у растений, произрастающих на участках 2 и 4 с ненарушенной экосистемой ($p < 0,05$).

При измерении удельной интенсивности в формате RGB было выявлено, что величины показателя различаются между зонами участками только по каналу G. Величина средней интенсивности зеленого была в 1,15 раза меньше у *C. arborescens* на участках 3 и 5 по сравнению с величиной показателя у растений, произрастающих на участках с ненарушенной экосистемой. Высокий уровень антропогенной нагрузки сопровождался изменением асимметрии интенсивности по всем каналам RGB: для красного увеличение асимметрии составило 44,6 %, для зеленого – 73,5 %, для синего – 54,2 % (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты компьютерной цветометрии листовых пластинок *Caragana arborescens*

Показатель	Локация		
	Участки 2 и 4	Участки 3 и 5	Участки 1 и 6
Удельная интенсивность (усл. ед.)			
по R	3,92 (3,52÷4,68)	3,95 (3,56÷4,72)	4,11 [3,89÷4,55]
по G	8,28 (7,85÷8,79)	8,05 (7,54÷8,60)	7,17 [6,75÷7,69]*
по B	3,16 (2,85÷3,53)	3,15 (2,85÷3,49)	3,20 [2,87÷3,48]
Асимметрия интенсивности (%)			
по R	6,5 (4,9÷7,2)	6,8 (6,1÷7,4)	9,4 (8,6÷10,4)*
по G	4,9 (3,7÷5,4)	5,2 (4,7÷5,8)	8,5 (7,7÷9,4)*
по B	5,9 (5,4÷6,6)	6,4 (5,8÷7,2)	9,1 (8,2÷10,2)*

Результаты биохимического анализа листовых пластинок *C. arborescens* показывают различия между участками с ненарушенной экосистемой и участками с высоким уровнем антропогенной нагрузки. Содержание суммарного хлорофилла в листовых пластинках при исследовании на участках 1 и 6 было ниже в 1,37 раза, индекс азотного баланса был ниже в 1,24 раза, содержание общего белка – выше в 1,26 раза (все $p < 0,05$). Содержание флавоноидов и антоцианов в листовых пластинках *C. arborescens* между участками не различалось (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты биохимического анализа листовых пластинок *Caragana arborescens*

Показатель	Локация		
	Участки 2 и 4	Участки 3 и 5	Участки 1 и 6
Суммарный хлорофилл (мкг/см ² сырой массы)	43,2 (40,5÷46,9)	40,4 (36,9÷43,8)	31,5 (28,3÷34,1)*
Флавоноиды (мкг/см ² сырой массы)	1,39 (1,28÷1,51)	1,36 (1,25÷1,47)	1,26 (1,19÷1,33)
Антоцианы, мкг/см ² сырой массы	0,18 (0,16÷0,21)	0,18 (0,15÷0,20)	0,20 (0,17÷0,23)
Индекс азотного баланса, усл. ед.	31,1 (28,4÷34,7)	29,7 (25,1÷33,3)	25,0 (22,8÷27,9)*
Содержание общего белка, %	1,72 (1,61÷1,82)	1,95 (1,77÷2,11)	2,16 (1,96÷2,37)*

Проведенная в настоящем исследовании оценка морфологических, цветометрических и биохимических характеристик листьев *C. arborescens* явилась частью проводимого в настоящее время специалистами ФНЦ агроэкологии РАН широкомасштабного анализа состояния древесно-кустарниковых растений (аборигенных и интродуцированных), высаженных ранее на территории региона с целью выращивания адаптированного посадочного материала для защитного лесоразведения. В рамках этой работы проводится также селекция наиболее ценных растений для последующего восстановления имеющихся и формирования новых устойчивых экосистем [3, 21].

Представители рода *Caragana*, интродуцированные на территорию Волгоградской области, по определению обладают высокой степенью адаптации к засушливым условиям, повышенной инсоляции, скудности и засоленности почвы, запыленности и сезонным перепадам температуры. Тем не менее, они в полной мере способны к стрессовой реакции на средовые воздействия высокой интенсивности и достаточно чувствительны к антропогенной нагрузке [26].

Полученные в работе данные, во-первых, подтверждают достаточно высокую жизнестойкость *C. arborescens* и сохранение основных физиолого-биохимических процессов в растениях данной популяции спустя 25 лет после посадки на территорию Волгоградской области. В рамках данного исследования это выражается в сохранении правильной формы листовых пластинок, их размеров, адекватного содержания ключевых пигментов и белка. Тем не менее, на участке, который оказался гетерогенным по признакам засоленности почвы и уровню антропогенной нагрузки, было выявлено несколько особенностей строения и свойств листовых пластинок, связанных с этими различиями.

Для растений, произрастающих на участках с засолением почвы, анализ не выявил ни одного статистически значимого различия с основной частью популяции. Это подтверждает уже приведенные сведения об устойчивости *C. arborescens* к изменениям химического состава почвы [12].

Статистически значимые различия, связанные с уровнем антропогенного воздействия, были выявлены в отношении асимметрии площади листовой пластинки, средней интенсивности зеленого, асимметрии по каналам R, G и B, а также для содержания в ней суммарного хлорофилла, белка и индекса азотного баланса. Эти различия являются подтверждением того факта, что листовые пластинки древесно-кустарниковых растений чутко

реагируют на изменения окружающей среды, в особенности вызванные нетипичными для природы воздействиями антропогенного характера [8].

Естественно, в данном случае речь идет о реакции всего растения на негативное воздействие, то есть о развитии абиотического антропогенного стресса. Одним из его механизмов, фиксируемым при биоиндикации, является комплексная пространственная и фазовая (динамическая) перестройка всех видов обмена, включая фотосинтез и метаболизм ключевых пигментов [27, 28, 29]. Как результат, в растительных тканях активируются катаболические процессы, в том числе свободно-радикальное окисление, что приводит к накоплению флавоноидов, антоцианов и полифенольных соединений [30, 31]. Эти процессы развиваются мозаично, обладают значительными градиентами и признаками асимметрии, что мы и наблюдаем при цветометрии и биохимическом анализе листовых пластинок.

Безусловно, для подтверждения получения новых данных о структурной организации листовых пластинок необходимо расширить возможности спектральных методов и сформировать максимально короткую, но информативную линейку биохимических методик. Тем не менее, цветометрические методики, в силу их простоты и доступности, возможности исследования *in situ*, перспективны в комплексе подобных программ исследований.

Выводы

1. Популяция караганы древовидной (*C. arborescens*), высаженная 25 лет назад на засушливой территории Волгоградской области, сохраняет высокую жизнестойкость. Анализ листовых пластинок кустарника свидетельствует в целом о сохранении видовых характеристик их структуры и свойств.

2. Результаты исследования листовых пластинок *C. arborescens* подтверждают солеустойчивость растения: произрастание на почве с повышенным содержанием натрия, калия и хлоридов не отражается на их структурных и биохимических характеристиках.

3. Произрастание на территории с высоким уровнем антропогенной нагрузки сопровождается увеличением асимметрии площади листовой пластинки в 1,61 раза, снижением средней интенсивности зеленого в 1,15 раза, увеличением асимметрии по каналам R, G и B в 1,44-1,73 раза, снижением содержания суммарного хлорофилла (в 1,37 раза) и индекса азотного баланса (в 1,24 раза), но более высоким содержанием общего белка (в 1,26 раза). Это является отражением перестройки биосинтеза, активации свободнорадикального окисления и накопления запасных белков в результате развития стрессовой реакции растений на неблагоприятные условия внешней среды.

4. Цветометрия в формате RGB может использоваться для индикации уровня антропогенной нагрузки в комплексе с другими биоиндикационными методами. Наиболее информативным показателем при цветометрии является асимметрия интенсивности зеленого.

5. Высокая чувствительность *C. arborescens* к воздействию антропогенных факторов позволяет рекомендовать этот вид в качестве растения-биоиндикатора в условиях засушливой зоны.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках государственного задания FNFE-2025-0010 «Изучение основных путей реализации морфогенеза *in vitro* и факторов абиотической и биотической природы, регулирующих процессы регенерации древесно-кустарниковых и культурных растений».

Список литературы

1. Зонн И.С., Куст Г.С., Андреева О.В. Парадигма опустынивания: 40 лет развития и глобальных действий // Аридные экосистемы. 2017. № 3 (72). С. 3-16.
2. Деградация земель и опустынивание в России: новейшие подходы к анализу и поиску путей решения / Гл. ред. Г.С. Куст. М.: Изд-во Перо, 2019. 235 с.

3. Кулик К.Н., Беляев А.И., Пугачева А.М. Роль защитного лесоразведения в борьбе с засухой и опустыниванием агроландшафтов // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29. № 1 (94). С. 4-14. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-4-14.
4. Гладышева М.М., Гладышева К.С., Шишиморов А.П. Загрязнение окружающей среды: структурирование и визуализация мест загрязнений // Вестник Череповецкого государственного университета. 2023. № 1 (112). С. 11-26. DOI: 10.23859/1994-0637-2023-1-112-1.
5. Красноярова Б.А., Назаренко А.Е., Плуталова Т.Г., Шарабарина С.Н., Барышников С.Г. Оценка уязвимости аграрно-ориентированных природно-хозяйственных систем // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2024. Т. 49. С. 72-87. DOI: 10.26516/2073-3402.2024.49.72.
6. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды. СПб.: СПб ГТУРП, 2019. 67 с.
7. Турмухаметова Н.В. Использование морфометрических и фенологических показателей *Tilia cordata* Mill. для целей биоиндикации // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 4. С. 93-97. DOI: 10.17816/snv201984116.
8. Протасова М.В., Проценко Е.П., Петрова И.В., Петров С.С., Саад Ф. Сабр. Использование методов биоиндикации при исследовании экологического состояния городской среды // Экология урбанизированных территорий. 2019. № 3. С. 136-140. DOI: 10.24411/1816-1863-2019-13136.
9. Кузнецова А.С., Сотникова Е.В. Биоиндикационные показатели стабильности развития листовой пластинки *Populus tremula* в условиях воздействия транспортных потоков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2016. № 3. С. 45-52.
10. Кулик К.Н., Исаков А.С., Новочадов В.В. Новые возможности анализа листовых пластинок деревьев-биоиндикаторов в оценке состояния окружающей среды в условиях аридной зоны // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 25-36. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-02.
11. Zaghoul A., Saber M., Gadow S., Fikry A. Biological indicators for pollution detection in terrestrial and aquatic ecosystems // Bulletin of the National Research Centre. 2020. Vol. 44. e127. DOI: 10.1186/s42269-020-00385-x.
12. Иозус А.П., Завьялов А.А., Крючков С.Н. Биоэкологическая характеристика древесных видов в условиях выращивания в сухой степи // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 10. С. 131-134.
13. Кулик К.Н., Пугачева А.М. Структура растительных сообществ залежных земель в системе куртинных защитных лесных насаждений в сухих степях // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22. № 1 (66). С. 77-85.
14. Трещевская Э.И., Тихонова Е.Н., Голядкина И.В., Трещевская С.В., Князев В.И. Карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) как кустарниковая порода при биологической рекультивации техногенных ландшафтов // Лесотехнический журнал. 2021. Т. 11. № 3. С. 31-44. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2021.3/3.
15. Wang Z., Xie L., Prather C.M., Guo H., Han G., Ma C. What drives the shift between sexual and clonal reproduction of *Caragana stenophylla* along a climatic aridity gradient? // BMC Plant Biology. 2018. Vol. 18. No. 1. e91. DOI: 10.1186/s12870-018-1313-6.
16. Нурминская Ю.В., Малков Ф.С., Бахвалов С.В. Автоматизация исследований морфологии листьев растений // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7. № 1. С. 57-62. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-1-57-62.
17. Khadivi A., Mirheidari F., Saeidifar A., Moradi Y., Tunç Y. Morphological variation of *Ficus johannis* subsp. *afghanistanica* (Warb.) Browicz in Sistan-va-Baluchestan province, Iran // BMC Plant Biol. 2025. Vol. 25. No. 1. e24. DOI: 10.1186/s12870-025-06048-1.
18. Катаев М.Ю., Даданова М.М. Методика распознавания растительности на основе цветового и текстурного анализа RGB изображений // Светотехника. 2019. № 2. С. 34-39.

