

ISSN 2712-8628



# ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ

## STEPPE SCIENCE

2022

№ 3

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**

**3**

**2022**

## ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ. 2022. № 3

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.  
Хорошев А.В., д.г.н.  
Черных Д.В., д.г.н.  
Дмитриева В.А., д.г.н.  
Коронкевич Н.И., д.г.н.  
Кочуров Б.И., д.г.н.  
Васильев Д.Ю., к.ф.-м.н.  
Рябина Н.О., к.г.н.  
Ахмеденов К.М., к.г.н.  
Пашков С.В., к.г.н.  
Левыкин С.В., проф. РАН, д.г.н.  
Петрищев В.П., д.г.н.  
Чибилев А.А. (мл.), к.э.н.  
Павлейчик В.М., к.г.н.  
Сивохип Ж.Т., к.г.н.  
Мячина К.В., д.г.н.  
Грошева О.А., к.г.н.  
Рябуха А.Г., к.г.н.  
Дубровская С.А., к.г.н.  
Вельмовский П.В., к.г.н.  
Филимонова И.Ю., к.г.н.  
Святоха Н.Ю., к.г.н.

#### Общая биология

Сафронова И.Н., д.б.н.  
Агафонов В.А., д.б.н.  
Артёмьева Е.А., д.б.н.  
Литвинская С.А., д.б.н.  
Намзалов Б.Б., д.б.н.  
Силантьева М.М., д.б.н.  
Суюндуков И.В., д.б.н.  
Ширяев А.Г., д.б.н.  
Самбуу А.Д., д.б.н.  
Куст Г.С., д.б.н.  
Кучеров С.Е., д.б.н.  
Демина О.Н., д.б.н.  
Дарбаева Т.Е., д.б.н.  
Брагина Т.М., д.б.н.  
Нурушев М.Ж., д.б.н.  
Спасская Н.Н., к.б.н.  
Сорока О.В., к.б.н.  
Бакиев А.Г., к.б.н.  
Ткачук Т.Е., к.б.н.  
Кин Н.О., к.б.н.  
Калмыкова О.Г., к.б.н.  
Барбазюк Е.В., к.б.н.  
Христиановский П.И., д.б.н.

#### Сельскохозяйственные науки

Кулик К.Н., ак. РАН и РЭА, ак. РАСХН, д.с.-х.н.  
Савин Е.З., д.с.-х.н.  
Гулянов Ю.А., д.с.-х.н.  
Часовских Н.П., д.с.-х.н.  
Мушинский А.А., д.с.-х.н.  
Трофимов И.А., д.г.н., к.б.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., с.н.с. Грошева О.А.

+7 (3532) 77-44-32

E-mail: [steppescience@mail.ru](mailto:steppescience@mail.ru)

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

© Институт степи УрО РАН, 2022

Подписано к изданию – 21.09.2022  
Дата выхода номера – 23.09.2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУКИ О ЗЕМЛЕ

<b>Черных В.Н., Аюржанаев А.А., Содномов Б.В., Батоцыренов Э.А.</b> НАЛЕДИ В СТЕПЯХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ	4
<b>Опекунов А.Ю., Янсон С.Ю., Опекунова М.Г., Коршунова Д.В., Сомов В.В.</b> ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МАЛЫХ РЕК ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ Р. КАРАГАЙЛЫ, Г. СИБАЙ)	12
<b>Григоревский Д.В., Мелешкин Д.С.</b> ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНО- РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ УРАЛА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	23
<b>Святоха Н.Ю.</b> ОБЪЕКТЫ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ КАК ТУРИСТСКИЙ РЕСУРС	32

### ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

<b>Харитонцев Б.С., Попова Е.И., Аллаярова В.Р.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ УЧАСТКОВ ПОВЫШЕННОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	40
<b>Дергачёва Е.А., Рябинина Н.О.</b> ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ АРЕАЛА САЙГАКА НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДА ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	54
<b>Барбазюк Е.В.</b> РЕДКИЕ ПТИЦЫ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ УРАЛ: СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ И УГРОЗЫ	65

### СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

<b>Гулянов Ю.А., Чибилёв А.А., Левыкин С.В.</b> НОВАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ПАХОТНОПРИГОДНЫХ ПОЧВАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УРАЛА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	76
--	----

**НАЛЕДИ В СТЕПЯХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ****В.Н. Черных, А.А. Аюджанаев, Б.В. Содномов, Э.А. Батоцыренов**

Байкальский институт природопользования СО РАН, Россия, Улан-Удэ

e-mail: geosibir@yandex.ru

Одной из особенностей степей Западного Забайкалья является проявление разнообразных процессов криогенной природы. Несмотря на недостаточное увлажнение в условиях аридного резко континентального климата, в степях рассматриваемого района относительно часто встречаются наледы.

В данной работе на основе анализа материалов космической съёмки и результатов полевых экспедиционных исследований установлены количественные и морфометрические характеристики наледей, образующихся в степных ландшафтах территории, выявлены некоторые закономерности их формирования и разрушения в текущих климатических условиях. На сегодняшний день в степях Западного Забайкалья образуется до 900 наледей общей площадью 32,5 км<sup>2</sup>. Суммарные запасы льда к моменту максимального развития наледей в конце марта – начале апреля составляют не менее 33139 тыс. м<sup>3</sup>. Наледи занимают пониженные элементы рельефа межгорных котловин, формируются в местах выхода на дневную поверхность грунтовых вод, небольших источников, в устьевых частях долин пересыхающих, либо теряющихся в грунтах малых рек. Таяние наледей в степях происходит быстрее, чем в других ландшафтных условиях. Ледяные поля исчезают при суммах положительных температур выше 4500 °С. В маловодные климатические циклы наледы в степях практически не образуются, в периоды увеличения общего количества осадков интенсивность наледообразования увеличивается в значительной степени, что и наблюдается на сегодняшний день.

*Ключевые слова:* наледь, степь, ландшафты, сток, Западное Забайкалье, осадки, климатические циклы.

**Введение**

Горно-котловинный рельеф и своеобразие природных условий определили разнообразие ландшафтов Западного Забайкалья. Есть здесь и степи, которые по сути являются нижним высотным поясом. Они занимают крупные и мелкие межгорные котловины, подножья и склоны горных хребтов. Растительность таких степей разнообразна и по ее особенностям (в сочетании с другими природными компонентами) в Забайкалье выделены луговые, настоящие, опустыненные, песчаные, сазовые и высокогорные криофитные степи [1]. Каждый из указанных типов делится на несколько подтипов, различающихся по характеру растительности. Степи Западного Забайкалья изучаются в различных аспектах уже много лет [2-5].

Известно, что в степном Забайкалье, несмотря на его сравнительно южное положение, мерзлотные процессы и связанные с ними природные явления наблюдаются довольно часто. Так, в монографии О.И. Баженовой [6] криогенным процессам в степях уделяется отдельное внимание и в качестве основных в указанной работе выделены: морозобойное растрескивание и пучение грунтов, а также наледные процессы. Между тем, новых работ по изучению такого распространенного явления, как наледообразование, для территории Западного Забайкалья не так много. В работе, посвящённой наледям зоны развития многолетней мерзлоты в разных частях планеты [7], приводится карта, на которой обозначены территории, где наледные процессы так или иначе изучались в разное время и

Западное Забайкалье (вместе с бассейном р. Селенга) на этой карте является «белым пятном», т.е. данный район недостаточно исследован в этом отношении. Наиболее подробная монография, в которой описаны наледи Забайкалья, вышла в свет в 2006 г. [8]. В ней содержатся сведения более чем о 500 объектах, описаны процессы формирования и разрушения ледяных полей и т.д. Вместе с тем, развитие современных геоинформационных методов позволяет более подробно изучить особенности степных ландшафтов, связанные с мерзлотными процессами, в том числе и наледи.

В данной работе представлены некоторые результаты изучения не характерного в целом для степных ландшафтов, но являющегося особенностью степей Западного Забайкалья (и некоторых других в Южной Сибири) явления – наледообразования. Наледи здесь можно встретить на открытых участках широких остепненных межгорных котловин, у подножий склонов хребтов с экспозиционной степью, в устьевых, лишенных древесно-кустарниковой растительности частях долин небольших рек и ручьев. Они могут представлять немалый интерес для исследователей, поскольку, с одной стороны, являются индикаторами климатических изменений в аридных ландшафтах, с другой, играют важную роль в экосистемах.

### Материалы и методы

Территория исследования, включающая в себя районы с развитием степных ландшафтов, определена с использованием тематических карт «Растительность» и «Ландшафты» Атласа Забайкалья [9], карты «Геосистемы» Экологического атласа Байкал [10] и др. источников. На основе этих данных получен векторный слой «Степные ландшафты», представляющий собой серию полигонов, в пределах которых затем и выделялись наледи. Местами границы полигонов скорректированы по космическим снимкам, так как на указанных выше картах мелкого масштаба из-за особенностей генерализации, зачастую в контуры степей попадают и другие природные комплексы. Таким образом, общая площадь рассматриваемой территории с распространением степных ландшафтов, включая сухие степи межгорных понижений, подгорные и горные степи, в том числе, экспозиционные, составила 19,2 тыс. км<sup>2</sup>.

Для степей Западного Забайкалья характерна значительная нарушенность в результате интенсивной антропогенной деятельности в прошлом. Часть территорий с распространением степных ландшафтов была распахана в период освоения целинных земель во II-й половине XX века и на сегодняшний день пребывает в состоянии залежи. На таких участках растительный покров в целом восстановился и о том, что когда-то здесь была пашня, напоминает лишь мезорельеф со следами борозд и напашных валов. В некоторых районах участки территории, где плакорным типом местности была степь, подверглись мелиорации и были превращены в культурные луга. Часть таковых без должного ухода на сегодняшний день тоже вернулась к исходному состоянию (луговые степи). Тем не менее, доля естественных участков степей в отдельных районах в пределах территории исследования составляет не более 5-10 % всей площади [11].

В качестве исходных данных в работе использовались мультиспектральные космические снимки Sentinel за 2022 г., с датой съёмки в интервале с 15 марта по 15 апреля (преимущественно от 7.04.2022 г). Для полного охвата территории использовалось 10 сцен. Поскольку общее количество наледей, образующихся в условиях распространения степных ландшафтов, сравнительно невелико (в отличии от лесостепного и др. поясов), обработка космических снимков проводилась в ручном режиме. В результате получен векторный слой «Наледи», который в ГИС совмещался с тем, на котором выделены степи.

В полевых условиях наледи изучались на отдельных ключевых участках в степях предгорий хр. Улан-Бургасы (район с. Унэгэтэй), в межгорных понижениях отрогов хр. Цаган-Дабан (район с. Нижний Жирим), на подгорном шлейфе хр. Малый Хамар-Дабан

(район с. Усть-Урма). В целях уточнения основных морфометрических характеристик выполнено фиксирование объектов с борта БПЛА, проведены ледемерные съемки для расчетов их объемных характеристик. На ключевом участке в пади Медведчиковой с 24 марта по 30 мая 2022 г. проведены наблюдения за процессами таяния наледи с регистрацией температурного тренда с помощью автоматических датчиков и описанием процессов разрушения ледяного поля.

Расчет запасов льда, заключенного в наледях, проводился с использованием существующих методов и формул с применением данных, полученных в ходе полевых экспедиционных исследований.

### Результаты и обсуждение

Наледи, образующиеся в степях Западного Забайкалья, отличаются от тех, что повсеместно наблюдаются в типичных для этого явления районах с расчлененным рельефом, лесной растительностью и наличием многолетнемерзлых пород (ММП). Картографирование наледей (рис. 1), а также анализ различных литературных и фондовых материалов, включая геологические и гидрогеологические карты и др., позволил выявить их специфические особенности.

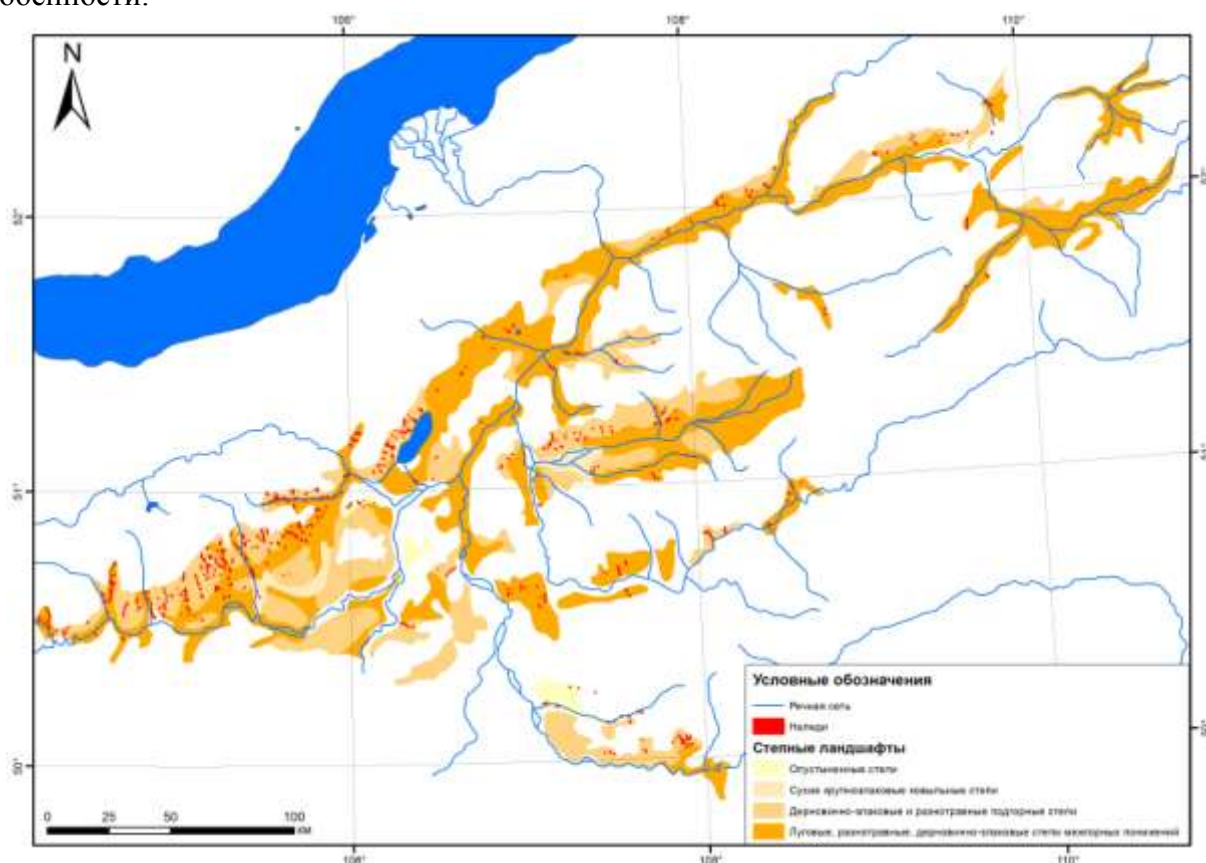


Рисунок 1 – Карта распространения наледей в степных ландшафтах Западного Забайкалья (по состоянию на 2022 г.)

По данным на 2022 г. в степных ландшафтах Западного Забайкалья образуется 912 наледей, общей площадью 32,5 км<sup>2</sup>. Отдельные наледи достигают площади 0,6 км<sup>2</sup>, среднее значение 0,03 км<sup>2</sup>. При картографировании не учтены очень малые наледи, поскольку их дешифрирование по космическим снимкам затруднено. Наледность степей, т.е. отношение суммарной площади наледных полей к общей площади территории, с распространением степных ландшафтов, составляет около 0,16 %. Если учесть, что наледееобразование для степей это хоть и не исключительное, но не совсем типичное

явление, то этот показатель достаточно высокий. Так, на территории северной (российской) части бассейна р. Селенга наледность колеблется в пределах от 0,2 до 0,4 %. Установленные в ходе работы относительно высокие значения для степей связаны с тем, что в 2022 г. довольно большое количество наледей (380 объектов) наблюдалось в степных районах бассейна р. Джида. Это вполне закономерно, так как указанная территория отличается значительным количеством осадков и особенностями геологии, способствующими наледообразованию [12]. Если же степи Джиды (Боргойские, экспозиционные степи хр. Хамар-Дабан и др.) и наледи, образующиеся в бассейне этой реки, не принимать в расчёт, то значения наледности составит 0,08 %. Именно такой показатель можно считать характерным для степей Западного Забайкалья.

Ледомерные съёмки наледей проводились на отдельных ключевых участках в разных частях района исследования по стандартным методикам [13]. Установлено, что средняя мощность наледей в степях колеблется от 0,4 до 1,2 м. На участках русел, максимальная установленная толщина льда составила 1,6 м. Отличительной особенностью наледей, образующихся в условиях степных ландшафтов в Западном Забайкалье, является их относительно большие площади при сравнительно небольших значениях мощности. Тем не менее, наледям большей площади соответствуют большая толщина и, как следствие – запасы льда. Так, средняя мощность льда наледей на ключевом участке в пади Медведчиковой составляет 0,4 м, в бассейне рек Куйтунка и Жиримка – 0,8 м, в устье р. Урма – 1,0 м. Пропорционально увеличиваются и объёмы льда, заключенные в них. Основные морфометрические характеристики наледей, образующихся в степях исследуемой территории, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Размеры наледей в степях Западного Забайкалья

Класс	Интервалы площадей, тыс. м <sup>2</sup>	Количество, шт.	Общая площадь, тыс. м <sup>2</sup>	Объем, тыс. м <sup>3</sup>
Очень малые	< 0,1	-	-	-
Малые	0,1-1	37	0,026	15
Средние	1-10	394	1,89	1512
Большие	10-100	395	12,77	10216
Очень большие	100-1000	86	17,83	21396
Гигантские	> 1000	-	-	-

Из приведенной таблицы видно, что в степях Западного Забайкалья формируются наледи разных размеров, при этом, преобладают средние и большие, которых по космическим снимкам 2022 г. выделено практически одинаковое количество. Несмотря на то, что природные условия районов распространения степных ландшафтов на территории нельзя считать благоприятствующими развитию наледных процессов (за исключением бассейна р. Джида), тем не менее, здесь к марту 2022 г. сформировалось 86 очень больших наледей. Площадь самой крупной наледи составила 0,68 км<sup>2</sup>, объем не менее 800 тыс. м<sup>3</sup>. Сравнительно большие размеры ледяных полей наледей, образующихся в бассейне р. Джида (Джидинские, Боргойские степи) объясняются, вероятнее всего, притоком питающих вод из таликов в зонах разломов. Для Тугнуйских, Селенгинских и др. степей характерны наледи с площадями 0,01-0,02 км<sup>2</sup>, средняя мощность их колеблется в пределах 0,6-0,9 м. Есть здесь и очень малые наледи, фиксируемые только натурными наблюдениями.

В условиях пологого рельефа и преобладания травянистой растительности наледи в степях тают достаточно быстро. Очень малые, малые и средние наледи исчезают уже к началу мая, большие и очень большие, как правило, ближе к концу. При этом, скорость протекания процесса зависит от погодных условий каждого конкретного года. Для наблюдений за формированием и таянием наледей в степях на ключевом участке в пади Медведчикова на одноименном ручье зафиксирована небольшая наледь, образующаяся здесь



ежегодно. Основные морфометрические характеристики объекта (по данным на 2022 г.): площадь – 540 м<sup>2</sup>, максимальная мощность – 0,7 м, запасы льда – 216 м<sup>3</sup>.

Наблюдения показали, что в текущих климатических условиях образование наледей в степях Западного Забайкалья начинается в конце ноября, а таяние в конце марта с переходом дневных температур воздуха выше 0 °С (в данном случае – 27 марта 2022 г.). Наледь в пади Медведчиковой таяла 7 недель со средней скоростью 1,3 см/сут. В потере мощности фиксируется 2 максимума: 1 неделя – до 2,1 см в сутки, что связано с выходом талой воды с окружающей территории на лед наледи, 7 неделя – 1,5 см в сутки. Заканчивается таяние небольших наледей при суммах положительных температур 4500 С. Данные разновременной космической съемки говорят о том, что крупные наледи в степях тают до 10 недель и, можно отметить, что подобная картина характерна для территории исследования в целом, по крайней мере, за последние годы.

Именно в период таяния проявляется важнейшая средообразующая функция наледей, заключающаяся в обеспечении водой окружающих территории. При этом, обеспечивается сток малых рек и небольших ручьев, увеличивается общее увлажнение [14]. Районы развития наледей в степях являются местами повышенной концентрации диких и домашних животных (рис. 2б.), так как служат естественными водопоями, здесь раньше начинается вегетация растительности, а значит раньше появляется и корм для скота. Наледные поля создают особый микроклимат, который спасает от жары многочисленных обитателей степей. Это в свою очередь определяет экосистемное значение наледей в степях.



Рисунок 2 – Наледи в степях Западного Забайкалья: а – наледь у подножья хр. Улан-Бургасы, б – домашний скот у наледи в районе Хамбинского хребта

К моменту начала таяния в ледяных полях наледей степей заключено не менее 33139 тыс. м<sup>3</sup> воды. Фактически, это подземный сток, который формируется в малых водосборных бассейнах окружающей территории, а его часть аккумулируется в виде наледей в степях. При этом, наледи территории характеризуются значительной пространственно-временной изменчивостью. В 2022 г. большая часть из них сформировалась в устьевых частях долин, либо в нижнем течении небольших водотоков. Связано это, по-видимому, со сравнительно высокими расходами воды в малых реках и ручьях из-за большого количества осадков в предшествующий теплый период года, а также с относительно теплой зимой. В результате такого сочетания факторов промерзание грунтов и русел водотоков происходило не в верховьях, в лесном поясе, а на открытых участках лесостепи и степи. Там и образовывались наледи. Не совсем типичным весной 2022 г. было расположение наледи в устье р. Иро в районе с. Усть-Урма, наледь на р. Саянтуй образовалась значительно ниже по течению, чем годом ранее и т.д.

Наледи – достаточно интересное явление, и Западное Забайкалье – яркий пример того, как геокриологические процессы могут протекать в условиях степных ландшафтов. Ещё масштабнее наледные процессы проявляются в степях Монголии, и там они тоже практически не изучены.

### Выводы

Картографирование и изучение наледей, образующихся в районах распространения степных ландшафтов в Западном Забайкалье, с выявлением их морфометрических характеристик, закономерностей размещения, особенностей таяния и экосистемных функций показало, что наледи изучаемой территории, а это не менее 6 % от общего числа зафиксированных в бассейне р. Селенга, являются важной частью природных комплексов степей.

В результате проведенных исследований составлена карта современного распространения наледей в степях Западного Забайкалья. Карта отражает актуальное расположение наледей и отображает текущую ситуацию с наледностью степных ландшафтов территории в целом с учетом текущей природно-климатической обстановки. Установлены основные морфометрические характеристики наледей, выявлены некоторые современные особенности их формирования и таяния.

Наледи в степях по многим своим характеристикам отличаются от тех, что образуются в других ландшафтных условиях. Они более чувствительно реагируют на климатические изменения, при сокращении водности зачастую исчезают. Кроме того, наледообразование характерно для степей горных районов Южной Сибири и некоторых сопредельных территорий, что делает эту их особенность интересной и в какой-то степени уникальной, а значит их изучение актуально и перспективно с разных точек зрения.

### Благодарности

*Работа выполнена в рамках государственного задания БИП СО РАН при поддержке гранта РФФИ № 20-17-00207 «Гидроэкологическая безопасность трансграничного бассейна р. Селенги в условиях изменения климата».*

### Список литературы

1. Дамбиев Э.Ц., Намзалов Б.Б., Холбоева С.А. Ландшафтная экология степей Бурятии. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2006. 184 с.
2. Бурятия: растительный мир. Вып. 2 / Б.Б. Намзалов, К.М. Богданова, И.П. Быков и др. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 1997. 250 с.
3. Пешкова Г.А. Степная флора Байкальской Сибири. М.: Наука, 1972. 207 с.
4. Решиков М.А. Степи Западного Забайкалья. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 176 с.
5. Холбоева С.А., Намзалов Б.Б. Основы степеведения. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2010. 112 с.
6. Баженова О.И. Современная денудация предгорных степных равнин. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2018. 259 с.
7. Ensom T, Makarieva O, Morse P, Kane D, Alekseev V, Marsh P. The distribution and dynamics of aufeis in permafrost regions // Permafrost and Periglac Process. 2020. pp. 1-13.
8. Шестернев Д.М., Верхотуров А.Г. Наледи Забайкалья. Чита: Изд-во ЧитГУ, 2006. 217 с.
9. Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область). ГУГК. Москва-Иркутск, 1967. 176 с.
10. Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. 145 с.

11. Холбоева С.А., Намзалов Б.Б., Басхаева Т.Г. Ключевые ботанические территории степей Бурятии: критерии выделения и анализ разнообразия // Степной бюллетень. 2017. № 50. С. 39-46.

12. Наледи в трансграничном бассейне реки Джиды / В.Н. Черных, А.А. Аюржанаев, Б.В. Содномов, Б.О. Гуржапов, Д.Б. Дабаева // Трансграничные территории Востока России: факторы, возможности и барьеры развития: материалы междунар. науч.-практ. конф: электронное издание. Улан-Удэ, 2021. С. 238-241.

13. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации искусственных сооружений автомобильных дорог на водотоках с наледями. М.: «Транспорт», 1989. 61 с.

14. Алексеев В.Р. Наледи. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. 159 с.

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

Поступила в редакцию 27.06.2022

Принята к публикации 21.09.2022

**ICINGS FLOOD IN THE STEPPES OF WESTERN TRANSBAIKAL**  
**V. Chernykh, A. Ayurzhanayev, B. Sodnomov, E. Batotsyrenov, A. Suprunenko**  
 Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Russia, Ulan-Ude  
 e-mail: geosibir@yandex.ru

One of the features of the steppes of Western Transbaikalia is various processes of cryogenic nature. Despite insufficient moisture in the conditions of an arid sharply continental climate, ice is relatively common in the steppes of the region under consideration.

The quantitative and morphometric characteristics of aufeis formed in the steppe landscapes of the territory are considered in this work based on the analysis of satellite imagery data and the results of field studies considers; the patterns of their formation and destruction under current climatic conditions are revealed. At the moment, up to 900 icings with a total area of 32.5 km<sup>2</sup> are formed in the steppes of Western Transbaikalia. Total ice reserves are at least 33139 km<sup>3</sup> by the time of its maximum development in late March – early April. Icings occupy lower relief elements of intermountain basins; they are formed at groundwater outlets, small springs, in the mouth parts of valleys of small rivers that dry up or are lost in the soils. The melting of icings in the steppes is faster than in other landscape conditions. Ice fields completely disappear when the sums of positive temperatures are above 4500 °C. In low-water climatic cycles, icing in the steppes is practically not formed; the intensity of icing increases to a large extent during periods of an increase in the total amount of precipitation that we can observe today.

*Key words:* icings, steppe, landscapes, runoff, Western Transbaikalia, precipitation, climatic cycles.

### Referents

1. Dambiev E.Ts., Namzalov B.B., Kholboeva S.A. Landshaftnaya ekologiya stepei Buryatii. Ulan-Ude: Izd-vo Buryat. gos. un-ta, 2006. 184 s.

2. Buryatiya: rastitel'nyi mir. Vyp. 2. B.B. Namzalov, K.M. Bogdanova, I.P. Bykov i dr. Ulan-Ude: Izd-vo Buryat. gos. un-ta, 1997. 250 s.

3. Peshkova G.A. Stepnaya flora Baikalskoi Sibiri. M.: Nauka, 1972. 207 s.

4. Reshchikov M.A. Stepi Zapadnogo Zabaikal'ya. M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. 176 s.

5. Kholboeva S.A., Namzalov B.B. Osnovy stepovedeniya. Ulan-Ude: Izd-vo Buryat. gos. un-ta, 2010. 112 s.

6. Bazhenova O.I. *Sovremennaya denudatsiya predgornyykh stepnykh ravnin*. Novosibirsk: Akademicheskoe izdatel'stvo "Geo", 2018. 259 s.
7. Ensom T, Makarieva O, Morse P, Kane D, Alekseev V, Marsh P. The distribution and dynamics of aufeis in permafrost region. *Permafrost and Periglac Process*. 2020. pp. 1-13.
8. Shesternev D.M., Verkhoturov A.G. *Naledi Zabaikal'ya*. Chita: Izd-vo ChitGU, 2006. 217 s.
9. *Atlas Zabaikal'ya (Buryatskaya ASSR i chitinskaya oblast')*. GUGK. Moskva-Irkutsk, 1967. 176 s.
10. *Ekologicheskii atlas basseina ozera Baikal*. Irkutsk: Izd-vo In-ta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2015. 145 s.
11. Kholboeva S.A., Namzalov B.B., Baskhaeva T.G. Klyuchevye botanicheskie territorii stepei Buryatii: kriterii vydeleniya i analiz raznoobraziya. *Stepnoi byulleten'*. 2017. N 50. S. 39-46.
12. Naledi v transgranichnom basseine reki Dzhida. V.N. Chernykh, A.A. Ayurzhanayev, B.V. Sodnomov, B.O. Gurzhapov, D.B. Dabaeva. *Transgranichnye territorii Vostoka Rossii: faktory, vozmozhnosti i bar'ery razvitiya: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf: elektronnoe izdanie*. Ulan-Ude, 2021. S. 238-241.
13. *Rukovodstvo po proektirovaniyu, stroitel'stvu i ekspluatatsii iskusstvennykh sooruzhenii avtomobil'nykh dorog na vodotokakh s naledyami*. M.: "Transport", 1989. 61 s.
14. Alekseev V.R. *Naledi*. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1987. 159 s.

#### **Сведения об авторах:**

Владимир Николаевич Черных

Младший научный сотрудник лаборатории геоэкологии, БИП СО РАН

ORCID 0000-0001-9365-7340

Vladimir Chernykh

Junior Researcher, Laboratory of Geoecology, BINM SB RAS

Александр Андреевич Аюржанаев

Старший научный сотрудник лаборатории геоэкологии, БИП СО РАН

ORCID 0000-0002-2282-7848

Alexander Ayurzhanayev

Senior Researcher, Laboratory of Geoecology, BINM SB RAS

Батор Валерьевич Содномов

Младший научный сотрудник лаборатории геоэкологии, БИП СО РАН

ORCID 0000-0002-4099-7226

Bator Sodnomov

Junior Researcher, Laboratory of Geoecology, BINM SB RAS

Эдуард Аюрович Батоцыренов

Научный сотрудник лаборатории ГИС, БИП СО РАН

ORCID 0000-0003-3307-0040

Eduard Batotsyrenov

Researcher, Laboratory of GIS, BINM SB RAS

**Для цитирования:** Черных В.Н., Аюржанаев А.А., Содномов Б.В., Батоцыренов Э.А. Наледи в степях Западного Забайкалья // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 4-11. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-3-4-11.

## **ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МАЛЫХ РЕК ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ (НА ПРИМЕРЕ Р. КАРАГАЙЛЫ, Г. СИБАЙ)**

**А.Ю. Опекунов, С.Ю. Янсон, М.Г. Опекунова, Д.В. Коршунова, В.В. Сомов**  
Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, Санкт-Петербург  
e-mail: a\_orekunov@mail.ru

На основе минералого-геохимических исследований донных осадков показано изменение гидрогеохимического режима р. Карагайлы под влиянием разработки Сибайского медно-цинкового месторождения. Интенсивность миграции и аккумуляции металлов зависит от величины рН речной воды, которая меняется под воздействием техногенеза. После прекращения сброса карьерных вод в 2019 г. активизировались процессы аккумуляции металлов, и снизился их сток в реки более высокого порядка.

*Ключевые слова:* донные осадки, металлы, подвижные формы металлов, аксессуарные и вторичные минералы, глинистые минералы.

### **Введение**

Горнодобывающая промышленность оказывает значительное влияние на состояние водных объектов, особенно малых рек. Это выражается в химическом загрязнении воды и донных осадков, изменении гидрологического режима, трансформации растворенного и твердого стока [1-4]. Техногенному воздействию наиболее подвержены водотоки засушливых степных зон, для которых отмечается значительная сезонная изменчивость водности [3, 5]. Рассматриваемая проблема весьма актуальна для Южного Урала, на территории которого разрабатывается большое количество месторождений твердых полезных ископаемых, что приводит к загрязнению водных объектов, в первую очередь, тяжелыми металлами [2, 3, 6-8], приводящему к деградации водных экосистем.

Малые водотоки в условиях загрязнения очень чувствительны к изменениям характера и интенсивности техногенного воздействия. При этом ассимиляционный потенциал рек смягчает антропогенный пресс на окружающую среду. Понимание механизмов ассимиляции, знание гидрогеохимических процессов, происходящих в водотоках – ключ к снижению последствий воздействия горнодобывающих отраслей.

Цель настоящих исследований – на основе изучения геохимии донных осадков и химического состава воды проанализировать различные гидрогеохимические обстановки, которые формировались в р. Карагайлы за период воздействия добычи медно-цинковых руд, а также определить причины и последствия этих трансформаций.

### **Объект и методика исследований**

Город Сибай Республики Башкортостан расположен в пределах Красноуральско-Сибай-Гайской меднорудной зоны. Здесь с 1939 г. разрабатывается Сибайское медноцинковоколчеданное месторождение. В 1956 г. началось освоение Ново-Сибайской залежи. В то время на месте будущего карьера протекала р. Карагайлы. Она была отведена в р. Камышлы-Узяк. Однако старое русло реки стало использоваться для отвода подотвальных и промышленных сточных вод. В связи с этим водоток продолжил своё функционирование и сохранил старое название.