19. Ракутько С.А., Васькин А.Н., Ракутько Е.Н. Применение морфо-цветометрического анализа в биоиндикации экосистем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2022. № 3 (67). С. 445-458. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-51.
20. Zhang H., Ge Y., Xie X., Atefi A., Wijewardane N.K., Thapa S. High throughput analysis of leaf chlorophyll content in sorghum using RGB, hyperspectral, and fluorescence imaging and sensor fusion // Plant Methods. 2022. Vol. 18. No. 1. e60. DOI: 10.1186/s13007-022-00892-0.
21. Егоров С.А., Крючков С.Н., Солонкин А.В., Соломенцева А.С., Романенко А.К., Горбушова Д.А. Особенности адаптации древесных и кустарниковых видов в архиве популяций и клонов насаждений г. Волгограда // Научно-агрономический журнал. 2023. № 3 (122). С. 60-67. DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.009.60-67.
22. Панкова Е.И., Конюшкова М.В., Горохова И.Н. О проблеме оценки засоленности почв и методике крупномасштабного цифрового картографирования засоленных почв // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1. № 1. С. 26-54.
23. Широкий А.А., Новочадов В.В. Цифровые методики в имидж-анализе растительных сообществ аридных зон // Физико-техническая информатика СРТ2022: материалы X междунар. конф. Пушино, 2022. С. 140-150. DOI: 10.54837/9785604289174_140.
24. Haworth M., Marino G., Atzori G., Fabbri A., Daccache A., Killi D., Carli A., Montesano V., Conte A., Balestrini R., Centritto M. Plant physiological analysis to overcome limitations to plant phenotyping // Plants (Basel). 2023. Vol. 12. No. 23. e4015. DOI: 10.3390/plants12234015.
25. Степанченко Н.С., Новикова Г.В., Мошков И.Е. Количественное определение содержания белка // Физиология растений. 2011. Т. 58. С. 624-630.
26. Крючков С.Н., Маттис Г.Я. Лесоразведение в засушливых условиях. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2014. 300 с.
27. Du F., Guan C., Jiao Y. Molecular mechanisms of leaf morphogenesis // Mol. Plant. 2018. Vol. 11. No. 9. P. 1117-1134. DOI: 10.1016/j.molp.2018.06.006.
28. Стасова В.В., Скрипальщикова Л.Н., Астраханцева Н.В., Барченков А.П. Фотосинтетические пигменты в листьях березы повислой при техногенном воздействии // Известия вузов. Лесной журнал. 2023. № 3. С. 35-47. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-3-35-47.
29. Самусик Е.А., Головатый С.Е. Реакция пигментной системы древесных растений на газопылевое загрязнение // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2023. № 2. С. 78-86. DOI: 10.46646/2521-683X/2023-2-78-86.
30. Hasanuzzaman M., Bhuyan M.H.M.B., Zulfiqar F., Raza A., Mohsin S.M., Mahmud J.A., Fujita M., Fotopoulos V. Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the crucial role of a universal defense regulator // Antioxidants. 2020. Vol. 9. e681. DOI: 10.3390/antiox9080681.
31. Zhou A., Ge B., Chen S., Kang D., Wu J., Zheng Y., Ma H. Leaf ecological stoichiometry and anatomical structural adaptation mechanisms of *Quercus* sect. *Heterobalanus* in southeastern Qinghai-Tibet Plateau // BMC Plant Biol. 2024. Vol. 24. No. 1. e325. DOI: 10.1186/s12870-024-05010-x.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 06.02.2025
Принята к публикации 19.06.2025

COMPLEX ANALYSIS OF THE LEAVES OF *CARAGANA ARBORESCENS* GROWING IN SEMI-ARID ZONES OF VOLGOGRAD REGION

K. Kulik¹, *A. Isakov¹, **V. Novochadov²

¹Federal Research Centre of Agroecology, Amelioration and Protective Afforestation of Russian Academy of Sciences, Russia, Volgograd

²Volgograd State University, Russia, Volgograd

e-mail: *isakov-a@vfanc.ru, **novochadov.valeriy@volsu.ru

The study examined the patterns of growth and formation of phenotypic features of introduced forms of *C. arborescens*, in terms of structural and biochemical features of leaf blades in arid climates and under different levels of anthropogenic impact. A comprehensive analysis revealed new facts about spatial organization of leaf blades, gradients of colorimetric and biochemical characteristics at sites with different physicochemical properties of light chestnut soils. The high sensitivity of *C. arborescens* to environmental factors makes it possible to recommend this species as a bio-indicator plant in arid zones.

Key words: *Caragana arborescens*, semi-arid zone, anthropogenic impact, leaves, computer morphometry, computer colorimetry, biochemical analysis, bioindication, Volgograd Region.

References

1. Zonn I.S., Kust G.S., Andreeva O.V. Paradigma opustynivaniya: 40 let razvitiya i global'nykh deistvii. Aridnye ekosistemy. 2017. N 3 (72). S. 3-16.
2. Degradatsiya zemel' i opustynivanie v Rossii: noveishie podkhody k analizu i poisku putei resheniya. Gl. red. G.S. Kust. M.: Izd-vo Pero, 2019. 235 s.
3. Kulik K.N., Belyaev A.I., Pugacheva A.M. Rol' zashchitnogo lesorazvedeniya v bor'be s zasukhoi i opustynivaniem agrolandshaftov. Aridnye ekosistemy. 2023. T. 29. N 1 (94). S. 4-14. DOI: 10.24412/1993-3916-2023-1-4-14.
4. Gladysheva M.M., Gladysheva K.S., Shishimorov A.P. Zagryaznenie okruzhayushchei sredy: strukturirovanie i vizualizatsiya mest zagryaznenii. Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta. 2023. N 1 (112). S. 11-26. DOI: 10.23859/1994-0637-2023-1-112-1.
5. Krasnoyarova B.A., Nazarenko A.E., Plutalova T.G., Sharabarina S.N., Baryshnikov S.G. Otsenka uyazvimosti agrarno-orientirovannykh prirodno-khozyaistvennykh system. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Nauki o Zemle. 2024. T. 49. S. 72-87. DOI: 10.26516/2073-3402.2024.49.72.
6. Lyashenko O.A. Bioindikatsiya i biotestirovanie v okhrane okruzhayushchei sredy. SPb.: SPb GTURP, 2019. 67 s.
7. Turmukhametova N.V. Ispol'zovanie morfometricheskikh i fenologicheskikh pokazatelei *Tilia cordata* Mill. dlya tselei bioindikatsii. Samarskii nauchnyi vestnik. 2019. T. 8. N 4. S. 93-97. DOI: 10.17816/snv201984116.
8. Protasova M.V., Protsenko E.P., Petrova I.V., Petrov S.S., Saad F. Sabr. Ispol'zovanie metodov bioindikatsii pri issledovanii ekologicheskogo sostoyaniya gorodskoi sredy. Ekologiya urbanizirovannykh territorii. 2019. N 3. S. 136-140. DOI: 10.24411/1816-1863-2019-13136.
9. Kuznetsova A.S., Sotnikova E.V. Bioindikatsionnye pokazateli stabil'nosti razvitiya listovoi plastinki *Populus tremula* v usloviyakh vozdeistviya transportnykh potokov. Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2016. N 3. S. 45-52.
10. Kulik K.N., Isakov A.S., Novochadov V.V. Novye vozmozhnosti analiza listovykh plastinok derev'ev-bioindikatorov v otsenke sostoyaniya okruzhayushchei sredy v usloviyakh aridnoi zony. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2021. N 1 (61). S. 25-36. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-02.

11. Zaghloul A., Saber M., Gadow S., Fikry A. Biological indicators for pollution detection in terrestrial and aquatic ecosystems. *Bulletin of the National Research Centre*. 2020. Vol. 44. e127. DOI: 10.1186/s42269-020-00385-x.
12. Iozus A.P., Zav'yalov A.A., Kryuchkov S.N. Bioekologicheskaya kharakteristika drevesnykh vidov v usloviyakh vyrashchivaniya v sukhoy stepi. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2018. N 10. S. 131-134.
13. Kulik K.N., Pugacheva A.M. Struktura rastitel'nykh soobshchestv zaleznykh zemel' v sisteme kurtinnykh zashchitnykh lesnykh nasazhdenii v sukhikh stepyakh. *Aridnye ekosistemy*. 2016. T. 22. N 1 (66). S. 77-85.
14. Treshchevskaya E.I., Tikhonova E.N., Golyadkina I.V., Treshchevskaya S.V., Knyazev V.I. Karagana drevovidnaya (*Caragana arborescens* Lam.) kak kustarnikovaya poroda pri biologicheskoi rekul'tivatsii tekhnogennykh landshaftov. *Lesotekhnicheskii zhurnal*. 2021. T. 11. N 3. S. 31-44. DOI: 10.1034220/issn.2222-7962/2021.3/3.
15. Wang Z., Xie L., Prather C.M., Guo H., Han G., Ma C. What drives the shift between sexual and clonal reproduction of *Caragana stenophylla* along a climatic aridity gradient? *BMC Plant Biology*. 2018. Vol. 18. No. 1. e91. DOI: 10.1186/s12870-018-1313-6.
16. Nurminskaya Yu.V., Malkov F.S., Bakhvalov S.V. Avtomatizatsiya issledovaniy morfologii list'ev rastenii. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*. 2017. T. 7. N 1. S. 57-62. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-1-57-62.
17. Khadivi A., Mirheidari F., Saeidifar A., Moradi Y., Tunç Y. Morphological variation of *Ficus johannis* subsp. *afghanistanica* (Warb.) Browicz in Sistan-va-Baluchestan province, Iran. *BMC Plant Biol*. 2025. Vol. 25. No. 1. e24. DOI: 10.1186/s12870-025-06048-1.
18. Kataev M.Yu., Dadonova M.M. Metodika raspoznavaniya rastitel'nosti na osnove tsvetovogo i tekturnogo analiza RGB izobrazhenii. *Svetotekhnika*. 2019. N 2. S. 34-39.
19. Rakut'ko S.A., Vas'kin A.N., Rakut'ko E.N. Primenenie morfo-tsvetometricheskogo analiza v bioindikatsii ekosistem. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa*. 2022. N 3 (67). S. 445-458. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-51.
20. Zhang H., Ge Y., Xie X., Atefi A., Wijewardane N.K., Thapa S. High throughput analysis of leaf chlorophyll content in sorghum using RGB, hyperspectral, and fluorescence imaging and sensor fusion. *Plant Methods*. 2022. Vol. 18. No. 1. e60. DOI: 10.1186/s13007-022-00892-0.
21. Egorov S.A., Kryuchkov S.N., Solonkin A.V., Solomentseva A.S., Romanenko A.K., Gorbushova D.A. Osobennosti adaptatsii drevesnykh i kustarnikovykh vidov v arkhive populyatsii i klonov nasazhdenii g. Volgograda. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*. 2023. N 3 (122). S. 60-67. DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.009.60-67.
22. Pankova E.I., Konyushkova M.V., Gorokhova I.N. O probleme otsenki zasolennosti pochv i metodike krupnomasshtabnogo tsifrovogo kartografirovaniya zasolennykh pochv. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*. 2017. T. 1. N 1. S. 26-54.
23. Shirokii A.A., Novochadov V.V. Tsifrovye metodiki v imidzh-analize rastitel'nykh soobshchestv aridnykh zon. *Fiziko-tekhnicheskaya informatika CPT2022: materialy X mezhdunar. konf. Pushchino*, 2022. S. 140-150. DOI: 10.54837/9785604289174_140.
24. Haworth M., Marino G., Atzori G., Fabbri A., Daccache A., Killi D., Carli A., Montesano V., Conte A., Balestrini R., Centritto M. Plant physiological analysis to overcome limitations to plant phenotyping. *Plants (Basel)*. 2023. Vol. 12. No. 23. e4015. DOI: 10.3390/plants12234015.
25. Stepanchenko N.S., Novikova G.V., Moshkov I.E. Kolichestvennoe opredelenie soderzhaniya belka. *Fiziologiya rastenii*. 2011. T. 58. S. 624-630.
26. Kryuchkov S.N., Mattis G.Ya. Lesorazvedenie v zasushlivykh usloviyakh. Volgograd: VNIALMI, 2014. 300 s.
27. Du F., Guan C., Jiao Y. Molecular mechanisms of leaf morphogenesis. *Mol. Plant*. 2018. Vol. 11. No. 9. P. 1117-1134. DOI: 10.1016/j.molp.2018.06.006.

28. Stasova V.V., Skripal'shchikova L.N., Astrakhantseva N.V., Barchenkov A.P. Fotosinteticheskie pigmenty v list'yakh berezy povisloi pri tekhnogennom vozdеistvii. Izvestiya vuzov. Lesnoi zhurnal. 2023. N 3. S. 35-47. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-3-35-47.
29. Samusik E.A., Golovaty S.E. Reaktsiya pigmentnoi sistemy drevesnykh rastenii na gazopylevoe zagryaznenie. Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya. 2023. N 2. S. 78-86. DOI: 10.46646/2521-683X/2023-2-78-86.
30. Hasanuzzaman M., Bhuyan M.H.M.B., Zulfiqar F., Raza A., Mohsin S.M., Mahmud J.A., Fujita M., Fotopoulos V. Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the crucial role of a universal defense regulator. Antioxidants. 2020. Vol. 9. e681. DOI: 10.3390/antiox9080681.
31. Zhou A., Ge B., Chen S., Kang D., Wu J., Zheng Y., Ma H. Leaf ecological stoichiometry and anatomical structural adaptation mechanisms of *Quercus* sect. *Heterobalanus* in southeastern Qinghai-Tibet Plateau. BMC Plant Biol. 2024. Vol. 24. No. 1. e325. DOI: 10.1186/s12870-024-05010-x.

Сведения об авторах:

Кулик Константин Николаевич

Академик РАН, д.с.-х.н., профессор, главный научный сотрудник, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН
ORCID 0000-0001-7124-8116

Kulik Konstantin

Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Federal Research Centre of Agroecology, Amelioration and Protective Afforestation of Russian Academy of Sciences

Исаков Артем Сергеевич

Младший научный сотрудник лаборатории биотехнологии, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН
ORCID 0000-0002-8922-2042

Isakov Arteom

Junior Researcher of the Laboratory of Biotechnology, Federal Research Centre of Agroecology, Amelioration and Protective Afforestation of Russian Academy of Sciences

Новочадов Валерий Валерьевич

Д.м.н., профессор, профессор кафедры биоинженерии и биоинформатики, Волгоградский государственный университет
ORCID 0000-0001-6317-7418

Novochadov Valery

Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Bioengineering and Bioinformatics, Volgograd State University

Для цитирования: Кулик К.Н., Исаков А.С., Новочадов В.В. Комплексный анализ листьев *Caragana arborescens* Lam. в засушливых экосистемах Волгоградской области // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 91-102. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-91-102

САРАНЧОВЫЕ И ДРУГИЕ ПРЯМОКРЫЛЫЕ НАСЕКОМЫЕ ГОРНО-СТЕПНЫХ ВПАДИН ЗАПАДНОГО САЯНА.

I. ВИДОВОЕ БОГАТСТВО

М.Г. Сергеев^{1,2}

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН, Россия, Новосибирск

²Новосибирский государственный университет, Россия, Новосибирск

e-mail: mgs@fen.nsu.ru, mgsergeev@aol.com

Впервые обобщены данные о видовом богатстве прямокрылых насекомых (Orthoptera) двух горно-степных впадин Западного Саяна – Усинской и Турано-Уюкской. В Усинской впадине обитает не менее 53, а в Турано-Уюкской – не менее 24 видов. Установлено, что выявленные наборы родов и видов очень близки к таковым соседних, более крупных межгорных котловин (Минусинской и Улуг-Хемской). Показано, что в модельных впадинах не найдены многие виды, тяготеющие к сухим степям, полупустыням и поймам местных рек Улуг-Хемской и особенно Убсунурской котловин, и некоторые прямокрылые, проникающие в Минусинскую котловину с северо-запада и северо-востока. Выявлены виды, известные как из Минусинской, так и Убсунурской котловины, но пока не обнаруженные в Усинской и Турано-Уюкской впадинах. Очевидно, нахождение таких прямокрылых в них весьма вероятно. Сопоставление данных о разнообразии Orthoptera Усинской котловины 1960-х гг. и 1995-2013 гг. демонстрирует отсутствие каких-то перестроек, которые можно было бы связать с климатическими изменениями последних десятилетий. Изученные горно-степные впадины Западного Саяна можно рассматривать как своего рода острова, позволяющие степным прямокрылым осваивать обширные территории. Отмечено, что совершенствование дорожной сети региона может создать новые маршруты расселения видов, способных заселять местные придорожные полосы и(или) использовать транспортные средства для перемещения.

Ключевые слова: биоразнообразие, горные степи, саранчовые, прямокрылые насекомые, Саяны, распространение, расселение.

Введение

Характерная особенность гор Южной Сибири — многочисленные межгорные впадины, разделенные разнонаправленными хребтами. Положение региона внутри континента и так называемый котловинный эффект определяют ярко выраженную аридизацию значительной части таких впадин и господство в их пределах степных и даже полупустынных ландшафтов. В подобных условиях заметную роль начинают играть животные, в том числе насекомые, связанные с травянистыми экосистемами, в первую очередь саранчовые и другие представители отряда прямокрылые (Orthoptera) [1, 2]. Их воздушно-сухая биомасса может быть значительной. Например, по нашим данным, в 2017-2018 гг. в Улуг-Хемской (Центрально-Тувинской) котловине она, как правило, превышала 10 кг/га. Соответственно, потреблять они могут до 10-20 % массы зеленых частей растений [1, 3], обеспечивая при этом скорейшее возвращение первичной продукции в круговорот. В годы массовых размножений в степях и на лугах саранчовые могут уничтожить все или почти все надземные части трав. В такие периоды резко увеличивается вероятность значительного повреждения этими насекомыми полей сельскохозяйственных культур, пастбищ и сенокосов. Вместе с тем велико и видовое богатство прямокрылых, обитающих в горах Южной Сибири. Так, для юга Красноярского края и Республики Хакасия И.В. Иванова [4, 5] указывала 72 вида отряда, а для Республики Тыва в целом приведено 95 видов и подвидов [6-8], причем некоторые из них являются редкими и заслуживают охраны (например, *Stenobothrus newskii* Zubovsky).

Прямкрылые, обитающие в крупных межгорных степных и полупустынных котловинах гор Южной Сибири, привлекали внимание исследователей еще в начале XX в. [9, 10], однако основные работы были опубликованы в 1960-е гг. [1, 4, 5]. Эти исследования были продолжены в конце XX и начале XXI в. [2, 3, 6-8]. Появились и статьи, посвященные распределению популяций прямкрылых, обитающих в небольших аридизированных межгорных впадинах, таких как Эдиганская (Центральный Алтай), Хандагайтинская и Балгазынская (Тува) [11]. Однако некоторые из подобных котловин оказались обделены вниманием исследователей. Среди них – расположенные между хребтами Западного Саяна Усинская и Турано-Уюкская впадины, но если для первой есть представительные данные о видовом богатстве прямкрылых, выявленном в 1960-е гг. [4, 5], то для Турано-Уюкской котловины даже таких сведений нет.

Обе впадины расположены на юге центральной части Западного Саяна и разделены Куртушибинским хребтом. Они невелики по размерам, а по происхождению связаны с опусканием тектонических блоков [12]. Первая открыта на юго-запад и поэтому получает несколько больше осадков, тогда как Турано-Уюкская находится в дождевой тени Куртушибинского хребта. Кроме того, дно последней примерно на 150-200 м выше (750-930 м над ур. моря против 600-730 м). Обе впадины характеризуются широким распространением степей на верхних террасах и южных склонах, при этом в Усинской впадине обычны луговые и злаково-разнотравные степи с кустарниками, часто щебнистые, а в Турано-Уюкской – полынно-злаковые каменистые степи, в том числе опустыненные [13]. Усинская впадина отделена от обширных степных котловин юга Красноярского края и Хакасии основным массивом Западного Саяна, тогда как Турано-Уюкская впадина с юга ограничена Уюкским хребтом, склоны которого, особенно южные, характеризуются значительным остепнением.

Усинская и Турано-Уюкская впадины интересны, с одной стороны, с биогеографической точки зрения, так как являются своеобразными степными островками на путях возможного расселения видов, связанных с аридизированными регионами, с юга на север через широкий, преимущественно таежный массив Западного Саяна. С другой – поскольку степные ландшафты обеих впадин в той или иной степени трансформированы и используются в сельском хозяйстве, обитающие в них саранчовые время от времени могут размножаться в массе и наносить существенный ущерб полям, сенокосам и пастбищам [4]. Кроме того, по периферии этих котловин проложена трасса проектируемой железной дороги Курагино–Кызыл. В результате, после завершения ее строительства может появиться еще один созданный человеком путь (помимо шоссе) для проникновения степных прямкрылых на север.

Задачи статьи – охарактеризовать видовое богатство прямкрылых насекомых Усинской и Турано-Уюкской котловин и выявить возможные тенденции его перестройки на фоне глобальных климатических изменений и локальной перестройки ландшафтов.

Материалы и методы

Материалы собирались в Усинской котловине в середине теплых сезонов 1995, 2003 и 2013 г., в Турано-Уюкской котловине – в августе 2018 г. Обследовались разнообразные ландшафтные выделы от горных склонов до речных пойм, в первую очередь со степной или луговой растительностью. Использовался ручной сбор, наблюдения и отлов сачком [14, 15]. Систематика прямкрылых приведена главным образом в соответствии с Orthoptera Species File [16] с учетом необходимости пересмотра статуса некоторых таксонов [6-8].

Результаты и обсуждение

В соответствии с современными представлениями о систематике прямкрылых насекомых, обитающих в регионе [6-8, 16], и с учетом невозможности проверки некоторых определений 1960-х гг. к настоящему времени из Усинской впадины известны 53-55 видов

прямокрылых (табл. 1). Не менее 29 видов присутствуют в сборах как 1960-х, так и 1995-2013 гг. Как правило, это широко распространенные прямокрылые, в той или иной степени связанные с луговыми степями и остепненными лугами (например, восточный пилохвост *Poecilimon intermedius*, короткокрылый зеленчук *Euthystira brachyptera*, темнокрылая кобылка *Stauroderus scalaris*) или даже типичными степями (евразийская травянка *Stenobothrus eurasius*, восточная копыеуска *Myrmeleotettix palpalis*). В материалах 1960-х гг. есть прямокрылые, тяготеющие к лесным опушкам и лугам (кобылка Кеппена *Zubovskya koeppeni*, дальневосточная бескрылая кобылка *Prumna primnoa*, короткокрылка Поппиуса *Podismopsis poppiusi*, *Arcyptera albogeniculata*, рыжая копыеноска *Gomphocerripus rufus*), отсутствующие в наших учетах в основном потому, что подобные местообитания не обследовались. Примечательно, что почти все эти виды (кроме первого) в обзорной статье И.В. Ивановой 1967 г. [4] для Усинской впадины также не указаны.

Таблица 1 – Видовое богатство прямокрылых насекомых Турано-Уюкской и Усинской впадин

Вид	Турано-Уюкская впадина (2018 г.)	Усинская впадина		Названия видов в работах 1960-х гг. [4, 5]
		1960-е гг. [4, 5]	1995, 2003, 2013 гг.	
1	2	3	4	5
Tettigoniidae				
<i>Poecilimon intermedius</i> (Fieber)	+	+	+	
<i>Gampsocleis sedakovii</i> Fischer de Waldheim	–	+	+	
<i>Decticus verrucivorus</i> (Linnaeus)	–	(+)	+	
<i>Montana montana</i> (Kollar)	–	+	+	<i>Platycleis montana</i>
<i>M. eversmanni</i> (Kittary)	+	–	+	<i>P. eversmanni</i>
<i>Metrioptera brachyptera</i> (Linnaeus)	–	+	+	
<i>Bicolorana bicolor</i> (Philippi)	–	(+)	+	<i>Metrioptera bicolor</i>
<i>Roeseliana roeselii</i> (Hagenbach)	–		+	
<i>Roeseliana fedtschenkoi</i> (Saussure)	–	(+)	–	Вероятно, указание относится к предыдущему виду
Tridactylidae				
<i>Bruntridactylus tartarus</i> (Saussure)	–	–	+	<i>Tridactylus tartarus</i>
Tetrigidae				
<i>Tetrix subulata</i> (Linnaeus)	–	+	+	
<i>T. simulans</i> (Bey-Bienko)	–	+	–	
<i>T. tenuicornis</i> (Sahlberg)	–	–	+	
<i>T. bipunctata</i> (Linnaeus)	–	+	–	
Acrididae				
<i>Zubovskya koeppeni</i> (Zubovsky)	–	+	–	
<i>Prumna primnoa</i> (Motschulsky)	–	(+)	–	<i>Primnoa primnoa</i>
<i>Ognevia longipennis</i> (Shiraki)	+	–	+	<i>Eirenephilus longipennis</i>
<i>Calliptamus abbreviatus</i> Ikonnikov	+	(+)	–	
<i>Chrysochraon dispar</i> (Germar)	–		+	
<i>Euthystira brachyptera</i> (Ocskay)	–	+	+	
<i>Mongolotettix vittatus</i> (Uvarov)	+	(+)	+	<i>Euthystira japonica vittata</i>
<i>Podismopsis poppiusi</i> (Miram)	–	(+)	–	
<i>Arcyptera fusca</i> (Pallas)	–	+	+	
<i>A. albogeniculata</i> Ikonnikov	–	(+)	–	<i>Arcyptera fusca albogeniculata</i>

1	2	3	4	5
<i>Stenobothrus lineatus</i> (Panzer)	–	+	+	
<i>S. fischeri</i> (Eversmann)	–	–	+	
<i>S. nigromaculatus</i> (Herrich-Schaffer)	–	+	–	
<i>S. eurasius</i> Zubovsky	+	+	+	
<i>Omocestus viridulus</i> (Linnaeus)	+	+	+	
<i>O. haemorrhoidalis</i> (Charpentier)	+	+	+	
<i>O. petraeus</i> (Brisout de Barneville)	–	+	–	
<i>Myrmeleotettix palpalis</i> (Zubovsky)	+	+	+	
<i>Gomphocerripus rufus</i> (Linnaeus)	–	(+)	–	
<i>Gomphocerus sibiricus</i> (Linnaeus)	–	+	+	
<i>Stauroderus scalaris</i> (Fischer de Waldheim)	+	+	+	
<i>Megaulacobothis aethalinus</i> (Zubovsky)	–	–	+	<i>Chorthippus aethalinus</i>
<i>Glyptobothrus brunneus</i> (Thunberg)	–	+	–	<i>Ch. brunneus</i> , вероятно, определения относятся к <i>G. porphyropterus</i> [7]
<i>G. biguttulus</i> (Linnaeus)	+	+	+	<i>Ch. biguttulus</i>
<i>G. porphyropterus</i> (Vorontsovsky)	+	–	–	
<i>G. mollis</i> (Charpentier)	+	–	–	<i>Ch. mollis</i>
<i>G. dubius</i> (Zubovsky)	+	–	–	<i>Ch. dubius</i>
<i>Chorthippus apricarius</i> (Linnaeus)	+	+	+	
<i>Ch. intermedius</i> (Bey-Bienko)	–	+	+	
<i>Ch. hammarstroemi</i> (Miram)	+	(+)	+	
<i>Ch. fallax</i> (Zubovsky)	+	+	+	
<i>Ch. parallelus</i> (Zetterstedt)	–	(+)	–	
<i>Ch. montanus</i> (Charpentier)	+	+	+	
<i>Ch. dorsatus</i> (Zetterstedt)	+	+	+	
<i>Ch. albomarginatus</i> (De Geer)	–	+	+	Указания 1960-х гг., вероятно, относятся как <i>Ch. albomarginatus</i> , так и к <i>Ch. karelini</i> [8]
<i>Ch. karelini</i> (Uvarov)	+	–	+	
<i>Stethophyma grossum</i> (Linnaeus)	–	–	+	<i>Mecostethus grossus</i>
<i>Epacromius pulverulentus</i> (Fischer de Waldheim)	–	+	–	<i>Epacromius coerulipes</i> Ivan.
<i>Oedaleus decorus</i> (Germar)	+	+	+	<i>Oedaleus asiaticus</i> Bey-Bienko
<i>Psophus stridulus</i> (Linnaeus)	–	+	+	
<i>Celes skalozubovi</i> Adelung	+	+	+	
<i>Bryodemella tuberculata</i> (Fabricius)	+	(+)	+	<i>Bryodema tuberculatum</i>
<i>Bryodema gebleri</i> (Fischer de Waldheim)	–	Б	–	
<i>Angaracris barabensis</i> (Pallas)	+	(+)	–	<i>Angaracris barabensis</i> и <i>A. rhodopa</i> (Fischer de Waldheim)
Всего	24	45	39	

Примечание: + – указание вида, (+) – указание на обнаружение вида отсутствует в [4], Б – указан Р.П. Бережковым [17] по сборам 1925 г.