Река Карагайлы имеет ширину 2-6 м с разливами до 20 м, длину около 11 км. Она пересекает с запада на восток южные окраины г. Сибай и впадает в р. Худолаз – приток

р. Урал (рис. 1). Дренируя территорию вблизи горных отвалов и принимая сточные и подотвальные воды, Карагайлы испытывает значительное воздействие со стороны горнодобывающего предприятия на протяжении всего времени освоения месторождения, что привело к высокой степени загрязнения воды и донных осадков [1, 2, 5, 9-11].

Формирование гидрогеохимического режима реки до 2011 г. в основном происходило под влиянием подотвальных и сброса промышленных вод. Все это время под отвалами происходит смешение кислых дренажных вод, насыщенных рудными и сопутствующими металлами, и подземных (трещинных) вод щелочного состава, которые в этом месте выходят на поверхность в виде ключей. При этом вода, которая образует исток реки, имеет рН от 6,0 до 7,5 (в зависимости от соотношения смешиваемых вод), что сопровождается выпадением в твёрдую фазу сульфатов в виде белого порошка. Сточные промышленные воды с рН 4,0-4,5 поступали в реку с Сибайского карьера на расстоянии около 1 км от истока и давали основной приток воды (рис. 1, ПП 3).

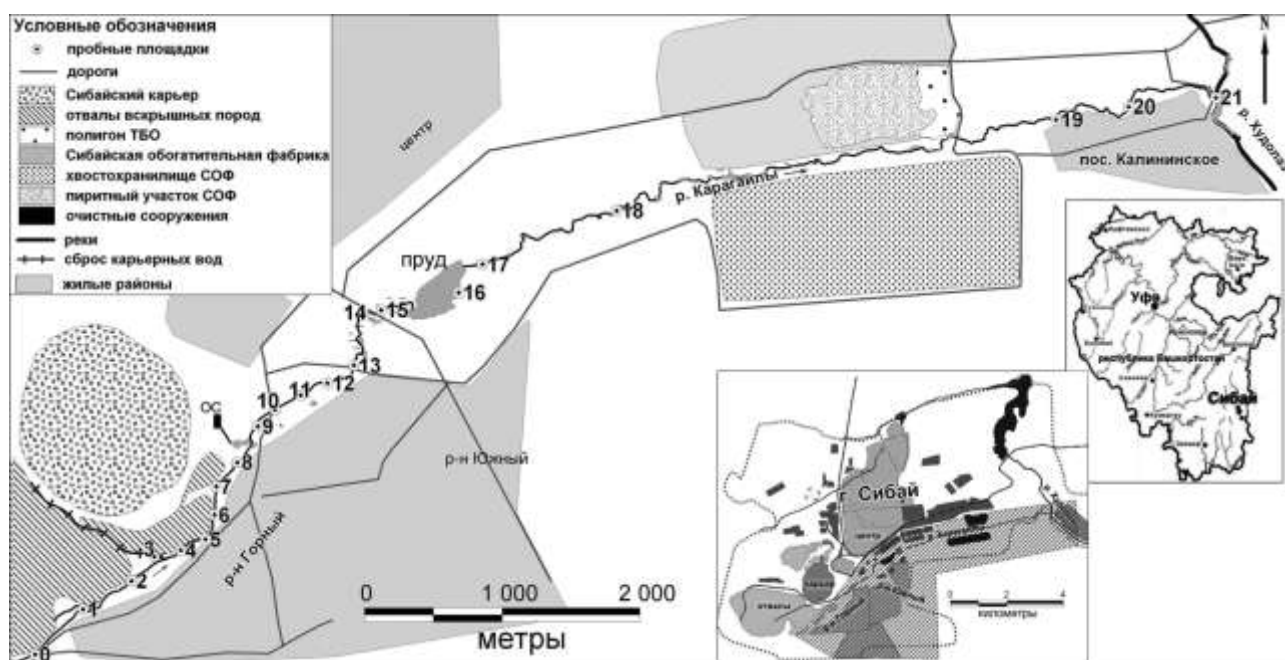


Рисунок 1 – Схема района исследований с размещением пробных площадок (ПП) (по [2])

Гидрогеохимическая обстановка изменилась в 2011 г., когда в верхнем течении реки начали работать очистные сооружения, принимающие карьерные и рудничные воды (рис. 1, ПП 9). Очищенная вода с рН более 10 сбрасывалась в реку, что вызвало формирование в этом месте комплексного (сорбционно-гидроксидного и щелочного) барьера. Заметный рост рН речной воды (до 7,5-8,0) стал причиной образования и осаждения гидроксидов Fe и адсорбции ими Cu, Zn, Cd и других металлов. Это привело к росту валовой концентрации металлов в донных осадках, но снижению содержания их подвижных форм, и уменьшению жидкого стока металлов в водотоки более высокого порядка.

В 2015-2016 гг. в среднем и нижнем течении реки были проведены дноочистные работы, которые вскрыли толщу восстановленных осадков, сформировавшуюся за 60 лет, с высокой концентрацией металлов и особенно железа, находящегося в форме  $Fe^{2+}$  и  $FeSO_4$ . Размыв этих отложений вызвал окисление металла. Речная вода приобрела выраженный охристый оттенок из-за высокого содержания взвешенных тонкодисперсных оксидов и гидроксидов железа. Охристый поток через р. Худолаз распространился на расстояние более 25 км, немного не достигнув р. Урал [8]. Проведение работ по очистке дна и выпрямлению русла привело к разрушению в реке всех образовавшихся ранее геохимических барьеров [2]. Это стало причиной формирования новой гидрогеохимической обстановки, выразившейся в росте концентрации Fe в воде и донных осадках, снижении доли подвижных

(сорбционно-карбонатных) форм металлов и смещении максимума концентрации рудных металлов (Fe, Cu, Zn, Cd) в донных отложениях к устью Карагайлы (рис. 1, ПП 18-20).

В начале 2019 г. в период продолжительного антициклона и штилевой погоды в г. Сибаете сложилась чрезвычайная экологическая ситуация, вызванная самовозгоранием в карьере пиритовой залежи и значительным повышением в атмосферном воздухе города содержания  $SO_2$ . Было принято решение о затоплении карьера, что стало причиной прекращения сброса карьерных вод в Карагайлы с 2019 г. В связи с этим одной из задач настоящих исследований является определение последствий прекращения сброса. Задача решалась на основе изучения содержания металлов в речной воде и комплексного анализа минералого-геохимических свойств донных осадков, пробы которых были отобраны в 2019-2020 гг.

В донных осадках определялись валовые содержания и подвижные формы (с использованием ацетатно-аммонийного буфера pH 4,8) тяжелых металлов и металлоидов (ТММ – Cu, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, Pb, Cd, Ba, As, Sb, V, Sc) методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) с полным кислотным разложением проб. Ртуть анализировалась методом «холодного пара» на автономном приборе «Юлия-5м». Анализы проводились в Центральной лаборатории ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского (Санкт-Петербург).

Микроминералогические исследования выполнены на оборудовании ресурсного центра «Микроскопии и микроанализа» (Научный парк СПбГУ) – сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Quanta 200 3D (FEI, Нидерланды) с аналитическим комплексом Pegasus 4000 (EDAX, USA) в режиме отраженных и вторичных электронов. Электронно-зондовый микроанализ проведен на энергодисперсионном дифрактометре указанного микроскопа в высоком вакууме при ускоряющем напряжении 20 кВ.

Для определения состава глинистых минералов была проведена порошковая рентгенография проб. Исследования выполнены в ресурсном центре «Рентгенодифракционные методы исследования» Научного парка СПбГУ на автоматическом порошковом дифрактометре MiniFlexII (Rigaku). Идентификация фаз проводилась с использованием базы порошковых дифракционных данных PDF-2 (Powder Diffraction File, 2020) и литературных данных [12-14], количественные расчеты проведены в программе TOPAS 4 (TOtal Pattern Analysis Solutions) и основаны на полнопрофильном анализе по методу Ритвельда.

### Результаты и их обсуждение

В истоке р. Карагайлы вода характеризуется сульфатно-магниевым типом и минерализацией от 2,5 до 9,0 г/л. В ней обнаружены высокие концентрации  $SO_4^{2-}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  и  $Cd^{2+}$ . Как отмечалось выше, дно реки у истока устлано белым порошкообразным осадком, представленным гидросульфатами, который распространяется на расстояние до 1 км вниз по течению. Химический состав сульфатов характеризуется очень высокой концентрацией Cu, Zn, Cd, Mn (табл. 1; ПП 1). Содержание других изученных ТММ близко к фоновому уровню (табл. 1; ПП 0).

По составу гидросульфаты представлены глинистой массой светло-коричневого цвета с обломками темноцветных минералов, размер которых не превышает 0,05 мм. По результатам микроскопического анализа в составе глинистых минералов, вероятно, присутствуют каолинит, монтмориллонит, бейделлит и галлуазит. Бейделлит образуется в корях выветривания основных пород Южного Урала, галлуазит связан с сульфидными месторождениями. Составные спектры показывают алюмосиликатную матрицу с небольшими примесями K, Na, Ca, Mg. Глинистые минералы содержат очень мало Fe. В образце установлены гипс и барит. При этом, гипс покрывает всю поверхность образца в виде отдельных кристаллитов, сростков и микроагрегатов – «гипсовых роз». Барит присутствует реже. Самостоятельные фазы меди и цинка не определены, однако они встречаются в образованиях микрокристаллических агрегатов с соединениями железа и глинистыми минералами, которые выступают в качестве адсорбентов.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов и металлоидов (мг/кг) в донных осадках р. Карагайлы (2019-2020 гг.)

ТММ	Пробные площадки отбора проб						
	ПП 0 (фон)	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 14	ПП 19	ПП 21
Sc	19,5	42,8	18,8	5,61	25,7	17	19,5
V	116	43,5	137	26,3	141	59,5	91,5
Cr	44,2	18	82,1	16,7	69,3	48,1	104
Mn	1085	1007	1938	1550	1084	930	2169
Fe	47000	22800	44500	436800	112000	181300	156100
Co	19,6	31,6	52	71,5	38,2	31,1	43
Ni	27,6	16,3	70,7	19,1	41,1	31,5	39,3
Cu	93,7	9090	1850	1310	3820	4840	5410
Zn	235	17800	16700	9610	4070	8970	9450
Cd	0,39	11,5	8,96	6,85	7,87	23,3	20,2
Ba	277	34,3	343	62,8	366	195	276
Pb	21,8	13,3	22,1	8,19	51,4	39,5	57,2
As	-	21,5	12,1	6,02	-	49,1	
Hg	-	0,13	0,13	0,093	-	0,42	
Sb	2,92	1,16	1,41	1,98	4,53	2,65	5,81
Sr	250	-	-	-	574	-	219

Примечание: прочерк – данные отсутствуют

По мере удаления от истока реки доля гидросульфатов снижается и увеличивается количество обломочных минералов. Наблюдается некоторое уменьшение Cu, Zn, Cd, но возрастает концентрация Fe и других металлов (табл. 1, ПП 2). По результатам микроскопических исследований в пробе обнаружены гипс и барит, которые присутствуют в виде отдельных кристаллитов, сростков и микроагрегатов: «гипсовых и баритовых роз» без следов разрушения, т. е. не подвергавшихся переносу на большие расстояния (рис. 2а). Глинистые фазы практически не содержат железа. Основная масса представлена фракцией размером частиц менее 5 мкм. На некоторых спектрах видны отчетливые пики Mn, Cu и Zn. Они установлены в образованиях микрокристаллических агрегатов совместно с соединениями железа. В образце большое количество Mn-Zn включений. Небольшое количество Zn находится в сульфидной форме, остальные включения встречаются в виде сплавов (?), но всегда совместно с Mn образованиями (рис. 2б). По морфологии образований можно предположить их органическое происхождение (возможно частичное).

Индикаторным объектом современного гидрогеохимического состояния реки являются донные осадки и взвеси, содержащие большое количество окисленного железа. Оксиды и гидроксиды Fe образовались, как отмечалось выше, в результате размыва захороненных ранее донных отложений после проведения дноочистных работ. Особенности химического состава осадков заключаются в высоком содержании Fe (более 40 %), Cu и Zn, а также Co (табл. 1; ПП 3). Проба в основном состоит из глинистой фракции с размером частиц менее 5 мкм, цементирующих более крупные частицы. Соединения железа представлены в виде отдельных фаз оксигидроксидов (рис. 2в). Они образуют микрокристаллические агрегаты в порах, полостях и на поверхности образцов, иногда отдельные зерна. Сульфиды имеют ограниченное распространение в качестве зерен (халькопирит). В образце мало гипса и барита, а также других обломочных минералов. Глинистая фракция в основном представлена гетитом (26 %) и лепидокрокитом (53 %) (табл. 2), которые являются вторичными минералами. Таким образом, минеральный и химический состав охристых осадков заметно отличается от терригенных, которые сложены преимущественно обломочными минералами и сульфатами, состоящими в основном из гипса и барита.



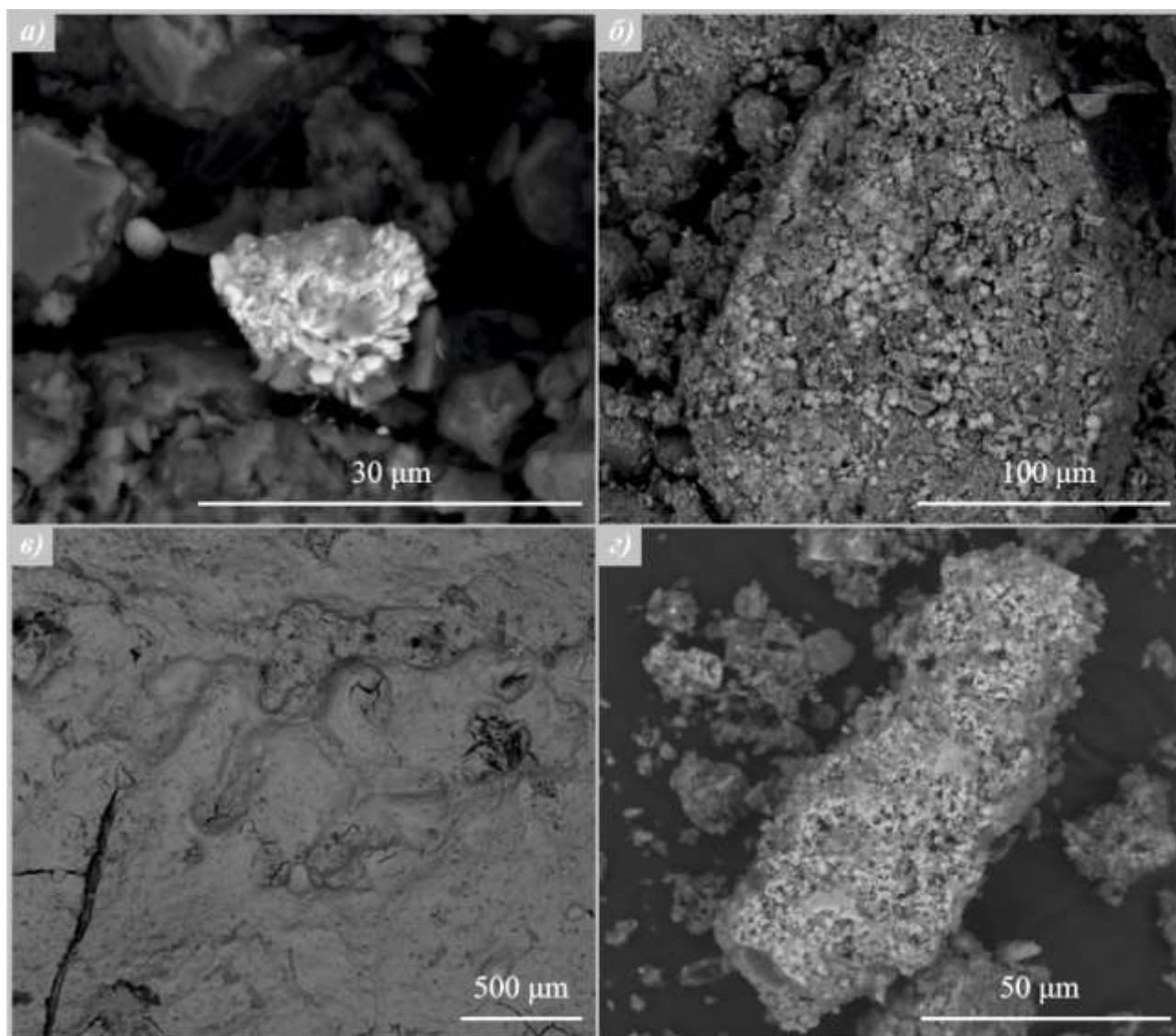


Рисунок 2 – Минеральные фазы изученных образцов. Изображение СЭМ, отражённые электроны

*Примечание: а) ПП 2 – агрегат пластинчатых кристаллов барита («баритовая роза»); б) ПП 2 – образования (смеси) Mn-Zn совместно с апатитом и оксидами Fe на поверхности и в пустотах минеральных и органических агрегатов; в) ПП 3 – скрытокристаллические землистые агрегаты и отдельные зерна оксидов/гидроксидов железа; г) ПП 4 – вторичные агрегаты оксигидроксидов железа.*

Следующая пробная площадка расположена в среднем течении реки на пересечении с Зилаирским шоссе (ПП 14). Осадок представлен красно-коричневато-серым частично флокулированным илом. Встречаются полуокатанные и угловатые обломки размером не более 2-2,5 мм. Образцы состоят из кварца, полевых шпатов (калиевых и плагиоклазов), слюд и гидрослюд. Плагиоклазы кислые – альбит-олигоклаз. Во всех образцах присутствуют гипс и кислородные соединения железа. Часто встречается пирит, монацит и барит. Соединения железа – оксиды и гидроксиды – обнаружены в виде обломков или вторичных агрегатов, выполняющих полости чаще всего органических остатков, а также поверхность минеральных или смешанных агрегатов. Морфология их (сфероидные формы) может быть следствием работы бактерий (рис. 2г). Хорошая сохранность образований указывает на происхождение in-situ, не исключается также очень непродолжительное перемещение. Микроэлементный состав характеризуется более низким содержанием Fe и Zn, по отношению к осадкам, слагающим дно выше по течению реки, но повышенной концентрацией Cu (табл. 1, ПП 14).

Таблица 2 – Количественный фазовый состав минералов (вес. %) по данным полнопрофильного анализа (метод Ритвельда)<sup>1</sup>

Минералы	Площадки отбора проб					
	ПП 0 2002	ПП 2 1906	ПП 3 1905	ПП 14 2004	ПП 19 2001	ПП 21 2005
Кварц	51	39	4	34	42	36
К-Na полевые шпаты	12	14	6	19	22	23
Каолинит	7	13	8	14	5	18
Хлорит	12	10	-	9	15	8
Слюда	3	19	-	6	10	8
Кальцит	13	-	-	13	3	1
Доломит	2	3	-	следы	3	следы
Гипс	-	2	3	-	-	2
Пирит	следы	-	-	3	-	4
Гетит	-	-	26	-	-	-
Лепидокрокит	-	-	53	-	-	-
Тальк	-	-	-	2	-	-

Пробы донных осадков в нижнем течении реки отобраны в районе с. Калининское (ПП 19). В донных осадках, как и выше по течению, сохраняется высокая концентрация Cu, Zn, Cd и Fe. Образец представлен полуокатанными и угловатыми обломками кварца, полевого шпата (калиевого и плагиоклазов), слюд и гидрослюд алевро-пелитового размера. Крупные зерна в большинстве своём – это комковатые агрегаты пелитовых частиц. Отмечается множество органических и техногенных волокон. Встречаются зерна пирита, халькопирита, монацита. Присутствуют соединения железа в виде отдельных фаз оксигидроксидов. Они образуют микрокристаллические агрегаты в порах, полостях и на поверхности образцов, иногда встречаются в виде отдельных зерен.

В устье реки химический состав донных осадков, по отношению к вышележащей ПП, меняется мало, сохраняются высокие содержания Cu, Zn, Cd и Fe (табл. 1, ПП 21). Отложения представлены преимущественно кварцем, полевыми шпатами, слюдами и гидрослюдами, встречаются зерна пирита, халькопирита. Из сульфатов присутствует в основном гипс.

Результаты обработки обзорных дифрактограмм подтверждают наличие основных минералогических фаз, установленных с использованием сканирующего электронного микроскопа, и позволяют дать оценку их количественного распределения (табл. 2). Установлено, что в большинстве проб преобладающими являются первичные минералы – кварц, полевые шпаты К-Na состава, слюда (мусковит). Их суммарное содержание, за исключением одной пробы (ПП 3), составляет 59-74 % (без учета смешанослойной фазы). Среди вторичных минералов распространены каолинит, тальк, минералы группы хлорита, в основном представляющие собой продукты гипергенного преобразования первичных нерудных минералов. Из сульфидов наиболее широкое распространение имеет пирит, а в пробе ПП 3 продукты его преобразования – гетит и лепидокрокит. В небольших количествах присутствуют карбонаты (кальцит, доломит) и сульфаты (гипс).

Среди минералов глинистой фракции ( $r < 7$  1 мкм) были диагностированы каолинит, тальк, минералы групп хлорита и слюд. Сравнение результатов обработки дифрактограмм воздушно-сухого, насыщенного этиленгликолем и отожженного образцов позволило определить, что в составе глинистой фракции исследуемых проб присутствуют смешанослойные фазы, представленные иллит-сметтитом (проба ПП 3, 14, 19, 21), хлорит-сметтитом различной степени упорядоченности до корренсита (проба ПП 2), также предположительно наличие хлорит-вермикулита (ПП 0). Данные образования являются продуктами трансформации минералов группы хлорита и группы слюд в кислой среде [12],

<sup>1</sup> Без учета смешанослойной фазы

присущей верховьям реки. Существенно, что смешаннослойные минералы в составе осадков увеличивают их адсорбционную способность, в первую очередь, к металлам.

Отмеченные выше гидрогеохимические этапы эволюции водотока, вызванные разными качественными и количественными показателями воздействия горного производства, отразились в валовом содержании и количестве подвижных форм рудных металлов (табл. 3). Общий тренд изменений заключался в постепенном росте валового содержания, обусловленного, как отмечалось выше, увеличением щёлочности воды, и активном переходе металлов в твёрдую фазу в виде гидроксидов (Fe), сульфатов (Zn, Cu, Cd) и адсорбции свежееобразованными оксигидроксидами железа (Zn, Cu, в меньшей степени Cd). При этом доля подвижных (сорбционно-карбонатных) форм халькофилов снижалась в связи с увеличением роли гидроокисной фазы металлов. Однако на последнем этапе после прекращения сброса карьерных вод отмечается стабилизация валового содержания металлов и значительное увеличение доли подвижных форм (за исключением Fe). Вероятно, уменьшение расхода реки и повышение pH речной воды привели к активизации адсорбции металлов глинистыми минералами и их аккумуляции на дне водотока, а также к образованию устойчивых форм карбонатов с металлами в их составе.

Таблица 3 – Среднее содержание рудных металлов и процент их подвижных форм в донных осадках р. Карагайлы в разные периоды её функционирования

Период (год)	Показатели	Cu	Zn	Cd	Fe
До 2011	валовое содержание, мг/кг	5353	5141	8,9	70500
	% подвижных форм	36	57	56	0,7
2011-2015	валовое содержание, мг/кг	6848	9180	15,9	107000
	% подвижных форм	29	48	40	4,5
2016-2018	валовое содержание, мг/кг	6946	8048	14,1	189000
	% подвижных форм	9	34	20	0,5
2019-2020	валовое содержание, мг/кг	3138	11799	12,5	222000
	% подвижных форм	45	71	76	1,0

Косвенным подтверждением предложенной гидрогеохимической модели служат результаты изучения состава речных вод в устье р. Карагайлы на разных этапах рассматриваемого периода существования водотока, исключая этап 2016-2018 гг. (рис. 3). Общая тенденция – значительное снижение концентрации металлов в воде и соответственно их выноса в реки более высокого порядка (Худолаз и Урал). Таким образом, повышение pH речной воды и прекращение в 2019 г. сброса карьерных вод привело к улучшению качества воды с близкими к нормативным показателями, установленными для рыбохозяйственных водоемов.

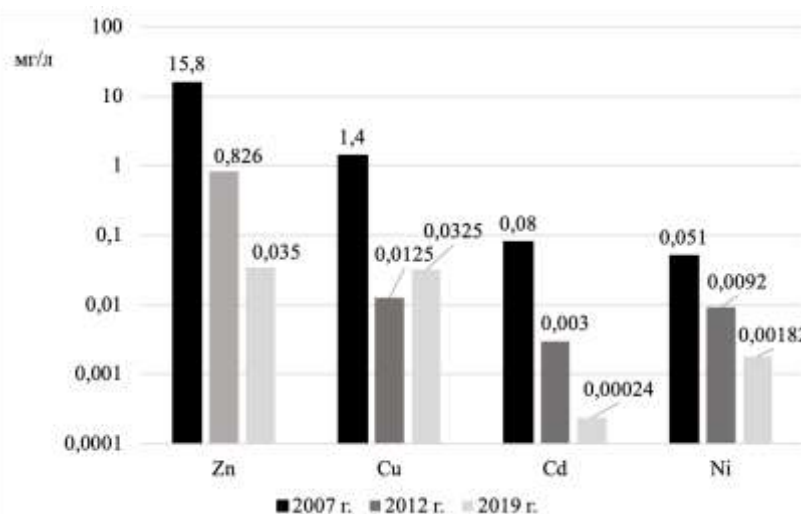


Рисунок 3 – Содержание металлов (мг/л) в пробах воды устьевой части р. Карагайлы

## Выводы

Воздействие разработки Сибайского медноцинковоколчеданного месторождения на гидрогеохимические условия р. Карагайлы спровоцировало аккумуляцию на дно первичных и вторичных минеральных фаз: терригенных, сульфатных, охристых (железистых). Наряду с породообразующими и акцессорными минералами, в донных осадках накапливаются вторичные фазы – барит, гипс, различные соединения железа, Mn, Cu и Zn в образованиях микрокристаллических агрегатов совместно с соединениями железа, сплавы (?) Mn-Zn и другие. Для химического состава отложений характерны очень высокие (местами на уровне рудных) концентрации Zn, Cu, Cd, Fe. Большую роль в смене условий миграции и аккумуляции металлов в реке играют кислотно-щелочные условия, изменение и высокая контрастность которых определяются количеством атмосферных осадков, сбросом карьерных вод, работой очистных сооружений, нарушением окислительно-восстановительных условий в толще отложений при проведении дноуглубительных работ. Последние изменения, вызванные прекращением сброса карьерных вод, привели к падению расхода воды, особенно в летнее время, увеличению количества подвижных форм металлов в донных осадках и повышению щелочности речной воды. Это активизировало процессы аккумуляции металлов и вызвало снижение их стока в реки более высокого порядка.

## Благодарности

*Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ 22-77-00017.*

*Опубликовано при поддержке гранта РГО «Международная конференция «Трансграничные геоэкологические проблемы и вопросы природопользования в бассейне рек Внутренней Евразии в связи с изменением климата».*

## Список литературы

1. Емлин Э.Ф. Прикладная геохимия. Миграция цинка и кадмия в геотехногенных системах сульфофильного ряда. Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 97 с.
2. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Сомов В.В., Митрофанова Е.С., Кукушкин С.Ю. Влияние разработки Сибайского месторождения (Южный Урал) на трансформацию потока металлов в подчиненных ландшафтах // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. № 1. С. 14-24.
3. Удачин В.Н. Экогеохимия горнопромышленного техногенеза Южного Урала: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Томск, 2012. 56 с.
4. Perotti M., Ghezzi L., Casiot C., D’Orazio M., Giannecchini R., Petrini R. The geochemistry of pore waters in riverbed sediments in a mining-impacted landscape: sources of potentially toxic elements - Proceedings 13th International Mine Water Association Congress. 2017. vol. 2. pp. 732-736.
5. Опекунов А.Ю., Леонтьева Л.В., Куприна М.С. Геохимические особенности современного осадкообразования в районе разработки Сибайского медноколчеданного месторождения (Южный Урал) // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 7. 2010. Вып. 2. С. 84-98.
6. Бактыбаева З.Б., Ямалов С.М., Кулагин А.А. Анализ миграционных потоков тяжелых металлов в речных экосистемах Башкирского Зауралья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 6. С. 45-50.
7. Тарасова Т.Ф., Попова Е.А. Об экологическом состоянии природных вод Республики Башкортостан на примере реки Таналык // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности: Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Оренбург, 2020. С. 284-287.
8. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Кукушкин С.Ю., Спаский В.В., Яськевич Е.В., Аржанцева З.Ю., Сомов В.В. Анализ накопленного экологического ущерба в речных

системах на территории Сибайского медноколчеданного месторождения // Сергеевские чтения. Эколого-экономический баланс природопользования в горнопромышленных регионах: сборник научных трудов (по материалам годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Пермь, 2019. Вып. 21. С. 349-354.

9. Opekunova M.G., Opekunov A.Ju., Papyan E.E., Somov V.V. Phytoindicational Properties of the Vegetation in Landscape Transformation Studies on Sibay Chalcopyrite Deposits (Southern Urals) // Contemporary Problems of Ecology. 2017. vol. 10. no. 3. pp. 301-314.

10. Семенова И.Н., Кужина Г.Ш., Ягафарова Г.А., Ильбулова Г.Р., Рафикова Ю.С. Оценка фитотоксичности поверхностных вод р. Карагайлы (Республика Башкортостан) // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. С. 179-187.

11. Opekunov A.Y., Opekunova M.G., Janson S.Y., Kukushkin S.Y., Papyan E.E. Mineral and geochemical characteristics of soils and bottom sediments in the area affected by mining dumps (a case study of the Sibay ore deposit) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 817(1). 012078.

12. Лесовая С.Н., Платонова Н.В. Диагностика глинистых минералов в почвах и горных породах с использованием порошковой рентгенографии // Научный парк СПбГУ: физика, химия, материаловедение. СПб., 2020. С. 324-339.

13. Рентгенография основных типов породобразующих минералов / Под ред. В.А. Франк-Каменецкого. Л.: Недра, 1984. 359 с.

14. Moore D.N., Reynold R.C. X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. New York: Oxford University Press, 1997. 378 p.

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

Поступила в редакцию 07.09.2022

Принята к публикации 21.09.2022

## **HYDROGEOCHEMICAL TRANSFORMATION OF SMALL RIVERS UNDER THE IMPACT OF MINING PRODUCTION (ON THE EXAMPLE OF THE KARAGAYLY RIVER, SIBAY)**

**A. Opekunov, S. Janson, M. Opekunova, D. Korshunova, V. Somov**

St. Petersburg State University, Russia, St. Petersburg

e-mail: a\_opekunov@mail.ru

Hydrogeochemical regime transformation of the Karagaily River under the influence of the exploitation of the Sibay copper-zinc deposit is shown on the basis of mineralogical and geochemical studies of bottom sediments. The activity of migration and accumulation of metals depends on the pH of the river water, which changes under the influence of technogenesis. The cessation of quarry water discharge in 2019 led to the activation of metal accumulation processes and a decrease in their runoff into larger rivers.

*Key words:* bottom sediments, metals, mobile forms of metals, accessory and secondary minerals, clay minerals.

### **References**

1. Emlin E.F. Prikladnaya geokhimiya. Migratsiya tsinka i kadmiya v geotekhnogennykh sistemakh sul'fofil'nogo ryada. Ucheb. posobie. Ekaterinburg: Izd-vo UGGU, 2005. 97 s.

2. Opekunov A.Yu., Opekunova M.G., Somov V.V., Mitrofanova E.S., Kukushkin S.Yu. Vliyanie razrabotki Sibaiskogo mestorozhdeniya (Yuzhnyi Ural) na transformatsiyu potoka metallov v podchinennykh landshaftakh. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya. 2018. N 1. S. 14-24.
3. Udachin V.N. Ekogeokhimiya gornopromyshlennogo tekhnogeneza Yuzhnogo Urala: avtoref. dis. ... d-ra geol.-mineral. nauk. Tomsk, 2012. 56 s.
4. Perotti M., Ghezzi L., Casiot C., D'Orazio M., Giannecchini R., Petrini R. The geochemistry of pore waters in riverbed sediments in a mining-impacted landscape: sources of potentially toxic elements - Proceedings 13th International Mine Water Association Congress. 2017. vol. 2. pp. 732-736.
5. Opekunov A.Yu., Leont'eva L.V., Kuprina M.S. Geokhimicheskie osobennosti sovremennogo osadkoobrazovaniya v raione razrabotki Sibaiskogo mednokolchedannogo mestorozhdeniya (Yuzhnyi Ural). Vestn. S.-Peterb. un-ta. Ser. 7. 2010. Vyp. 2. S. 84-98.
6. Baktybaeva Z.B., Yamalov S.M., Kulagin A.A. Analiz migratsionnykh potokov tyazhelykh metallov v rechnykh ekosistemakh Bashkirskogo Zaural'ya. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. 2015. T. 17. N 6. S. 45-50.
7. Tarasova T.F., Popova E.A. Ob ekologicheskom sostoyanii prirodnykh vod Respubliki Bashkortostan na primere reki Tanalyk. Regional'nye problemy geologii, geografii, tekhnosfernoi i ekologicheskoi bezopasnosti: Materialy II Vseros. nauch.-prakt. konf. Orenburg, 2020. S. 284-287.
8. Opekunov A.Yu., Opekunova M.G., Kukushkin C.Yu., Spasskii V.V., Yas'kevich E.V., Arzhantseva Z.Yu., Somov V.V. Analiz nakoplennogo ekologicheskogo ushcherba v rechnykh sistemakh na territorii Sibaiskogo mednokolchedannogo mestorozhdeniya. Sergeevskie chteniya. Ekologo-ekonomicheskii balans prirodopol'zovaniya v gornopromyshlennykh regionakh: sbornik nauchnykh trudov (po materialam godichnoi sessii Nauchnogo soveta RAN po problemam geoekologii, inzhenernoi geologii i gidrogeologii. Perm', 2019. Vyp. 21. S. 349-354.
9. Opekunova M.G., Opekunov A.Ju., Papyan E.E., Somov V.V. Phytoindicational Properties of the Vegetation in Landscape Transformation Studies on Sibay Chalcopyrite Deposits (Southern Urals). Contemporary Problems of Ecology. 2017. vol. 10. no. 3. pp. 301-314.
10. Semenova I.N., Kuzhina G.Sh., Yagafarova G.A., Il'bulova G.R., Rafikova Yu.S. Otsenka fitotoksichnosti poverkhnostnykh vod r. Karagaïly (Respublika Bashkortostan). Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2017. N 4. S. 179-187.
11. Opekunov A.Y., Opekunova M.G., Janson S.Y., Kukushkin S.Y., Papyan E.E. Mineral and geochemical characteristics of soils and bottom sediments in the area affected by mining dumps (a case study of the Sibay ore deposit). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 817(1). 012078.
12. Lesovaya S.N., Platonova N.V. Diagnostika glinistykh mineralov v pochvakh i gornykh porodakh s ispol'zovaniem poroshkovoi rentgenografii. Nauchnyi park SPbGU: fizika, khimiya, materialovedenie. SPb., 2020. S. 324-339.
13. Rentgenografiya osnovnykh tipov porodoobrazuyushchikh mineralov. Pod red. V.A. Frank-Kamenetskogo. L.: Nedra, 1984. 359 s.
14. Moore D.N., Reynold R.C. X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. New York: Oxford University Press, 1997. 378 p.