В 1995-2013 гг. нами не были найдены некоторые виды, связанные в основном со степными местообитаниями, в том числе сухими. Это светлокрылый прус *Calliptamus*

abbreviatus, пятнистая травянка *Stenobothrus nigromaculatus*, малый травник *Omocesus petraeus*, трещотки Геблера *Bryodema gebleri* и барабинская *Angaracris barabensis*, а также тяготеющая к солончакам голубокрылая летунья *Epacromius pulverulentus*. Но эти пропуски в какой-то степени скомпенсированы находками других типичных степняков, а именно скачка Эверсманна *Montana evermanni* и травянки Фишера *Stenobothrus fischeri*, и связанной с зарослями кустарников и опушками чернокрылой кобылки *Megaulacobothrus aethalinus*. Почти все степные прямокрылые, найденные в Усинской впадине только в один из периодов исследований, обычны как севернее (Минусинская котловина), так и южнее (Улуг-Хемская). Это позволяет предполагать, что их отсутствие в сборах разных лет обусловлено многолетней динамикой численности.

Значительно меньше видов (24) обнаружено в Турано-Уюкской впадине. Это, с одной стороны, очевидно, связано с кратковременностью исследований, а с другой – отражает незначительность местных луговых и опушечных местообитаний вплоть до почти полного их отсутствия. Вместе с тем здесь нет видов, которые бы не встречались в степных котловинах, лежащих севернее Западного Саяна – Минусинской и Чулымо-Енисейской. Однако в последних обитает эндемичная сибирская копыеноска *Aeropedellus reuteri* (Miram) [18], и в них проникают виды, зонально связанные преимущественно с лесостепями и лесами (певчий кузнечик *Tettigonia cantans* (Fuessly), бескрылая кобылка *Podisma pedestris* (Linnaeus), *Stethophyma magister* (Rehn)), а также заходят степные оголенный кузнечик *Gampsocleis glabra* (Herbst) и крестовая кобылка *Arcyptera microptera* (Fischer de Waldheim).

По сравнению с котловинами, расположенными южнее, фауны прямокрылых рассматриваемых впадин выглядят сопоставимыми (Улуг-Хемская) или даже обедненными (Убсунурская). В опустыненной Убсунурской котловине богато представлены таксоны, тяготеющие к полупустыням и северным пустыням [8, 19]. Всего здесь найден 71 вид [8]. Севернее нее не проникают характерные обитатели пустынных и полупустынных ландшафтов, такие как кузнечики из подсемейства Zichinae (*Deracanthella aranea* (Fischer de Waldheim), *Deracanthina deracanthoides* (Bey-Bienko), *Zichya baranovi* (Bey-Bienko)) и трибы Bergiolini (*Eulithoxenus mongolicus* (Uvarov), *Eu. emeljanovi* Mistshenko, *Bienkoxenus beybienkoi* (Stebaev)), саранчовые из триб Aulacobothrini (2 вида из рода *Eremippus* Uvarov – *E. mistshenkoi* Stebaev, *E. simplex* (Eversmann)) и Sphingonotini (5 видов из рода *Sphingonotus* Fieber – *S. beybienkoi* Mistshenko, *S. rubescens* (F. Walker), *S. elegans* Mistshenko, *S. nebulosus* (Fischer de Waldheim), *S. salinus* (Pallas)), а также несколько трещоток (триба Bryodemini – *Bryodemella zaisanica fallax* (Bey-Bienko), *B. orientalis simulans* (Stebaev), *Compsorhipis davidiana* (Saussure)) [6-8]. В Убсунурской котловине также известны заходящие с юга прямокрылые, связанные преимущественно с пойменными местообитаниями (китайский мечник *Conocephalus chinensis* (Redtenbacher) и лобастый сверчок *Modicogryllus frontalis* (Fieber)).

В Улуг-Хемской котловине разнообразие ниже (известно не менее 54 видов [8]), но также обитают прямокрылые, на юге Сибири не известные из более северных степей. Как правило, они предпочитают либо сухие полынно-мелкодерновинно-злаковые степи (*Platycleis affinis* Fieber, усатый булавоус *Dasyhippus barbipes* (Fischer de Waldheim), восточная крестовая кобылка *Arcyptera meridionalis* (Ikonnikov)), либо заселяют разнообразные местообитания местных пойм (южный конек *Chorthippus dichrous* (Eversmann), солончаковая летунья *Epacromius tergestinus* (Megerle von Mühlfeld), японский прыгунчик *Tetrix japonica* (I. Bolívar), дальневосточный конек *Schmidtia schmidtii* (Ikonnikov)). Ареал *D. barbipes* ограничен монголо-гобийскими сухими степями и полупустынями. Для *P. affinis* Улуг-Хемская котловина – это восточная граница ареала, тогда как для *T. japonica*, *A. meridionalis*, *S. schmidtii* – это почти самые западные точки обнаружения. Интересна группа из трех видов, а именно кузнечиков скачка Томина *Montana tomini* (Pylnov) и *Platycleis albopunctata* (Goeze), а также желтоногий трещотки *Bryodemella holdereri* (Krauss), встречающихся как в Улуг-Хемской, так и в Минусинской котловинах, но пока не найденных в Усинской и Турано-Уюкской впадинах. Велика вероятность того, что они будут там обнаружены.

Особняком стоят виды, способные активно расселяться по станциям, преобразованным или созданным человеком. В регионе, кроме домового сверчка *Acheta domesticus* (Linnaeus), это еще и мелкий чернополосый сверчок *Dianemobius fascipes* (F. Walker), в последние десятилетия активно расселяющийся вдоль автомобильных дорог, особенно по сырым кюветам с мелким гравием [6, 20, 21]. Оба вида с большой вероятностью или уже обитают в рассматриваемых впадинах, или же появятся там в ближайшие годы. Вместе с тем, по нашим наблюдениям, деятельность человека может способствовать расселению других видов. Так, отмечен завоз чернополосой кобылки *Oe. decorus* в горные тундры хребта Академика Обручева с автомобильным транспортом [8].

Выводы

Анализ оригинальных и опубликованных данных о видовом богатстве саранчовых и других прямокрылых насекомых двух небольших горно-степных впадин Западного Саяна показал их определенную специфику. С одной стороны, выявленные наборы родов и видов очень близки к таковым соседних, более крупных межгорных котловин, а именно лежащей севернее Минусинской и расположенной южнее Улуг-Хемской. С другой – в рассматриваемых впадинах не найдены многие виды, тяготеющие к сухим степям, полупустыням и поймам местных рек Улуг-Хемской и особенно Убсунурской котловин, и некоторые прямокрылые, проникающие в Минусинскую котловину с северо-запада и северо-востока. Вместе с тем есть виды, известные как из Минусинской, так и Убсунурской котловины, но пока не обнаруженные в Усинской и Турано-Уюкской впадинах, где их обитание вероятно.

Сопоставление данных о разнообразии Orthoptera Усинской котловины 1960-х гг. и 1995-2013 гг. демонстрирует отсутствие каких-либо перестроек, которые можно было бы связать с климатическими изменениями последних десятилетий. Выявленные различия между наборами видов можно объяснить, во-первых, разными наборами исследованных местообитаний, а во-вторых, разницей в многолетней динамике численности некоторых представителей отряда.

Изученные горно-степные впадины Западного Саяна можно рассматривать как своего рода острова, позволяющие степным прямокрылым осваивать обширные территории, в том числе позволяющие постепенно пересекать широкий и преимущественно таежный массив этой горной системы. Вместе с тем совершенствование дорожной сети региона создаст новые, по сути, маршруты расселения видов, способных заселять местные придорожные полосы и(или) использовать транспортные средства для перемещения.

Благодарности

Исследование поддержано Программой фундаментальных научных исследований (ФНИ) государственной академии наук на 2021-2025 гг. (проект № FWGS-2021-0002). Исследования в Турано-Уюкской впадине были проведены в рамках проекта РФФИ 16-04-00706. Я также признателен всем коллегам, студентам и водителям, принимавшим активное участие в наших экспедициях 1995, 2003, 2013 и 2018 гг.

Список литературы

1. Stebaev I.V., Naplekova N.N., Volkovincer V.V. Epigäische Zoo-Mikrobionten-Komplexe mit Orthopteren und Tenebrioniden im Südöstlichen Altaj-Gebirge und ihre Beziehungen zu bodenbildenden Prozessen // *Pedobiologia*. 1968. Bd. 8. S. 345-386. DOI: 10.1016/s0031-4056(23)00339-6.
2. Стебаев И.В. Характеристика надпочвенного и напочвенного зоомикробиологических комплексов степных ландшафтов Западной и Средней Сибири // *Зоологический журнал*. 1968. Т. 47. № 5. С. 661-675.

3. Сергеев М.Г. Секторная дифференциация населения прямокрылых насекомых лесостепной, степной и полупустынной зон // Известия СО АН СССР. Серия биологических наук. 1990. Вып. 3. С. 85-89.
4. Иванова И.В. Особенности фауны прямокрылых насекомых (Orthoptera) юга Красноярского края // Энтомологическое обозрение. 1967. Т. 46. № 1. С. 127-138.
5. Иванова И.В. Саранчовые и другие прямокрылые юга Красноярского края: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ленинград-Пушкин: ЛСХИ, 1968. 16 с.
6. Sergeev M.G., Storozhenko S.Yu., Benediktov A.A. An annotated check-list of Orthoptera of Tuva and adjacent regions. Part 1. Suborder Ensifera // Far Eastern Entomologist. 2018. No. 372. P. 1-24. DOI: 10.25221/fee.372.1.
7. Sergeev M.G., Storozhenko S.Yu., Benediktov A.A. An annotated check-list of Orthoptera of Tuva and adjacent regions. Part 2. Suborder Caelifera. Tridactylidae, Tetrigidae, Acrididae: Melanoplinae, Calliptaminae, and Gomphocerinae (except Gomphocerini) // Far Eastern Entomologist. 2019. No. 389. P. 7-44. DOI: 10.25221/fee.389.2.
8. Sergeev M.G., Storozhenko S.Yu., Benediktov A.A. An annotated check-list of Orthoptera of Tuva and adjacent regions. Part 3. Suborder Caelifera (Acrididae: Gomphocerinae: Gomphocerini; Locustinae) // Far Eastern Entomologist. 2020. No. 402. P. 1-36. DOI: 10.25221/fee.402.1.
9. Miram E. Zur Orthopteren-Fauna Russlands // Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar. 1907. Bd. 49. No. 6. S. 1-9.
10. Баранов В.И., Бей-Биенко Г.Я. Опыт фито-экологической характеристики местообитаний Orthoptera Saltatoria на Алтае // Известия Западно-Сибирского отдела Русского географического общества. 1926. Т. V. С. 179-198.
11. 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. № 4. С. 731-741.
12. Зятькова Л.К. Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1977. 215 с.
13. Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. Новосибирск: Наука, 1985. 256 с.
14. Gause G.F. Studies on the ecology of the Orthoptera // Ecology. 1930. Vol. 11. No. 2. P. 307-325. DOI: 10.2307/1930266.
15. Sergeev M.G. Distribution patterns of grasshoppers and their kin over the Eurasian Steppes // Insects. 2021. Vol. 12(1). 77. DOI: 10.3390/insects12010077.
16. Cigliano M.M., Braun H., Eades D.C., Otte D. Orthoptera Species File. 2025. URL: <http://orthoptera.speciesfile.org> (дата обращения: 01.02.2025).
17. Бережков Р.П. Саранчовые Западной Сибири. Томск: Изд-во Томского университета, 1956. 176 с.
18. Sergeev M.G., Zharkov V.D., Molodtsov V.V. *Aeropedellus reuteri* (Miram, 1907) (Orthoptera: Acrididae: Gomphocerini) – a rare grasshopper from South Siberia // Far Eastern Entomologist. 2025. No. 519. P. 1-11. DOI: 10.25221/fee.519.1.
19. Gankhuyag E., Dorjsuren A., Choi E.H., Hwang U.W. An annotated checklist of grasshoppers (Orthoptera, Acridoidea) from Mongolia // Biodiversity Data Journal. 2023. Vol. 11. e96705. DOI: 10.3897/BDJ.11.e96705.
20. Драган С.В. Материалы к фауне прямокрылых (Insecta: Orthoptera) Республики Хакасия (Южная Сибирь) // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. 2021. № 1(35). С. 24-27.
21. Бенедиктов А.А., Стороженко С.Ю. Подтверждение подвидового статуса *Dianemobius fascipes nigrofasciatus* (Orthoptera, Gryllidae) на основании биоакустических и морфологических данных с описанием звуков самца из Южной Сибири // Зоологический журнал. 2018. Т. 97. № 12. С. 1478-1484. DOI: 10.1134/S0044513418070048.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 28.02.2025

Принята к публикации 19.06.2025

GRASSHOPPERS AND OTHER ORTHOPTERA IN INTERMOUNTAIN STEPPE BASINS OF THE WEST SAYAN MTS. I. SPECIES DIVERSITY

M. Sergeev^{1,2}

¹Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch,
Russian Academy of Sciences, Russia, Novosibirsk

²Novosibirsk State University, Russia, Novosibirsk
e-mail: mgs@fen.nsu.ru, mgsergeev@aol.com

The data on the orthopteran species richness from two intermountain steppe basins of the West Sayan Mts., the Us and Turan-Uyuk, have been summarized for the first time. At least 53 species inhabit the Us Basin, and at least 24 occur in the Turan-Uyuk Basin. It has been established that the identified sets of genera and species are very close to those of the neighboring, larger intermountain depressions (the Minusinsk and Ulug-Khem). It has been shown that many species preferring dry steppes, semi-deserts and flood-plains of local rivers in the Ulug-Khem and especially the Uvs Nuur Basins, as well as some Orthoptera penetrating the Minusinsk Basin from the northwest and northeast, have not been found in the model depressions. Species known from both the Minusinsk and Uvs Nuur Basins have been identified, but have not yet been found in the Us and Turan-Uyuk Depressions. Obviously, the presence of such Orthoptera in these basins is very likely. The comparative analysis of the data on the orthopteran diversity at the Us Basin in the 1960s and 1995-2013 demonstrates no transformations that could be associated with climatic changes in recent decades. The studied intermountain steppe depressions of the West Sayan Mts. can be considered a kind of islands that allow the steppe Orthoptera to explore vast territories. It is noted that the development of the regional road network can create new routes for the dispersal of species capable to occupy local verges and (or) use some vehicles for movement.

Key words: biodiversity, mountain steppes, grasshoppers, Orthoptera, Sayan Mts., distribution, dispersal.

References

1. Stebaev I.V., Naplekova N.N., Volkovincer V.V. Epigäische Zoo-Mikrobionten-Komplexe mit Orthopteren und Tenebrioniden im Südöstlichen Altaj-Gebirge und ihre Beziehungen zu bodenbildenden Prozessen. *Pedobiologia*. 1968. Bd. 8. S. 345-386. DOI: 10.1016/s0031-4056(23)00339-6.
2. Stebaev I.V. Kharakteristika nadpochvennogo i napochvennogo zoomikrobiologicheskikh kompleksov stepnykh landshaftov Zapadnoi i Srednei Sibiri. *Zoologicheskii zhurnal*. 1968. T. 47. N 5. S. 661-675.
3. Sergeev M.G. Sektornaya differentsiatsiya naseleniya pryamokrylykh nasekomykh lesostepnoi, stepnoi i polupustynnoi zon. *Izvestiya SO AN SSSR. Seriya biologicheskikh nauk*. 1990. Vyp. 3. S. 85-89.
4. Ivanova I.V. Osobennosti fauny pryamokrylykh nasekomykh (Orthoptera) yuga Krasnoyarskogo kraia. *Entomologicheskoe obozrenie*. 1967. T. 46. N 1. S. 127-138.
5. Ivanova I.V. Saranchovye i drugie pryamokrylye yuga Krasnoyarskogo kraia: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Leningrad-Pushkin: LSKhI, 1968. 16 s.

6. Sergeev M.G., Storozhenko S.Yu., Benediktov A.A. An annotated check-list of Orthoptera of Tuva and adjacent regions. Part 1. Suborder Ensifera. Far Eastern Entomologist. 2018. No. 372. P. 1-24. DOI: 10.25221/fee.372.1.
7. Sergeev M.G., Storozhenko S.Yu., Benediktov A.A. An annotated check-list of Orthoptera of Tuva and adjacent regions. Part 2. Suborder Caelifera. Tridactylidae, Tetrigidae, Acrididae: Melanoplinae, Calliptaminae, and Gomphocerinae (except Gomphocerini). Far Eastern Entomologist. 2019. No. 389. P. 7-44. DOI: 10.25221/fee.389.2.
8. Sergeev M.G., Storozhenko S.Yu., Benediktov A.A. An annotated check-list of Orthoptera of Tuva and adjacent regions. Part 3. Suborder Caelifera (Acrididae: Gomphocerinae: Gomphocerini; Locustinae). Far Eastern Entomologist. 2020. No. 402. P. 1-36. DOI: 10.25221/fee.402.1.
9. Miram E. Zur Orthopteren-Fauna Russlands. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar. 1907. Bd. 49. No. 6. S. 1-9.
10. Baranov V.I., Bei-Bienko G.Ya. Opyt fito-ekologicheskoi kharakteristiki mestoobitaniy Orthoptera Saltatoria na Altae. Izvestiya Zapadno-Sibirskogo otdela Russkogo geograficheskogo obshchestva. 1926. T. V. S. 179-198.
11. Kazakova I.G., Sergeev M.G. Zakonomernosti raspredeleniya populyatsii pryamokrylykh (Orthoptera) v estestvennykh i antropogennykh landshaftakh gornykh kotlovin yuga Sibiri. Entomologicheskoe obozrenie. 1992. T. 71. N 4. S. 731-741.
12. Zyat'kova L.K. Strukturnaya geomorfologiya Altae-Sayanskoi gornoj oblasti. Novosibirsk: Nauka, 1977. 215 s.
13. Rastitel'nyi pokrov i estestvennye kormovye ugod'ya Tuvinskoi ASSR. Novosibirsk: Nauka, 1985. 256 s.
14. Gause G.F. Studies on the ecology of the Orthoptera. Ecology. 1930. Vol. 11. No. 2. P. 307-325. DOI: 10.2307/1930266.
15. Sergeev M.G. Distribution patterns of grasshoppers and their kin over the Eurasian Steppes. Insects. 2021. Vol. 12(1). 77. DOI: 10.3390/insects12010077.
16. Cigliano M.M., Braun H., Eades D.C., Otte D. Orthoptera Species File. 2025. URL: <http://orthoptera.speciesfile.org> (data obrashcheniya: 01.02.2025).
17. Berezhekov R.P. Saranchovye Zapadnoi Sibiri. Tomsk: Izd-vo Tomskogo universiteta, 1956. 176 s.
18. Sergeev M.G., Zharkov V.D., Molodtsov V.V. *Aeropedellus reuteri* (Miram, 1907) (Orthoptera: Acrididae: Gomphocerini) – a rare grasshopper from South Siberia. Far Eastern Entomologist. 2025. No. 519. P. 1-11. DOI: 10.25221/fee.519.1.
19. Gankhuyag E., Dorjsuren A., Choi E.H., Hwang U.W. An annotated checklist of grasshoppers (Orthoptera, Acridoidea) from Mongolia. Biodiversity Data Journal. 2023. Vol. 11. e96705. DOI: 10.3897/BDJ.11.e96705.
20. Dragan S.V. Materialy k faune pryamokrylykh (Insecta: Orthoptera) Respubliki Khakasiya (Yuzhnaya Sibir'). Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova. 2021. N 1(35). S. 24-27.
21. Benediktov A.A., Storozhenko S.Yu. Podtverzhdenie podvidovogo statusa *Dianemobius fascipes nigrofasciatus* (Orthoptera, Gryllidae) na osnovanii bioakusticheskikh i morfologicheskikh dannykh s opisaniem zvukov samtsa iz Yuzhnoi Sibiri. Zoologicheskii zhurnal. 2018. T. 97. N 12. S. 1478-1484. DOI: 10.1134/S0044513418070048.

Сведение об авторе:

Сергеев Михаил Георгиевич

Д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник, Институт систематики и экологии животных СО РАН; заведующий кафедрой общей биологии и ведущий научный сотрудник лаборатории биогеомоделирования и экоинформатики, Новосибирский государственный университет

ORCID 0000-0003-2179-0921

Sergeev Michael

Doctor of Biological Sciences, Professor, Leading Scientific Researcher, Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences; Head and Professor, Department of General Biology and Ecology, and Leading Scientific Researcher, Laboratory of Biogeomodeling and Ecoinformatics, Novosibirsk State University

Для цитирования: Сергеев М.Г. Саранчовые и другие прямокрылые насекомые горно-степных впадин Западного Саяна. I. Видовое богатство // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 103-112. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-103-112

УРОЖАЙНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

***Я.Т. Суюндуков¹, Э-С.А. Куулар^{2,3}, С.О. Канзываа²**

¹Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий, Россия, Сибай

²Тувинский государственный университет, Россия, Кызыл

³Кузбасский государственный аграрный университет, Россия, Кемерово

e-mail: *yalil_s@mail.ru

В полевом опыте в 2022-2024 годах исследовали урожайность и питательность зеленой массы кукурузы отечественной селекции (гибриды Корифей (St), Росс 140 св, КС 178 св, Росс 199 мв, Росс 130 мв и КР 194 мв и гибридная популяция Российская 2) при выращивании в засушливых и очень засушливых условиях гибриды отечественной селекции, за исключением гибрида КС 178 св, достоверно превышали стандарт в формировании урожайности зеленой массы и не уступали по качеству зеленой массы. По содержанию сырой клетчатки гибриды Росс 199 мв, Росс 130 мв и КР 194 мв превышали, а другие варианты находились на уровне стандарта. Содержание сырой золы у гибрида Росс 199 мв находилось на уровне стандарта, у всех других вариантов отмечено его превышение. Наибольшая урожайность зеленой массы, сбор сухого вещества и обменной энергии получены у гибридной популяции Российская 2 и гибридов Росс 199 мв и Росс 130 мв, которые рекомендуются для возделывания в условиях Республики Тыва. Оптимальными являются ранние и средние сроки посева.

Ключевые слова: Республика Тыва, кукуруза, гибрид, климат, зеленая масса, урожайность, питательность.

Введение

Республика Тыва представляет обширную территорию в географическом центре Азии в южной части Восточной Сибири и имеет своеобразное ландшафтно-географическое расположение на стыке сибирской тайги и центральноазиатских пустынных степей. Рельеф территории горно-котловинный. Равнинная часть занимает всего лишь 18 %.

Базовой отраслью экономики республики является сельское хозяйство с развитым животноводством и дополнительной отраслью – растениеводством. Согласно данным А. Самбуу с соавт. (2020), площадь пахотных угодий в 1890 году составляла всего около 3000 га и в 1980 году достигала 494000 га. В 90-е годы прошлого века произошло резкое сокращение посевных площадей (по зерновым культурам в 8,4 раза, кормовым – в 11 раз) [1]. В последние 10 лет отмечается их постепенное увеличение – от 27086 до 50000 га и более, с преобладанием в структуре посевов кормовых культур [2, 3].

Специализация сельскохозяйственного производства в Республике Тыва и спектр возделываемых культур ограничиваются коротким вегетационным периодом, резко-континентальными климатическими особенностями, характеризующимися малым количеством осадков, малоснежной зимой, сухим и жарким летом и значительной величиной абсолютных и суточных температур. К тому же глобальные изменения климата последних десятилетий, которые связаны с природными и антропогенными факторами, нашли отражение в повышении среднегодовых температур, изменении хода атмосферных осадков на территории Тувы [4, 5]. Тем не менее, местные аграрии проявляют замечательную изобретательность, адаптируя традиционные методы ведения хозяйства к сложным условиям. Лидирующей отраслью сельского хозяйства Тувы является животноводство, включая мясо-молочное скотоводство [2], для успешного развития которого в качестве важного условия

выступает полевое кормопроизводство [6]. Перспективным направлением для Республики Тыва со сложными климатическими условиями является посев устойчивых к засухе сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. В данном отношении большой интерес представляет кукуруза как одна из высокоурожайных и наиболее ценных по кормовым качествам культур. Ценность зеленой массы кукурузы заключается в высоком содержании минеральных веществ, белка, сахаров, каротина и витаминов.

Высокая продуктивность кукурузы связана с С4-типом фотосинтеза и интенсивными ростовыми процессами. Кроме того, она определяется реализацией продуктивного потенциала в различных эколого-климатических условиях, что является важным с точки зрения адаптивной селекции [7]. В Республике Тыва сумма активных температур составляет 1812-2086°, при котором период вегетации в среднем продолжается 134 дня [1, 8, 9], что является допустимым для развития растений кукурузы скороспелых сортов [10].

Е.А. Козлова (2016) отмечает, что в 1940-1960-х гг. в Туве кукурузу возделывали преимущественно в южных районах [11]. В связи с освоением целинных и залежных земель в 1954-1960 гг. и расширением площади пашни подчеркивалась перспективность возделывания кукурузы [1, 12]. В 1963-1965 гг. была изучена и показана высокая эффективность органических и минеральных удобрений под кукурузу, как ведущую силосную культуру в создании прочной кормовой базы для животноводства Тувы [13]. С 90-х годов прошлого века в Республике Тыва кукуруза отмечается как основная силосная культура [14, 15].