#### Сведения об авторах:

Анатолий Юрьевич Опекунов

Д.г.-м.н., профессор кафедры геоэкологии, СПбГУ

ORCID 0000-0002-8885-9068

Anatoly Opekunov

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Geoecology, St. Petersburg State University

Светлана Юрьевна Янсон

К.г.-м.н., заместитель директора, Ресурсный центр СПбГУ

ORCID 0000-0002-1341-2528

Svetlana Janson

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director, RC of St. Petersburg State University

Марина Германовна Опекунова

Д.г.н., профессор кафедры геоэкологии, СПбГУ

ORCID 0000-0002-4592-0623

Marina Opekunova

Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Geoecology, St. Petersburg State University

Дария Вячеславовна Коршунова

Магистрант 2-го курса, СПбГУ

ORCID 0000-0003-4855-9404

Darya Korshunova

master's student, St. Petersburg State University

ORCID 0000-0003-4855-9404

Всеволод Владимирович Сомов

К.г.н., старший преподаватель кафедры геоэкологии, СПбГУ

ORCID 0000-0003-2575-571X

Vsevolod Somov

Candidate of Geographical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Geoecology, St. Petersburg State University

**Для цитирования:** Опекунов А.Ю., Янсон С.Ю., Опекунова М.Г., Коршунова Д.В., Сомов В.В. Гидрогеохимическая трансформация малых рек под воздействием горнодобывающих предприятий (на примере р. Карагайлы, г. Сибай) // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 12-22. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-3-12-22

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ УРАЛА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.В. Григоревский, Д.С. Мелешкин  
Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург  
e-mail: grag92@mail.ru

В данной статье предпринята попытка выявления и анализа экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала, на примере земледельческих регионов Урала и Западной Сибири. Предложена методика относительной оценки показателей, характеризующих положительное и негативное влияние на состояние окружающей среды. Выбраны показатели, отражающие масштабы использования значительной доли природных ресурсов регионов: минеральные, водные, земельные, лесные и др. В результате, интегральный показатель экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала в Омской области минимальный среди исследуемых регионов (-0,52), максимальный – в Республике Башкортостан (1,19).

*Ключевые слова:* природно-ресурсный потенциал, рациональное природопользование, экологическая эффективность, степь, Урал, Западная Сибирь.

### Введение

Складывающаяся за последние годы геополитическая ситуация способствует возникновению новых вызовов и угроз устойчивому развитию как на федеральном, так и на региональном уровнях. В качестве основных и лежащих в плоскости геоэкологических исследований аспектов устойчивого развития, можно выделить следующие, способствующие адекватному ответу на возникающие угрозы: обеспечение продовольственной безопасности, сокращение темпов роста межрегиональных контрастов, снижение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, предотвращение сжатия освоенного пространства и обеспечение эффективного, но в то же время экологичного использования природно-ресурсного потенциала регионов и страны в целом.

В рамках полимасштабных исследований интерес представляют приграничные регионы, имеющие экономико-географические контрасты, наряду с физико-географической общностью. В данном случае исследование проводится в рамках степных регионов Урала и Западной Сибири, являющихся одними из самых освоенных и неблагоприятных в экологическом отношении территорий страны.

### Материалы и методы

В поле научных исследований значительного числа отечественных и зарубежных учёных (А.А. Минц, Д.Л. Арманд, Г. Хаазе, Д. Граф, С.А. Кимельман, А.А. Герт., С.Н. Бобылев, О.Е. Медведева, Г.М. Комарницкий, А.А. Гусев и др.) [1-6], в рамках анализа использования природно-ресурсного потенциала, акценты ставятся на экономической эффективности. Задача данного исследования оценить эффективность использования природно-ресурсного потенциала с точки зрения рационального природопользования, опираясь на фундаментальные труды Ю.Н. Куржаковского, Н.Ф. Реймерса и В.А. Анучина [7-9].

Применяемый метод оценки экологической эффективности основан на оценке оппозитных показателей использования природно-ресурсного потенциала, с таким



подходом, что для каждого показателя, характеризующего положительное влияние на устойчивое развитие территории, необходимо выявить сопутствующий, характеризующий отрицательное влияние, показатель [10]. Суть используемого метода заключается в выявлении преобладающего (положительного или отрицательного) воздействия на окружающую среду и проведении сравнительной оценки экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала степных регионов Урала и Сибири. В качестве исследуемых были выбраны показатели из официальных открытых статистических источников, отражающие масштабы использования значительной доли природных ресурсов регионов [11, 12]. В качестве индикаторов рационального и эффективного использования земельных ресурсов использовались показатели сельского хозяйства (урожайность и площади неостребованного земельного фонда), и объёмов отходов по всем видам экономической деятельности (масса образованных и масса утилизированных); минеральных ресурсов – показатели добычи полезных ископаемых (объём отгруженных товаров по соответствующему виду экономической деятельности и площадь нарушенных земель вследствие разработки месторождений полезных ископаемых); лесных ресурсов – показатели лесовосстановления и площади лесных пожаров; водных ресурсов – объёмы оборотного водоснабжения и сброса загрязнённых сточных вод; атмосферного воздуха – доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ и масса выбросов. В исследовании проведена также оценка показателей, опосредовано характеризующих рациональное природопользование – это показатели государственного регионального экологического надзора (доля проверенных объектов и количество выявленных нарушений) и развития инфраструктуры (объёмы инвестиций в основной капитал и степень износа основных фондов). Исходные данные показателей представлены в таблице 1.

### Результаты и обсуждение

На общем фоне объёмов как образованных так и утилизированных отходов производства (по всем видам экономической деятельности) выделяется Челябинская область. Основными источниками образования отходов являются крупные предприятия чёрной металлургии (Магнитогорский и Челябинский металлургические комбинаты, Златоустовский и Ашинский металлургические заводы) и электроэнергетики (тепловые электростанции и теплоэлектроцентрали в городах Челябинск, Южноуральск, Магнитогорск). На долю Челябинской области приходится более 55 % от всех образованных отходов производства в исследуемом мезорегионе. В абсолютном значении, в Челябинской области образовано отходов на 43,4 млн т больше чем во всех остальных субъектах вместе взятых. В то же время в Челябинской области наблюдаются максимальные значения массы утилизированных промышленных отходов, около 60 % от всех утилизированных отходов исследуемого мезорегиона. Специальные программы по утилизации действуют в большинстве крупных предприятий. Например, Магнитогорский металлургический комбинат помимо утилизации всех текущих металлургических шлаков проводит работу по обработке накопленных с 40-х по 90-е годы XX века шлаковых отвалов.

Экологическую эффективность использования ресурсов лесного фонда в данном исследовании характеризуют показатели лесовосстановления и площади лесных пожаров. Омская область – наиболее пострадавший от лесных пожаров в 2020 году регион. На её территорию приходится более 40 % от всех лесов, подвергшихся пожарам среди исследуемых субъектов. В то же время, в Республике Башкортостан проведены работы по восстановлению лесов на площади (15,1 тыс. га) соразмерной площади сгоревших в Омской области (16,4 тыс. га).

Таблица 1 – Основные показатели экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала исследуемых регионов

Показатель			Республика Башкортостан	Оренбургская область	Курганская область	Тюменская область	Челябинская область	Алтайский край	Новосибирская область	Омская область
Отходы по всем видам экономической деятельности	1.1	утилизировано, млн т	5,9	23,6	0,3	2,0	55,7	7,4	0,3	0,6
	1.2	образовано, млн т	31,8	41,1	0,9	2,1	220,1	9,1	89,5	2,2
Лесные ресурсы	2.1	лесовосстановление, тыс. га	15,1	0,8	4,4	5,6	3,8	7,1	6,3	5,1
	2.2	площадь лесных пожаров, тыс. га	3,6	3,3	2,5	1,4	8,1	3,1	2,1	16,4
Сельское хозяйство	3.1	урожайность зерновых и зернобобовых культур, ц/га	22,0	13,5	13,5	19,9	8,6	12,6	17,8	15,3
	3.2	площадь не востребованных земельных долей, тыс. га	78,7	707,2	442,9	251,1	95,4	141,9	1034,9	296,2
Основные фонды	4.1	инвестиции в основной капитал, млрд руб.	365,9	199,0	40,0	293,4	322,2	121,8	263,9	210,5
	4.2	степень износа основных фондов, %	57,9	63,1	60,4	44,0	51,9	53,8	51,9	52,9
Госэконадзор	5.1	доля проверенных объектов от общего количества, %	2,5	0,3	0,2	0,02	2,2	0,6	1,6	0,1
	5.2	количество выявленных нарушений, шт.	1917	84	581	712	554	782	861	462
Выбросы загрязняющих атмосферу веществ	6.1	доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ, %	41,3	55,1	41,7	53,0	80,4	74,9	83,5	90,8
	6.2	выбросы, исходящие от стационарных источников и автотранспорта, тыс. т	558,0	491,8	67,6	212,6	562,7	470,4	253,0	213,9
Водоснабжение	7.1	оборотное водоснабжение, млн м <sup>3</sup>	4926,5	1814,9	289,6	1339,8	7227,9	771,8	747,9	694,4
	7.2	сброс вод без очистки и недостаточно очищенных, млн м <sup>3</sup>	209,8	94,0	32,2	82,7	210,9	13,2	82,5	126,1
Добыча полезных ископаемых	8.1	объём отгруженных товаров собственного производства по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», млрд руб.	212,9	481,1	3,4	183,2	139,6	9,1	51,5	2,1
	8.2	площадь нарушенных, при разработке месторождений полезных ископаемых, земель, тыс. га	3,7	3,3	0,3	23,8	16,7	1,7	7,3	0,1

Высокие показатели урожайности зерновых и зернобобовых культур наблюдаются в регионах со сравнительно небольшой площадью степных ландшафтов – в Республике Башкортостан (22 ц/га), в которой преобладают широколиственно-лесные и высотнo-зональные типы ландшафтов, и Тюменской области (19,9 ц/га), 85 % территории которой занимают таежные леса [13]. Суммарная площадь невестребованных земель на территории исследуемого мезорегиона составляет 3 млн га, 1/3 которой приходится на Новосибирскую область [14, 15]. В Оренбургской области из 10,9 млн га сельскохозяйственных земель невестребованными в 2020 году остаются 710,2 тыс. га (6,5 %), доля неиспользуемых сельскохозяйственных угодий составляет 6,8 %, а доля неиспользуемой пашни достигает 11,8 %.

Основные фонды, как «важнейшая часть национального богатства России» [16], помимо сооружений, зданий и транспортных средств включают в себя и культивируемые биологические ресурсы животного и растительного происхождения, следовательно, степень их износа попадает в спектр исследуемых показателей эффективности использования природно-ресурсного потенциала. Степень износа основных фондов в степных регионах Урала и Западной Сибири варьируется от 44 % в Тюменской области до 63 % в Оренбургской. Инвестиции в основной капитал, направляемые в том числе на обновление материальной базы основных фондов, весьма ожидаемо коррелируются с величиной валового регионального продукта на душу населения, количественная мера тесноты связи составляет 0,6 и интерпретируется как заметная.

Включение в список исследуемых индикаторов экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала показателей государственного экологического надзора необходимо для получения более точного представления о том, на сколько добросовестно выполняются требования по соблюдению экологического законодательства. Например, в Тюменской области, где проверено всего 0,02 % объектов, было выявлено (712) нарушений, чуть меньше среднего значения по всем регионам (744,1). В абсолютном значении больше всего нарушений выявлено в Республике Башкортостан (1917).

Помимо больших объёмов производимых отходов, металлургические предприятия Челябинской области служат основными источниками загрязнения воздушного бассейна исследуемого мезорегиона, наряду с нефтеперерабатывающими заводами Республики Башкортостан. Однако, как и в случае с утилизацией отходов, доля уловленных и обезвреженных выбросов в Челябинской области высока (80,4 %), почти в 2 раза превышает соответствующий показатель в Республике Башкортостан (41,3 %).

Производственные циклы металлургических, энергетических, химических и нефтеперерабатывающих производств Челябинской и Оренбургской областей и Республики Башкортостан предполагают оборотное водоснабжение, несмотря на это, наибольшие объёмы сброса недостаточно очищенных и неочищенных вод наблюдаются в Челябинской области (210,9 млн м<sup>3</sup>) и Республике Башкортостан (209,8 млн м<sup>3</sup>).

Добыча полезных ископаемых в Оренбургской области составляет 40,9 % всего валового регионального продукта (по данным за 2019 год), основными источниками дохода являются предприятия по добычи природного газа и нефти – в области разведано 192 нефтяных и более 50 газовых месторождений. Благодаря значительным запасам и большим объёмам извлекаемого углеводородного сырья данный показатель в Оренбургской области составляет 44,4 % от суммарного по всем регионам. Так же добыча углеводородного топлива, в частности нефти – специализация добывающей промышленности и Тюменской области, однако, при разработке месторождений в которой наблюдается наибольшая площадь нарушенных земель (23,8 тыс. га), превышающая среднее значение более чем в 3 раза.

Для наглядного выражения различий индикаторов экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала и расчёта интегрального показателя, исследуемых регионов проведено ранжирование на основе относительной оценки. В качестве единицы выступает максимальный по модулю показатель среди 8 регионов.

Негативные стороны влияния представлены со знаком «-». В результате по всем показателям каждому региону присвоен индекс, рассчитаны суммы каждой пары и интегральный показатель (табл. 2, рис. 1).

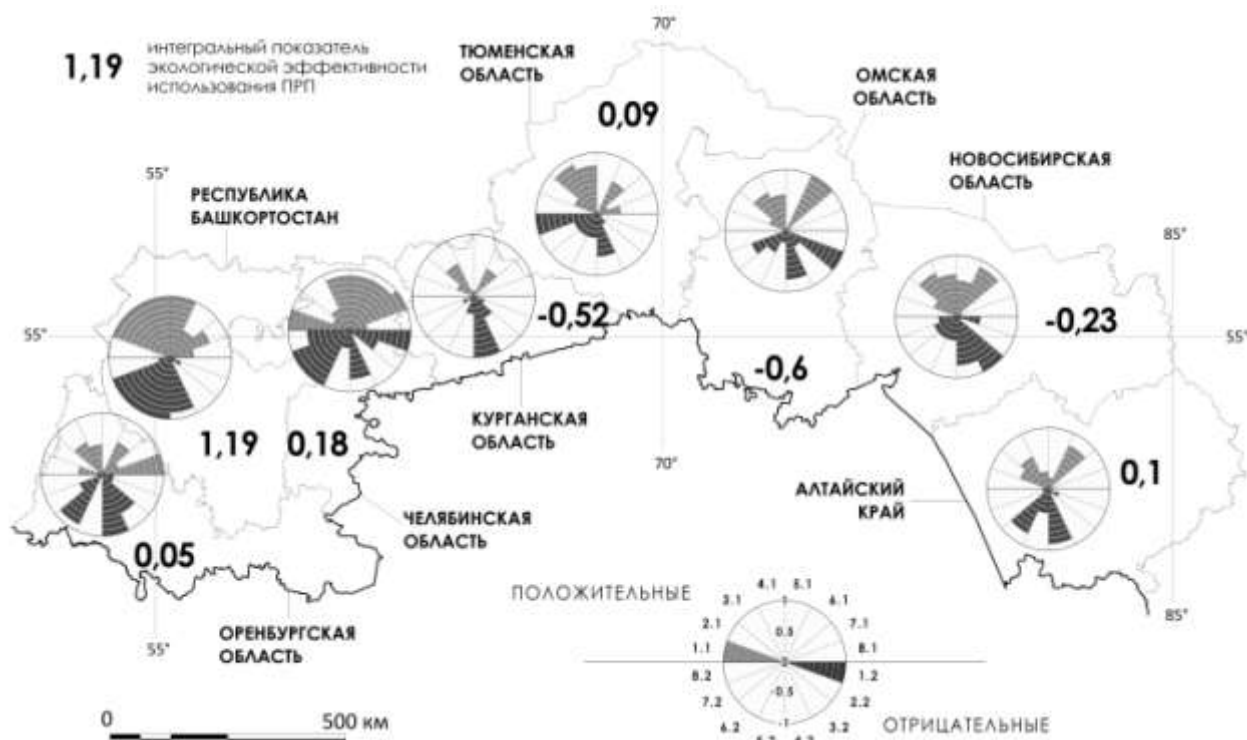


Рисунок 1 – Картосхема оценки экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала степных регионов Урала и Сибири

Выявленные в результате суммирования пар индексов экстремумы экологической эффективности использования того или иного ресурса демонстрируют существующие различия между регионами:

- в сфере обращения с отходами наивысший показатель в Оренбургской области (0,24), наименьший в Новосибирской области (-0,4);
- лесные ресурсы – наивысший показатель в Республике Башкортостан (0,78), наименьший в Омской области (-0,66);
- сельское хозяйство – наивысший показатель в Республике Башкортостан (0,92), наименьший в Новосибирской области (-0,19);
- основные фонды – наивысший показатель в Тюменской области (0,1), наименьший в Курганской области (-0,85);
- госэконадзор – наивысший показатель в Челябинской области (0,59), наименьший в Тюменской области (-0,36);
- выбросы загрязняющих атмосферу веществ – наивысший показатель в Омской области (0,62), наименьший в Республике Башкортостан (-0,54);
- водоснабжение – наивысший показатель в Алтайском крае (0,04), наименьший в Омской области (-0,5);
- добыча полезных ископаемых – наивысший показатель в Оренбургской области (0,86), наименьший в Тюменской области (-0,62).

Таблица 2 – Индексы экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала исследуемых регионов

Показатель			Республика Башкортостан	Оренбургская область	Курганская область	Тюменская область	Челябинская область	Алтайский край	Новосибирская область	Омская область
1. Отходы по всем видам экономической деятельности	1.1	утилизировано	0,11	0,42	0,00	0,04	1,00	0,13	0,01	0,01
	1.2	образовано	-0,14	-0,19	0,00	-0,01	-1,00	-0,04	-0,41	-0,01
	сумма		-0,04	0,24	0,00	0,03	0,00	0,09	-0,40	0,00
2. Лесные ресурсы	2.1	лесовосстановление	1,00	0,05	0,29	0,37	0,25	0,47	0,42	0,34
	2.2	площадь лесных пожаров	-0,22	-0,20	-0,15	-0,09	-0,49	-0,19	-0,13	-1,00
	сумма		0,78	-0,15	0,14	0,29	-0,24	0,28	0,29	-0,66
3. Сельское хозяйство	3.1	урожайность зерновых и зернобобовых культур	1,00	0,61	0,61	0,90	0,39	0,57	0,81	0,70
	3.2	площадь неостребованных земельных долей	-0,08	-0,68	-0,43	-0,24	-0,09	-0,14	-1,00	-0,29
	сумма		0,92	-0,07	0,19	0,66	0,30	0,44	-0,19	0,41
4. Основные фонды	4.1	инвестиции в основной капитал	1,00	0,54	0,11	0,80	0,88	0,33	0,72	0,58
	4.2	степень износа основных фондов	-0,92	-1,00	-0,96	-0,70	-0,82	-0,85	-0,82	-0,84
	сумма		0,08	-0,46	-0,85	0,10	0,06	-0,52	-0,10	-0,26
5. Госэконадзор	5.1	доля проверенных объектов от общего количества	1,00	0,13	0,08	0,01	0,88	0,24	0,64	0,04
	5.2	количество выявленных нарушений	-1,00	-0,04	-0,30	-0,37	-0,29	-0,41	-0,45	-0,24
	сумма		0,00	0,08	-0,22	-0,36	0,59	-0,17	0,19	-0,20
6. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ	6.1	доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ	0,45	0,61	0,46	0,58	0,89	0,82	0,92	1,00
	6.2	выбросы, исходящие от стационарных источников и автотранспорта	-0,99	-0,87	-0,12	-0,38	-1,00	-0,84	-0,45	-0,38
	сумма		-0,54	-0,27	0,34	0,21	-0,11	-0,01	0,47	0,62
7. Водоснабжение	7.1	оборотное водоснабжение	0,68	0,25	0,04	0,19	1,00	0,11	0,10	0,10
	7.2	сброс вод без очистки и недостаточно очищенных	-0,99	-0,45	-0,15	-0,39	-1,00	-0,06	-0,39	-0,60
	сумма		-0,31	-0,19	-0,11	-0,21	0,00	0,04	-0,29	-0,50
8. Добыча полезных ископаемых	8.1	объём отгруженных товаров собственного производства по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых»	0,44	1,00	0,01	0,38	0,29	0,02	0,11	0,00
	8.2	площадь нарушенных, при разработке месторождений полезных ископаемых, земель	-0,16	-0,14	-0,01	-1,00	-0,70	-0,07	-0,31	0,00
	сумма		0,29	0,86	-0,01	-0,62	-0,41	-0,05	-0,20	0,00
<b>Интегральный показатель</b>			<b>1,19</b>	<b>0,05</b>	<b>-0,52</b>	<b>0,09</b>	<b>0,18</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,23</b>	<b>-0,6</b>

### Выводы

Проведенное исследование отражает диспропорции регионов в плане компенсирования негативного влияния на окружающую среду и, следовательно, экологичность использования природно-ресурсного потенциала. В результате по сумме всех индексов, интегральный показатель экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала в Омской области минимальный среди исследуемых регионов и составляет -0,52. Республика Башкортостан имеет максимальный среди исследуемых регионов интегральный показатель 1,19. Представленные на картосхеме картодиаграммы демонстрируют распределение рассчитанных индексов, превалирование большего количества и наибольших по модулю значений которых наблюдаются в промышленно развитых регионах Урала.

Несмотря на то, что экономическая оценка использования природно-ресурсного потенциала затронута не была, нельзя не оценить влияние объемов валового регионального продукта на общий уровень развития природопользования, в том числе и рационального. Интегральный показатель экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала коррелирует с величиной валового регионального продукта – коэффициент корреляции составляет 0,7 и связь характеризуется (по шкале Чеддока) как высокая.

### Благодарности

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ 20-17-00069 «Географические основы пространственного развития земледельческих постцелинных регионов Урала и Сибири».*

### Список литературы

1. Минц А.А. Экономическая оценка естественных ресурсов (Научно-методические проблемы учета географических различий в эффективности использования). М.: Мысль, 1972. 303 с.
2. Арманд Д.Л. Географическая среда и рациональное использование природных ресурсов. М.: Наука, 1983. 238 с.
3. Кимельман С.А. Механизмы реализации государственной политики недропользования в сфере углеводородного сырья в России. М.: Современная экономика и право, 2004. 96 с.
4. Герт А.А. Обоснование эффективности управленческих решений в нефтегазовом бизнесе. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1999. 182 с.
5. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования: Учебное пособие. М.: ТЕИС, 1997. 272 с.
6. Гусев А.А. Экономика природопользования: от прошлого к настоящему и будущему. Экономика и математические методы. 1995. Т. 31. Вып. 4. С. 40-52.
7. Куражковский Ю.Н. Очерки природопользования. М.: Мысль, 1969. 268 с.
8. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 639 с.
9. Анучин В.А. Основы природопользования. Теоретический аспект. М.: Мысль, 1978. 293 с.
10. Григорьевский Д.В. Сравнительный анализ экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала, на примере ключевых территорий степной зоны РФ // Вопросы степеведения. 2018. № 14. С. 52-56. DOI: 10.2441/9999-006A-2018-00003.

11. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021. 864 с.

12. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021. Стат. сб. / Росстат. М., 2021. 1112 с.

13. Чибилев А.А. (мл.) К вопросу о административной демаркации границ степного пояса России и устойчивом развитии его социально-экономических геосистем // Проблемы социально-экономической географии и природопользования: сб. тр. Всерос. конф. Ростов н/Д; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2017. С. 112-117.

14. Чибилев А.А. (мл.) Социально-экономические предпосылки образования не востребованного земельного фонда в постцелинных регионах степной зоны // Проблемы региональной экологии. 2013. № 2. С. 195-202.

15. Проблемы устойчивого развития социально-экономических геосистем степной зоны Российской Федерации / А.А. Чибилев, А.А. Чибилев (мл.), О.С. Руднева, А.А. Соколов, Ю.А. Падалко, Д.С. Мелешкин, Д.В. Григорьевский. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. 128 с.

16. Основные фонды и другие нефинансовые активы / Росстат. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/14304> (дата обращения: 05.07.2022).

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

Поступила в редакцию 24.08.2022

Принята к публикации 21.09.2022

**ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL EFFICIENCY  
OF USING THE NATURAL RESOURCE POTENTIAL  
OF THE STEPPE REGIONS OF THE URALS AND WESTERN SIBERIA**

**D. Grigorevsky, D. Meleshkin**

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg

e-mail: [grag92@mail.ru](mailto:grag92@mail.ru)

This article attempts to identify and analyze the ecological efficiency of the use of natural resource potential, using the example of agricultural regions of the Urals and Western Siberia. A method of relative evaluation of indicators characterizing positive and negative impact on the state of the environment is proposed. The indicators reflecting the scale of use of a significant share of the natural resources of the regions are selected: mineral, water, land, forest, etc. As a result, the integral indicator of the ecological efficiency of the use of natural resource potential in the Omsk region is the minimum among the studied regions (-0.52), the maximum – in the Republic of Bashkortostan (1.19).

*Key words:* natural resource potential, rational nature management, ecological efficiency, steppe, Ural, Western Siberia.

**References**

1. Mints A.A. Ekonomicheskaya otsenka estestvennykh resursov (Nauchno-metodicheskie problemy ucheta geograficheskikh razlichii v effektivnosti ispol'zovaniya). М.: Mysl', 1972. 303 s.

2. Armand D.L. Geograficheskaya sreda i ratsional'noe ispol'zovanie prirodnykh resursov. М.: Nauka, 1983. 238 s.

3. Kimel'man S.A. Mekhanizmy realizatsii gosudarstvennoi politiki nedropol'zovaniya v sfere uglevodorodnogo syr'ya v Rossii. М.: Sovremennaya ekonomika i pravo, 2004. 96 s.

4. Gert A.A. Obosnovanie effektivnosti upravlencheskikh reshenii v neftegazovom biznese. Novosibirsk: SNIIGiMS, 1999. 182 s.
5. Bobylev S.N., Khodzhaev A.Sh. Ekonomika prirodopol'zovaniya: Uchebnoe posobie. M.: TEIS, 1997. 272 s.
6. Gusev A.A. Ekonomika prirodopol'zovaniya: ot proshlogo k nastoyashchemu i budushchemu. Ekonomika i matematicheskie metody. 1995. T. 31. Vyp. 4. S. 40-52.
7. Kurazhkovskii Yu.N. Ocherki prirodopol'zovaniya. M.: Mysl', 1969. 268 s.
8. Reimers N.F. Prirodopol'zovanie. Slovar'-spravochnik. M.: Mysl', 1990. 639 s.
9. Anuchin V.A. Osnovy prirodopol'zovaniya. Teoreticheskii aspekt. M.: Mysl', 1978. 293 s.
10. Grigorevskii D.V. Sravnitel'nyi analiz ekologicheskoi effektivnosti ispol'zovaniya prirodno-resursnogo potentsiala, na primere klyuchevykh territorii stepnoi zony RF. Voprosy stepovedeniya. 2018. N 14. S. 52-56. DOI: 10.2441/9999-006A-2018-00003.
11. O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2020 godu. Gosudarstvennyi doklad. M.: Minprirody Rossii; MGU imeni M.V. Lomonosova, 2021. 864 s.
12. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2021. Stat. sb. Rosstat. M., 2021. 1112 s.
13. Chibilev A.A. (ml.) K voprosu o administrativnoi demarkatsii granits stepnogo poyasa Rossii i ustoichivom razvitiy ego sotsial'no-ekonomicheskikh geosistem. Problemy sotsial'no-ekonomicheskoi geografii i prirodopol'zovaniya: sb. trud. Vseros. konf. Rostov n/D; Taganrog: Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2017. S. 112-117.
14. Chibilev A.A. (ml.) Sotsial'no-ekonomicheskie predposylki obrazovaniya nevestrebovannogo zemel'nogo fonda v posttselinnykh regionakh stepnoi zony. Problemy regional'noi ekologii. 2013. N 2. S. 195-202.
15. Problemy ustoichivogo razvitiya sotsial'no-ekonomicheskikh geosistem stepnoi zony Rossiiskoi Federatsii. A.A. Chibilev, A.A. Chibilev (ml.), O.S. Rudneva, A.A. Sokolov, Yu.A. Padalko, D.S. Meleshkin, D.V. Grigorevskii. Orenburg: IS UrO RAN, 2018. 128 s.
16. Osnovnye fondy i drugie nefinansovye aktivy. Rosstat. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/14304> (data obrashcheniya: 05.07.2022).

#### Сведения об авторах:

Дмитрий Владимирович Григоревский

М.н.с. отдела социально-экономической географии, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0003-2354-3035

Dmitry Grigorevsky

Junior Researcher, department of socio-economic geography, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Дмитрий Сергеевич Мелешкин

М.н.с. отдела социально-экономической географии, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0001-8023-3071

Dmitry Meleshkin

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

**Для цитирования:** Григоревский Д.В., Мелешкин Д.С. Оценка экологической эффективности использования природно-ресурсного потенциала степных регионов Урала и Западной Сибири // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 23-31. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-3-23-31



## ОБЪЕКТЫ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ СТЕПНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ КАК ТУРИСТСКИЙ РЕСУРС

Н.Ю. Святоха

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: osugeo@yandex.ru

Социально-культурные трансформации и перемещение населения в степной зоне заложили базу мощного культурного пласта. На степные регионы России приходится 46 тысяч объектов культурного наследия, это 31 % от общего количества объектов по стране. В работе выявлена географическая специфика объектов культурного наследия степных регионов: преобладание того или иного вида культурного наследия, пространственная неоднородность и формирование ядер концентрации объектов. Всё это, наряду с недостаточной популяризацией культурных ресурсов, важно учитывать при разработке и оптимизации туристских маршрутов.

*Ключевые слова:* степные регионы России, культурное наследие, туризм.

### Введение

На сегодняшний день влияние туристской деятельности на мировую экономику является неоспоримым фактом. И хотя культурный туризм – один из наиболее древних видов туризма, по оценкам специалистов [1] в XXI веке он становится все более популярным. Возрастает и академический интерес как к самому феномену культурного туризма, так и к его ресурсной базе – объектам культурного наследия. Культурное наследие определяется разными специалистами по-разному, в частности оно подразделяется на материальное (памятники, здания) и нематериальное (обычаи, знания, навыки и др.). К объектам культурного наследия, согласно российскому законодательству [2], относятся объекты недвижимого имущества (включая объекты археологического наследия) и иные объекты с исторически связанными с ними территориями, произведениями живописи, скульптуры и иными предметами материальной культуры, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, науки и техники, эстетики, этнологии или антропологии, социальной культуры и являющиеся свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры.

Некоторые зарубежные авторы отмечают [3], что если до недавнего времени культурное наследие рассматривалось как фактор, ограничивающий экономическое развитие, то сегодня со стороны властей, лиц, принимающих решения, и частного бизнеса становится все больше понимания важности сохранения культурных и исторических памятников с целью получения экономической выгоды в дальнейшем. Среди результатов политики, направленной на охрану и сохранение объектов культурного наследия, авторы выделяют: создание новых рабочих мест, возможности для профессионального роста специалистов, сохранение традиционных ремесел, «оживление» городских пространств и рост потока туристов; все это может привести к увеличению стоимости недвижимости, усилению позиций малого бизнеса и другим экономическим эффектам. Тем самым культурное наследие по праву можно считать ценным туристским ресурсом территории, управление которым необходимо осуществлять с позиции «устойчивого развития». Термин «устойчивое развитие» применительно к культурному наследию можно трактовать достаточно широко, зачастую он рассматривается как процесс управления, который

способствует удовлетворению потребностей населения, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности, и при котором экономические, культурные, социальные и экологические аспекты будут учтены и смогут дополнять друг друга.

Под культурным туризмом [4] понимают «путешествие людей, которые интересуются культурой и решают посетить место из-за находящихся там культурных достопримечательностей». Культурный туризм основан на использовании исторических ресурсов и составляет основу туристской экономики многих дестинаций. Некоторые исследования показывают [5], что более 80 % всех совершаемых поездок связаны с каким-либо элементом культурного наследия.

Как ресурс для развития туризма культурное наследие изучают специалисты разных областей науки, в частности, географы. Рассуждая о специфике культурной географии, В.Н. Стрелецкий отмечает, что она изучает культуру в географическом пространстве, то есть предмет её исследований – это пространственная дифференциация объектов культуры. Также в последнее время увеличивается число научных работ, посвящённых исследованиям роли самого географического пространства в культуре [6]. Тем самым, вопросы культурного наследия географических пространств различной иерархии приобретают актуальность.

Степные пространства – уникальная территория, обладающая высокой ценностью для страны. Как отмечает А.А. Чибилёв [7], степи, протяжённая ландшафтная зона Евразии, в течение многих веков играли важную роль в истории государств. Формирование значительной части этнических сообществ Северной Евразии связано с историко-географическим пространством степей. Трансформация культурно-исторических традиций и перемещение населения в степной зоне заложили базу мощного культурного пласта, важными элементами которого являются объекты культурного наследия. В степных регионах России туризм может стать одной из приоритетных отраслей [8] благодаря культурно-историческим ресурсам, расположенным в их пределах. Актуальным представляется анализ ресурсов с точки зрения их пространственной организации.

Для обработки информации об объектах культурного наследия используют комплекс традиционных (съёмка местности, картографирование и др.) и современных методов: дистанционного зондирования Земли (в различных диапазонах длин волн – инфракрасном, ультрафиолетовом и др.), фотограмметрии (в частности, с использованием алгоритмов компьютерного зрения), наземного лазерного сканирования. Для хранения, анализа и управления данными часто используются географические информационные системы (ГИС) и информационное моделирование зданий [3]. В России с недавнего времени существует портал открытых данных Министерства культуры [9], на котором представлены сведения из Единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации.

### Материалы и методы

Информационной базой данного исследования послужили открытые данные Министерства культуры Российской Федерации (в частности – реестр объектов культурного наследия по состоянию на июль 2022 года). В данный реестр включены объекты материального культурного наследия, представленные тремя крупными группами: памятниками, ансамблями и достопримечательными местами.

Для автоматизации процесса обработки большого массива данных был использован язык программирования Python с библиотекой Pandas (для работы с таблицами данных), для пространственного анализа и картографирования данных использовались геоинформационные технологии, в частности программы ArcGis Online и QGIS – бесплатная геоинформационная система с открытым исходным кодом.

Для анализа пространственной организации объектов культурного наследия степных регионов России в программе QGIS была построена регулярная сетка с шагом 150 км, для которой в дальнейшем с помощью инструмента «Плотность точек в полигоне» была рассчитана численность объектов наследия. В программе ArcGIS Online для точечного слоя с объектами культурного наследия была рассчитана плотность объектов на 100 кв. км.

Для определения наиболее популярных у туристов объектов культурного наследия степных регионов был использован метод контент-анализа информации, представленной на популярном среди туристов сайте Tripadvisor.ru, а также на сайте Википедии.

### Результаты и обсуждение

В общем реестре [9] по состоянию на июль 2022 года на территории Российской Федерации числится порядка 150 тысяч объектов культурного наследия. Тройка регионов-лидеров по количеству зарегистрированных на их территории объектов: Ростовская область, Краснодарский край и Тверская область. Меньше всего, что логично и коррелирует с плотностью населения и историей освоения и заселения страны, в дальневосточных и северных регионах – Магаданской области, Камчатском крае и Ненецком автономном округе. На степные регионы России приходится 46 тысяч объектов культурного наследия, что составляет около 31 % от общего количества объектов по стране.

Среди степных регионов более 20 % объектов культурного наследия расположено на территории Ростовской области, чуть меньше, 19 %, находится в Краснодарском крае. Меньше всего выявленных объектов – в Республике Адыгея и Республике Калмыкия – по 0,5 % от общего количества объектов, расположенных в степных регионах России.

Анализируя видовое разнообразие объектов культурного наследия степных регионов России, следует отметить, что более половины из них – это археологические памятники (55 %) (табл. 1). Памятники археологии имеют широкий временной охват и их расположение не в такой степени коррелирует с современным расселенческим каркасом, как расположение других видов памятников. Ещё одна их особенность – для большинства археологических объектов в официальном реестре отсутствует географическая привязка, что усложняет анализ пространственной организации объектов культурного наследия в целом.

Таблица 1 – Объекты культурного наследия России и степных регионов России\*

	Россия, % от общего количества объектов	Степные регионы России, % от общего количества объектов
Категория историко-культурного значения:		
- федеральное значение,	47,6	56,7
- региональное значение,	50,3	42,1
- местное значение	2,1	1,2
Вид объекта:		
- памятник,	83,8	78,6
- ансамбль,	14,8	20,5
- достопримечательное место	1,4	0,9
Общая видовая принадлежность:		
- памятник археологии,	38,2	55,5
- памятник градостроительства и архитектуры,	36,0	18,2
- памятник истории,	21,1	20,9
- памятник искусства,	2,2	2,8
- прочие комплексные виды	2,5	2,6

\* Составлено автором

Более 55 % всех зарегистрированных объектов культурного наследия степных регионов России относятся к категории объектов, имеющих федеральное значение (эта доля для степных регионов выше, чем в среднем по России). Но тем не менее, основная доля объектов с категорией «федерального значения» – это памятники археологии. Всего чуть более 800 объектов другой видовой принадлежности (памятников истории и др.) относятся к данной категории. Можно сделать вывод о значимости археологических памятников для степной зоны, о перспективах использования этого культурного пласта, в частности как ресурса для археологического туризма [10]. Должного развития археологический туризм в регионе не получил; одна из причин этого – недостаточные популяризация и позиционирование объектов, перспективных для данного вида туризма.

В пределах степных регионов России доля ансамблей выше по сравнению с их долей в целом на территории Российской Федерации. Памятники истории, градостроительства, архитектуры в рамках данного исследования представляют больший интерес в связи с их пространственным распределением в рамках современной территориальной структуры расселения населения. Проанализировав видовую структуру объектов культурного наследия в степных регионах России (рис. 1), можно выделить регионы, где максимальна доля археологических памятников – Ростовская область и Оренбургская область. Доля памятников истории выше всего в Республике Калмыкия и Республике Крым. В Республике Адыгея – больше объектов искусства; Самарская область – лидер по доле памятников градостроительства и архитектуры в структуре культурного наследия. Тем самым можно сделать вывод о некой «специализации» регионов на том или ином виде культурного наследия, а также сформировать рекомендации по эффективному использованию ресурсов культурного туризма.

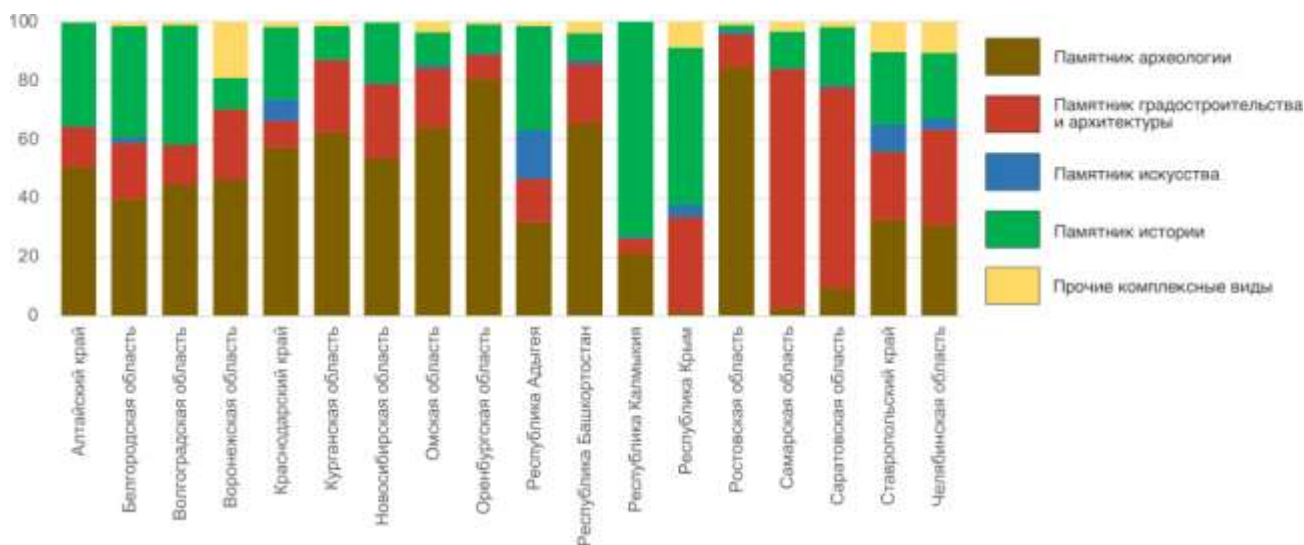


Рисунок 1 – Видовая структура объектов культурного наследия степных регионов России. Составлено на основе [9]

Для выявления наиболее популярных у туристов объектов культурного наследия в степных регионах были проанализированы отзывы, фотографии, оценки туристов, оставленные на популярном сайте Tripadvisor.ru [11] (табл. 2).

Контент-анализ наиболее популярных объектов культурного наследия выявил популярность у туристов территорий с высокой концентрацией объектов показа – пешеходные улицы крупных городов (Оренбурга, Челябинска и др.). Агломерационный эффект в туризме не раз становился предметом научных исследований, но до сих пор идут дискуссии о его экономическом вкладе.

Таблица 2 – Наиболее популярные у туристов объекты культурного наследия степных регионов России\*

Регион	Самый рекомендуемый к посещению объект культурного наследия (согласно сайту Tripadvisor.ru)
Алтайский край	Здание аптеки в г. Барнаул. Памятник истории и архитектуры XVIII в., первое кирпичное здание в городе. Ныне в нем расположены музей, ресторан и магазин
Белгородская область	Здание бывшего Преображенского собора в г. Белгород. Памятник градостроительства и архитектуры 1813 г.
Волгоградская область	Скульптура «Родина-мать зовет!». Памятник истории (1941-1945 гг.)
Воронежская область	Здание Арсенала в г. Воронеж. Памятник истории XVIII века. Ныне музей «Арсенал», отдел Воронежского областного краеведческого музея «Великая Отечественная война 1941-1945 гг.»
Краснодарский край	Ансамбль улицы Красной в г. Краснодар. Одна из центральных улиц города, на ней расположено большое количество объектов культурного наследия. Дендрологический парк совхоза «Южные культуры». Памятник градостроительства и архитектуры 1910-1911 гг.
Курганская область	Памятник культового зодчества бывшая Александро-Невская церковь в г. Курган. Памятник градостроительства и архитектуры 1902 г.
Новосибирская область	Здание Новосибирского театра оперы и балета. Памятник градостроительства и архитектуры 1931-1954 гг.
Омская область	Штаб Омского военного округа в г. Омск. Памятник градостроительства и архитектуры 1915-1917 гг. Ныне – военный музей.
Оренбургская область	Ансамбль улицы Советской в г. Оренбург. Одна из центральных улиц города, на ней расположено большое количество объектов культурного наследия.
Республика Адыгея	Кожжохская дольменная группа. Памятник археологии эпохи бронзы IV-III тыс. до н.э.
Республика Башкортостан	Памятник Салавату Юлаеву в г. Уфа. Памятник искусства 1967 г.
Республика Калмыкия	Ансамбль «Джангарчи Ээлян Овла» в г. Элиста. Памятник искусства 1990 г.
Республика Крым	Комплекс сооружений Судакской крепости. Памятник истории XIV-XV вв.
Ростовская область	Ансамбль улицы Пушкинской в г. Ростов-на-Дону. Одна из центральных улиц города, на ней расположено большое количество объектов культурного наследия.
Самарская область	Бункер Сталина (объект № 1) в г. Самара. Памятник истории 1942 г.
Саратовская область	Здание 2-й женской гимназии в г. Саратов. Памятник градостроительства и архитектуры XIX – нач. XX вв. Ныне – второй корпус Саратовского государственного художественного музея имени А.Н. Радищева.
Ставропольский край	Курортный парк в г. Кисловодск. Памятник градостроительства и архитектуры 1823 г.
Челябинская область	Ансамбль улицы Кирова в г. Челябинск. Одна из центральных улиц города, на ней расположено большое количество объектов культурного наследия.

\* Составлено автором

На сайте Tripadvisor.ru представлена лишь малая часть объектов культурного наследия регионов, что свидетельствует о слабой осведомленности населения о перспективных объектах туристского интереса. Археологические памятники (которые, как было отмечено выше, составляют более 55 % от общего количества объектов культурного наследия в степных регионах России) на сайте практически не представлены. Аналогичная ситуация наблюдается при анализе тематических страниц на сайте Wikipedia.org [12]. Например, в Оренбургской области расположено 1608 объектов культурного наследия, а на сайте Википедии представлено лишь 38 статей о них. Таким образом, развитие культурного туризма должно осуществляться в том числе и за счет популяризации объектов показа в пространстве сети Интернет. Важной составляющей процесса популяризации должен стать акцент на сохранение и восстановление объектов культурного наследия, формирование принципов бережного отношения к объектам туристского показа (просветительская функция

культурного туризма). Эффективная модель управления туристскими ресурсами, а в частности объектами культурного наследия, должна учитывать специфику их пространственной организации. В результате анализа географической привязки объектов (тех, для которых указаны координаты в официальном реестре [9]) выявлена их пространственная неоднородность (рис. 2) с формированием ядер, приуроченных к административным центрам субъектов. В ряде случаев (Оренбургская область и Республика Башкортостан, Саратовская и Самарская области) ядра концентрации объектов культурного наследия сливаются в одно. Другими словами, явление пространственной агломерации (концентрации объектов показа) распространяется за пределы территориальных единиц. Это усиливает пространственную взаимозависимость и функциональные отношения между соседними регионами как туристскими направлениями, и это можно использовать при разработке и оптимизации туристских маршрутов.

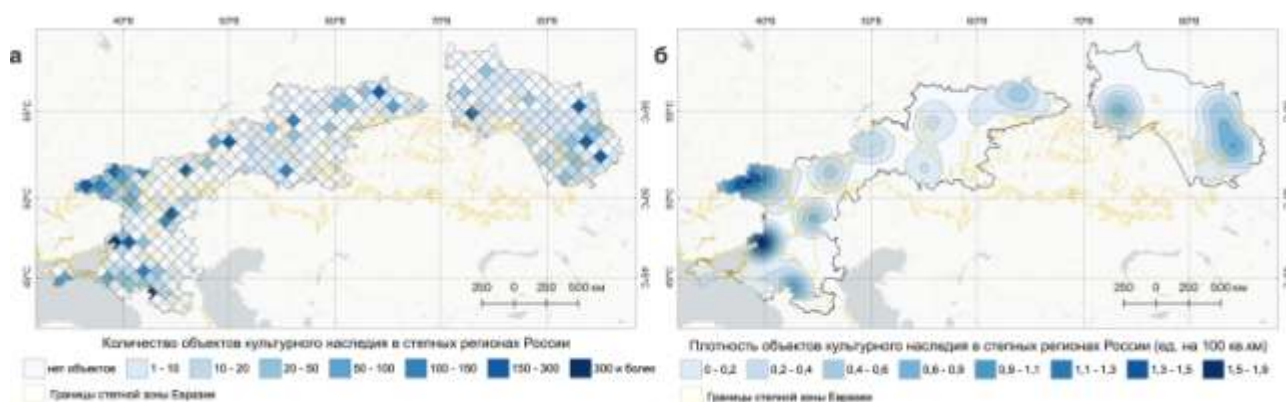


Рисунок 2 – Объекты культурного наследия степных регионов России, координаты которых представлены в реестре [9]; а – количество объектов, б – плотность объектов

### Выводы

Несмотря на то, что в степных регионах России расположено 46 тысяч объектов культурного наследия, что составляет около 31 % от общего количества объектов по стране, в рекреационной деятельности задействована лишь малая их часть. Одна из причин низкой степени включенности объектов культурного наследия в туристско-рекреационную сферу – их недостаточная популяризация.

Анализ географической специфики объектов культурного наследия степных регионов определил преобладание того или иного вида культурного наследия в регионах, выявил пространственную неоднородность в размещении объектов и формирование ядер концентрации объектов наследия.

Важной задачей является поиск баланса между эффективным и экономически выгодным включением объектов культурного наследия в туристскую деятельность и выполнением условий устойчивого развития. Необходимо взаимовыгодное сотрудничество сторон, ответственных за развитие туризма и за сохранение культурного наследия. Скоординированные действия помогут выявить перспективные для туризма объекты наследия, привлечь туристов и извлечь экономическую выгоду. Туризм должен выступать одним из механизмов защиты и сохранения ценных культурных объектов, а также стимулом для развития территории.

### Благодарности

*Статья подготовлена в рамках темы государственного задания «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем». Номер государственной регистрации АААА-А21-121011190016-1.*

**Список литературы**

1. Domínguez-Quintero A.M., González-Rodríguez M.R., Paddison B. The mediating role of experience quality on authenticity and satisfaction in the context of cultural-heritage tourism. Routledge. 2018. vol. 23. no. 2. pp. 248-260.
2. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 № 73-ФЗ, 2022. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37318/8aa9478dba49e6a5c251a3332d51e78e4839a9d8](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/8aa9478dba49e6a5c251a3332d51e78e4839a9d8) (дата обращения: 17.07.2022).
3. Tobiasz A., Markiewicz J., Lapinski S. Review of Methods for Documentation, Management, and Sustainability of Cultural Heritage. Case Study: Museum of King Jan III's Palace at Wilanów. Sustainability. 2019. vol. 11. p. 7046.
4. Sangchumnon A., Kozak M. Sustainable cultural heritage tourism at Ban Wangka Village, Thailand. Routledge. 2017. vol. 29. no. 2. pp. 183-193.
5. Timothy D.J. Making sense of heritage tourism: Research trends in a maturing field of study. Tourism Management Perspectives. Elsevier. 2018. vol. 25. pp. 177-180.
6. Стрелецкий В.Н. Культурная география в России: особенности формирования и пути развития // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2008. № 5. С. 21-33.
7. Чибилев А.А., Богданов С.В. Наследие кочевнических империй в ландшафтах степей Северной Евразии // Вестник Российской академии наук. 2009. Т. 79. № 9. С. 823-830.
8. Филимонова И.Ю. Этнокультурное разнообразие и перспективы этнотуризма в Оренбургской области // Псковский регионологический журнал. 2010. № 10. С. 97-99.
9. Открытые данные Министерства культуры России, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn> (дата обращения: 19.07.2022).
10. Filimonova I., Chibilyova V., Sviatokha N. Archaeological Heritage of Steppe Zone as Tourism Development Resource (Case of Orenburg Region) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 666 062083
11. Tripadvisor, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tripadvisor.ru> (дата обращения: 21.07.2022).
12. Википедия – свободная энциклопедия, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 21.07.2022).

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

Поступила в редакцию 25.07.2022

Принята к публикации 21.09.2022

**CULTURAL HERITAGE OF THE RUSSIAN STEPPE ZONE AS A TOURIST RESOURCE**

**N. Sviatokha**

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg

e-mail: [osugeo@yandex.ru](mailto:osugeo@yandex.ru)

The movement of cultural traditions and population in the steppe zone laid the foundation for a powerful cultural layer. The steppe regions of Russia account for 46 thousand objects of cultural heritage that is 31 % of the total number of objects in the country. The paper reveals the geographical specificity of cultural heritage objects of the regions of the steppe zone: the “specialization” of the regions in one or another type of cultural heritage, their spatial heterogeneity,

the formation of object concentration cores, insufficient popularization of cultural resources – this is important to take into account when developing and optimizing tourist routes.

*Key words:* steppe zone of Russia, cultural heritage, tourism.

### References

1. Domínguez-Quintero A.M., González-Rodríguez M.R., Paddison B. The mediating role of experience quality on authenticity and satisfaction in the context of cultural-heritage tourism. Routledge. 2018. vol. 23. no. 2. pp. 248-260.
2. Federal'nyi zakon "Ob ob"ektakh kul'turnogo naslediya (pamyatnikakh istorii i kul'tury) narodov Rossiiskoi Federatsii" ot 25.06.2002 № 73-FZ, 2022. [Elektronnyi resurs]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37318/8aa9478dba49e6a5c251a3332d51e78e4839a9d8](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/8aa9478dba49e6a5c251a3332d51e78e4839a9d8) (data obrashcheniya: 17.07.2022).
3. Tobiasz A., Markiewicz J., Lapinski S. Review of Methods for Documentation, Management, and Sustainability of Cultural Heritage. Case Study: Museum of King Jan III's Palace at Wilanów. Sustainability. 2019. vol. 11. p. 7046.
4. Sangchumpong A., Kozak M. Sustainable cultural heritage tourism at Ban Wangka Village, Thailand. Routledge. 2017. vol. 29. no. 2. pp. 183-193.
5. Timothy D.J. Making sense of heritage tourism: Research trends in a maturing field of study. Tourism Management Perspectives. Elsevier. 2018. vol. 25. pp. 177-180.
6. Streletskii V.N. Kul'turnaya geografiya v Rossii: osobennosti formirovaniya i puti razvitiya. Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 2008. N 5. S. 21-33.
7. Chibilev A.A., Bogdanov S.V. Nasledie kochevnicheskikh imperii v landshaftakh stepei Severnoi Evrazii. Vestnik Rossiiskoi akademii nauk. 2009. T. 79. N 9. S. 823-830.
8. Filimonova I.Yu. Etnokul'turnoe raznoobrazie i perspektivy etnoturizma v Orenburgskoi oblasti. Pskovskii regionologicheskii zhurnal. 2010. N 10. S. 97-99.
9. Otkrytye dannye Ministerstva kul'tury Rossii, 2022. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn> (data obrashcheniya: 19.07.2022).
10. Filimonova I., Chibilyova V., Sviatokha N. Archaeological Heritage of Steppe Zone as Tourism Development Resource (Case of Orenburg Region). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 666 062083.
11. Tripadvisor, 2022. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.tripadvisor.ru> (data obrashcheniya: 21.07.2022).
12. Vikipediya – svobodnaya entsiklopediya, 2022. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://ru.wikipedia.org> (data obrashcheniya: 21.07.2022).

### Сведения об авторах:

Наталья Юрьевна Святоха

К.г.н., научный сотрудник отдела социально-экономической географии, Институт степи УрО РАН

ORCID: 0000-0002-5707-2932

Natalia Svyatokha

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

**Для цитирования:** Святоха Н.Ю. Объекты культурного наследия степных регионов России как туристский ресурс // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 32-39. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-3-32-39



## ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ УЧАСТКОВ ПОВЫШЕННОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Б.С. Харитонцев, Е.И. Попова, В.Р. Аллаярова**

Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения РАН,  
Россия, Тобольск  
e-mail: Xaritoncev52@mail.ru

Фиторазнообразии представляет собой набор видов растений и их экосистем на определенной территории. Распределение видов, в первую очередь цветковых растений, как более визуально узнаваемых в сравнении с другими таксономическими категориями, может носить точечный и диффузный характер. В первом случае на территории юга Западной Сибири выделяются точки произрастания с высоким разнообразием видов. Большинство таких мест произрастания являются экотонными и не часто встречаются в регионе. Приводится характеристика ряда местонахождений видов с высоким фиторазнообразием на территории юга Тюменской области (окрест. д. Щербак Тюменского района, окрест. Тобольска, коренные берега рек Ишима и Тобола, окрест. озера Андреевское Тюменского района), анализируется вероятная история их формирования.

*Ключевые слова:* фиторазнообразии, вид, реликт, ареал, флора, ассоциации.

### Введение

Фиторазнообразии – количественно-качественная характеристика растительного покрова определенной территории, включающая набор видов, экотипов, фенотипов, фитоценозов и экосистем растений. Данный подход отражает флористический уровень фиторазнообразии. Обычно, обсуждая проблему фиторазнообразии, говорят о цветковых растениях по причине их более удобного определения по сравнению с представителями других отделов растений и относительно большого таксономического разнообразии. Классификация фиторазнообразии гомологична классификации биоразнообразии, предлагаемая Бродским А.К. (2012). Биоразнообразии складывается из соотношения видов трех царств: растений, животных и грибов. Соответственно оно подразделяется на фиторазнообразии, зооразнообразии и микоразнообразии. Можно выделить биоразнообразии таксономическое (перечень видов, родов, семейств, порядков и других таксономических категорий), генетическое (полиморфизм видов и т.д.), экологическое (набор видов по отношению к экологическим факторам и т.д.), ценобитическое (соотношение редких и широко распространенных видов, видов доминантов и субдоминантов и т.д.).

Уровни фиторазнообразии, аналогичные уровням биоразнообразии, характеризуются на примере конкретных единиц. Для флоры (таксономическое фиторазнообразии) – флористический выдел, для генетического фиторазнообразии – популяция, для экологического фиторазнообразии – экосистема, для фитоценобитического – фитоценоз.

Фиторазнообразии распределено территориально неравномерно. Выделяются как точки повышенного фиторазнообразии [1], так и территории диффузного его распределения.

На юге Тюменской области к точкам повышенного фиторазнообразии относятся коренные берега и поймы Иртыша, Ишима, Вагая, Тобола, Туры, Тавды, Исети, акватории и прибрежные территории озёр Таволжан, Сиверга, Андреевское и др., значительные по площади и генезису болотные массивы (Чистое болото в окр. г. Тобольск и др.), экотонные лесостепные территории в окрест. д. Бердюгина Армизонского района и др.), плакорные

участки остепненных боров в Вагайском, Заводоуковском, Исетском, Тюменском и др. районах, участки коренных липовых лесов в Нижне-Тавдинском, Ярковском, Вагайском, Тобольском, Аромашевском и др. районах. Как видно из перечня, эти точки могут быть зональными (Ишимские бугры в степной зоне), экстразональными (остепненные берега Туры в подтаежной подзоне) и интразональными (солонцы вокруг озера Сиверга в степной зоне).

### Материалы и методы

В процессе изучения флоры на юге Тюменской области были исследованы точки высокого фиторазнообразия по коренному берегу р. Туры (окрест. д. Щербак Тюменского района), в пойме р. Иртыш вблизи устья р. Тобол в черте Тобольска, а также скопление редких видов в районе озера Андреевское Тюменского района, по коренным берега рек Ишима (Казанский, Ишимский, Абатский и Викуловский районы) и р. Тобола (Упоровский и Заводоуковский районы).

Впервые флористические сборы в точках повышенного фиторазнообразия приведены Крыловым П.Н и др. (1921-1966) [2]. Флористическое разнообразие для ряда точек приведено в Курганской и Тюменской областях [3], для Ишимских бугров Тюменской области [4, 5]. Ранее Харитонцевым Б.С. [6, 7] изучались данные места высокого фиторазнообразия с публикацией результатов исследований. В последнее время флора юга Тюменской области исследуется сотрудниками Тобольской комплексной научной станции УрО РАН с интересными находками в перечисленных выше точках [8].



**Точка высокого фиторазнообразия в пойме Иртыша у г. Тобольска (рис. 1).** Тобольск расположен на Иртыше в месте слияния его с Тоболом. Против устья Тобола в пойме Иртыша сформировано поднятие из наносного паводковыми видами материала. Вследствие высокого положения данного скопления иловато-песчаного материала, оно редко затопляется. Но даже если данное место затопляется, то довольно быстро освобождается от паводковых вод. Эти гидрологические особенности и специфический по механическим и химическим показателям состав почв обусловили произрастание здесь ряда редких видов. Их список приведен ниже.

Рисунок 1 – Скопление редких видов в пойме р. Иртыш

**Скопление редких видов по коренному берегу р. Ишим (Ишимские бугры, рис. 2).**

Рельеф Ишимских бугров представлен возвышениями от 40 м до 80 м высотой, часто ассиметрично сложенными, чередующимися с оврагами и балками. Овраги различной глубины, по дну текут периодически пересыхающие ручьи (если имеются выходы грунтовых вод, то ручьи не пересыхают). Сторона холмов, обращенная к реке, имеет различный вид. Если Ишим непосредственно подходит к коренному берегу, то сторона холмов эрозивно обрезанная, крутая. В противном случае склоны пологие, проросшие лесом или травянистой растительностью. Скопления редких растений обычно приурочены к южным экспозициям склонов оврагов, прорезающих холмы.

Почва поймы – черноземы, часто осолоделые. Широко представлены дерново-луговые почвы. Часто встречаются солонцы (сухие или влажные). Почвы бугров – черноземы, солонцеватые в понижениях, на склонах оврагов – серые лесные почвы. Редко встречаются солончаки (д. Доновка, окрест. д. Копотилово). В нижнем течении пойма заболоченная, что вызывает развитие гидроморфных почв.



Рисунок 2 – Точки повышенного фиторазнообразия по Ишимским буграм



Рисунок 3 – Точки повышенного фиторазнообразия по коренному берегу р. Тобол

**Скопление редких видов по коренному берегу р. Тобол (рис. 3).** Коренной берег Тобола – возвышение до 50-60 м юго-западной экспозиции в Упоровском и Заводоуковском районах. Точками повышенного фиторазнообразия на данной территории являются окрест. с. Упорова, д. Черное, д. Шашово, п. Мичуринский. Берег прорезается долинами небольших речек, впадающих в Тобол. По их берегам также наблюдается концентрация редких видов растений.

Долготное положение долины р. Тобол вблизи Уральских гор способствует миграции видов с европейской части России, многие из которых редкие.

**Скопление редких видов растений по берегам Андреевского озера (рис. 4).** Озеро Андреевское расположено в Тюменском районе (площадь водной поверхности 16,2 км<sup>2</sup>). На западном берегу расположен крупный посёлок Боровский, на восточном – посёлок Андреевский. Северный и южный берега покрыты в основном сосновым лесом, на юге также расположены дачные посёлки. Почвы берегов представлены боровыми песками. Посреди озера находится остров Мыс Козлова – памятник природы регионального значения.

Озеро Андреевское имеет ледниковое происхождение. Наличие значительных песчаных площадей с произрастающими на них остепненными борами обусловило концентрацию здесь редких видов. Это, в свою очередь, явилось причиной высокого фиторазнообразия окрестностей озера.



Рисунок 4 – Точки повышенного фиторазнообразия вблизи Андреевского озера



Рисунок 5 – Точка повышенного фиторазнообразия в окрест. д. Щербак Тюменского района

**Скопление редких видов растений в окрест. д. Щербак Тюменского района (рис. 5).** Участок коренного берега р. Тура в окрест. д. Щербак Тюменского района представляет собой склон южной экспозиции с наклоном около 60°. Данный участок коренного берега находится вблизи устья р. Туры при впадении ее в Тобол. Положение данного участка способствует проникновению степных растений из долины р. Тобола, а также европейских и малоазиатских видов.

К местам повышенного фиторазнообразия относится также коренной берег Иртыша в Тобольском районе, характеристика которого приведена в работе Харитонцева Б.С. и Аллаяровой В.Р. [9]. Исследования флоры проводились маршрутным методом в течение полевых сезонов с 1990 г. по 2020 г. Карты изучаемых участков повышенного фиторазнообразия составлены Тюлькиным Ю.А., сотрудником Тобольской комплексной научной станции УрО РАН. Собранные виды хранятся в гербарии Тобольской комплексной научной станции УрО РАН (ТОВ). Особенности распространения в Сибири отмеченных нами видов характеризовались по ряду литературных источников [10]. Обилие видов характеризовалась по шкале Друдэ, жизненность определялась по трёхбалльной системе. Фенофазы (при необходимости) характеризовались по общепринятой методике. В работе использовано понятие «редкие виды», включающие не только краснокнижные растения, но и виды редких местообитаний с незначительным числом местонахождений на данной территории. Таксономия дана по сводке «Конспект флоры Азиатской России» [11].

## Результаты и обсуждение

Участок коренного берега р. Тура в окрестностях д. Щербак Тюменского района представляет собой склон южной экспозиции с наклоном около 60°. Здесь отмечен типично степной участок с ковылём перистым *Stipa pennata* L. (северная точка в ареале на юге Тюменской области). В этом же местонахождении, на северном пределе ареалов произрастают: *Iris humilis* Georgi, *Astragalus falcatus* Lam., *Carex obtusata* Lilj. На участке отмечено произрастание более 50 видов растений.

**Участок коренного берега р. Тура в окрест. д. Щербак Тюменского района** представляет собой склон южной экспозиции с наклоном около 60°. Здесь отмечен типично степной участок со следующими видами *Stipa pennata* L. (северная точка в ареале на юге Тюменской области) такими же точками являются для видов произрастающих здесь *Iris humilis* Georgi, *Astragalus falcatus* Lam., *Carex obtusata* Lilj. На участке отмечено произрастание более 50 видов растений.

Точка, обнаруженная в пойме Иртыша, отличается обильно произрастающими здесь редкими видами (рис. 1). В ходе геоботанических исследований в течение 2020 г. проводились экскурсии по изучению растительности и флоры песчано-иловатых наносов в пойме р. Иртыш. Выяснено, что особенности ассоциаций (видовой состав, активность видов, их ценообразующая роль) определены длительностью стояния паводковых вод. Были изучены следующие ассоциации: *Plantago intermedia* + *Chenopodium glaucum*, *Rorippa dogadovae* + *Gnaphalium rossicum*, *Limosella aquatica* + *Rumex ucranicus*.

В ассоциации *Plantago intermedia* + *Chenopodium glaucum* доминирует многолетник *Plantago intermedia* и однолетний вид *Chenopodium glaucum*. Ассоциация трехъярусная. Существенную роль в ней играют стелющиеся растения: *Crypsis alopecuroides* и др. Данная территория, расположенная наиболее близко к первой террасе, одной из первых освобождается от паводковых вод, поэтому все виды растений начинают развиваться относительно рано и ко времени наблюдения (конец сентября – начало октября) находились в фазе плодоношения. Всего отмечено 12 видов. Ближе к руслу, где воды сошли позже, многие растения в ассоциации *Rorippa dogadovae* + *Gnaphalium rossicum* находились в фазе созревания плодов.