В повышении продуктивности животноводства особое место принадлежит созданию устойчивой кормовой базы, которая в значительной степени зависит не только от структуры кормопроизводства, но и от научно обоснованного подбора кормовых культур с учетом агроклиматических условий конкретного региона. Изучая гибриды кукурузы в условиях Смоленской области, А.Н. Никитин с соавт. (2018) отмечали [16], что среди агрономических приемов важное значение имеет выбор сортов и гибридов, которые позволяют повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 30-50 %.

Важным вопросом является обеспечение высокого качества кормов. Наибольший выход питательных веществ зеленой массы кукурузы достигается при уборке в фазу молочно-восковой и восковой спелости. В среднем один килограмм зеленой массы кукурузы накапливает от 13 до 21 г переваримого протеина, от 20 до 29 г переваримой клетчатки, от 0,21 до 0,30 кормовых единиц, 1,2 г кальция и 0,7 г фосфора [17-19]. К фазе восковой спелости зерна сумма обменной энергии в одном килограмме зеленой массы достигает 11-11,5 МДж, при этом стоимость единицы энергии, накопленной в кукурузе, в 1,5-2 раза ниже, чем в концентрированных кормах [19].

Согласно обновленным зональным системам земледелия Республики Тыва, в кормопроизводстве предусмотрены травянозернопропашные системы с включением в структуру сельскохозяйственных угодий 15-20 % силосных культур, преимущественно кукурузы [15]. В настоящее время на территории Республики Тыва кукуруза возделывается на небольших площадях. В связи с увеличением поголовья крупного рогатого скота и развитием мясо-молочного направления необходимо изучить возможность возделывания и выбора современных гибридов этой культуры, характеризующихся высокой урожайностью и кормовой ценностью, что и стало целью наших исследований.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2022-2024 гг. на полях крестьянско-фермерского хозяйства Мергена Серена, расположенного в Пий-Хемском кожууне в северной части Республики Тыва. Закладка мелкоделяночного полевого опыта, фенологические наблюдения, учеты проводились в соответствии с требованиями классических методик [20, 21]. Площадь одной делянки составляла 9 квадратных метров.

Почвы опытного участка представлены темно-каштановыми почвами легкосуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса составляет 4,5 %,

щелочногидролизуемого азота – 112 мг/кг, подвижного фосфора – 33 и обменного калия – 458 мг/кг, рН_{сол} – 7,4 ед.

Схема двухфакторного опыта включала варианты раннеспелых и очень ранних засухоустойчивых гибридов кукурузы российской селекции (фактор А – гибриды Корифей (St), Росс 140 св, КС 178 св, Росс 199 мв, Росс 130 мв и КР 194 мв и гибридная популяция Российская 2) и раннего, среднего и позднего сроков посева (фактор В, соответственно 10, 21 и 31 мая). Краткая характеристика гибридов приведена в таблице 1. Размещение вариантов по делянкам опытного участка производилось методом рендомизированных повторений, повторность 4-кратная. Семена для посевов предоставлены Сбытовым сельскохозяйственным потребительским кооперативом Кукурузокалибровочный завод «Кубань».

Таблица 1 – Характеристика изучаемых гибридов кукурузы

Вариант	ФАО	Год включения в реестр	Линейность	Тип использования	Регион допуска	Группа спелости
Корифей (St)	170	2012	3 л	универсален	2,4,5,10,11	раннеспелый
Российская 2	150	2005	-	универсален	4,8,11	очень ранний
Росс 140 св	150	2002	3 л	универсален	3,4,7,9,10	раннеспелый
КС 178 св	200	2016	3 л	универсален	3,4,7,8,9,10,12	раннеспелый
Росс 199 мв	190	1997	4 л	универсален	2,3,5,8,10	раннеспелый
Росс 130 мв	130	2014	2 л	универсален	4,7,9,10,11	раннеспелый
КР 194 мв	190	2000	4 л	универсален	3-12	раннеспелый

Предшественником во все годы исследований являлся картофель. Подготовка почвы проводилась по типу зяблевой обработки по технологии, общепринятой для зоны. Перед посевом вносились минеральные удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₆₀. В большинстве случаев по ряду причин фактические сроки посева на 1 сутки отставали от планируемых.

Семена кукурузы дополнительно протравливали инсектицидом Кайзер (10 л/т). Посев производился вручную на глубину 6 см по схеме 70x15 см. В период вегетации растений отмечалось наступление фаз развития растений, проводились наблюдения за динамикой накопления надземной и подземной биомассы. Уборка урожая производилась вручную, урожайность зеленой массы определялась поделочно сплошным методом путем взвешивания.

Характеристика метеорологических условий в годы исследований проводилась с использованием данных температуры воздуха и количества осадков по данным метеостанции г. Туран. Дополнительно для оценки влагообеспеченности вегетационного периода рассчитывали интегральный показатель – гидротермический коэффициент Т.Г. Селянинова (ГТК) по формуле:

$$\text{ГТК} = \sum R/0,1 \times \sum t^{\circ} > 10^{\circ}, \quad (1)$$

где $\sum R$ – сумма осадков за вегетационный период, мм; $\sum t^{\circ} > 10^{\circ}$ – сумма эффективных температур за тот же период, °С.

Характеристика вегетационного периода проводилась с использованием следующей шкалы оценки влагообеспеченности природных зон [22]: при величине ГТК больше 1,6 – избыточно влажная, 1,6-1,3 – лесная влажная, 1,3-1,0 – лесостепная недостаточно увлажненная, 1,0-0,7 – степная засушливая, 0,7-0,4 – сухая степная (очень засушливая), 0,4 и меньше – полупустыня и пустыня (сухая).

Полный зоотехнический анализ зеленой массы проводили в испытательной лаборатории по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства ФГБУ ГСАС «Тувинская»: сырой протеин определялся по ГОСТ 13496.4-2019, сырая клетчатка – по

ГОСТ 31675-2012, фосфор – по ГОСТ 26657-97, нитраты – по ГОСТ 13496. 19-2015, зола – по ГОСТ 32933-2014, кальций – по ГОСТ 32904-2014, влага – по ГОСТ Р 54951-2012.

Результаты и обсуждение

Сложившиеся метеорологические условия в годы проведения исследований по данным метеостанции г. Туран приведены на рисунках 1 и 2.

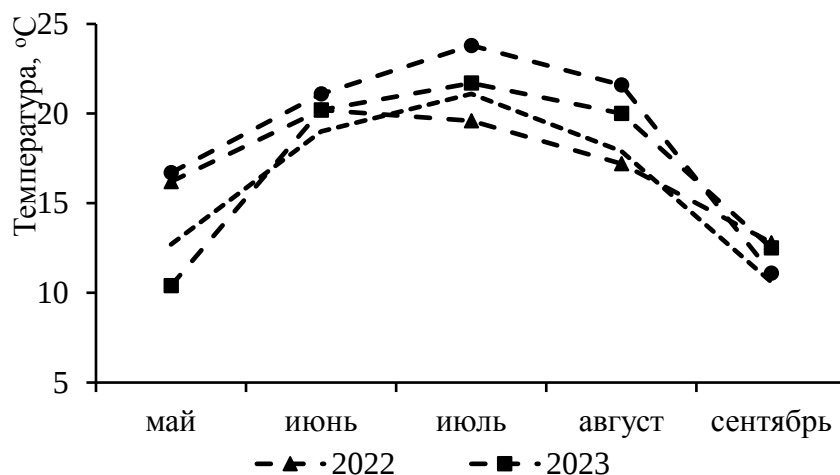


Рисунок 1 – Среднемесячная температура воздуха (°C) за вегетационный период в годы исследований

Из рисунка 1 следует, что среднесуточная температура воздуха за вегетационный период в годы исследований в целом была выше среднемноголетних данных. Исключением в этом отношении является относительно низкая температура с июля по август в 2022 году, а также в мае 2023 года. Наиболее жаркая погода была отмечена в 2024 году, когда в течение вегетационного периода с мая по сентябрь превышение от среднемноголетних данных составило от 0,5 до 3,7 °C.

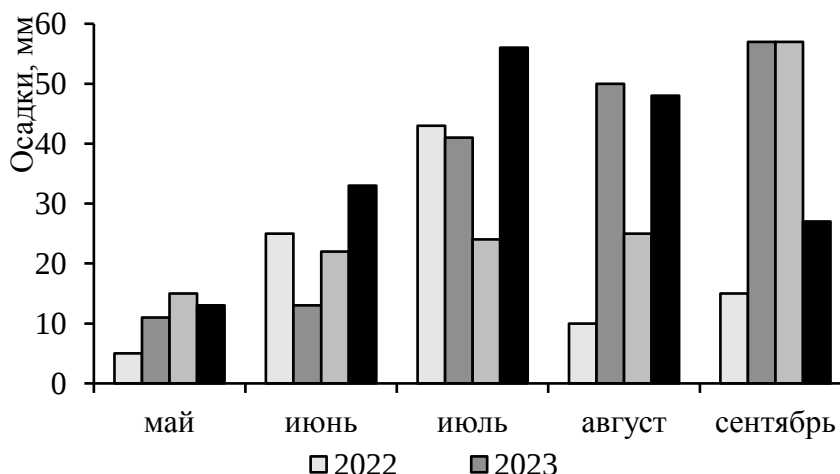


Рисунок 2 – Сумма месячных осадков за вегетационный период в 2022-2024 гг. (мм)

В годы исследований сумма осадков с мая по сентябрь была ниже нормы (рис. 2). Наименьшими показателями характеризовался вегетационный сезон 2022 года, за который выпало всего 98 мм осадков, что в 1,8 раза ниже нормы (177 мм). Отметим, что в мае в регионе всегда выпадает очень малое количество осадков (12 мм), а в 2022 году выпало в два раза меньше (5 мм). В 2023-2024 гг. разница в суммах осадков оказалась незначительной. В летние

месяцы суммы осадков в годы исследований также не достигали среднеголетних значений, особенно мало осадков (9 мм) было в августе 2022 года. В сентябре, по многолетним данным, значительно меньше осадков по сравнению с летними месяцами, однако в 2023-2024 годах их выпало выше нормы более чем в 2 раза. Наибольшую роль в формировании урожая кукурузы играют осадки летних месяцев. За период с июня по август 2022 и 2024 годов выпало соответственно 78 и 71 мм осадков, что значительно ниже нормы (137 мм). Относительно благоприятным оказался вегетационный сезон 2023 года с суммой осадков за эти 3 месяца 104 мм.

Согласно опубликованным данным [15], гидротермический коэффициент (ГТК) по Селянинову в сухостепной почвенно-климатической зоне Пий-Хемского кожууна Республики Тыва составляет 0,6-1,0, в лесостепной – 1,0-1,7. Наши расчеты по данным метеостанции г. Туран за 2000-2024 гг. показали, что ГТК за вегетационный период в среднем составляет 0,89, который, согласно шкале оценки влагообеспеченности, соответствует уровню «засушливый». В 2022 и 2024 годах значения данного показателя снизились и составили соответственно 0,45 и 0,47, и по отмеченной шкале соответствуют уровню «очень засушливый», в 2023 году – 0,77 – «засушливый». В целом в годы исследований погодные условия для кукурузы оказались менее благоприятными по сравнению со средними многолетними.

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы кукурузы в 2022-2024 гг., т/га

Гибриды и гибридные популяции (фактор А)	Сроки посева (фактор В)	Годы			Среднее за 3 года	Прибавка в среднем за 3 года	
		2022	2023	2024		по фактору А	по фактору В
Корифей (St)	10.05*	49,1	54,2	50,5	51,3	-	-
	21.05	49,0	54,3	53,3	52,2	-	0,9
	31.05	44,7	48,3	47,2	46,7	-	-4,6
Российская 2	10.05*	52,9	74,9	68,2	65,3	14,0	-
	21.05	54,5	74,9	70,1	66,5	14,3	1,2
	31.05	50,2	56,5	56,4	54,4	7,7	-10,9
Росс 140	10.05*	50,1	65,5	60,0	58,5	7,2	-
	21.05	50,3	65,8	60,1	58,7	6,5	0,2
	31.05	46,6	56,6	59,6	54,3	7,6	-4,1
КС 178	10.05*	44,2	51,0	45,2	46,8	-4,5	-
	21.05	45,1	51,2	46,3	47,5	-4,7	0,7
	31.05	39,1	42,1	45,1	42,1	-4,6	-4,7
Росс 199	10.05*	52,0	71,3	65,3	62,9	11,6	-
	21.05	52,3	71,1	65,4	62,9	10,7	-
	31.05	48,1	51,2	55,2	51,5	4,8	-11,4
Росс 130	10.05*	53,0	69,9	65,0	62,6	11,3	-
	21.05	53,4	69,2	64,1	62,2	10,0	-0,4
	31.05	49,1	51,1	55,1	51,8	5,1	-10,8
КР 194	10.05*	50,8	58,0	53,9	54,3	3,0	-
	21.05	50,9	58,8	54,4	54,7	2,5	0,4
	31.05	47,4	50,4	51,7	49,8	3,1	-4,5
НСР₀₅		2,84	2,24	2,36			

*В 2024 году 11.05

Обобщая данные температуры воздуха и осадков за три года исследований, следует отметить, что данные показатели являются отражением на территории Тувы общей тенденции глобальных климатических изменений последних десятилетий [23, 24].