Общее проективное покрытие (ОПП) в ассоциации *Rorippa dogadovae* + *Gnaphalium rossicum* около 70 %. Ассоциация четырёхъярусная. Она сформирована за короткий промежуток времени и отличается пятнистым распределением растений и наличием открытых участков наносов в её пределах. В ассоциации собраны виды, как новые для флоры Тюменской области (*Dichostylis micheliana*), так и редкие (*Spergularia marina*, *Cyperus fuscus*, *Crypsis alopecuroides*). Интересно покрытие и обилие вида *Limosella aquatica*. По мере спуска к руслу Иртыша участие *L. aquatica* возрастает, и в наиболее сырых местах, ближе к руслу, она доминирует в сообществе *Limosella aquatica* + *Rumex ucranicus* (ОПП около 50 %).

Список собранных видов, приведенных ниже, составлен в алфавитном порядке.

*Coleanthus subtilis* (Tratt.) Seidel. Растение собрано по иловатым наносам вблизи устья Тобола. Ранее этот вид указывался для Тобольского, Тюменского, Уватского, и Яркового районов Тюменской области [12].

*Crypsis alopecuroides* (Pill. et Mitt.) Schrad. Встречается часто, растения формируют местами покровные ассоциации. Для Тюменской области средиземноморско-европейский вид не приводится [13].

*Crypsis schoenoides* (L.) Lam. Вид отмечен в числе нескольких экземпляров. Как и *Crypsis alopecuroides* предпочитает засоленные песчаные места [13], но имеет более обширный ареал от Европы до Монголии с произрастанием в Средиземноморье, Средней Азии, и даже на Кавказе и Гималаях.

*Cyperus fuscus* L. Растения отмечены в нескольких скоплениях. Ко времени сбора материала находились в стадии обсеменения. В Тюменской области отмечен вблизи Тюмени [14].

*Cyperus orthostachyus* Franch. & Sav. Многолетнее растение в небольшом числе. Новость для флоры Западной Сибири. Этот восточно-азиатский вид известен из нескольких точек в Забайкалье [15].

*Dichostylis micheliana* (L.) Nees. Вид отмечен в значительном числе особей, но в одном месте произрастания. Распространение этого вида в Сибири отражает его историю расселения. Ареал в Сибири мозаичный из нескольких точек в Омской, Новосибирской, Читинской области и в Бурятии [16].

*Rorippa brachycarpa* (С.А. Меу.) Hayek. Растение в числе нескольких отмечены на песчаной дюне по Иртышу вблизи устья Тобола. В Тюменской области известен из окрестностей с. Гагарье Казанского района. Этот панноско-причерноморско-западносибирский вид более широко распространен в Зауралье южнее линии Катайск (долина Исети) – с. Гагарье в долине Ишима [3].

*Rorippa dogadovae* Tzvelev. Фоновый вид в пойме р. Иртыша и Тобола в окрестностях г. Тобольска.

*Scirpus radicans* Schkuhr. Редкий вид, известный из немногих точек в Тюменской области [17].

*Veronica beccabunga* L. В числе нескольких особей по иловатым наносам в пойме Иртыша. Для Тюменской области вид не приводится [18]. Науменко Н.И. [3] указывает на особенности ареала вида, связанные с его дизъюнкцией в Западной Сибири.

Собранные в данном пункте виды растений на остальной территории области не отмечены, что определяет значение данных местонахождений для расширения флористического разнообразия в данном регионе.

Повышенным флористическим разнообразием отличаются Ишимские бугры – коренной берег Ишима в Казанском, Ишимском и Абатском районах. Наиболее часто здесь встречается ассоциация *Helictotrichon desertorum* + *Stipa pennata*. В окрест. д. Рагозиной на плакорном участке доминирует *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski (cop<sub>3</sub>, cum) и *Stipa pennata* (cop<sub>3</sub>, cum). Часты *Helictotrichon schellianum* (Hack.) Kitag. (cop<sub>2</sub>, cum), *Stipa capillata* L. (cop<sub>2</sub>, gr), *Artemisia frigida* Willd. (cop<sub>2</sub>, gr), *Artemisia glauca* Pall. ex Willd. (cop<sub>2</sub>, cum), *Artemisia sericea* Weber ex Stechm. (cop<sub>2</sub>, cum). Реже представлены *Inula hirta* L. (cop<sub>2</sub>, cum), *Pulsatilla flavescens* (Zucc.) Juz. (cop<sub>1</sub>, cum), *Onosma simplicissima* L. (cop<sub>2</sub>, cum), *Potentilla nudicaulis* Willd. ex Schldl. (sp, cum), *Echinops sphaerocephalus* L. (sp, cum).

Ассоциация *Polygala sibirica* + *Artemisia incana*: *Polygala sibirica* L. (cop<sub>3</sub>, cum), *Oxytropis pilosa* (L.) DC. (cop<sub>2</sub>, cum), *Artemisia incana* (L.) Druce (cop<sub>2</sub>, cum), *Thymus marschallianus* Willd. (cop<sub>2</sub>, cum), *Potentilla approximata* Bunge (sp, gr), *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng (sp, cum). *Polygala sibirica* покрывает склон почти на 50 %.

Ассоциация *Stipa korshinskyi* + *Seseli ledebourii*: *Stipa korshinskyi* Roshev. (cop<sub>3</sub>, cum), *Seseli ledebourii* G. Don (cop<sub>2</sub>, cum), *Potentilla bifurca* L. (sp, cum), *Salvia stepposa* Des.-Shost. (sp, cum).

Ассоциация *Echinops ritro* + *Stipa capillata*: *Echinops ritro* L. (cop<sub>3</sub>, cum), *Nonea pulla* DC. (cop<sub>1</sub>, cum), *Stipa capillata* (cop<sub>1</sub>, gr), *Seseli ledebourii* G. Don (cop<sub>2</sub>, cum). Покрытие 50 %.

Ассоциация *Atraphaxis frutescens* + *Scabiosa isetensis*. *Atraphaxis frutescens* (L.) K. Koch. (cop<sub>3</sub>, cum), *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr. (sp, gr), *Veronica incana* L. (cop<sub>1</sub>, cum), *Scabiosa isetensis* L. (cop<sub>2</sub>, gr), *Echinops sphaerocephalus* (cop<sub>1</sub>, gr), *Allium nutans* L. (cop<sub>1</sub>, gr). Покрытие 80 %.

Ассоциация *Euphorbia microcarpa* + *Stipa korshinskyi*. *Euphorbia microcarpa* (Prokh.) Krylov. (soc, cum), *Stipa korshinskyi* (cop<sub>3</sub>, cum), *Carex pediformis* С.А. Меу. (sp, cum), *Festuca sulcata* (Hack.) Nym. p.p. (sp, cum), *Artemisia latifolia* Ledeb. (cop<sub>1</sub>, cum), *Onosma simplicissima* (cop<sub>1</sub>, cum), *Seseli ledebourii* (sp, gr). Покрытие 90 %.

Ассоциация *Psathyrostachys juncea* + *Cleistogenes squarrosa*. *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski. (cop<sub>3</sub>, gr), *Artemisia frigida* (cop<sub>1</sub>, gr), *Artemisia glauca* (cop<sub>1</sub>, cum), *Cleistogenes squarrosa* (cop<sub>2</sub>, gr), *Euphorbia microcarpa* (cop<sub>1</sub>, cum), *Koeleria cristata* (L.) Pers. (cop<sub>1</sub>, cum). Покрытие 60 %.



Ассоциация *Krascheninnikovia ceratoides* + *Artemisia tomentella*. *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. (soc, cum), *Cleistogenes squarrosa* (cop<sub>2</sub>, cum), *Silene baschkirorum* Janisch. (sp, gr), *Allium nutans* (cop<sub>1</sub>, gr), *Gypsophila altissima* L. (cop<sub>1</sub>, cum), *Scabiosa isetensis* (sp, gr), *Artemisia tomentella* Trautv. (cop<sub>2</sub>, cum), *Hieracium virosum* Pall. (sp, gr), *Euphorbia microcarpa* (sp, cum), *Artemisia frigida* (sp, gr), *Echinops sphaerocephalus* (sp, gr). Покрытие 95 %.

Ассоциация *Goniolimon speciosum* + *Astragalus testiculatus*. *Goniolimon speciosum* (L.) Boiss. (cop<sub>2</sub>, cum), *Psathyrostachys juncea* (cop<sub>2</sub>, cum), *Astragalus testiculatus* Pall. (cop<sub>2</sub>, cum), *Atraphaxis frutescens* (cop<sub>1</sub>, gr), *Lithospermum officinale* L. (sp, gr), *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. (cop<sub>2</sub>, cum). Покрытие 80 %.

Ассоциация *Aster alpinus* + *Alyssum lenense*. *Aster alpinus* L. (cop<sub>3</sub>, cum), *Carex pediformis* (cop<sub>2</sub>, cum), *Alyssum lenense* Adams (cop<sub>2</sub>, cum), *Campanula sibirica* L. (cop<sub>2</sub>, cum), *Polygala sibirica* (sp, cum), *Stipa korshinskyi* (sp, cum), *Salvia stepposa* (cop<sub>1</sub>, cum), *Artemisia latifolia* (cop<sub>1</sub>, cum). Покрытие 90 %.

Ассоциация *Scabiosa isetensis* + *Carex pediformis*. *Scabiosa isetensis* (soc, cum), *Carex pediformis* (cop<sub>1</sub>, cum), *Thalictrum foetidum* L. (sp, gr), *Gypsophila altissima* (sp, gr). Покрытие 80-90 %.

Очень редко по Ишимским Буграм встречается ассоциация *Cerasus fruticosa* Pall. В окрестностях Доновки нами описана ассоциация подобного типа. В ней доминирует *Cerasus fruticosa* (soc, cum). Из травянистых видов отмечены *Geranium bifolium* Patrin ex DC. (cop<sub>1</sub>, cum), *Stipa pennata* (cop<sub>2</sub>, cum), *Filipendula vulgaris* Moench (cop<sub>2</sub>, cum), *Helictotrichon desertorum* (sp, cum), *Scorzonera purpurea* L. (cop<sub>1</sub>, cum). Растения *Cerasus* хотя и фонированы, но угнетены. ОПП 100 %.

Типичная разнотравная (богатотравная) степь отмечена в окрест. г. Ишима у ж.д. моста через Ишим. На плакорной части склонов доминировали *Helictotrichon desertorum* (cop<sub>3</sub>, cum), а также *Onosma simplicissima* (cop<sub>3</sub>, cum), *Aster amellus* L. (cop<sub>3</sub>, cum), *Gypsophila altissima* (cop<sub>3</sub>, cum). Реже встречались *Artemisia armeniaca* Lam. (cop<sub>1</sub>, cum), *Kochia prostrata* (L.) Schrad. (cop<sub>2</sub>, cum), *Veronica incana* (cop<sub>1</sub>, cum), *Silene multiflora* (Ehrh.) Pers. (cop<sub>1</sub>, gr), *Elisanthe viscosa* (L.) Rupr. (sp, cum) и др.

Причины высокого уровня фиторазнообразия в окрестностях озера Андреевского (Тюменский район) – особенности генезиса растительного покрова на данной территории. Озеро Андреевское представляет остаточный бассейн стока талых ледниковых вод с песчаным наносным материалом с Урала в бассейн р. Тобол. В результате геологической деятельности вод были сформированы значительные по площади песчаные массивы, представляющие оптимальный экотоп для произрастания степных растений.

Сосновые леса осветленные на песчаных почвах окрест. озера сформированы *Pinus sylvestris* L. Сомкнутость крон 0,5-0,3. Наличие открытых полян в сосняках благоприятно для произрастания степных видов, формирующих ряд ассоциаций.

Ассоциация *Thymus marschallianus* + *Iris flavissima*. Общее проективное покрытие 90 %. Сообщество трехярусное. В первом ярусе произрастают *Asparagus officinalis* L. (sp). Второй ярус представлен *Silene chlorantha* (Willd.) Ehrh. (cop<sub>1</sub>), *Silene nutans* L. (cop<sub>1</sub>), *Allium lineare* L. (sp), *Festuca polesica* Zapal. (sp) и др. Третий ярус сформирован *Iris flavissima* (cop<sub>1</sub>), *Thymus marschallianus* (cop<sub>2</sub>), *Potentilla heptaphylla* L. (sp).

На более сухих местах отмечена ассоциация *Dianthus acicularis* + *Koeleria glauca*. Ассоциация трёхярусная. ОПП 80 %. Первый ярус сформирован субдоминантом *Koeleria glauca* (Spreng.) DC. Второй ярус представлен *Veronica spicata* L. (cop<sub>3</sub>), *Erigeron podolicus* Besser (cop<sub>2</sub>), и доминантами *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. и *Dianthus krylovianus* Juz. (cop<sub>1</sub>). Изредка встречаются *Dendranthema zawadskii* (Herbich) Tzvelev (sp), *Lychnis sibirica* L. (sp). В третьем ярусе отмечены *Viola rupestris* F.W. Schmidt (sp), *Carex pachystylis* J. Gay (sp).

Редкой ассоциацией, отмеченной для юга области только в окрест. озера, является ассоциация *Stipa sabulosa* + *Festuca polesica*. Ассоциация трёхярусная. В первом ярусе произрастают *Festuca polesica* (cop<sub>1</sub>), *Stipa sabulosa* (Pacz.) Sljussarenko (soc), *Pilosella echioides* (Lum.) F.W. Schultz & Sch. Bip. (sp), *Gypsophila altissima* (sp), *Gypsophila paniculata*

L. (sp) и др. Во втором ярусе отмечены *Potentilla approximata* (sp), *Artemisia austriaca* (sp), *Phleum phleoides* (L.) H. Karst. (sp), *Potentilla tobolensis* Th. Wolf ex Pavlov (sp), *Hierochloa odorata* (L.) P. Beauv. (sol) и др. В третьем ярусе произрастают *Myosotis imitata* Serg. (sp), *Potentilla heptaphylla* (sol) и др.

Фиторазнообразиие (фитоценотический уровень) окрест. озера Андреевского дополняется ассоциациями березняков по более влажным местам произрастания по сравнению с сосняками, где отмечены *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Calluna vulgaris* (L.) Hull и другие типичные виды комплекса олиготрофных почв. Отличаются высоким флористическим разнообразием холмы коренного берега р.Тобол в Упоровском и Заводоуковском районах (рис. 4). Можно отметить следующие точки скопления редких видов: окрест. с. Упорова (Упоровский район), п. Мичуринский (Заводоуковский район, табл. 1).

Таблица 1 – Список растений, встречающихся по остепненным склонам южной экспозиции в окрестностях п. Мичуринский

№ п/п	Виды	Признаки		
		обилие	жизненность	фенофаза
1	2	3	4	5
1	<i>Stipa pennata</i> L.	sol	3 б	плод.
2	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	sp	3 б	плод.
3	<i>Stipa capillata</i> L.	soc	3 б	вегет.
4	<i>Stipa tirsia</i> Steven	sol	3 б	плод.
5	<i>Helictotrichon schellianum</i> (Hack.) Kitag.	sp	3 б	цвет.
6	<i>Helictotrichon desertorum</i> (Less.) Nevski	sp	2 б (3 б)	обсем.
7	<i>Koeleria delavignei</i> Czern. ex Domin	cop <sub>1</sub>	3 б	обсем.
8	<i>Iris humilis</i> Georgi	sp	3 б	обсем.
9	<i>Allium strictum</i> Schrad.	sol	3 б	бутон.
10	<i>Carex praecox</i> Schreb.	cop <sub>1</sub>	3 б	обсем.
11	<i>Carex obtusata</i> Lilj.	cop <sub>1</sub>	3 б	обсем.
12	<i>Potentilla heptaphylla</i> L.	sp	3 б	обсем.
13	<i>Onobrychis sibirica</i> (Sirj.) Turcz. ex Grossh.	sp	3 б	бутон.
14	<i>Fragaria viridis</i> (Duchesne) Weston	soc	3 б	плод.
15	<i>Astragalus danicus</i> Retz.	soc	3 б	обсем.
16	<i>Astragalus onobrychis</i> L.	cop <sub>2</sub>	3 б	бутон.
17	<i>Hedysarum alpinum</i> L.	cop <sub>2</sub>	3 б	бутон.
18	<i>Trifolium montanum</i> L.	cop <sub>3</sub>	3 б	цвет.
19	<i>Trifolium lupinaster</i> L.	cop <sub>3</sub>	3 б	цвет.
20	<i>Vicia tenuifolia</i> Roth	soc	3 б	плод.
21	<i>Valeriana rossica</i> P.A. Smirn.	sp	3 б	цвет.
22	<i>Euphorbia subcordata</i> C.A. Mey.	sol	3 б	цвет.
23	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	cop <sub>1</sub>	3 б	цвет
24	<i>Gypsophila altissima</i> L.	cop <sub>1</sub>	3 б	бутон.
25	<i>Silene multiflora</i> (Ehrh.) Pers.	cop <sub>2</sub>	3 б	цвет.
26	<i>Silene sibirica</i> (L.) Pers.	cop <sub>1</sub>	3 б	бутон.
27	<i>Dianthus versicolor</i> Fisch. ex Link	cop <sub>2</sub>	3 б	бутон.
28	<i>Myosotis imitata</i> Serg.	cop <sub>3</sub>	3 б	обсем.
29	<i>Inula hirta</i> L.	soc	3 б	цвет.
30	<i>Scorzonera purpurea</i> L.	cop <sub>1</sub>	3 б	обсем.
31	<i>Tragopogon orientalis</i> L.	sp	3 б	бутон.
32	<i>Artemisia latifolia</i> Ledeb.	sp	2 б (3 б)	вегет.
33	<i>Artemisia tomentella</i> Trautv	cop <sub>2</sub>	3 б	бутон.
34	<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	cop <sub>3</sub>	3 б	вегет.

Виды в окрест. п. Мичуринский формируют различные ассоциации. В качестве примера можно привести следующие: овсецово-ковыльную (*Helictotrichon desertorum* + *Stipa pennata*); ковыльно-оносмовую (*Onosma simplicissima* + *Stipa capillata*); ястрябинково-



ковыльную (*Hieracium virosum* + *Stipa lessingiana*); ирисово-осоковую (*Iris flavissima* + *Carex obtusata*); полынно-разнотравную (*Artemisia tomentella* + *Fragaria viridis*).

Ассоциация *Helictotrichon desertorum* + *Stipa pennata*. ОПП 100 %: *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski (soc, cum), *Stipa pennata* (cop<sub>3</sub>, cum), *Scorzonera purpurea* (cop<sub>2</sub>, cum), *Galium verum* L. (cop<sub>2</sub>, gr).

Ассоциация *Hieracium virosum* + *Stipa lessingiana*. ОПП 100 %: *Hieracium virosum* (soc, cum), *Stipa lessingiana* (cop<sub>1</sub>, cum), *Adonis vernalis* (cop<sub>1</sub>, gr), *Anemone sylvestris* L. (cop<sub>1</sub>, gr).

Ассоциация *Onosma simplicissima* + *Stipa capillata*. ОПП 90 %: *Onosma simplicissima* (cop<sub>3</sub>, gr), *Stipa capillata* (cop<sub>3</sub>, gr), *Phleum phleoides* (cop<sub>2</sub>, gr), *Centaurea sibirica* (sp, gr), *Veronica teucrium* L. (sp, gr), *Artemisia tomentella* (sp, gr), *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston (cop<sub>1</sub>, cum).

Ассоциация *Iris humilis* + *Carex obtusata*. ОПП 70 %. *Iris humilis* (cop<sub>3</sub>, gr), *Carex obtusata* (cop<sub>2</sub>, cum), *Helictotrichon desertorum* (cop<sub>1</sub>, gr), *Phleum phleoides* (sp, cum), *Allium strictum* Schrad. (sp, gr), *Valeriana rossica* P.A. Smirn. (sp, gr), *Euphorbia subcordata* C.A. Mey. (sol, gr).

Ассоциация *Artemisia tomentella* + *Fragaria viridis*. ОПП 90 %. *Artemisia tomentella* (cop<sub>1</sub>, gr), *Fragaria viridis* (cop<sub>2</sub>, cum), *Centaurea sibirica* (cop<sub>2</sub>, gr), *Stipa tirsia* Steven (sp, gr), *Potentilla heptaphylla* (cop<sub>1</sub>, gr), *Astragalus onobrychis* L. (sp, gr).

Приведенные выше в качестве примеров ассоциации лишь частично отражают их многообразие по остепненным склонам р. Тобола. Достаточно сказать, что здесь же произрастают *Astragalus cornutus* Pall., *Festuca wolgensis* P.A. Smirn. В березняках отмечено произрастание *Primula macrocalyx* Bunge (Капитонова), *Digitalis grandiflora* Mill. и др.

В системе эколого-фитоценотической классификации рассматриваемые степные ассоциации по коренным берегам Ишима, Тобола и Туры можно отнести к фрагментированным участкам луговых, разнотравно-дерновиннозлаковых и ковыльно-разнотравных степей. Ассоциации окрест. оз. Андреевского представляют формацию остепненных боров. Относительно фиторазнообразия рассматриваемых ассоциаций следует отметить уменьшение их видового состава по сравнению с южнее расположенными сообществами, например, в Курганской области в Усть-Уйском бору [3] отмечено произрастание *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klásk., *Allium globosum* M. Bieb. ex Redoute, *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. f., *Ferula tatarica* Fisch. ex Spreng., *Trinia kitaibelii* M. Bieb. и др., отсутствующие в рассматриваемых фрагментах луговых, разнотравно-дерновиннозлаковых и ковыльно-разнотравных степей.

Формирование точек повышенного фиторазнообразия происходило в основном по принципу климатических ловушек, охарактеризованных на примере Окской флоры [19]. Коренные берега рек, песчаные острова являются более теплыми в сравнении с близлежащими территориями и являются оптимальными для степных видов. По географическим параметрам ареалы всех видов точек с высоким фиторазнообразием можно разделить на западные (коренной берег р. Тобол, окрест. д. Щербак и Андреевского озера), тяготеющие к Уралу и Европейской России и восточные (Ишимские бугры) с более глубокими восточными связями. Не совпадают эти группы и по экологическим показателям: восточные виды чаще встречаются на каменистых обнажениях, а западные – на песчаных почвах. Все изучаемые нами флоры с повышенным в основном фиторазнообразием отмечаются сложной картиной генезиса. Степные виды по эколого-почвенным признакам [6] можно разделить на шесть групп: криптофиты, альпийцы, опушечно-лесные термофиты, петрофиты дистансглияционных пространств, автохтонные виды. Они в разное время и разными путями проникали на территорию юга области и образовывали места повышенного фиторазнообразия.

Скопления редких видов отражают многоэтапность их формирования. Это можно показать на примере отдельных родов, например, астрагалов. Из рода *Astragalus* L. в точках повышенного фиторазнообразия отмечены *Astragalus austriacus* Jacq., *Astragalus cornutus*

Pall., *Astragalus falcatus* Lam., *Astragalus rupifragus* Pall., *Astragalus danicus* Retz., *Astragalus testiculatus* Pall.. Виды *Astragalus*, произрастающие в изучаемых местах, различаются по хорологическим показателям [20].

*Astragalus falcatus* произрастает на луговых степях на юге России, Кавказе, в Малой Азии и Балканском полуострове. На юге Западной Сибири указан для окрест. Кургана [10].

*Astragalus cornutus* предпочитает меловые, глинистые и известняковые склоны на Кавказе, севере Средней Азии и юге Западной Сибири [20], где отмечен в окрест. д. Украинец Курганской области [21].

*Astragalus austriacus* обычен в степных лугах, остепененных склонах почти по всей Европе (Атлантическая и Средняя Европа, Средиземноморье), а также на Кавказе, в Малой и Средней Азии и юге Западной Сибири от Зауралья до Енисея [21].

*Astragalus rupifragus* – на сухих каменистых склонах и по каменистым степям юга Западной Сибири и северо-запада Средней Азии [21]. Во «Флоре Сибири» [10] для данной части России не указан.

*Astragalus testiculatus* произрастает на юге европейской части России, в Крыму, Средней Азии, Монголии, на юге Сибири до Байкала [20]. По каменистым склонам, степным лугам, приречным пескам.

*Astragalus danicus*. Один из наиболее широко распространенных видов астрагалов Западной Сибири из выше приведенного списка, произрастающий на лесных лугах и луговых степях.

Сравнение ареалов и условий произрастания *Astragalus*, отмеченных в указанных точках высокого фиторазнообразия на юге области, даёт основание отметить следующие флорогенетические элементы в составе астрагалов.

*Astragalus cornutus* – вид доплейстоценовых кустарниковых степей Западного Средиземноморья. Вероятно и его возможности произрастания на солонцах – косвенное подтверждение западнотсредиземноморскому происхождению вида. Он принадлежит к высокогорной мезофильной третичной флоре.

*Astragalus rupifragus* принадлежит к доплейстоценовому флорогенетическому восточно-казахстанскому центру каменистых степей. Сюда же относится и *Astragalus buchtormensis* Pall., указанный для долины Ишима [21].

*Astragalus testiculatus*, как вид щебнистых склонов и опушек боров, относится к малоазиатскому доплейстоценовому флорогенетическому центру, формирование которого в плейстоцене существенно расширилось с возникновением значительных по площади песчаных пространств. К этому центру принадлежит и *Astragalus austriacus*.

*Astragalus danicus* относится к листовеннично-сосново-березово-лугово-степным элементам [22] европейско-западносибирского родства. *Astragalus falcatus* – представитель средиземноморско-малоазиатского флорогенетического центра сосново-дубравно-лугово-степных сообществ. Обобщая анализ ареало-экологических особенностей астрагалов, произрастающих в характеризуемых точках повышенного фиторазнообразия, следует отметить возникновение данных скоплений на юге Тюменской области, в основном, в доплейстоценовое время.

Несомненно, следует остановиться, кроме *Astragalus* данных мест произрастания, на *Allium nutans*, который произрастает часто вместе с астрагалами в отмеченных точках. Это связано с тем, что он – представитель автохтонного западносибирского березово-сосново-степного флорогенетического центра, где происходило формирование видов в плейстоцене на дистансгляциональных пространствах юга Западной Сибири. Всё вышеизложенное отражает ступенчатый характер генезиса флор точек высокого фиторазнообразия, включающего доплейстоценовые плейстоценовые и голоценовые виды.

**Выводы**

Формирование фиторазнообразия, в первую очередь, на флористическом и фитоценотическом уровнях на юге Тюменской области – длительный временной процесс. Он представляет собой часть сценария исторических событий на территории Евразии. К ним можно отнести миграции видов в различных направлениях, охватывающих юг области. При этом определяющее значение имели события плейстоцена. Материковые оледенения Севера Западно-Сибирской равнины вызвали масштабные изменения её рельефа и гидрографической сети. Формируется совершенно новый растительный покров территории. С другой стороны сохраняются остатки доплейстоценовой флоры и растительности в регионе. Об этом можно косвенно судить по флористическим находкам в пределах пойм рек. Сборы в пойме р. Иртыша окрест. г. Тобольска *Coleanthus subtilis*, *Crypsis alopecuroides*, *Dichostylis micheliana* доказывают доплейстоценовое время существования флоры пойм рек Западной Сибири. Удивительная находка *Cyperus orthostachyus* свидетельствует о связях Иртышского пойменного комплекса с Восточноазиатским пойменным комплексом. В плейстоцене, когда сток воды на север через Иртыш был затруднен, ледниковые воды, текущие в Аральско-Каспийский бассейн, формируют пойму Вагая и значительно влияют на профиль поймы р. Тобола. Находки *Rorippa brachycarpa*, *Veronica beccabunga* – европейских видов, типичных для бассейна р. Тобол [12], указывают на существенное влияние пойменных комплексов европейских рек России на флору поймы р. Тобола в голоцене.

Особенности рельефа региона также способствуют его фиторазнообразию. Высокими уровнями флористического и фитоценотического фиторазнообразия отличаются коренные берега Ишима и Тобола в пределах Казанского, Ишимского, Абатского, Упоровского и Заводоуковского районов, а также остепенённые боры в пределах Андреевского озера (Тюменский район). По географическим критериям флористический уровень фиторазнообразия в бассейне Тобола более насыщен западными видами, проникающими через Урал с Европейской России, по сравнению с бассейном Ишима, обогащённым восточными видами.

**Список литературы**

1. Бродский А.К. Биоразнообразие: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования М.: Издательский центр «Академия», 2012. 208 с.
2. Крылов П.Н. Флора Западной Сибири: руководство к определению западно-сибирских растений. Т. 12 (дополнительный), ч. 1-2 / [соч.] П. Крылова; сост. Л.П. Сергиевская; под ред. Б.К. Шишкина; Том. гос. ун-т им. В.В. Куйбышева; Том. отд-ние Всесоюз. ботан. о-ва. Томск: Издательство Томского университета, 1961, 1964.
3. Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья. Курган: Изд-во Курган. гос. ун-та, 2008. 512 с.
4. Глазунов В.А. Степная флора «Ишимских бугров» (Тюменская область) // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2008. № 8. С. 70-79.
5. Глазунов В.А., Шереметова С.А. Флористическое и фитоценотическое разнообразие «Ишимских бугров» и пути его сохранения // Проблемы взаимодействия человека и природной среды: материалы итоговой научной сессии Ученого совета СО РАН. Вып. 3. Тюмень, 2002. С. 121-125.
6. Харитонцев Б.С. Флористические заметки по Тоболу. Тобольск: Изд-во Тобольского гос. пед. ин-та им. Д.И. Менделеева, 1999. 70 с.
7. Харитонцев Б.С. Фрагменты растительности юга Тюменской области. Тобольск: Изд-во Тобольского гос. пед. ин-та им. Д.И. Менделеева, 2000. 120 с.

8. Капитонова О.А., Харитонцев Б.С., Капитонов В.И. Новые находки редких и исчезающих видов растений на юге Тюменской области // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2017. № 2(22). С. 1-13.
9. Харитонцев Б.С., Аллаярова В.Р. Особенности процессов остепнения в долине Иртыша в пределах Тобольского района Тюменской области // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2020. № 4(36). С. 209-220.
10. Флора Сибири: В 14 т. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988-2001.
11. Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. Новосибирск, 2012. 640 с.
12. Иванова Е.В. *Coleanthus Seidel.* – Влагалищцветник // Флора Сибири. Т. 2: Роасеае (*Gramineae*) / Сост. Г.А. Пешкова и др. Новосибирск: Наука, 1990. С. 234.
13. Пешкова Г.А. *Styraxis Alt.* – Скрытница // Флора Сибири. Т. 2: Роасеае (*Gramineae*) / Сост. Г.А. Пешкова и др. Новосибирск: Наука, 1990. С. 234.
14. Говорухин В.С. Флора Урала. Определитель растений, обитающих на горах Урала и в его предгорьях от берегов Карского моря до южных пределов лесной зоны. Свердловск: Обл. изд-во, 1937. 536 с.
15. Тимохина С.А., Бондарева Н.В. *Suregus L.* – Сыть // Флора Сибири. Т. 3: Сурегасеае / Сост. Л.И. Малышев и др. Новосибирск: Наука, 1990. С. 9-10.
16. Тимохина С.А., Бондарева Н.В. *Dichostylis (L.) Nees.* – Дихостилис // Флора Сибири. Т. 3: Сурегасеае / Сост. Л.И. Малышев и др. Новосибирск: Наука, 1990. С. 23-24.
17. Глазунов В.А., Науменко Н.И., Хозяинова Н.В. Определитель сосудистых растений Тюменской области. Тюмень: РГ «Перспект», 2017. 744 с.
18. Положий А.В. *Veronica L.* – Вероника // Флора Сибири. Т. 12: *Solanaceae* – *Lobeliaceae* / Сост. А.В. Положий, С.Н. Выдрина, В.И. Курбатский. Новосибирск: Наука, 1996. С. 12-47.
19. Зеленский Н.Н., Керженцев А.С., Сон Б.К., Быховец С.С. Феномен «Окской флоры» и сравнение условий произрастания степной и лесной растительности в центральной части Европейской России // Степи Северной Евразии: материалы VIII Междунар. симпозиума. Оренбург: Ин-т степи УрО РАН, 2018. С. 391-394.
20. Васильева Л.И. Род Астрагал (*Astragalus L.*) // Флора европейской части СССР / Отв. ред. Ан.А. Федоров. Т. VI. Л.: Наука, 1987. С. 47-76.
21. Выдрина С.Н. *Astragalus L.* – Астрагал // Флора Сибири. Т. 9: *Fabaceae* (*Leguminosae*). Новосибирск: Сибирская издательская фирма ВО Наука, 1994. С. 20-74.
22. Носова Л.М. Флоро-географический анализ северной степи европейской части СССР. М.: Наука, 1973. 200 с.

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

Поступила в редакцию 12.05.2022

Принята к публикации 21.09.2022

**CHARACTERISTICS OF SOME AREAS OF INCREASED FLORISTIC AND PHYTOCENOTIC DIVERSITY IN THE TYUMEN REGION****B. Kharitontsev, E. Popova, V. Allayarova**

Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Russia, Tobolsk  
e-mail: Xaritoncev52@mail.ru

Phyto-diversity is a set of plant species and their ecosystems in a certain territory. The distribution of species, primarily flowering plants, as more visually recognizable in comparison with other taxonomic categories, has point and diffuse character. In the first case, in the territory of the south of Western Siberia, points of growth with a high variety of species are distinguished. Most of these places of growth are ecotonic and are not often found in the region. The description of a number of locations of species with high phyto-variance in the south of the Tyumen region is given (the vicinity of Shcherbak village, the Tyumen region, the vicinity of Tobolsk, the native banks of the Ishim and Tobol rivers, the vicinity of Andreevskoye Lake, the Tyumen region), the likely history of their formation is analyzed.

*Key words:* phytoproduction, species, relic, range, flora, associations.

**References**

1. Brodskii A.K. Bioraznoobrazie: uchebnik dlya studentov uchrezhdenii vysshego professional'nogo obrazovaniya M.: Izdatel'skii tsentr "Akademiya", 2012. 208 s.
2. Krylov P.N. Flora Zapadnoi Sibiri: rukovodstvo k opredeleniyu zapadno-sibirskikh rastenii. T. 12 (dopolnitel'nyi), ch. 1-2. [soch.] P. Krylova; sost. L.P. Sergievskaya; pod red. B.K. Shishkina; Tom. gos. un-t im. V.V. Kuibysheva; Tom. otd-nie Vsesoyuz. botan. o-va. Tomsk: Izdatel'stvo Tomskogo universiteta, 1961, 1964.
3. Naumenko N.I. Flora i rastitel'nost' Yuzhnogo Zaural'ya. Kurgan: Izd-vo Kurgan. gos. un-ta, 2008. 512 s.
4. Glazunov V.A. Stepnaya flora «Ishimskikh bugrov» (Tyumenskaya oblast'). Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya. 2008. N 8. S. 70-79.
5. Glazunov V.A., Sheremetova S.A. Floristicheskoe i fitotsenoticheskoe raznoobrazie "Ishimskikh bugrov" i puti ego sokhraneniya. Problemy vzaimodeistviya cheloveka i prirodnoi sredy: materialy itogovoi nauchnoi sessii Uchenogo soveta SO RAN. Vyp. 3. Tyumen', 2002. S. 121-125.
6. Kharitontsev B.S. Floristicheskie zametki po Tobolu. Tobol'sk: Izd-vo Tobol'skogo gos. ped. in-ta im. D.I. Mendeleeva, 1999. 70 s.
7. Kharitontsev B.S. Fragmentsy rastitel'nosti yuga Tyumenskoj oblasti. Tobol'sk: Izd-vo Tobol'skogo gos. ped. in-ta im. D.I. Mendeleeva, 2000. 120 s.
8. Kapitonova O.A., Kharitontsev B.S., Kapitonov V.I. Novye nakhodki redkikh i ischezayushchikh vidov rastenii na yuge Tyumenskoj oblasti. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2017. N 2(22). S. 1-13.
9. Kharitontsev B.S., Allayarova V.R. Osobennosti protsessov ostepneniya v doline Irtysha v predelakh Tobol'skogo raiona Tyumenskoj oblasti. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal. 2020. N 4(36). S. 209-220.
10. Flora Sibiri: V 14 t. Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1988-2001.
11. Konspekt flory Aziatskoj Rossii: Sosudistye rasteniya. Novosibirsk, 2012. 640 s.
12. Ivanova E.V. Coleanthus Seidel. – Vlagalishchetsvetnik. Flora Sibiri. T. 2: Poaceae (Gramineae). Sost. G.A. Peshkova i dr. Novosibirsk: Nauka, 1990. S. 234.
13. Peshkova G.A. Crypsis Alt. – Skrytnitsa. Flora Sibiri. T. 2: Poaceae (Gramineae). Sost. G.A. Peshkova i dr. Novosibirsk: Nauka, 1990. S. 234.

14. Govorukhin V.S. Flora Urala. Opredelitel' rastenii, obitayushchikh na gorakh Urala i v ego predgor'yakh ot beregov Karskogo morya do yuzhnykh predelov lesnoi zony. Sverdlovsk: Obl. izd-vo, 1937. 536 s.
15. Timokhina S.A., Bondareva N.V. Cyperus L. – Syt'. Flora Sibiri. T. 3: Cyperaceae. Sost. L.I. Malyshev i dr. Novosibirsk: Nauka, 1990. S. 9-10.
16. Timokhina S.A., Bondareva N.V. Dichostylis (L.) Nees. – Dikhostilis. Flora Sibiri. T. 3: Cyperaceae. Sost. L.I. Malyshev i dr. Novosibirsk: Nauka, 1990. S. 23-24.
17. Glazunov V.A., Naumenko N.I., Khozyainova N.V. Opredelitel' sosudistykh rastenii Tyumenskoi oblasti. Tyumen': RG "Prospekt", 2017. 744 s.
18. Polozhii A.V. Veronica L. – Veronika. Flora Sibiri. T. 12: Solanaceae – Lobeliaceae. Sost. A.V. Polozhii, S.N. Vydrina, V.I. Kurbatskii. Novosibirsk: Nauka, 1996. S. 12-47.
19. Zelenskii N.N., Kerzhentsev A.S., Son B.K., Bykhovets S.S. Fenomen "Okskoi flory" i sravnenie uslovii proizrastaniya stepnoi i lesnoi rastitel'nosti v tsentral'noi chasti Evropeiskoi Rossii. Stepi Severnoi Evrazii: materialy VIII Mezhdunar. simpoziuma. Orenburg: In-t stepi UrO RAN, 2018. S. 391-394.
20. Vasil'eva L.I. Rod Astragal (Astragalus L.). Flora evropeiskoi chasti SSSR. Otv. red. An.A. Fedorov. T. VI. L.: Nauka, 1987. S. 47-76.
21. Vydrina S.N. Astragalus L. – Astragal. Flora Sibiri. T. 9: Fabaceae (Leguminosae). Novosibirsk: Sibirskaya izdatel'skaya firma VO Nauka, 1994. S. 20-74.
22. Nosova L.M. Floro-geograficheskii analiz severnoi stepi evropeiskoi chasti SSSR. M.: Nauka, 1973. 200 s.

#### Сведения об авторах:

Борис Степанович Харитонцев

Д.б.н., доцент, старший научный сотрудник, Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения РАН  
ORCID 0000-0002-4316-3913

Boris Kharitontsev

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Tobol Complex Scientific Station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Елена Ивановна Попова

К.б.н., старший научный сотрудник, Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения РАН  
ORCID: 0000-0002-6874-8133

Elena Popova

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Tobol Complex Scientific Station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Венера Робертовна Аллаярова

Аспирант, младший научный сотрудник, Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения РАН  
ORCID 0000-0002-6096-1044

Venera Allayarova

Graduate student, Associate Researcher, Tobol Complex Scientific Station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

**Для цитирования:** Харитонцев Б.С., Попова Е.И., Аллаярова В.Р. Характеристика некоторых участков повышенного флористического и фитоценотического разнообразия в Тюменской области // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 40-53. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-3-40-53

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА  
ИЗМЕНЕНИЕ АРЕАЛА САЙГАКА НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДА  
ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

**Е.А. Дергачёва, Н.О. Рябинина**

Волгоградский государственный университет, Россия, Волгоград

e-mail: elena.derga4yova@gmail.com

В статье рассматриваются изменения растительных сообществ на территории северо-запада Прикаспийской низменности в местах ежегодной регистрации сайгаков. Проанализированы данные хода температур и осадков на приграничных участках за период с 2015 по 2021 гг. Определено общее проективное покрытие и средняя биопродуктивность наземной фитомассы на ключевых участках. Установлены причины массового прибытия сайгаков с территории Республики Казахстан.

*Ключевые слова:* сайгак, природные факторы, антропогенные факторы, северо-запад Прикаспийской низменности, Прикаспийская низменность, биопродуктивность геосистем.

### Введение

В последние годы на территорию Волгоградской области регулярно стали заходить группы сайгаков с территории Западного Казахстана численностью свыше ста голов. Таких заходов не наблюдалось с середины 2000 года [1].

На ареал распространения и численность сайгаков на территории России влияют не только антропогенные, но и природные факторы. Почти век назад сайгаки были типичными обитателями степей юга России. Но за прошедшие десятилетия численность степных антилоп резко снизилась. В настоящий момент на территории Российской Федерации и других государств они находятся под угрозой исчезновения.

В 1921 году был издан закон, запрещавший охоту на сайгаков, поскольку ценными в антилопе считались рога, а также мясо. Благодаря этим мерам к середине XX века на территорию бывшего Советского Союза кочевали стада из миллиона сайгаков. Этот запрет был снят, и началась охота на антилоп. Позже к охоте добавилось освоение территорий. Строительство оросительно-обводнительных систем превратила пастбища сайгаков в пустоши. Спустя некоторое время, рогами сайгака заинтересовались на востоке – их начали использовать в оздоровительных целях в китайской народной медицине.

В настоящее время сайгак занесен в Международную Красную книгу как вид, находящийся на грани исчезновения. На сегодняшний день не удалось полностью победить браконьерство, и вряд ли это представится возможным, поскольку спрос на рога сайгака до сих пор растет на черном рынке. Помимо столкновения с браконьерами, жизни сайгаков угрожают и климатические изменения на территориях их обитания, а именно, сильные морозы и высота снежного покрова зимой, а также смертельные засухи летом; среди антилоп нередки также и различные заболевания [2].

В начале XXI века единый ареал распался на три фрагмента: Восточно-Казахстанский, Западно-Казахстанский и Черноземельский.

Цель исследования: установление природных и антропогенных факторов, повлиявших на изменение ареала обитания сайгака на территории северо-запада Прикаспийской низменности.

**Материалы и методы**

Район исследования охватывает северо-запад Прикаспийской низменности, который относится к следующим ландшафтным районам: Прикаспийской Хвалынской морской низменности и Приэльтонскому солончаково-солёноозерному [3, 4].

Северная часть района исследования относится к подзоне сухих степей, а восточная – к опустыненной. Особой чертой восточно-европейской полупустыни является молодость её зональных ландшафтов, связанная с геологической молодостью этой части Русской равнины. Основным зональным типом растительности полупустынной ландшафтной зоны являются опустыненные полынно-типчаково-ковыльные степи на светло-каштановых почвах. Засоленность суглинистых морских хвалынских отложений, являющихся почвообразующими породами, и неглубоко залегающих минерализованных подземных вод, обуславливают первичную обогащенность почв солями, на которых развивается галофильная растительность, а также широкое распространение солончаков. Для ландшафтов Приэльтонского района зональными являются сообщества лерхополынно-типчаково-ковыльных и полынно-житняково-типчаково-ковыльных степей на светло-каштановых почвах, занимающих микроповышения, в комплексе с полукустарничковыми сообществами с преобладанием полыни черной (*Artemisia pauciflora* Web.) и Лерха (*A. lerchiana* Web. ex Stechm.), прутняка (*Kochia prostrata* (L.) Schrad.), ромашника (*Pyrethrum achilleifolium* Bieb.) и типчака на солонцах. В микрозападинах, лиманах, падинах с лугово-каштановыми почвами формируются злаковые и разнотравно-злаковые сообщества, изредка с кустами спиреи. На солончаковых почвах и солончаках вокруг озера Эльтон встречаются сообщества гипергалофилов – бюргуна (*Anabasis salsa* C.A. Mey.), сарсазана (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb.), солероса (*Salicornia europaea* Willd.), кокпека (*Atriplex cana* C.A. Mey.), однолетних солянок, с участием галофильных полыней (черной, сантонской и др.), родов сведы (*Suaeda*), кермека (*Limonium*), петросимонии (*Petrosimonia*); вид селитрянки Шобера (*Nitraria schoberi* L.) [5, 6].

Для достижения поставленной цели проводились полевые комплексные ландшафтные исследования. В ландшафтном отношении северная часть Прикаспийской низменности (севернее широтного отрезка реки Еруслан) представляет собой сухие степи на каштановых почвах с преобладанием злаковой растительности (рис. 1). Большая часть этих земель в настоящее время распахана. Южнее Еруслана господствуют полупустынные ландшафты, их основной чертой является комплексность почвенно-растительного покрова. Плоские участки степи с преобладанием злаков на светло-каштановых почвах чередуются с понижениями и западинами глубиной 0,4-1 м, занятыми солонцеватыми почвами и растительностью из полыней и различных маревых. Переходы между этими элементами заняты лугово-каштановыми почвами со значительной долей разнотравья в травостое. Площадь отдельных элементов невелика, и вместе они составляют характерный трёхчленный комплекс полупустынного ландшафта [1, 7, 8].

На территории северо-запада Прикаспийской низменности в 2015 и 2021 гг. проводились комплексные ландшафтные исследования и маршрутные наблюдения за животными, были заложены ключевые участки и учётные (укосные) площадки для определения продуктивности наземной части фитоценозов в местах регистрации сайгаков в весенне-летний период. Местоположения точек наблюдения, комплексного описания ландшафтных фаций и учётных площадок фиксировались с помощью спутникового навигатора (GPS) и отмечались на карте (рис. 1). Материалы наблюдений фиксировались с использованием стандартных бланков описания точек наблюдения и фаций [2, 9].

На ключевых участках и точках наблюдения изучались зональные сообщества сухих и опустыненных степей: дерновинно-злаковые (ковылково-житняковые и др.), полынно-дерновинно-злаковые [10, 11].



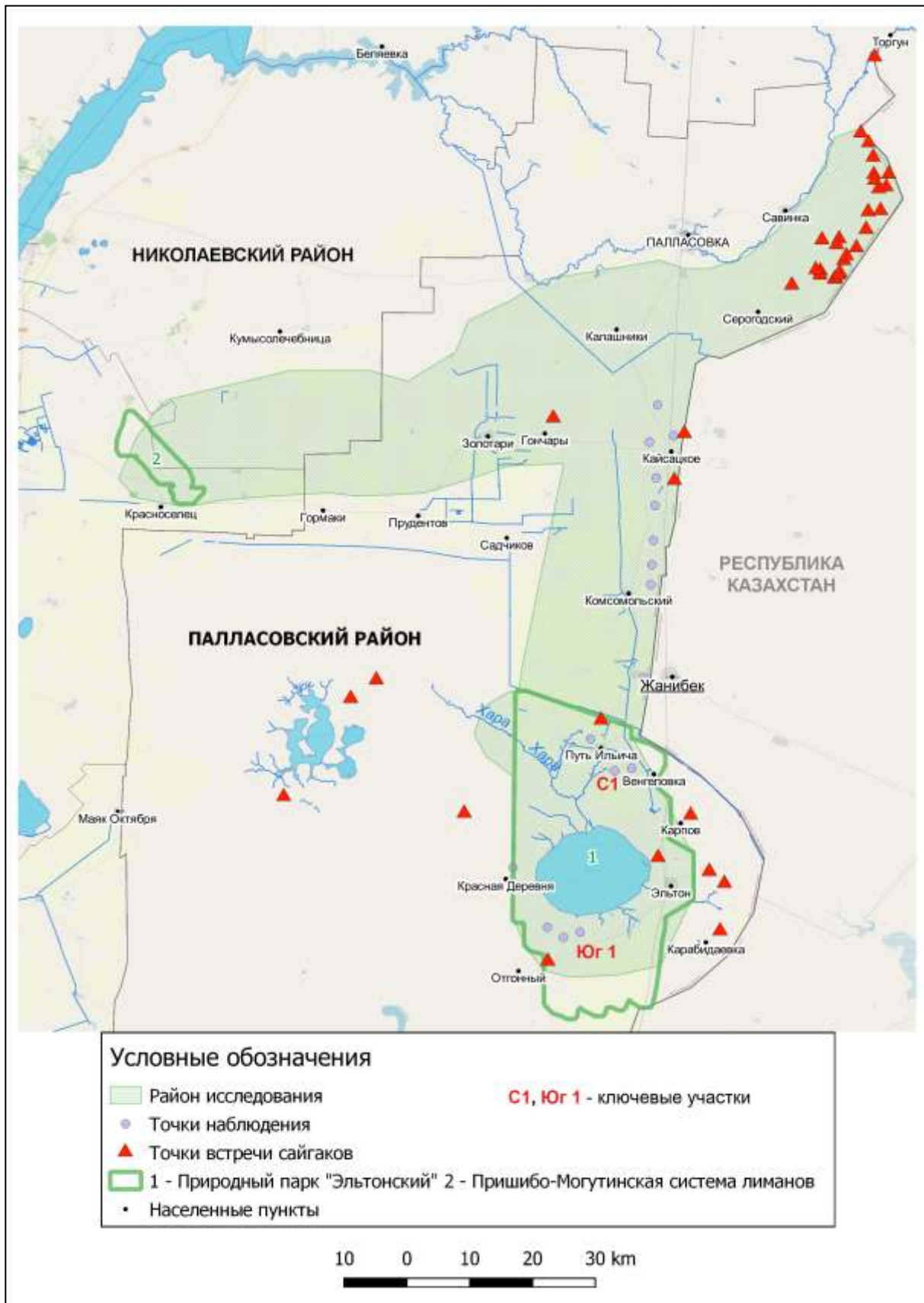


Рисунок 1 – Карта-схема района исследования на территории северо-запада Прикаспийской низменности

На участках площадью 100 м<sup>2</sup> проводилось комплексное изучение географических компонентов, современных геоэкологических процессов, отмечалось хозяйственное использование и степень антропогенной нагрузки геосистем. Исследования проводились Н.О. Рябининой 01.07.2015 г. и 12.06.2021 г. [2, 6, 9-12]. При описании растительных сообществ определялись проективное покрытие, видовой состав, жизненность и фенофаза растений, горизонтальная и вертикальная структура сообществ. Степень участия отдельных видов в травостое определялась методами учета их относительного обилия по шкале Друде.

Наряду с микроклиматическими, геоморфологическими, гидрологическими, почвенными исследованиями, проводились наблюдения за изменением видового состава и структуры растительных сообществ, количественный учёт биологической продуктивности травянистых сообществ (запасов надземной растительной массы) и мортмассы, зависимости продуктивности от режима природопользования и природных особенностей территории [13].

По методике определения биопродуктивности, разработанной Н.И. Базилевичем и Л.Е. Родиным, на ключевом участке 10x10 м была заложена укосная площадка 0,5x5 м рядом с почвенным шурфом. На ней определялся флористический состав и строение растительных сообществ. С каждого квадрата ножницами срезались растения и упаковывались в листы бумаги для дальнейшей транспортировки. В камеральных условиях укосы высушивались до воздушно-сухого состояния. После высушивания сухая масса взвешивалась [14]. Таким образом была определена средняя биопродуктивность наземной фитомассы (в сухом виде).

### Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований было установлено, что за последние годы произошли изменения в локальных геосистемах северо-запада Прикаспийской низменности. В результате анализа изменения метеорологических компонентов было установлено, что при небольшом снижении средних летних температур постепенно нарастает количество осадков в весенне-летний период.

За последние 3 года на территории Прикаспийской низменности изменились экологические и климатические условия, а также продуктивность ландшафтов. В Западном Казахстане в 2020 и 2021 гг. выдалась экстремальная засуха [15]. На протяжении мая – начала июня осадки не выпадали. Кормовая база в Республике Казахстан была ослаблена, поэтому часть западно-казахстанской популяции сайги мигрировала на северо-запад Прикаспийской низменности (на территорию Волгоградской области). Были проанализированы статистические данные по изменению температур в течение 2015-2021 гг. и количество осадков по сезонам (рис. 2, 3). На основании анализа полученных данных были построены графики и составлены таблицы изменения температур и осадков. Было установлено, что за исследуемый период средние летние температуры практически оставались неизменными. Лишь в 2017 г. в поселке Эльтон средняя температура составляла +20,7 °С, а в Палласовке +19,5 °С в 2019 г., осадки, за исследуемый период, имели тенденцию к увеличению (табл. 1, 2) [16]. На некоторых участках северо-запада Прикаспийской низменности (ярким примером является северо-восток Палласовского района) многие годы не ведётся сельскохозяйственная деятельность из-за вторичного засоления орошаемой пашни. Заброшенные поля – вторичные солончаки густо покрыты однолетними солянками, полынью, дерновинными злаками, а также сорными видами разнотравья, что привлекло на эту территорию сайгаков, а наблюдавшееся в последние годы увеличение осадков повысило продуктивность растительных сообществ на пастбищах.

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

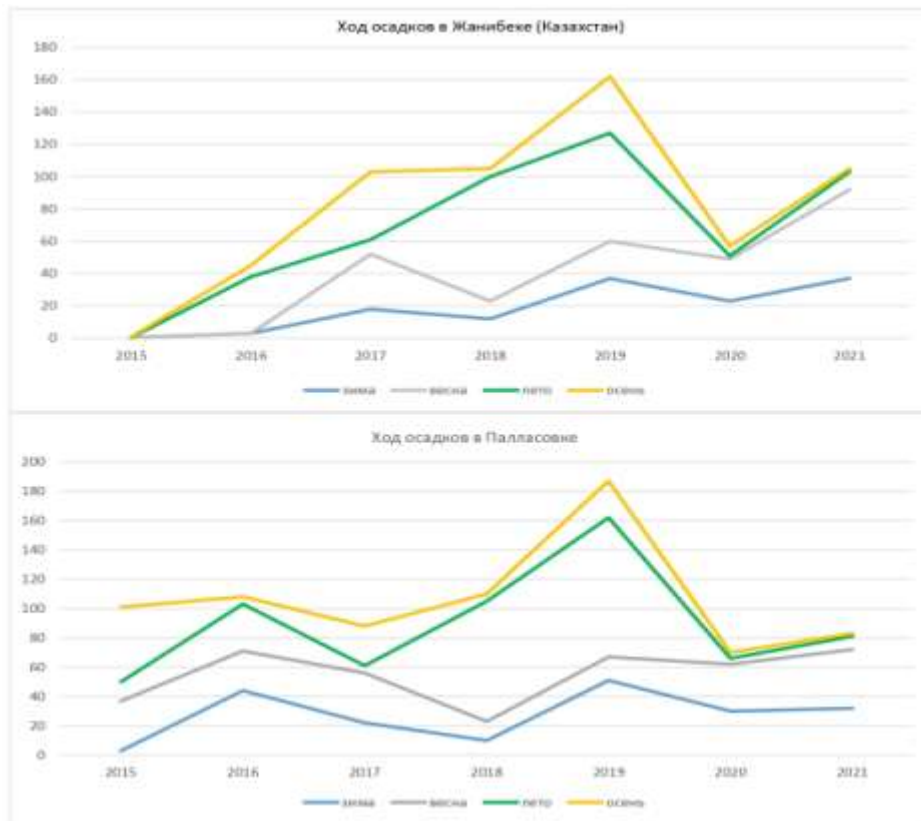


Рисунок 2 – Сравнение хода температур воздуха в Жанибике (Республика Казахстан) и Палласовке в период массовой миграции сайгаков 2015-2021 гг.

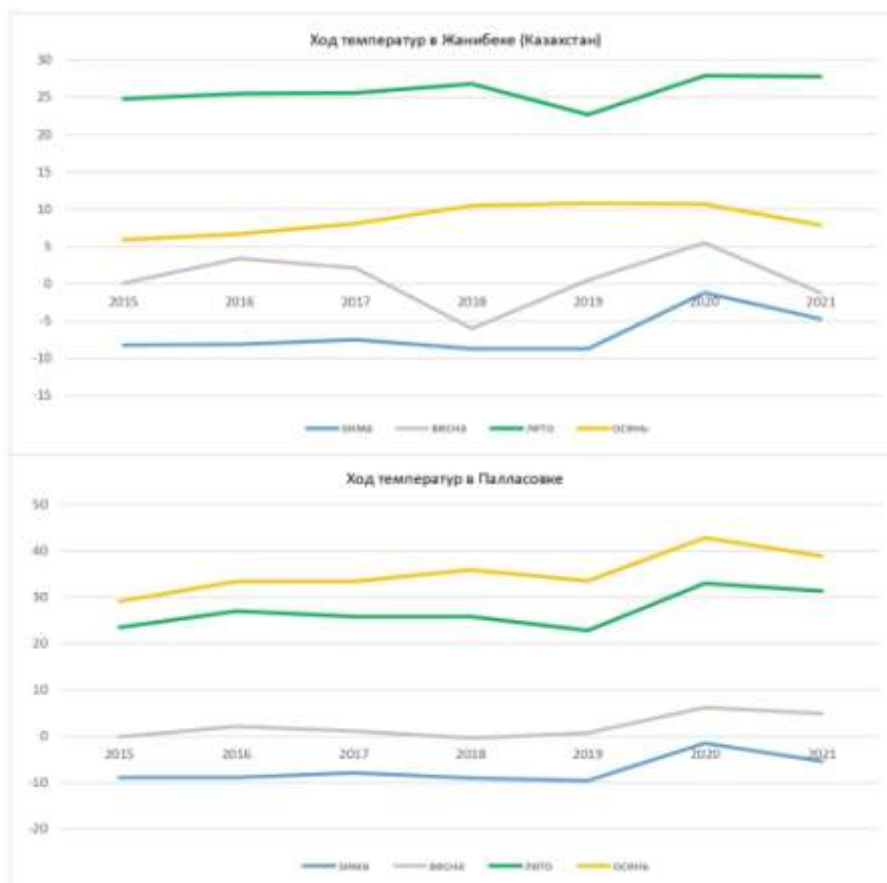


Рисунок 3 – Сравнение хода выпавших осадков в Жанибике (Республика Казахстан) и Палласовке в период массовой миграции сайгаков 2015-2021 гг.

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Таблица 1 – Ход температур воздуха и осадков в посёлке Эльтон в период массовой миграции сайгаков 2015-2021 гг.

Температура												
Год	Янв	Февр	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек
2015	-7,8	-5,1	0,8	9,7	18,9	26,4	25,6	23,7	20,3	6,5	2,9	0,1
2016	-8	0,3	3,5	11,6	17,9	23,4	26	28	15,4	7,1	-1,1	-7,8
2017	-7	-7,1	2,6	9,7	16,1	20,7	26,6	27	18,3	8,5	2,5	-2,5
2018	-8,4	-8,4	-5,2	9,5	20,9	23,6	27,4	24	19,2	10,8	-1,2	-6
2019	-7,9	-6,2	1,4	11,1	19,3	26,1	23,4	22,3	15,4	11,1	-0,5	-1,8
2020	-0,9	-0,9	5,9	8,2	16,5	25,3	28,7	22,8	17,7	11,2	0,7	-9,2
2021	-4,4	-6,2	-0,8	11	20,5	24,8	28,2	28,9	14,8	8,2	2,4	-2,6

Осадки													
Год	Янв	Февр	Мар	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек	За год
2015	7	1	4	22	20	9	16	11	16	17	32	27	192
2016	30	6	27	16	49	18	81	10	30	5	27	29	327
2017	11	21	18	28	58	21	2	0,5	9	52	6	25	250
2018	7	23	30	16	2	0,8	70	13	22	12	11	49	254
2019	19	4	42	26	22	9	69	11	23	41	0,0	7	274
2020	13	22	2	20	43	45	0,9	5	3	9	9	10	182
2021	30	18	42	77	28	68	25	0,0	62	2	26	30	409

Таблица 2 – Ход температур воздуха и осадков в посёлке Верхний Баскунчак в период массовой миграции сайгаков 2015-2021 гг.

Температура												
Год	Янв	Февр	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек
2015	-6,7	-3,7	2,3	10,3	18,9	27	26,1	24,0	20,5	6,9	3,2	0,5
2016	-6,6	0,6	4,0	12,4	18,2	23,5	26,1	28,2	16	7	-0,5	-6,7
2017	-5,9	-6,8	3,3	10,2	16,9	21,5	27,1	27,2	18,9	8,9	2,9	-2,1
2018	-7,8	-6,4	-3,5	9,7	21,3	24	27,5	23,9	19,1	10,8	-0,4	-4,1
2019	-5,9	-5,0	2,8	11,2	19,7	27,2	24,2	23,3	15,6	11,2	-0,3	-1,1
2020	-0,9	-0,3	6,5	8,6	16,7	26,5	28,7	22,9	18,2	11,9	1,1	-8
2021	-3,7	-4,7	-0,0	11,7	20,8	25,4	28,3	28,9	15,5	8,2	2,6	-1,4

Осадки													
Год	Янв	Февр	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Дек	За год
2015	24	2	0,8	22	17	15	40	11	24	14	32	31	232
2016	22	6	22	7	136	6	57	0,7	26	19	17	45	364
2017	10	36	21	32	19	15	9	3	26	32	17	44	264
2018	8	36	39	13	0,5	2	66	5	34	9	8	52	273
2019	12	7	33	30	9	3	61	6	37	33	0,9	14	246
2020	20	46	3	6	38	26	7	15	2	8	13	12	195
2021	15	13	62	60	27	32	20	0,0	47	0,7	25	48	349

На северо-западе Прикаспийской низменности в течение мая-июня 2021 г. выпадали обильные осадки, и средняя высота травостоя в районе Палласовки – Эльтона составляла 50 см, в связи с этим увеличилась продуктивность пастбищ. Зимы на северо-западе Прикаспийской низменности выдалась сравнительно теплыми, в связи с этим высота снежного покрова была минимальной и составляла менее 15-20 см, что благоприятно сказалось на приход сайгаков.

Одна третья часть годового количества осадков выпадала в весенне-летний период (апрель-июнь). Преобладали обложные дожди. Вследствие этого возросла продуктивность наземной фитомассы с 12-18 ц/га в 2015 г. до 25-30 ц/га в 2021 году на ключевом участке «юг 1», а на участке «север 1» – с 18 ц/га в 2015 г. до 35-40 ц/га в 2021 г. Увеличилась высота травостоя на участке «юг 1» с 40 см в 2015 г. до 55 см в 2021 г., а на участке «север 1» высота увеличилась с 35 см в 2015 г. до 60 см в 2021 году. Увеличилось проективное покрытие на участке «юг 1» с 55-60 % в 2015 г. до 65-70 % в 2021 году, а на участке

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

«север 1» общее проективное покрытие травами и полукустарничками изменилось с 50 % в 2015 г. до 65 % в 2021 году (табл. 3, 4). Значительно изменился видовой состав фитоценозов, возросла доля дерновинных злаков и разнотравья. В 2021 году наблюдалась «вспышка» бобовых (донник, люцерна, мышиный горошек).

Таблица 3 – Динамика сообществ на ключевом участке «юг 1»

№	Виды растений (латинские названия)	2015			2021		
		Обилие	Фенофаза	Высота, см	Обилие	Фенофаза	Высота, см
1	<i>Stipa lessingiana</i>	cop1	усых	20	cop1	плод	40
2	<i>Agropyron cristatum</i>	cop1	плод	40	cop1	плод	50-60
3	<i>Agropyron desertorum</i>	cop1	плод	40	sp	плод	50-60
4	<i>Festúca valesiáca</i>	sp	усых	20	cop1	плод	30
5	<i>Artemisia lerchiana</i>	sp	бут	30	sp	вег	35
6	<i>Medicago romanica</i>	sol	цвет	20	sp	цвет	60
7	<i>Euphorbia undulata</i>	sol	цвет	30	sol	цвет	60
8	<i>Artemisia austriaca</i>	sol	вег	15	sol	вег	15
9	<i>Melilotus officinalis</i>	un	цвет	50	sol	цвет	100
10	<i>Onopordum acanthium</i>	un	усых	50	un	цвет	80
11	<i>Euphorbia virgata</i>	un	цвет	40	sol	цвет	60
12	<i>Stipa capillata</i>	un	цвет	50	sp	вег	70
13	<i>Poa bulbosa</i>	sp	усых	10	sol	усых	15
14	<i>Vicia cracca</i>	-			sol	цвет	60
15	<i>Elytrigia repens</i>	-			sp	цвет	90
16	<i>Salvia tesquicola</i>	-			sol	цвет	80
17	<i>Gypsophila paniculata</i>	-			sol	цвет	90
Общее проективное покрытие травами и полукустарничками		55-60 %			65-70 %		
Средняя высота травостоя		40 см			55 см		
Мохово-лишайниковый покров, проективное покрытие		10 %			10 %		
Средняя биопродуктивность наземной фитомассы (в сухом виде)		12-18 ц/га			25-30 ц/га		

Таблица 4 – Динамика сообществ на ключевом участке «север 1»

№	Виды растений (латинские названия)	2015			2021		
		Обилие	Фенофаза	Высота, см	Обилие	Фенофаза	Высота, см
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1	<i>Stipa lessingiana</i>	sp	усых	20	cop	плод	40
2	<i>Stipa capillata</i>	cop	цвет	50-70	cop	вег	80
3	<i>Stipa zaleskii</i>	cop	усых	25	cop	плод	35
4	<i>Festúca valesiáca</i>	cop	усых	15	cop	плод	40
5	<i>Artemisia lerchiana</i>	cop	бут	10-30	sp	вег	40
6	<i>Artemisia austriaca</i>	cop	ве.	5	sp	вег	12
7	<i>Dianthus andrzejowskianus</i>	sp	цвет	20-30	sp	бут	50
8	<i>Agropyron cristatum</i>	sol	плод	35	sp	цвет	50-60
9	<i>Artemisia pauciflora</i>	sol	вег	20-25	sol	вег	30
10	<i>Phlomis pungens</i>	sol	усых	20	sol	бут	50
11	<i>Limonium gmelinii</i>	sol	цвет	40	sol	вег	50
12	<i>Tanacetum achilleifolium</i>	un	усых	10-30	un	цвет	30
13	<i>Silene wolgensis</i>	un	плод	20-30	sol	цвет	40
14	<i>Melilotus officinalis</i>	un	усых	50	sp	цвет	100
15	<i>Euphorbia virgata</i>	un	цвет	40	sol	бут	50
16	<i>Medicago romanica</i>	un	цвет	25	sp	цвет	60
17	<i>Dianthus borbasii</i>	un	цвет	30	sol	бут	50
18	<i>Kochia prostrata</i>	un	вег	20	sol	вег	35
19	<i>Ferula caspica</i>	un	цвет	50	un	вег	60

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

1	2	3	4	5	6	7	8
20	<i>Tulipa biebersteiniana</i>	un	засох	20	sp	засох	25
21	<i>Salvia tesquicola</i>	-			sol	бут	40
22	<i>Vicia cracca</i>	-			sp	цвет	60
23	<i>Elytrigia repens</i>	-			sp	цвет	90
Общее проективное покрытие травами и полукустарничками		50 %			65 %		
Средняя высота травостоя		35см			60 см		
Мохово-лишайниковый покров, проективное покрытие		10 %			10 %		
Средняя биопродуктивность наземной фитомассы (в сухом виде)		18 ц/га			35-40 ц/га		

Помимо климатических изменений, повлиявших на массовую миграцию сайгаков на территорию северо-запада Прикаспийской низменности, ещё одной немаловажной проблемой является браконьерство, которое отчетливо наблюдается в Казахстане и в меньшей степени в Волгоградской области. Браконьерами обычно являются сельские местные жители, а также любители охоты.