В засушливом 2022 году урожайность зеленой массы кукурузы варьировала в пределах от 39,1 до 54,5 т/га, что свидетельствует о достаточно высокой адаптивности изучаемых гибридов к экстремальным условиям (табл. 2). Наиболее высокую урожайность (48,0-54,5 т/га) показали гибриды Росс 130, Росс 199 и гибридная популяция Российская 2, достоверно превышающие стандарт (гибрид Корифей). Самую низкую урожайность (39,1-45,1 т/га) при всех сроках посева показал гибрид КС 178. Следует отметить, что при посеве гибридов кукурузы в конце первой и второй декад мая их урожайность была практически одинаковой, а при посеве в конце третьей декады мая она была ниже по сравнению с ранним и средним сроками в среднем на 2,7-5 т/га.

В 2024 году, когда погодные условия были более благоприятными, отмечалось увеличение урожайности зеленой массы у всех изучаемых гибридов кукурузы независимо от сроков посева до 45,1-70,1 т/га, что является позитивным результатом и свидетельствует о возможностях повышения агрономической эффективности. Для стандарта (Корифей) лучшим оказался средний срок посева (21 мая), при котором урожайность была существенно выше по сравнению с ранним (11 мая) и поздним (31 мая) сроками посева (соответственно на 2,8 и 6,1 т/га). Такая же тенденция отмечена и в опытных вариантах, за исключением гибрида Росс 130. У гибридов Росс 140 и КС 178 в 2024 году урожайность не зависела от сроков посева. Во всех других вариантах посев в поздний срок (31 мая) приводит к снижению урожайности кукурузы.

Наиболее высокая урожайность зеленой массы кукурузы была зафиксирована в 2023 году, которая стала рекордной во всех вариантах опыта при посеве в ранний и средний сроки – от 51,0 до 74,9 т/га. Это подтверждает высокий потенциал изучаемых гибридов в более благоприятных погодных условиях. При позднем сроке посева отмечается снижение урожайности кукурузы на величину от 5,9 до 20,1 т/га по сравнению со средним и ранним сроками посева. Эти данные подчеркивают необходимость дальнейшего изучения факторов, способствующих устойчивому росту урожайности в условиях резко-континентального климата.

В среднем трехлетнее (2022-2024) изучение биоресурсного потенциала современных гибридов кукурузы в условиях засушливой почвенно-климатической зоны Республики Тыва показало, что исследуемые современные гибриды кукурузы (за исключением гибрида КС 178) по урожайности зеленой массы превосходят районированный гибрид Корифей. Оптимальными сроками посева кукурузы являются конец первой и второй декад мая, так как при более поздних сроках посева отмечается существенное снижение урожайности зеленой массы.

Для составления хорошо сбалансированного рациона корма, обеспечивающего высокую продуктивность сельскохозяйственных животных, необходимо проведение зоотехнического анализа корма для оценки его качества. Результаты зоотехнического анализа зеленой массы кукурузы представлены в таблицах 3 и 4. По содержанию сухого вещества, сырого протеина, клетчатки и золы по годам исследований и при разных сроках посева заметных различий не отмечено. В связи с этим приводим анализ показателей по усредненным за 3 года значениям (табл. 3).

Содержание сухого вещества по вариантам опыта варьировало от 25,3 до 36,2 % при значении у стандарта 30,8 %. Наибольшее содержание сухого вещества отмечено в вариантах Росс 130 и Российская 2, наименьшее – у гибридов КС 178 и КР 194. Гибриды Росс 140 и Росс 199 находились на уровне стандарта. Содержание сырого протеина у всех гибридов и гибридной популяции было достоверно ниже, чем у стандарта. При этом из опытных вариантов наименьшим значением характеризовался гибрид Росс 199, наибольшим – гибридная популяция Российская 2.

Таблица 3 – Зоотехнический анализ растений кукурузы
(среднее за 2022-2024 гг., на воздушно-сухое вещество)

Гибриды и гибридные популяции	Содержание, %			
	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырая зола
Корифей (St)	30,8	5,2±0,25	16,1±1,88	4,1±0,4
Российская 2	33,8	4,7±0,22	17,4±1,97	5,1±0,5
Росс 140	29,6	2,2±0,13	16,7±1,92	6,2±0,6
КС 178	25,3	2,6±0,14	16,5±1,93	5,7±0,6
Росс 199	30,4	1,9±0,18	18,6±2,01	4,4±0,4
Росс 130	36,2	2,2±0,14	20,9±2,18	4,8±0,5
КР 194	26,4	3,1±0,14	19,3±2,07	6,4±0,6

По содержанию сырой клетчатки по вариантам были получены относительно выровненные данные. Гибриды Росс 199, Росс 130 и КР 194 по данному показателю превышали стандарт на 1,3-4,8 %, а остальные варианты находились на уровне стандарта 16,1-16,7 %.

Содержание сырой золы у гибрида Росс 199 находилось на уровне стандарта (4,1-4,4 %), у всех других вариантов отмечено ее превышение. Самое высокое содержание золы (6,2-6,4 %) отмечалось у гибридов КР 194 и Росс 140.

Исследования показали, что гибриды значительно отличались по накоплению сухого вещества (табл. 4). Наибольшее количество получено в вариантах Росс 130 и Российская 2, далее в убывающей последовательности расположились гибриды Росс 199 и Росс 140, также превышающие стандарт. Показатели вариантов КР 194 и КС 178 были ниже стандарта. Отметим, что между ранним и средним сроками посева кукурузы существенных различий по данному показателю не выявлено, в то же время у всех гибридов при позднем сроке посева сбор сухого вещества с единицы площади резко снизился.

Таблица 4 – Продуктивность и питательная ценность гибридов кукурузы

Гибриды и гибридные популяции (фактор А)	Сроки посева (фактор В)	Сухое вещество, т/га	Кормовые единицы, т/га	Переваримый протеин, кг/га	Переваримого протеина на 1 корм. ед., г	Обменная энергия, ГДж/га
Корифей (St)	10.05*	15,8	18,9	749,7	39,6	192,0
	21.05	16,1	19,3	781,5	40,4	195,0
	31.05	14,3	16,2	689,6	42,4	172,5
Российская 2	10.05*	22,2	22,2	944,9	42,6	263,9
	21.05	22,9	26,7	976,6	36,6	275,0
	31.05	18,0	19,2	765,3	39,8	212,5
Росс 140	10.05*	17,5	20,9	301,9	14,4	209,4
	21.05	17,6	21,1	325,3	15,4	210,6
	31.05	15,8	17,9	281,8	15,7	189,6
КС 178	10.05*	11,8	12,9	237,6	18,4	141,1
	21.05	12,2	14,3	257,0	18,0	147,7
	31.05	10,6	12,0	223,6	18,6	116,7
Росс 199	10.05*	19,1	19,1	284,9	14,9	225,6
	21.05	19,4	22,6	282,8	12,5	229,2
	31.05	15,6	17,1	228,6	13,4	182,5
Росс 130	10.05*	22,7	24,9	398,8	16,0	253,8
	21.05	22,7	24,2	404,5	16,7	253,3
	31.05	18,7	21,8	329,8	15,1	207,2
КР 194	10.05*	14,3	15,8	381,3	24,2	162,9
	21.05	14,5	16,4	387,5	23,6	166,9
	31.05	13,1	14,0	348,4	24,8	149,4

*В 2024 году 11.05

По сбору кормовых единиц наблюдалась аналогичная тенденция по вариантам опыта, за исключением вариантов с гибридами Российская 2, Росс 199 и КС 178, у которых отмечалось преимущество среднего срока посева.

По обеспеченности 1 кормовой единицы переваримым протеином гибридная популяция Российская 2 оказалась на уровне стандарта, у других гибридов данный показатель был значительно ниже. Гибрид КР 194 уступал стандарту и Российской 2 в 1,6-1,8 раза, все другие гибриды – в 2 раза и более. Какой-либо зависимости данного показателя от сроков посева кукурузы не отмечено.

По сбору переваримого протеина с одного гектара наибольшие показатели отмечены у гибридной популяции Российская 2, которая значительно превосходила стандарт и, в особенности, все другие опытные варианты. Наименьшими показателями характеризовался гибрид КС 178. При этом отмечено закономерное снижение значений к позднему сроку посева.

Выход обменной энергии с гектара у стандарта в среднем за 3 года исследований составил 172,5-195,0 ГДж/га. Все опытные варианты, кроме гибридов КР 194 и КС 178, по данному показателю превышали стандарт. Наибольший выход обменной энергии установлен у гибридной популяции Российская 2, наименьший – у гибрида КС 178. У большинства исследуемых гибридов отмечено некоторое увеличение показателя от раннего к среднему и резкое снижение – от среднего к позднему сроку посева. У гибридной популяции Российская 2 наибольший выход обменной энергии получен при посеве в средний срок – 21 мая.

Выводы

1. Влагообеспеченность вегетационного сезона в период исследований с 2022 по 2024 годы отличалась острой засушливостью, что является отражением на территории Республики Тыва общей тенденции глобальных климатических изменений последних десятилетий.

2. В условиях Республики Тыва при уборке в фазу молочно-восковой спелости зерна исследуемые гибридная популяция и гибриды кукурузы, за исключением гибрида КС 178, по урожайности зеленой массы превосходят стандарт (гибрид Корифей). Самая высокая урожайность получена у гибридной популяции Российская 2 и гибридов Росс 199 и Росс 130. Как у стандарта, так и у опытных вариантов достигнута одинаковая урожайность зеленой массы кукурузы при посеве в ранний и средний сроки посева, при позднем сроке посева отмечено существенное ее снижение.

3. Самое высокое содержание сухого вещества отмечено в вариантах Росс 130 и Российская 2, самое низкое – у гибридов КС 178 и КР 194. Содержание сырого протеина у всех гибридов и гибридной популяции было достоверно ниже стандарта, при этом из опытных вариантов наибольшие показатели получены у гибридной популяции Российская 2.

По содержанию сырой клетчатки гибриды Росс 199, Росс 130 и КР 194 превышали, а другие варианты находились на уровне стандарта. Содержание сырой золы у гибрида Росс 199 находилось на уровне стандарта, у всех других исследуемых гибридов отмечено превышение содержания сырой золы по сравнению со стандартом.

4. По накоплению сухого вещества и сбору кормовых единиц значительное преимущество над стандартом имели гибриды Росс 130 и Российская 2, далее в убывающей последовательности расположились гибриды Росс 199 и Росс 140, также превышающие стандарт. Показатели вариантов с гибридами КС 178 и КР 194 были ниже стандарта. Между ранним и средним сроками посева кукурузы существенных различий по сбору сухого вещества не выявлено, в то время как по сбору кормовых единиц у вариантов Российская 2, Росс 199 и КС 178 отмечено преимущество среднего срока посева. При позднем сроке посева сбор сухого вещества и кормовых единиц с единицы площади во всех вариантах резко снижался.

5. По обеспеченности одной кормовой единицы переваримым протеином гибридная популяция Российская 2 оказалась на уровне стандарта, у других гибридов этот показатель значительно ниже. По сбору переваримого протеина с одного гектара наибольшие показатели

имела гибридная популяция Российская 2, которая значительно превосходила стандарт и все другие опытные варианты. Отмечено закономерное снижение значений при позднем сроке посева.

6. Выход обменной энергии с гектара у всех опытных вариантов, кроме гибридов КР 194 и КС 178, был выше стандарта. Наибольший выход обменной энергии установлен у гибридной популяции Российская 2, у которой наибольшее значение получено при посеве в средний срок – 21 мая. Наименьший выход обменной энергии установлен у гибрида КС 178. Во всех вариантах значения данного показателя резко снижались при позднем сроке сева кукурузы.

7. Для возделывания на зеленую массу в условиях Республики Тыва рекомендуются гибриды кукурузы Росс 199, Росс 130 и гибридная популяция Российская 2, которые по урожайности и основным показателям питательной ценности превышают стандарт и другие исследованные гибриды. Оптимальными являются ранние и средние сроки посева.