Охота на сайгаков довольно проста и практикуется местными жителями. Прежде всего отстреливают взрослых самцов, поскольку они имеют крупные размеры рогов, а значит обладают и высокой стоимостью на черном рынке. Рога очень ценятся в восточной медицине, но кроме этого, не меньшей ценностью обладает и мясо сайгака [17].

Браконьерство коренным образом меняет половую структуру особей, приводит к снижению эффективности их размножения. Отстрелы сайгаков отмечались летом 2021 года и на северо-западе Прикаспийской низменности (Волгоградская область). Жизни сайгаков угрожают также инфекционные заболевания, среди которых распространены геморрагическая септицемия, ящур и чума.

### Выводы

Проведённые на северо-западе Прикаспийской низменности исследования позволили определить природные факторы, вызвавшие миграцию части западно-казахстанской популяции сайгаков на территорию Волгоградской области: увеличение количества осадков в весенне-летний период, относительно теплые зимы и низкая высота снежного покрова, повлиявшие на повышение продуктивности пастбищ, а также антропогенные факторы: слабое или полное отсутствие сельского хозяйства, низкий уровень браконьерства на этой территории, поскольку это пограничная полоса вдоль государственной границы, где запрещена хозяйственная деятельность, в этой полосе расположен природный парк «Эльтонский», а западнее от него осуществляется охранный режим на военном полигоне Капустин Яр.

### Список литературы

1. Солодовников Д.А., Шинкаренко С.С. Сайгак (*Saiga tatarica*) и проблемы природопользования в Волгоградском Заволжье // Исследования изменений атмосферы, климата и динамики ландшафтов: Материалы V Кавказского Междунар. эколог. форума. Грозный, 2021. С. 284-287.
2. Ротшильд Е.В. О причинах гибели сайгаков и других копытных в природе // Степной бюллетень. 2018-2019. № 51-52. С. 52-57.

3. Калюжная И.Ю. Особенности и динамика природопользования территории Приэльтонья за последние 20 лет // Биоразнообразие и проблемы природопользования в Приэльтонье: сб. науч. трудов. Волгоград, 2006. С. 107-111.
4. 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.
5. Рябинина Н.О. Природа и ландшафты Волгоградской области: монография. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2015. 370 с.
6. Рябинина Н.О. Устойчивость ландшафтов и современная экологическая ситуация на территории Эльтонского природного парка // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. Волгоград, 2015. С. 397-403.
7. Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. М.: Наука, 1979. 142 с.
8. Абатуров Б.Д., Горбунов С.С., Кошкина А.И. Особенности кормовой растительности как одна из возможных причин массовой гибели сайгаков на степных пастбищах // Аридные экосистемы. 2021. Т. 27. № 4(89). С. 93-100.
9. Курченко Ф.П. Об инфекционной патологии сайгаков и их опасности в распространении болезней рогатого скота // Вирусные болезни сельскохозяйственных животных. Владимир, 1995. С. 216-220.
10. Рябинина Н.О. Современная геоэкологическая ситуация и проблемы природопользования в Приэльтонье // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград, 2016. С. 286-296.
11. Рябинина Н.О. Руководство по проведению полевой практики по ландшафтоведению и ландшафтному планированию. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2004. 120 с.
12. Левина Ф.Я. Зона полупустынь // Юго-восток Европейской части СССР. М.: Наука, 1971. С. 230-240.
13. Рябинина Н.О. Геоэкологические проблемы ландшафтов степной зоны (на примере Волгоградской области) // Инновации в геоэкологии: теория, практика, образование: Материалы Всеросс. науч. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2010. С. 105-109.
14. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1967. 143 с.
15. Юферев В.Г., Ткаченко Н.А. Динамика осадков и температуры в летний период на территории Волгоградского Заволжья // Известия НВ АУК. 2021. № 2(62). С. 467-474.
16. Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения: 29.07.2022).
17. Состояние некоторых региональных ООПТ, сохраняющих интразональные ландшафтные комплексы / Д.А. Солодовников, Д.А. Семенова, Н.А. Кукушкина, Е.А. Дергачёва // Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности регионов: Материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград, 2022. С. 178-180.

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

Поступила в редакцию 25.07.2022  
Принята к публикации 21.09.2022

**INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE CHANGE OF SAIGA RANGE IN THE NORTH-EAST PART OF THE CASPIAN LOWLAND****E. Dergacheva, N. Ryabinina**

Volgograd State University, Russia, Volgograd

e-mail: elena.derga4yova@gmail.com

The article discusses changes in plant communities in the north-west of the Caspian lowland in the places of annual registration of saigas. The data on the course of temperatures and precipitation in the border areas for the period from 2015 to 2021 are analyzed. The total projective cover and the average bioproductivity of terrestrial phytomass in key areas were determined. The reasons for the mass arrival of saigas from the territory of the Republic of Kazakhstan have been established.

*Key words:* saiga, natural factors, anthropogenic factors, Volgograd Trans-Volga region, Caspian lowland, bioproductivity of geosystems.

**References**

1. Solodovnikov D.A., Shinkarenko S.S. Saigak (Saiga tatarica) i problemy prirodopol'zovaniya v Volgogradskom Zavolzh'e. Issledovaniya izmenenii atmosfery, klimata i dinamiki landshaftov: Materialy V Kavkazskogo Mezhdunar. ekolog. foruma. Groznyi, 2021. S. 284-287.
2. Rotshil'd E.V. O prichinakh gibeli saigakov i drugikh kopytnykh v prirode. Stepnoi byulleten'. 2018-2019. N 51-52. S. 52-57.
3. Kalyuzhnaya I.Yu. Osobennosti i dinamika prirodopol'zovaniya territorii Priel'ton'ya za poslednie 20 let. Bioraznoobrazie i problemy prirodopol'zovaniya v Priel'ton'e: sb. nauch. trudov. Volgograd, 2006. S. 107-111.
4. Ryabinina N.O. Vliyanie pozharov na stepnye i polupustynnye landshafty yugo-vostoka Russkoi ravniny (na primere prirodnykh parkov Volgogradskoi oblasti). Geografiya i prirodnye resursy. 2018. N 4. C. 38-46.
5. Ryabinina N.O. Priroda i landshafty Volgogradskoi oblasti: monografiya. Volgograd: Izd-vo VolGU, 2015. 370 s.
6. Ryabinina N.O. Ustoichivost' landshaftov i sovremennaya ekologicheskaya situatsiya na territorii El'tonskogo prirodnogo parka. Ekologicheskaya bezopasnost' i okhrana okruzhayushchei sredy v regionakh Rossii: teoriya i praktika: materialy Vseross. nauch-prakt. konf. Volgograd, 2015. S. 397-403.
7. Doskach A.G. Prirodnoe raionirovanie Prikaspiiskoi polupustyni. M.: Nauka, 1979. 142 s.
8. Abaturov B.D., Gorbunov S.S., Koshkina A.I. Osobennosti kormovoi rastitel'nosti kak odna iz vozmozhnykh prichin massovoi gibeli saigakov na stepnykh pastbishchakh. Aridnye ekosistemy. 2021. T. 27. N 4(89). S. 93-100.
9. Kurchenko F.P. Ob infektsionnoi patologii saigakov i ikh opasnosti v rasprostraneni boleznei rogatogo skota. Virusnye bolezni sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh. Vladimir, 1995. S. 216-220.
10. Ryabinina N.O. Sovremennaya geoeologicheskaya situatsiya i problemy prirodopol'zovaniya v Priel'ton'e. Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost': materialy III Mezhdunar. nauch-prakt. konf. Volgograd, 2016. S. 286-296.
11. Ryabinina N.O. Rukovodstvo po provedeniyu polevoi praktiki po landshaftovedeniyu i landshaftnomu planirovaniyu. Volgograd: Izd-vo VolGU, 2004. 120 s.
12. Levina F.Ya. Zona polupustyn'. Yugo-vostok Evropeiskoi chasti SSSR. M.: Nauka, 1971. S. 230-240.



13. Ryabinina N.O. Geoekologicheskie problemy landshaftov stepnoi zony (na primere Volgogradskoi oblasti). Innovatsii v geoekologii: teoriya, praktika, obrazovanie: Materialy Vseross. nauch. konf. M.: Geograficheskii fakul'tet MGU, 2010. S. 105-109.
14. Rodin L.E., Remezov N.P., Bazilevich N.I. Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu dinamiki i biologicheskogo krugovorota v fitotsenozakh. L.: Nauka, 1967. 143 s.
15. Yuferev V.G., Tkachenko N.A. Dinamika osadkov i temperatury v letnii period na territorii Volgogradskogo Zavolzh'ya. Izvestiya NV AUK. 2021. № 2(62). S. 467-474.
16. Pogoda i klimat. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (data obrashcheniya: 29.07.2022).
17. Sostoyanie nekotorykh regional'nykh OOPT, sokhranyayushchikh intrazonal'nye landshaftnye komplekсы. D.A. Solodovnikov, D.A. Semenova, N.A. Kukushkina, E.A. Dergacheva. Problemy ustoichivogo razvitiya i ekologo-ekonomicheskoi bezopasnosti regionov: Materialy XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Volgograd, 2022. S. 178-180.

#### Сведения об авторах:

Елена Анатольевна Дергачёва

Студентка кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет

Elena Dergacheva

Student of the Department of Geography and Cartography, Volgograd State University

Наталья Олеговна Рябинина

К.г.н., доцент кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет

ORCID 0000-0003-3981-8845

Natalia Ryabinina

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geography and Cartography, Volgograd State University

**Для цитирования:** Дергачёва Е.А., Рябинина Н.О. Влияние природных и антропогенных факторов на изменение ареала сайгака на территории северо-запада Прикаспийской низменности // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 54-64. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-3-54-64

**РЕДКИЕ ПТИЦЫ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ УРАЛ:  
СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ  
ФАКТОРЫ И УГРОЗЫ**

**Е.В. Барбазюк**

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: argentatus99@yandex.ru

В статье представлен краткий обзор редких видов птиц, встречающихся в пределах р. Урал и его притоков. Приводятся ключевые местообитания редкой орнитофауны, в числе которых дельта р. Урал, внесенная в Список Рамсарских угодий. Из 16 описанных видов 13 встречаются в дельте р. Урал и сопредельной акватории Каспийского моря. В статье также перечислены основные лимитирующие факторы и угрозы для редкой орнитофауны. Сокращение численности большинства редких птиц, как предполагается, в первую очередь связано с климатическими перестройками, наблюдающимися в последние десятилетия на территории Евразии. Аридизация климата в бассейне р. Урал приводит к исчезновению подходящих местообитаний и снижению кормовой базы всех описанных водоплавающих, дневных хищных и околоводных птиц.

*Ключевые слова:* трансграничная река Урал, дельта, редкая орнитофауна, Каспийское море, Россия, Казахстан, Рамсарские угодья.

**Введение**

Река Урал – третья по длине река Европы протяженностью 2428 км и с площадью бассейна около 231 тыс. квадратных километров. Урал течёт по территории двух государств – России и Казахстана. На своем пути с севера на юг эта трансграничная река пересекает не только государственную границу двух стран, но и границы четырех природных зон: горную лесостепь в верховьях, степи в срединном течении, полупустыни и пустыни в нижнем течении. Все притоки Урала, среди которых Суундук, Сакмара и Илек, находятся исключительно в его верхнем и среднем течении на территории России. В пределах Казахстана, ниже г. Уральска, река не принимает ни одного притока, теряя на пути к Каспийскому морю около 20 % суммарного стока [1].

Протекая по различным ландшафтам, Урал формирует разнообразие угодий, благоприятных для пребывания водоплавающих и околоводных птиц, а также некоторых пернатых хищников в различные сезоны года. В числе таких мест пойма р. Урал в Губерлинском мелкосопочнике и прилегающая Айтуарская степь заповедника «Оренбургский» в среднем течении, пойма р. Урал у впадении р. Илек и р. Кинделя на границе с Казахстаном, местообитания в нижней и средней части р. Илек на границе с Казахстаном [2]. В Казахстане это пойма в районе впадения р. Чаган у г. Уральска, пойма старого и нового русла Урала примерно на широте оз. Индер [3] и дельта р. Урал у Каспийского моря, получившая статус Рамсарских водно-болотных угодий в 2009 г. [4].

Урал с притоками является местом гнездования и кормления птиц, а также выполняет роль миграционного коридора. Представители различных отрядов орнитофауны устраивают гнезда на островах, пляжах, косах и на деревьях в пойменных лесах, а корм добывают непосредственно в пределах русла, в прибрежной зоне, пойме или долине реки. Некоторые птицы используют водные местообитания только в качестве места гнездования и при этом совершают фуражировочные полёты за пределы поймы или даже долины реки. Типичный представитель этой группы – чайконосая крачка, гнездящаяся на островах и собирающая

корм на прилегающих надпойменных террасах в долине реки. Другие птицы демонстрируют более тесную связь с водными местообитаниями. К ним относятся в первую очередь условно называемые виды-ихтиофаги (большая белая цапля, малый баклан, скопа, кулик-сорока), которые преимущественно и гнездятся и кормятся только в пределах речной поймы. Среди мигрантов, активно перемещающихся в сезон весенних и осенних миграций по руслу реки, можно выделить орлана-белохвоста и черноголового хохотуна.

Целью работы являлось установление видового состава редких птиц, в наибольшей степени характерных для р. Урал, а также выявление основных лимитирующих факторов и угроз для редкой орнитофауны.

### Материалы и методы

Под «редкими видами» понимаются виды, занесенные в Красную книгу Российской Федерации, Красную книгу МСОП и Красную книгу Оренбургской области, которая располагается в среднем течении р. Урал и отражает редкость орнитофауны для всего течения р. Урал в целом.

Современное распространение анализировалось с использованием «новейших» данных – информации о распространении редких видов, полученной за последние два десятилетия, начиная с 2000 г. Проанализированы фотографии редких видов (с датами съемки и геопривязками), сделанные в Казахстане в пределах р. Урал и её дельты [3].

Работа представлена в виде кратких повидовых очерков редких видов птиц. Таксономический статус и номенклатура видов приводится по общепринятой сводке [5].

### Результаты и обсуждение

**Розовый пеликан *Pelecanus onocrotalus*. Распространение.** В прошлом гнезвился в дельте Урала и по всему северо-восточному побережью Каспийского моря. Сегодня отдельные гнездовья по-прежнему могут возникать в дельте Урала (рис. 1), поскольку здесь встречаются стаи птиц в гнездовой сезон, например в районе Атырау [3]. В апреле 2011 г. на одном из плёсов в дельте Урала отмечено неудачное гнездование нескольких сотен розовых пеликанов [6]. Тысячные скопления пеликанов на Северном Каспии в районе дельты Урала возникают в местах концентрации рыбы [7]. **Лимитирующие факторы и угрозы.** Неустойчивый гидрологический режим, обмеление Каспия и р. Урал, исчезновение островов и снижение кормовой базы как следствие аридизации климата. Фактор беспокойства в местах гнездования.

**Кудрявый пеликан *Pelecanus crispus*. Распространение.** В настоящее время кудрявые пеликаны наиболее часто встречаются в весенне-летнее время в дельте Урала (рис. 1), где гнездятся на песчаных островах и тростниковых сплавинах [8]. Тысячные скопления отмечены на Северном Каспии в районе дельты Урала в местах концентрации рыбы [7]. **Лимитирующие факторы и угрозы.** Неустойчивость кормовых и гнездовых местообитаний и обмеление реки как следствие аридизации климата. Чувствительность к фактору беспокойства на гнездах. Браконьерство.

**Малый баклан *Phalacrocorax pygmaeus*. Распространение.** Малых бакланов встречают в гнездовой сезон в дельте Урала, ниже Атырау, где они в небольшом числе гнездятся вместе с другими рыбадными околородными видами [3, 8]. В декабре 1999 г. на незамерзающей протоке р. Сакмара отмечены три залетные особи [9] (рис. 1). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Колебание уровня воды в Каспии и дельте Урала, неустойчивость кормовых и гнездовых биотопов как следствие аридизации климата. Возможное браконьерство и целенаправленное уничтожение гнезд в колониях рыбаками.

**Большая белая цапля *Egretta alba*. Распространение.** В гнездовое время встречается на большей части нижнего течения р. Урал, от Уральска до Атырау [3], преобладая в

гнездовой численности среди других видов цапель в дельте р. Урал [8]. Больших белых цапель иногда отмечают в среднем течении реки, например в Кувандыкском районе Оренбургской области Российской Федерации [10] (рис. 1). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Неустойчивый гидрологический режим и обмеление реки как следствие аридизации климата, исчезновение местообитаний и ухудшение кормовых условий.

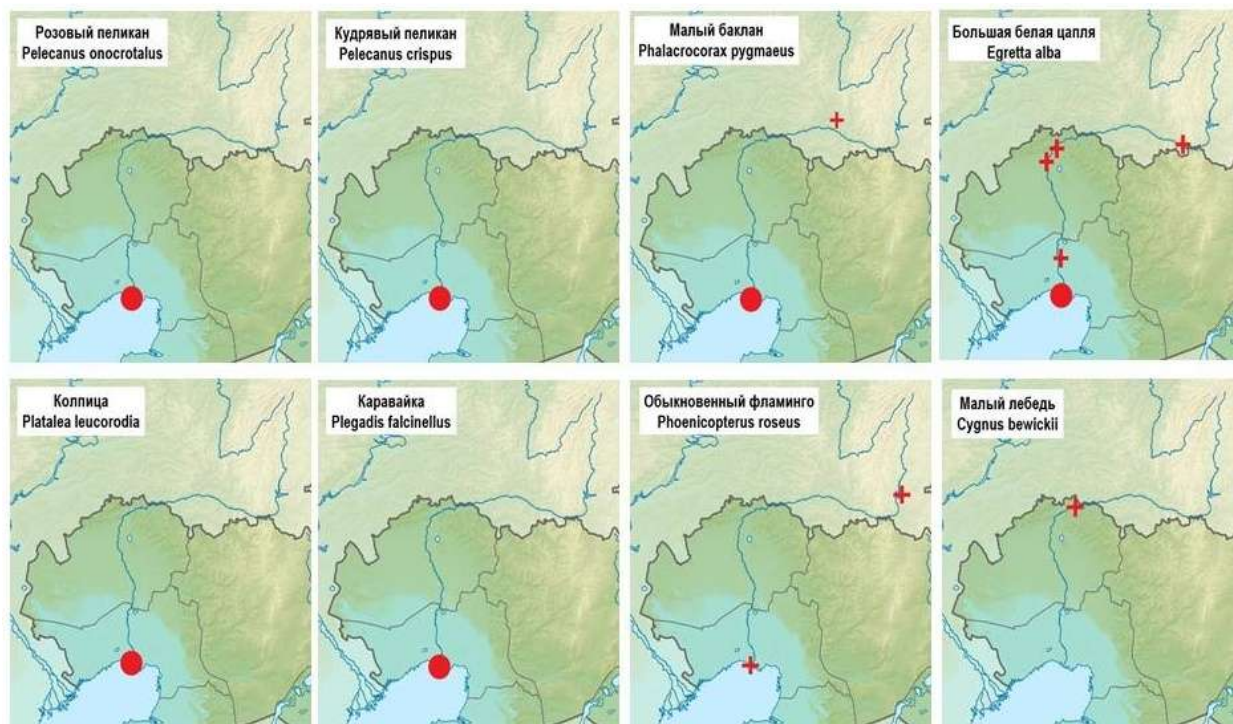


Рисунок 1 – Встречи розовых пеликанов, кудрявых пеликанов, малых бакланов, больших белых цапель, колпиц, караваяк, обыкновенных фламинго и малых лебедей на реке Урал и его притоках

Примечание: красные пунсоны – летние встречи с гнездованием или вероятностью гнездования; красные крестики – встречи на миграциях, летовках, послегнездовых кочевках.

**Колпица *Platalea leucorodia*. Распространение.** В гнездовой сезон все встречи связаны с дельтой р. Урал, ниже Атырау до впадения реки в Каспий [3] (рис. 1). Именно здесь вероятно гнездование этих редких птиц вместе с другими родственными видами, несмотря на то, что численность колпиц в 2005 г. была крайне низкой [8]. **Лимитирующие факторы и угрозы.** Высыхание гнездопригодных биотопов и обеднение водной кормовой базы. Возможно браконьерство.

**Каравайка *Plegadis falcinellus*. Распространение.** В начале 2000 гг. каравайки гнездились на островах в дельте р. Урал с тенденцией к дальнейшему расселению. Отдельные группы птиц залетали до г. Атырау [8, 11] (рис. 1). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Высыхание гнездопригодных мест и обеднение водной кормовой базы. Возможный отстрел охотниками.

**Обыкновенный фламинго *Phoenicopterus roseus*. Распространение.** Фламинго изредка встречаются на пролете и на летовках в дельте р. Урал [8]. Так, небольшие скопления птиц отмечены летом 2017 г. в дельте р. Урал и во время осенней миграции 2016 г. в районе г. Атырау [3]. Изредка возможны залеты вплоть до верховий Урала (рис. 1). Например, у устья р. Суундук, впадающей в Урал, в начале апреля 2002 г. наблюдали три особи фламинго [12]. **Лимитирующие факторы и угрозы.** Высыхание заливов на Каспии как следствие аридизации климата и исчезновение солоноводных рачков – главного кормового объекта фламинго.



**Малый лебедь** *Cygnus bewickii*. **Распространение.** Возможны встречи в нижнем и среднем течении р. Урал на весеннем и осеннем пролете. Так, пара птиц встречена в начале апреля 2021 г. на правом берегу р. Урал у села Кирсаново, Западно-Казахстанская область [3] (рис. 1). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Отстрел на пролете. Ухудшение качества местообитаний на пролете вплоть до полного исчезновения разливов, используемых для отдыха, как следствие иссушения климата. Ухудшение кормовой базы на пролете (снижение доли посевных площадей культурных злаков).

**Белоглазый нырок** *Aythya nyroca*. **Распространение.** В небольшом числе белоглазые нырки продолжают встречаться на пролете и в гнездовой сезон по Уралу и его старицам в нижнем течении, а также в дельте Урала: в районе Атырау и непосредственно в месте впадения Урала в Каспий [3] (рис. 2). Встречи птиц в дельте в июне позволяют предполагать гнездование. **Лимитирующие факторы и угрозы.** Отстрел на охоте. Неустойчивый гидрологический режим водоемов на семиаридных территориях.

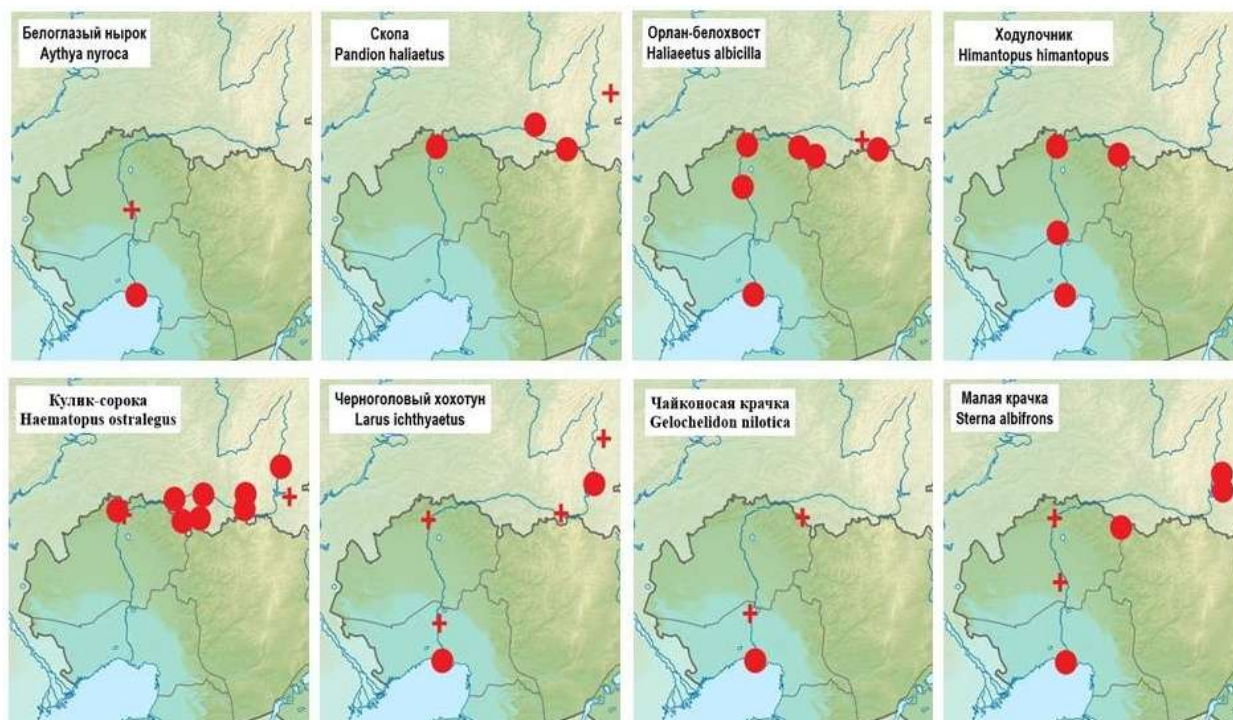


Рисунок 2 – Встречи белоглазых нырков, скоп, орланов-белохвостов, ходулочников, куликов-сорок, черноголовых хохотунов, чайконосных крачек и малых крачек на реке Урал и его притоках

*Примечание: красные пунсоны – летние встречи с гнездованием или вероятностью гнездования; красные крестики – встречи на миграциях, летовках, послегнездовых кочевках.*

**Скопа** *Pandion haliaetus*. **Распространение.** Несмотря на то, что весь бассейн Урала входит в ареал скопы, с начала 2000-х гг. зарегистрировано лишь несколько наблюдений этих птиц на р. Урал и его отдельных притоках. В числе этих наблюдений весенняя и осенняя встречи в 2021 и 2022 гг. в пойме р. Урал в районе г. Уральска [3], при этом район обозначен как область встреч скопы в летнее время [3]. В Оренбургской области скоп неоднократно наблюдали в среднем течении р. Урал в весенне-летнее время в 2005-2009 гг. в районе Губерлинских гор [10], летом 2001 г. в отрогах Уральских гор в среднем течении р. Сакмара [13]. Скопы изредка встречаются по притокам Урала в его верховьях на весенней миграции, например на р. Б. Караганка, на юге Челябинской области [14] (рис. 2). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Обмеление водоемов и сокращение рыбных запасов

как следствие аридизации климата являются главной причиной сокращения численности этого вида-ихтиофага.

**Орлан-белохвост** *Haliaeetus albicilla*. В настоящее время орланы-белохвосты гнездятся и встречаются в зимнее время от дельты р. Урал до г. Уральска в Казахстане [3], а по Северному Прикаспию регистрируют сотенные скопления этих птиц [15]. В Оренбургской области Российской Федерации размножение доказано в долине нижнего и среднего течения р. Илек [16, 17]. Возможно гнездование на отрезке поймы р. Урал в районе Губерлинского мелкосопочника, где в июне 2010 г. встречена отдыхающая на сухом дереве взрослая особь [18]. В конце ноября 2012 г. примерно в этом же месте на трехкилометровом отрезке реки учтены четыре молодые птицы [19] (рис. 2). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Вырубка высокоствольных деревьев, на которых орланы устраивают свои массивные гнезда, ухудшение кормовой базы, что вероятно приводит к перераспределению гнездовых группировок, браконьерский отстрел в различные периоды года, фактор беспокойства на гнездовании.

**Ходулочник** *Himantopus himantopus*. Гнездится в дельте р. Урал и в подходящих местах в районе г. Атырау [3]. В весенне-летнее время пары ходулочников встречаются по старому руслу Урала (р. Багырлай) в районе пос. Индер и по руслу и старицам р. Урал в районе г. Уральска [3]. В Оренбургской области гнездование ходулочников в бассейне р. Урал известно только в долине нижнего-среднего течения р. Илек [21] (рис. 2), хотя одиночные птицы вероятно могут появляться на миграциях и послегнездовых кочевках и непосредственно по среднему течению р. Урал. **Лимитирующие факторы и угрозы.** Высыхание водоемов, уменьшение площади разливов и исчезновение гнездопригодных и кормовых биотопов как следствие аридизации климата. Дополнительным фактором выступает беспокойство на гнездах и вытаптывание кладок скотом на прибрежных островах.

**Материковый кулик-сорока** *Haematopus ostralegus longipes*. Кулики-сороки гнездятся на притоках р. Урал в районе г. Уральска и встречаются в районе Уральска на миграциях [3]. Более обычными становятся в среднем течении р. Урал в Оренбургской области: начиная от места впадения Илека и вплоть до предгорий Урала и Губерлинских гор [20, 21]. Вид широко распространен также по среднему течению р. Сакмары, нижнему и среднему течению Илека [21, 22]. В верхнем течении кулики-сороки как минимум встречаются на миграциях по р. Суундук до впадения в р. Урал [23], гнездятся по Уралу на юге Челябинской области [24] (рис. 2). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Основным лимитирующим фактором является резкое сокращение двустворчатых моллюсков вследствие обмеления и прогревания реки Урал и его притоков, вызванных аридизацией климата. Дополнительными угрозами являются разорение наземных гнезд на пляжах четвероногими и пернатыми хищниками, а также людьми.

**Черноголовый хохотун** *Larus ichthyaetus*. Черноголовые хохотуны гнездятся в дельте р. Урал [8] и здесь иногда образуют сотенные скопления в местах концентрации рыбы [7]. Крупная гнездовая колония известна на Ириклинском водохранилище, в верхнем течении р. Урал [25]. Черноголовые хохотуны встречаются на миграциях и летовках по всему руслу Урала в среднем и верхнем течении, а также на его притоках [3, 10, 26] (рис. 2). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Неустойчивый гидрологический режим р. Урал и Каспийского моря как следствие аридизации климата приводят к перераспределению рыбных ресурсов и гнездопригодных островов, а вслед за ними и гнездовых группировок этого вида-ихтиофага. Дополнительными угрозами являются уничтожение кладок рыбаками и беспокойство птиц на гнездах.

**Чайконосная крачка** *Gelochelidon nilotica*. Чайконосные крачки гнездятся в подходящих местообитаниях в дельте р. Урал и выше до г. Атырау [3]. Встречаются на миграциях в районе оз. Индер [3] и в нижнем течении р. Илек [27] (рис. 2). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Неустойчивый гидрологический режим р. Урал и Каспийского моря, их быстрое обмеление как следствие аридизации климата приводят к постоянному изменению

гнездовых местообитаний на фоне сокращения кормовой базы. Дополнительными угрозами являются вытаптывание кладок скотом, спасающимся на островах от летнего гнуса, разорение гнезд четвероногими хищниками.

**Малая крачка** *Sterna albifrons*. Малые крачки на рубеже XX и XXI веков гнездились в дельте р. Урал [28], отмечены летом по р. Батырлай (старое русло Урала) и в районе г. Уральска с неподтвержденным статусом гнездования [3]. Гнездятся по берегам р. Илек в его среднем течении [29], по р. Суундук у впадения в Ириклинское водохранилище и на восточном побережье Ириклинского водохранилища в верхней его части (А.В. Давыгора, личн. сообщ.) (рис. 2). **Лимитирующие факторы и угрозы.** Основным лимитирующим фактором выступает неустойчивый гидрологический режим, как многолетний, так и внутригодовой, что приводит к исчезновению гнездовых биотопов (песчаных островов и кос). Другими возможными причинами сокращения численности являются рекреационная деятельность человека в местах гнездования крачек и вытаптывание кладок скотом, спасающимся от гнуса на берегах водоёмов.

К другим редким видам птиц, которые встречаются на р. Урал и используют его ресурсы, относятся **савка** *Oxyura leucocephala*, **могильник** *Aquila heliaca*, **шилоклювка** *Recurvirostra avosetta*, **большой кроншнеп** *Numenius arquata*, **большой веретенник** *Limosa limosa*, **степная тиркушка** *Glareola nordmanni*, **чеграва** *Hydroprogne caspia*.

### Выводы

Таким образом, из 16 видов редкой орнитофауны 13 встречаются в пределах дельты р. Урал. Что интересно, вышеперечисленные представители из дополнительного списка птиц также все без исключения зарегистрированы в дельте р. Урал, в районе Северного Прикаспия [3]. Высокий статус водно-болотных угодий «Дельта реки Урал и прилегающее побережье Каспийского моря» закреплён в недавнем времени Рамсарской конвенцией [4]. Для редких хищных птиц (скопа и орлан-белохвост) ценным участком Урала является отрезок реки в Губерлинском мелкосопочнике, где сохраняется вероятность гнездования этих птиц. Ириклинское водохранилище в верховьях р. Урал остаётся одним из главных мест размножения черноголовых хохотунов, а также местом притяжения других рыбоядных видов птиц.