Список литературы

1. Самбуу А.Д., Дабиев Д.Ф., Аюнова О.Д., Чулдум А.Ф. Динамика аграрных угодий Республики Тыва с 1890 по 2019 гг. // Экосистемы Центральной Азии: исследование, сохранение, рациональное использование: Материалы XV Убсунурского междунар. симпозиума / Под ред. Ч.Н. Самбыла. Красноярск, 2020. С. 34-44.
2. Республика Тыва. Хозяйство. Сельское хозяйство. URL: <https://bigenc.ru/c/tyva-khoziaistva-sel-skoe-khoziaistvo-2513c7?ysclid=m3j7yldxs629890175> (дата обращения: 16.11.2024).
3. Сельское хозяйство в России. 2023: Стат. сб. / Росстат. М., 2023. 103 с.
4. Самбуу А.Д. Устойчивое развитие Республики Тыва в условиях изменения климата // Изменения климата и углеродная нейтральность: вызовы и возможности: Сб. материалов всерос. науч.-практ. конф. Ханты-Мансийск, 2022. С. 102-106.
5. Андрейчик М.Ф., Чульдун. А.Ф. Изменение климата в Улуг-Хемской котловине Тувинской горной области // Оптика атмосферы и океана. 2010. Т. 23. № 7. С. 614-619.
6. Рекашус Э.С., Лузан И.П., Пузик А.А., Демьянова Л.А. Роль мониторинга за состоянием кормовой базы в оптимизации работы сельхозпроизводителей // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сб. науч. трудов. Вып. 6 (54) / Под ред. чл.-корр. РАН В.М. Косолапова, Н.И. Георгиади. М.: Угрешская типография, 2015. С. 330-336.
7. Табаленкова Г.Н., Дымова О.В., Головки Т.К. Продуктивность и состав биомассы кукурузы в условиях центрального агроклиматического района Республики Коми // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. № 03 (194). С. 57-65.
8. Агроклиматические ресурсы Красноярского края и Тувинской АССР. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 211 с.
9. Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской АССР. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 215 с.
10. Ильин В.С., Логинова А.М., Губин С.В., Гетц Г.В. Кукуруза в Сибири. Успехи селекции // АПК России. 2016. Т. 23. № 3. С. 664-668.
11. Козлова Е.А. Развитие сельского хозяйства Тувы в советский период // Альманах современной науки и образования. 2016. № 11 (113). С. 56-60.
12. Достак-оол М.Б. Основные вопросы системы земледелия в Туве // Ученые записки ТНИИЯЛИ. Кызыл: ТНИИЯЛИ, 1963. Вып. 10. С. 116-123.
13. Варникова Н.В. Влияние удобрений на урожай кукурузы и последствие их на вторую культуру – пшеницу // Труды Тувинской государственной сельскохозяйственной опытной станции. Вып. 4. Кызыл, 1969. С. 209-220.
14. Зональные системы земледелия Тувинской АССР / [Подгот. Р.С. Атамановым, В.А. Барышниковым, Н.З. Бахаревым и др.; Редкол.: Г.А. Заркевич и др.]. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1982. 182 с.

15. Зональные системы земледелия Республики Тыва: руководство. Кызыл, 2019. 252 с.
16. Никитин А.Н., Пузик А.А., Демьянова Л.А., Прудников А.Д. Питательная ценность зеленой массы кукурузы и силоса кукурузного, заготовленного в фазах молочно-восковой и восковой спелости зерна на примере почвенно-климатических условий Смоленской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 11 (77). DOI: 10.23670/IRJ.2018.77.11.042.
17. Состав и питательность зеленого корма посевных злаковых растений и бобово-питательных смесей. URL: <https://studfile.net/preview/6147932/page:37/> (дата обращения: 29.10.2024).
18. Иовик Л.Н., Серая Т.М. Эффективность жидких и твердых органических удобрений на основе отходов биогазовой установки при возделывании кукурузы на зеленую массу на дерново-подзолистой супесчаной почве // Почвоведение и агрохимия. 2015. № 2. С. 138-150.
19. Ганущенко О., Зенькова Н. Менеджмент питательности кукурузного силоса // Животноводство России. 2021. № 10. С. 53-55. DOI: 10.25701/ZZR.2021.24.41.004.
20. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск: Б. и., 1980. 54 с.
21. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. М., 2019. 329 с. URL: https://gossortrf.ru/upload/2019/08/metodica_1.pdf?ysclid=m83an00n50958977742 (дата обращения: 29.10.2024).
22. Система оценки ресурсного потенциала агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов. Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2012. 67 с.
23. Андрейчик М.Ф. Изменения климата в сухостепной зоне Тувинской горной области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. № 1. С. 22-29.
24. Андрейчик М.Ф. Динамика экстремумов температуры воздуха – показатель потепления климата Центрально-Тувинской котловины Республики Тыва // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 5 (92). С. 124-128.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 14.03.2025

Принята к публикации 19.06.2025

YIELD AND NUTRITIONAL VALUE OF GREEN MASS OF CORN IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TYVA

***Ya. Suyundukov¹, E-S. Kuular^{2,3}, S. Kanzvaa²**

¹Sibay Institute (branch) Ufa University of Science and Technology, Russia, Sibay

²Tuva State University, Russia, Kyzyl

³Kuzbass State Agrarian University, Russia, Kemerovo

e-mail: *yalil_s@mail.ru

In the field experiment conducted in 2022-2024, the yield and nutritional value of the green mass from domestically selected corn (Corypheus (St), Ross 140 cr, KS 178 cr, Ross 199 mr, Ross 130 mr and KR 194 mr hybrids and a Russian hybrid population 2) were studied when they were grown in the dry-steppe soils and climates of the Republic of Tuva. The results showed that under arid and very arid conditions, domestic hybrids, except for KS 178 cr hybrid, significantly exceeded the standards in the formation of green mass yield and were not inferior to the quality of green mass. With regard to crude fiber content, the Ross 199 mr, Ross 130 mr and KR 194 mr hybrids exceeded,

while the other variants were at standard levels. The crude ash content of the Ross 199 mr hybrid was at the standard, while all others exceeded it. The highest yield of green mass, collection of dry matter, and exchange energy were obtained from the hybrid populations of Rossiyskaya 2 and the Ross 199 mr and Ross 130 mr hybrids, which are recommended for cultivation in the Republic of Tuva. Early and medium-term sowing periods are optimal.

Key words: Republic of Tyva, corn, hybrid, climate, green mass, yield, nutritional value.

References

1. Sambuu A.D., Dabiev D.F., Ayunova O.D., Chuldum A.F. Dinamika agrarnykh ugodii Respubliki Tyva s 1890 po 2019 gg. Ekosistemy Tsentral'noi Azii: issledovanie, sokhranenie, ratsional'noe ispol'zovanie: Materialy XV Ubsunurskogo mezhdunar. Simpoziuma. Pod red. Ch.N. Sambyla. Krasnoyarsk, 2020. S. 34-44.
2. Respublika Tyva. Khozyaistvo. Sel'skoe khozyaistvo. URL: <https://bigenc.ru/c/tyva-khoziaistva-sel-skoe-khoziaistvo-2513c7?ysclid=m3j7yldxs629890175> (data obrashcheniya: 16.11.2024).
3. Sel'skoe khozyaistvo v Rossii. 2023: Stat. sb. Rosstat. M., 2023. 103 s.
4. Sambuu A.D. Ustoichivoe razvitie Respubliki Tyva v usloviyakh izmeneniya klimata. Izmeneniya klimata i uglerodnaya neutral'nost': vyzovy i vozmozhnosti: Sb. materialov vseros. nauch.-prakt. konf. Khanty-Mansiisk, 2022. S. 102-106.
5. Andreichik M.F., Chul'dum. A.F. Izmenenie klimata v Ulug-Khemskei kotlovine Tuvinskei gornoi oblasti. Optika atmosfery i okeana. 2010. T. 23. N 7. S. 614-619.
6. Rekashus E.S., Luzan I.P., Puzik A.A., Dem'yanova L.A. Rol' monitoringa za sostoyaniem kormovoi bazy v optimizatsii raboty sel'khozproizvoditelei. Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sb. nauch. trudov. Vyp. 6 (54) / Pod red. chl.-korr. RAN V.M. Kosolapova, N.I. Georgiadi. M.: Ugreshskaya tipografiya, 2015. S. 330-336.
7. Tabalenkova G.N., Dymova O.V., Golovko T.K. Produktivnost' i sostav biomassy kukuruzy v usloviyakh tsentral'nogo agroklimaticheskogo raiona Respubliki Komi. Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. N 03 (194). S. 57-65.
8. Agroklimaticheskie resursy Krasnoyarskogo kraia i Tuvinskei ASSR. L.: Gidrometeoizdat, 1974. 211 s.
9. Agroklimaticheskii spravochnik po Krasnoyarskomu krayu i Tuvinskei ASSR. L.: Gidrometeoizdat, 1974. 215 s.
10. Il'in V.S., Loginova A.M., Gubin S.V., Getts G.V. Kukuruza v Sibiri. Uspekhi selektsii. APK Rossii. 2016. T. 23. N 3. S. 664-668.
11. Kozlova E.A. Razvitie sel'skogo khozyaistva Tuvy v sovetskii period. Al'manakh sovremennoi nauki i obrazovaniya. 2016. N 11 (113). S. 56-60.
12. Dostak-ool M.B. Osnovnye voprosy sistemy zemledeliya v Tuve. Uchenye zapiski TNIYaLI. Kyzyl: TNIYaLI, 1963. Vyp. 10. S. 116-123.
13. Varnikova N.V. Vliyanie udobrenii na urozhai kukuruzy i posledeiствие ikh na vtoruyu kul'turu – pshenitsu. Trudy Tuvinskei gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi opytnoi stantsii. Vyp. 4. Kyzyl, 1969. S. 209-220.
14. Zonal'nye sistemy zemledeliya Tuvinskei ASSR. [Podgot. R.S. Atamanovym, V.A. Baryshnikovym, N.Z. Bakharevym i dr.; Redkol.: G.A. Zarkevich i dr.]. Novosibirsk: SO VASKhNIL, 1982. 182 s.
15. Zonal'nye sistemy zemledeliya Respubliki Tyva: rukovodstvo. Kyzyl, 2019. 252 s.
16. Nikitin A.N., Puzik A.A., Dem'yanova L.A., Prudnikov A.D. Pitatel'naya tsennost' zelenoi massy kukuruzy i silosa kukuruznogo, zagotovlennogo v fazakh molochno-voskovoi i voskovoi spelosti zerna na primere pochvenno-klimaticheskikh uslovii Smolenskei oblasti. Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. 2018. N 11 (77). DOI: 10.23670/IRJ.2018.77.11.042.
17. Sostav i pitatel'nost' zelenogo korma posevnykh zlakovykh rastenii i bobovo-pitel'nykh smesei. URL: <https://studfile.net/preview/6147932/page:37/> (data obrashcheniya: 29.10.2024).

18. Iovik L.N., Seraya T.M. Effektivnost' zhidkikh i tverdykh organicheskikh udobrenii na osnove otkhodov biogazovoi ustanovki pri vozdeystvii kukuruzy na zelenuyu massu na dernovo-podzolistoi supeschanoi pochve. Pochvovedenie i agrokimiya. 2015. N 2. S. 138-150.
19. Ganushchenko O., Zen'kova N. Menedzhment pitatel'nosti kukuruznogo silosa. Zhivotnovodstvo Rossii. 2021. N 10. S. 53-55. DOI: 10.25701/ZZR.2021.24.41.004.
20. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh opytov s kukuruzoi. Dnepropetrovsk: B. i., 1980. 54 s.
21. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Vyp. 1. Obshchaya chast'. M., 2019. 329 s. URL: https://gossortrf.ru/upload/2019/08/metodica_1.pdf?ysclid=m83an00n50958977742 (data obrashcheniya: 29.10.2024).
22. Sistema otsenki resursnogo potentsiala agrolandshaftov dlya formirovaniya ekologicheskogo sbalansirovannykh agrolandshaftov. Kursk: GNU VNIIZiZPE RASKhN, 2012. 67 s.
23. Andreichik M.F. Izmeneniya klimata v sukhostepnoi zone Tuvinskoi gornoj oblasti. Vestnik Baltiiskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. 2012. N 1. S. 22-29.
24. Andreichik M.F. Dinamika ekstremumov temperatury vozdukh – pokazatel' potepleniya klimata Tsentral'no-Tuvinskoi kotloviny Respubliki Tyva. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. N 5 (92). S. 124-128.

Сведения об авторах:

Суюндуков Ялиль Тухватович

Д.б.н., профессор, академик Академии наук Республики Башкортостан, старший научный сотрудник лаборатории «Центр системных исследований устойчивого развития территорий и качества жизни населения», Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий

ORCID 0000-0002-6257-6537

Suyundukov Yalil

Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Senior Researcher at the laboratory "Center for System Research of Sustainable Development of Territories and Quality of Life of the Population", Sibay Institute (branch) Ufa University of Science and Technology

Куулар Эне-Сай Айдашовна

Аспирант 4-го года обучения Кузбасского государственного аграрного университета, преподаватель кафедры агрономии, Тувинский государственный университет

ORCID 0000-0002-2439-7220

Kuular Ene-Say

4th year postgraduate student of Kuzbass State Agrarian University, Lecturer of the Department of Agronomy, Tuva State University

Канзываа Светлана Отук-ооловна

К.б.н., доцент, заведующая кафедрой агрономии, Тувинский государственный университет

ORCID 0000-0002-9651-5556

Kanzyvaa Svetlana

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agronomy, Tuva State University

Для цитирования: Суюндуков Я.Т., Куулар Э-С.А., Канзываа С.О. Урожайность и питательная ценность зеленой массы кукурузы в условиях Республики Тыва // Вопросы степеведения. 2025. № 2. С. 113-124. DOI: 10.24412/2712-8628-2025-2-113-124

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ведет прием статей на бесплатной основе для их публикации в издании «**Вопросы степеведения**».

Издание «Вопросы степеведения» с 22.05.2023 г. включено в **Перечень рецензируемых научных изданий**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, по следующим научным специальностям:

- 1.5.9. Ботаника (биологические науки);
- 1.5.15. Экология (биологические науки);
- 1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки);
- 1.6.13. Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки);
- 1.6.21. Геоэкология (географические науки);
- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки).

Рукописи принимаются на русском и на английском языках.

Издание выходит 4 раза в год.

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Статьям присваивается цифровой идентификатор DOI.

Электронная версия номеров журнала размещается на сайте издания, в Научных электронных библиотеках eLIBRARY.RU и КиберЛенинка.

Подробнее об издании: <http://steppe-science.ru>

Адрес редакции издания:

460000, Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, дом 11, Институт степи УрО РАН

e-mail: steppescience@mail.ru

© Институт степи УрО РАН, 2025