Главным лимитирующим фактором для всех без исключения видов является достаточно быстрое изменение климата в последние десятилетия. Аридизация в регионе приводит к резкому и даже катастрофическому падению уровня Каспия, обмелению р. Урал и его притоков, исчезновению и перераспределению гнездопригодных биотопов, сокращению площади разливов весной, сокращению кормовой базы. Перестройки климатической системы крайне негативно отражаются на состоянии орнитофауны, при этом деятельность человека, по-видимому, играет второстепенное значение в резких, практически безоткатных и усилившихся в последние десятилетия понижительных трендах численности птиц. Такие угрозы, как вырубка лесов, браконьерство, рекреационная деятельность, безусловно, вносят свой отрицательный вклад в отдельные аспекты биологии и экологии птиц, но они не являются в полной мере системными и не способны вызывать однонаправленные негативные изменения качественного и количественного состава водных орнитокомплексов в кратчайшие сроки, как это происходит в настоящее время. Требуются дополнительные исследования по изучению влияния климата на отдельные стороны жизни водоплавающих и околоводных птиц.

**Благодарности**

*Работа выполнена в рамках плана НИР ИС УрО РАН № ГР АААА-А21-121011190016-1 «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем».*

*Опубликовано при поддержке гранта РГО «Международная конференция «Трансграничные геоэкологические проблемы и вопросы природопользования в бассейне рек Внутренней Евразии в связи с изменением климата».*

**Список литературы**

1. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 312 с.
2. Ключевые орнитологические территории России. Ключевые орнитологические территории международного значения в Европейской России. Интернет-карта / Под общ. ред. Т.В. Свиридовой. М.: Союз охраны птиц России, 2009. [Электронный ресурс]. URL: [www.rbcu.ru/kotr/](http://www.rbcu.ru/kotr/) (дата обращения: 18.07.2022).
3. Птицы Казахстана. [Электронный ресурс]. URL: <https://birds.kz/index.php?l=ru> (дата обращения: 10.07.2022).
4. The Annotated Ramsar List: Kazakhstan. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ramsar.org/wetland/kazakhstan> (дата обращения: 18.07.2022).
5. Коблик Е.А., Архипов В.Ю. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР: список видов. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2014. 171 с.
6. Ковшарь В.А., Карпов Ф.Ф. Размещение гнездовых колоний птиц на северном Каспии в 2009–2011 гг. // Орнитологический вестник Казахстана и Средней Азии. 2012. Вып 1. С. 120-125.
7. Ковшарь В.А., Коваленко А.В. Скопление рыбоядных птиц в районе рыбоходного канала в дельте р. Урал // Selevinia. 2020. С. 244.
8. Гисцов А.П. Виды птиц дельты Урала, занесенные в Красную книгу РК и список МСОП // Оценка экологического состояния фауны и экосистем трех проектных территорий: дельты реки Урал с прилегающим побережьем Каспийского моря, Тенгиз-Кургальджинских и Алаколь-Сасыккольских систем озер. Заключительный отчет. Часть I. Дельта реки Урал. Алматы, 2005. С. 55-59.
9. Коршиков Л.В. Залет малого баклана в Оренбуржье // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2000. С. 118.
10. Барбазюк Е.В. Редкие птицы Государственного природного заповедника «Оренбургский»: распространение, охрана. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 124 с.
11. Гаврилов Н.Н. Сохранение колониальных гнездовых веслоногих и голенастых птиц в дельте Волги и на Северном Каспии в 1975-2003 гг. (период подъема уровня Каспия) // Долговременный мониторинг и сохранение колониальных водных птиц Северного Каспия в связи с колебанием уровня Каспийского моря. Москва-Астрахань, 2005. С. 214-257.
12. Давыгора А.В., Назин А.С. Новые данные о гнездящихся, пролетных и летующих птицах степного Зауралья // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. Региональный авифаунистический журнал. 2012. Вып. 17. С. 33-58.
13. Коршиков Л.В. Новости орнитологического сезона 2001 года в Оренбуржье // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2001. С. 121-122.
14. Гашек В.А. Наблюдения птиц в заповеднике «Аркаим» весной 2014 г. // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. Региональный авифаунистический журнал. 2014. Вып. 19. С. 10-11.



15. Карпов Ф.Ф., Ковшарь В.А. Необычно высокая численность орлана-белохвоста (*Haliaeetus albicilla*) в Северном Прикаспии осенью 2009 г. // Selevinia. 2009. Вып. 2009. С. 235.
16. Давыгора А.В. Орлан-белохвост // Красная книга Оренбургской области. Воронеж: ООО «Мир», 2019. С. 127-128.
17. Корнев С.В., Коршиков Л.В., Чепенас К. Интересные орнитологические наблюдения на юге Оренбургской области в 2004 г. // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2004. С. 101-103.
18. Бакка С.В., Барашкова А.Н., Барбазюк Е.В., Семенов А.Р., Смелянский И.Э. Некоторые новые находки редких и охраняемых видов птиц в Оренбургской области // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2010. С. 7-13.
19. Барбазюк Е.В. Птицы участка «Айтуарская степь» Государственного природного заповедника «Оренбургский». Аннотированный список, 1984-2014 гг. // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. № 4. С. 161-168.
20. Барбазюк Е.В., Гавлюк Э.В. Кулик-сорока // Красная книга Оренбургской области. Воронеж: ООО «Мир», 2019. С. 157-159.
21. Коршиков Л.В. Кулики Южного Приуралья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук: специальность 03.00.08 – зоология. Екатеринбург, 2002. 238 с. Рукопись.
22. Рябицев В.К., Коршиков Л.В., Примак И.В., Корнев С.В. Заметки по фауне птиц нижнего Илека // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2001. С. 132-141.
23. Климова И.Г., Литвин А.А., Пугачев А.П., Литвина А.А., Бражникова И.С. Материалы по орнитофауне Кваркенского района Оренбургской области // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2007. С. 106-111.
24. Морозов В.В., Корнев С.В. К орнитофауне южного Зауралья // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2002. С. 161-164.
25. Барбазюк Е.В. О некоторых редких видах птиц Оренбургской области // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2010. С. 13-17.
26. Гашек В.А. Новые данные к орнитофауне юга Челябинской области // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2002. С. 90-92.
27. Коршиков Л.В., Корнев С.В. Новые интересные орнитологические наблюдения в Оренбуржье в 2003 г. // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2003. С. 130-133.
28. Гисцов А.П., Байжанов М.Х. Состояние колониально гнездящихся чаек и крачек казахстанской части побережья Каспийского моря // Русский орнитологический журнал. 2021. Т. 30, Вып. 2105. С. 3996-4003.
29. Коршиков Л.В., Корнев С.В., Рябицев В.К., Рябицев А.В. Краткий обзор фауны птиц балки Шыбынды и ее окрестностей. Часть 1: Неворобьиные // Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири. 2009. С. 87-106.

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

Поступила в редакцию 11.08.2022  
Принята к публикации 21.09.2022

**RED-LISTED BIRDS SPECIFIC TO THE TRANS-BOUNDARY URAL RIVER:  
CURRENT DISTRIBUTION, LIMITING FACTORS AND THREATS****E. Barbazyuk**

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg

e-mail: argentatus99@yandex.ru

The paper provides a brief overview of red-listed bird species found within the Ural River and its tributaries. The key habitats of red-listed avifauna are described, including the delta of the Ural River listed in the Ramsar Sites. Out of the 16 described species, 13 occur in the Ural River Delta and adjacent water area of the Caspian Sea. The article also lists the main limiting factors and threats to rare avifauna. The decline in the number of most red-listed birds is assumed to be primarily due to climatic changes observed in recent decades across Eurasia. Aridization of the climate in the Ural River basin leads to the disappearance of suitable habitats and a decrease in the food supply of all described waterfowl, diurnal birds of prey and waterbirds.

*Key words:* trans-boundary Ural River, delta, red-listed avifauna, Caspian Sea, Russia, Kazakhstan, Ramsar sites.

**References**

1. Chibilev A.A. Bassein Urala: istoriya, geografiya, ekologiya. Ekaterinburg: UrO RAN, 2008. 312 s.
2. Klyuchevye ornitologicheskie territorii Rossii. Klyuchevye ornitologicheskie territorii mezhdunarodnogo znacheniya v Evropeiskoi Rossii. Internet-karta. Pod obshch. red. T.V. Sviridovoi. M.: Soyuz okhrany ptits Rossii, 2009. [Elektronnyi resurs]. URL: [www.rbcu.ru/kotr/](http://www.rbcu.ru/kotr/) (data obrashcheniya: 18.07.2022).
3. Ptitsy Kazakhstana. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://birds.kz/index.php?l=ru> (data obrashcheniya: 10.07.2022).
4. The Annotated Ramsar List: Kazakhstan. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.ramsar.org/wetland/kazakhstan> (data obrashcheniya: 18.07.2022).
5. Koblik E.A., Arkhipov V.Yu. Fauna ptits stran Severnoi Evrazii v granitsakh byvshego SSSR: spisok vidov. M.: T-vo nauch. izdaniy KMK, 2014. 171 s.
6. Kovshar' V.A., Karpov F.F. Razmeshchenie gnezdovykh kolonii ptits na severnom Kaspii v 2009–2011 gg. Ornitologicheskii vestnik Kazakhstana i Srednei Azii. 2012. Vyp 1. S. 120–125.
7. Kovshar' V.A., Kovalenko A.V. Skoplenie ryboyadnykh ptits v raione rybokhodnogo kanala v del'te r. Ural. Selevinia. 2020. S. 244.
8. Gistsov A.P. Vidy ptits del'ty Urala, zanesennye v Krasnyuyu knigu RK i spisok MSOP. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya fauny i ekosistem trekh proektnykh territorii: del'ty reki Ural s privileyushchim poberezh'em Kaspiiskogo morya, Tengiz-Kurgal'dzhinskikh i Alakol'-Sasykkol'skikh sistem ozer. Zaklyuchitel'nyi otchet. Chast' I. Del'ta reki Ural. Almata, 2005. S. 55–59.
9. Korshikov L.V. Zalet malogo baklana v Orenburzh'e. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2000. S. 118.
10. Barbazyuk E.V. Redkie ptitsy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Orenburgskii": rasprostranenie, okhrana. Ekaterinburg: UrO RAN, 2011. 124 s.
11. Gavrilov N.N. Sokhranenie kolonial'nykh gnezdovii veslonogikh i golenastykh ptits v del'te Volgi i na Severnom Kaspii v 1975–2003 gg. (period pod"ema urovnya Kaspiya). Dolgovremennyi monitoring i sokhranenie kolonial'nykh vodnykh ptits Severnogo Kaspiya v svyazi s kolebaniem urovnya Kaspiiskogo morya. Moskva-Astrakhan', 2005. S. 214–257.

12. Davygora A.V., Nazin A.S. Novye dannye o gnezdyashchikhsya, proletnykh i letuyushchikh ptitsakh stepnogo Zaural'ya. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. Regional'nyi avifaunisticheskii zhurnal. 2012. Vyp. 17. S. 33-58.
13. Korshikov L.V. Novosti ornitologicheskogo sezona 2001 goda v Orenburzh'e. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2001. S. 121-122.
14. Gashek V.A. Nablyudeniya ptits v zapovednike "Arkaim" vesnoi 2014 g. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. Regional'nyi avifaunisticheskii zhurnal. 2014. Vyp. 19. S. 10-11.
15. Karpov F.F., Kovshar' V.A. Neobychno vysokaya chislennost' orlana-belokhvosta (*Haliaeetus albicilla*) v Severnom Prikaspii osen'yu 2009 g. Selevinia. 2009. Vyp. 2009. S. 235.
16. Davygora A.V. Ornan-belokhvost. Krasnaya kniga Orenburgskoi oblasti. Voronezh: OOO "Mir", 2019. S. 127-128.
17. Kornev S.V., Korshikov L.V., Chepenas K. Interesnye ornitologicheskie nablyudeniya na yuge Orenburgskoi oblasti v 2004 g. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2004. S. 101-103.
18. Bakka S.V., Barashkova A.N., Barbazyuk E.V., Semenov A R., Smelyanskii I.E. Nekotorye novye nakhodki redkikh i okhranyaemykh vidov ptits v Orenburgskoi oblasti. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2010. S. 7-13.
19. Barbazyuk E.V. Ptitsy uchastka "Aituarskaya step'" Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Orenburgskii». Annotirovannyi spisok, 1984-2014 gg. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2015. T. 17. N 4. S. 161-168.
20. Barbazyuk E.V., Gavlyuk E.V. Kulik-soroka. Krasnaya kniga Orenburgskoi oblasti. Voronezh: OOO "Mir", 2019. S. 157-159.
21. Korshikov L.V. Kuliki Yuzhnogo Priural'ya. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskikh nauk: spetsial'nost' 03.00.08 – zoologiya. Ekaterinburg, 2002. 238 s. Rukopis'.
22. Ryabitsev V.K., Korshikov L.V., Primak I.V., Kornev S.V. Zametki po faune ptits nizhnego Ileka. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2001. S. 132-141.
23. Klimova I.G., Litvin A.Ya., Pugachev A.P., Litvina A.A., Brazhnikova I.S. Materialy po ornitofaune Kvarkenskiego raiona Orenburgskoi oblasti. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2007. S. 106-111.
24. Morozov V.V., Kornev S.V. K ornitofaune yuzhnogo Zaural'ya. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2002. S. 161-164.
25. Barbazyuk E.V. O nekotorykh redkikh vidakh ptits Orenburgskoi oblasti. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2010. S. 13-17.
26. Gashek V.A. Novye dannye k ornitofaune yuga Chelyabinskoi oblasti. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2002. S. 90-92.
27. Korshikov L.V., Kornev S.V. Novye interesnye ornitologicheskie nablyudeniya v Orenburzh'e v 2003 g. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2003. S. 130-133.
28. Gistsov A.P., Baizhanov M.Kh. Sostoyanie kolonial'no gnezdyashchikhsya chaek i krachek kazakhstanskoi chasti poberezh'ya Kaspiiskogo morya. Russkii ornitologicheskii zhurnal. 2021. T. 30, Vyp. 2105. S. 3996-4003.
29. Korshikov L.V., Kornev S.V., Ryabitsev V.K., Ryabitsev A.V. Kratkii obzor fauny ptits balki Shybyndy i ee okrestnostei. Chast' 1: Nevorob'inye. Materialy k rasprostraneniyu ptits na Urale, v Priural'e i Zapadnoi Sibiri. 2009. S. 87-106.

**Сведения об авторах:**

Евгений Владимирович Барбазюк

К.б.н., научный сотрудник отдела ландшафтной экологии, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0002-2866-6993

Evgeny Barbazyuk

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

**Для цитирования:** Барбазюк Е.В. Редкие птицы, характерные для трансграничной реки Урал: современное распространение, лимитирующие факторы и угрозы // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 65-75. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-3-65-75

**НОВАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ  
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ПАХОТНОПРИГОДНЫХ ПОЧВАХ  
СТЕПНОЙ ЗОНЫ УРАЛА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****Ю.А. Гулянов, А.А. Чибилёв, С.В. Левыкин**

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: orensteppe@mail.ru

В статье представлены результаты оценки адаптивности реализуемых агротехнологий, их природоподобной и ресурсосберегающей направленности. Критериями оценки служили полнота и однородность формирования биологической массы полевых агроценозов посредством анализа пространственного распределения нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI). Объектом исследований выступали технологии возделывания полевых культур в традиционных и технологически инновационных модельных хозяйствах Курганской (КФХ «Иванов Н.Е.», ООО «Озерное»), Омской (КФХ «Люфт») областей и Алтайского края (ООО «Партнер»). Результаты проведенных исследований подтвердили высокую «пестроту» и низкую реализацию биологического потенциала выращиваемых культур при традиционных ресурсозатратных приемах возделывания. В качестве действенного средства повышения результативности полеводства, без усиления антропогенного прессинга, предложена оптимизация природоподобных ресурсосберегающих агроприемов и их адаптация в зональные системы земледелия. Они ориентированы на высокую реализацию биоклиматического потенциала, сохранение и расширенное воспроизводство почвенного плодородия, поддержание экологической безопасности прилегающих ландшафтов. Их внедрение способствует формированию более полной и однородной растительной массы, определяющей итоговую урожайность посевов и качество полученной продукции. Такие посевы характеризуются высокими значениями (0,75-0,80) NDVI и его меньшей полевой вариабельностью. Высока перспективность ландшафтообоснованного подхода к определению конфигураций полей (вписывание полей в естественный ландшафт) и насыщение севооборотов почвовосстанавливающими культурами (многолетние травы). Целесообразно использование высококачественного посевного материала и с.-х. техники, отказ от приемов агрессивной обработки почвы (вспашка, глубокое плоскорезное рыхление), мульчирование, переход к прямому посеву (No-till, Strip-till), выращивание жаростойких и засухоустойчивых скороспелых сортов местной селекции, внедрение прогрессивных способов уборки (очесывание). Не мене важны оптимизация отраслей растениеводства и животноводства, широкое применение органических удобрений и вермикомпостирование.

*Ключевые слова:* степная зона, рациональное природопользование, интенсификация земледелия, пахотнопригодные почвы, постцелинные регионы, Урал и Западная Сибирь.

**Введение**

При современном уровне развития пищевого производства и пищевых предпочтениях населения Земли обрабатываемые сельскохозяйственные угодья остаются важнейшим средством обеспечения продовольственной безопасности, оказывающей непосредственное влияние на экономическую устойчивость и социальную стабильность в мире [1-3].

Они являются основным «полигоном» по производству растительного пищевого сырья, и поддержание их продуктивности и безопасности входит в число главных стратегических приоритетов государств. Причем актуальность обозначенной проблемы

чрезвычайно высока не только для самых густонаселенных стран мира, к примеру Китая, с площадью пахотных земель на одного жителя (менее 0,1 га) значительно уступающей среднемировому показателю [4], но и менее населенных стран, включая Россию [5, 6].

К сожалению, стремительный рост населения Земли сопровождается повышенным потреблением природных ресурсов, ростом технологической нагрузки, снижением безопасности обрабатываемых земель и ведет к их экологической деградации [7, 8]. Она выражается в потере плодородия, фрагментации земельных участков и загрязнении почвенной среды [9, 10]. Значительно усиливают отмеченные негативные проявления устойчивое повышение засушливости климата [11, 12] и его чрезвычайная разбалансированность [13, 14], принявшие глобальный характер.

Отмеченные особенности современных условий производства растениеводческой продукции создают определенные трудности для высокой реализации биологического потенциала полевых культур и могут быть отнесены к одному из главных вызовов продовольственной безопасности.

В качестве выхода из сложившейся ситуации мировым и отечественным научным сообществом предлагается переход на ресурсосберегающие агротехнологии, способные существенно изменить условия ведения растениеводства и его главной отрасли – зернового хозяйства [15-18]. Исходя из их опыта внедрение новых технологий может значительно улучшить экономические и экологические показатели производства продукции растениеводства. При этом рациональное природопользование и минимальный экологический ущерб рассматриваются в качестве главной задачи при совершенствовании систем земледелия [19]. Их построение на ландшафтно-адаптивной основе предполагает обеспечение устойчивости почв и окружающих ландшафтов путем нормирования антропогенной нагрузки [20]. В дополнение к этому экологически сбалансированная интенсификация земледелия на пахотнопригодных почвах может способствовать выводу из обработки нарушенных и неустойчивых земель без ущерба для продовольственной безопасности [21].

По свидетельству отечественных учёных, занимающихся разработкой почвозащитных и влагосберегающих приёмов возделывания зерновых культур, ресурсосберегающие технологии имеют очевидный экологический и экономический эффект. Например, в черноземной степи Среднего Заволжья, они позволяют на 30-40 % снизить производственные затраты, в 1,5-2,0 раза сократить трудовые затраты и уменьшить расход топлива, существенно повысить рентабельность производства. При их реализации создаются лучшие условия для воспроизводства почвенного плодородия, исключается переуплотнение, снижаются риски деградационных процессов [22].

В Нижнем Поволжье замена энергозатратных традиционных технологий с глубокой обработкой почвы минимальными обработками с разбрасыванием измельченной соломенной мульчи снижает темпы минерализации гумуса и создает предпосылки к формированию его положительного баланса [23]. В степи Среднего Поволжья (Саратовская область) и Оренбургского Предуралья, южной лесостепи Республики Башкортостан, лесостепных агроландшафтах Челябинской области, лесостепи Приобья Алтайского края и многих других регионах РФ, минимизация обработки почвы повышает рентабельность производства, а также сопровождается значительным снижением расходов энергетических ресурсов и связанного с ними воздействия на окружающую среду, преимущественно в виде парниковых газов [24-29].

Аналогичные данные опубликованы учёными, проводившими исследования и в других влагодефицитных регионах мира, что свидетельствует об их перспективности и целесообразности в условиях современных климатических и антропогенных изменений [30, 31].

Для сухостепной зоны России особый интерес представляют технологии вообще без обработки почвы, с прямым посевом яровой пшеницы и других зерновых культур [32].

Принципиальная особенность прямого посева заключается в непосредственном врезании семян в почву по стерне предшествующей культуры после обработки поля гербицидами без какого-либо предшествующего механического воздействия на почву [33].

Исследования, проведенные в полевых агроландшафтах засушливых зон Ставропольского края [34], Нижнего Поволжья [35], Среднего Заволжья [36], Оренбургского Предуралья [37], Алтайского края [38] выявили существенные преимущества прямого посева, особенно в годы со значительным дефицитом атмосферного увлажнения. При таком подходе, за счёт сохранения стерни и укрытия поверхности поля измельченной соломой, улучшается водный режим почвы, обусловленный большим накоплением снега и лучшей утилизацией осенне-зимних осадков. В необрабатываемой много лет почве восстанавливается капиллярная сеть, увеличивается влагоемкость почвы, оптимизируется её плотность, что сопровождается прибавкой урожайности, повышается качество продукции.

Аналогичные результаты получены и зарубежными исследователями во влагодефицитных сельскохозяйственных территориях Австрии [39], на слабозасушливом Лессовом плато Китая [40], в засушливой провинции Фарс на юго-западе Ирана [41], в штате Колорадо США [42] и многих других территориях.

Как следует из представленной информации ресурсосберегающие приёмы возделывания полевых культур достаточно широко применяются в мировой и отечественной практике и их эффективность уже не вызывает сомнений. В тоже время нестабильность валовых сборов важнейших продовольственных культур в нашей стране, прежде всего зерновых, их зависимость от переменчивых климатических условий, указывают на необходимость постоянного совершенствования адаптивных технологических решений и их более активного внедрения в зональные агротехнологии. Нуждается в оперативной оптимизации и структура сельскохозяйственного землепользования, перенасыщенная обрабатываемыми земельными угодьями, в том числе низкопродуктивными маргинальными землями, в ущерб природным ландшафтам и биологическому разнообразию.

Наибольшей обостренностью указанных проблем характеризуются постцелинные степные регионы, традиционно специализирующиеся на выращивании продовольственного зерна и отличающиеся предельной распаханностью территории (табл. 1.)

Таблица 1. Структура сельскохозяйственного землепользования в постцелинных регионах Урала и Западной Сибири, на 1 января 2020 г.

Регион	Общая площадь региона, тыс. га	Сельскохозяйственные угодья		Обрабатываемые сельскохозяйственные угодья (пашня)		
		тыс. га	доля в общей площади региона, %	тыс. га	доля в площади с.-х. угодий, %	доля в общей площади региона, %
Республика Башкортостан	14295	7325	51,2	3663	50,0	25,6
Оренбургская область	12370	10813	87,4	6115	56,5	49,4
Челябинская область	8853	5094	57,5	3058	60,0	34,5
Курганская область	7149	4458	62,4	2403	53,9	33,6
Тюменская область	16012	3379	21,1	1289	38,1	8,1
Омская область	14114	6721	47,6	4157	61,8	29,4
Новосибирская область	17776	8399	47,3	3772	44,9	21,2
Алтайский край	16800	11004	65,5	6656	60,5	39,6
Всего	107368	57194	53,3	31112	54,4	29,0

Экстенсивная направленность структуры сельскохозяйственного землепользования постцелинных регионов и существующих подходов в земледелии нуждаются в переориентировании на рациональное природопользование по пути интенсификации земледелия на пахотнопригодных почвах и освобождения от бремени малопродуктивных земель.

В этой связи обобщение отечественных и зарубежных достижений реализации приемов рационального природопользования, выявление и актуализация передового опыта по возделыванию полевых культур в условиях природных и антропогенных изменений, повышающих стабильность зернового производства и обеспечивающих безопасность окружающей природной среды, сохраняют высокую актуальность для укрепления продовольственной безопасности населения.

Основная цель исследований заключалась в научном обосновании для постцелинных регионов Урала и Западной Сибири на базе технологически инновационных модельных хозяйств экологоориентированных интеллектуальных технологий выращивания экономически целесообразных урожаев основных полевых культур.

Для достижения намеченных результатов были сформулированы следующие задачи:

- актуализировать основные проблемы рационального природопользования при земледельческом использовании сельхозугодий в условиях современных природных и антропогенных вызовов;
- провести анализ и обобщение зарубежных и отечественных достижений в реализации агроприемов, основанных на рациональном и эффективном использовании природных ресурсов;
- оценить перспективность интерполяции инновационных технологических решений модельных хозяйств на другие территории постцелинного пространства Урала и Западной Сибири со схожими почвенно-климатическими и организационно-экономическими условиями.

### Материалы и методы

Объектом исследований выступали технологии возделывания полевых культур в традиционных и технологически инновационных модельных хозяйствах постцелинных регионов Урала и Западной Сибири. В качестве перспективных технологических решений ресурсо- и природосберегающей направленности рассматривались новационные технологические подходы, реализуемые в КФХ «Иванов Н.Е» и ООО «Озёрное» Южной лесостепной зоны Курганской области, КФХ «Люфт» Южной лесостепной зоны Омской области и ООО КХ «Партнёр» Западно-Кулундинской зоны Алтайского края. Основными критериями оценки служили полнота и однородность формирования биологической массы посредством анализа пространственного распределения нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) [43, 44]. Источником данных NDVI служили общедоступные космические снимки Landsat 8 и Santienel, имеющие пространственное разрешение 15-30 м/пиксел, размещённые на on-line ресурсах OneSoil.ai и Santienel-hub.com. Сведения об структуре сельскохозяйственного землепользования и валовых сборах зерна в разрезе отдельных регионов получали из открытых источников [45, 46]. Использовались также опросные материалы, результаты наблюдений и их обобщение в процессе экспедиционных исследований. При обработке цифрового материала применялись стандартные методы статистического анализа [47].



Результаты и обсуждение

В результате анализа эффективности растениеводства постцелинных регионов Урала и Западной Сибири за истекший двадцатилетний период выявлена значительная вариабельность валовых сборов зерновых и зернобобовых культур (рис. 1).

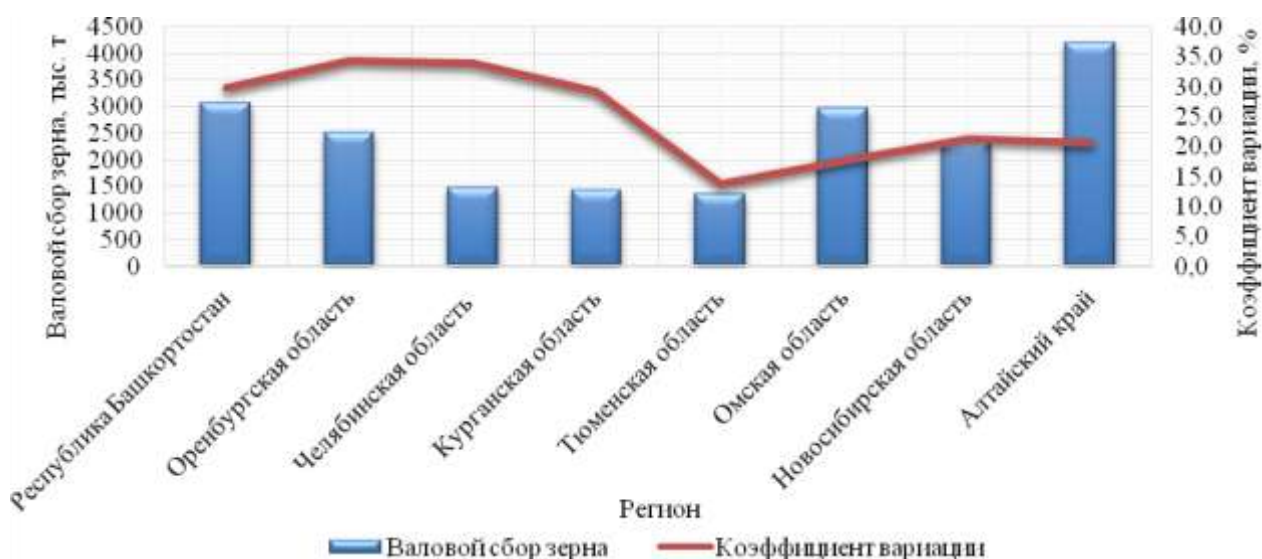


Рисунок 1 – Средняя величина и вариабельность валовых сборов зерна в постцелинных регионах Урала и Западной Сибири, 2002-2021 гг.

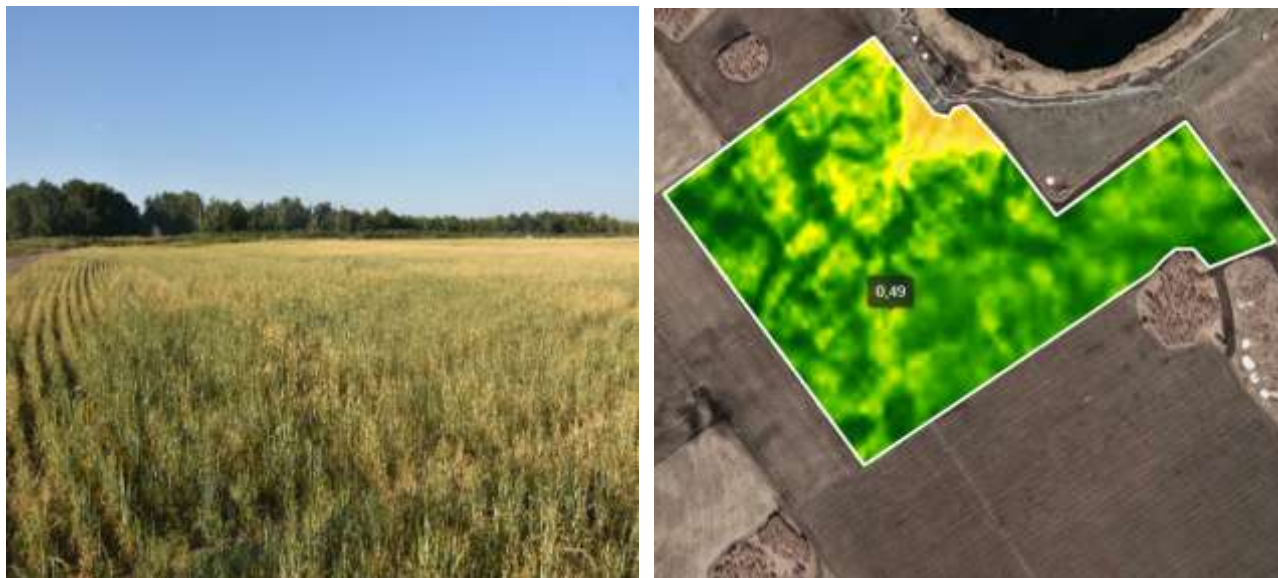
Размах вариации в целом по рассматриваемой территории составил более 12 млн т – от 25,2 млн т в относительно благоприятном по увлажнению 2017 г., до 13,2 млн т в острозасушливом, с повышенной солнечной инсоляцией 2010 г. Самой высокой изменчивостью валовых сборов отличаются уральские регионы – Республика Башкортостан, Оренбургская, Челябинская и Курганская области, характеризующиеся наибольшей разбалансированностью климата. Коэффициент вариации валовых сборов здесь колеблется на уровне 30-35 %. В регионах Западной Сибири изменчивость валовых сборов по годам также достаточно ощутима (18-21 %), хотя и на 12-14 п.п. (процентных пункта) ниже.

По итогам полевых выездов 2019-2021 гг. в хозяйствах постцелинной зоны Урала и Западной Сибири обследованы значительные площади обрабатываемых земледельческих угодий, характеризующихся высокой пестротой растительного покрова или общим низким уровнем его пространственного развития. Наиболее выраженная гетерогенность отмечена на сильно выработанных, истощенных, эродированных полях, особенно проявляющаяся при реализации низкоадаптивных технологических подходов в острозасушливые годы.

В качестве одного из таких полей можно рассмотреть гетерогенный земельный участок с чрезвычайно неоднородным агроценозом яровой пшеницы на чернозёме южном Степной почвенно-климатической зоны Омской области (Черлакский район). Различная интенсивность развития биологической массы по элементарным участкам поля вполне убедительно иллюстрируется вариативностью нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) (рис. 2).

При средней по полю яровой пшеницы величине NDVI 0,54 единицы, свидетельствующей о низкой полноте формирования биологической массы, размах его вариации по элементарным участкам поля составил 0,64 единицы. От максимальных значений 0,77 до минимальных значений 0,13 единиц коэффициент вариации NDVI превысил 30,0 %. Визуализация гетерогенности растительного покрова указывает на значительную пространственную пестроту почвенного плодородия, определившего такой размах вариабельности.

Низкая полнота формирования биологической массы и ее значительная пространственная пестрота на многих полях выступают достаточно ощутимым фактором, лимитирующим урожайность и валовой сбор зерна. Нерешенность указанной проблемы, с целью компенсации недополученных валовых сборов, вынуждает и дальше сохранять в обработке малопригодные земли, в противовес курсу на ресурсосберегающее рациональное природопользование.



а

б

Рисунок 2 – Визуализация гетерогенности растительного покрова (а) и пространственная вариативность NDVI (б) по элементарным участкам поля яровой пшеницы, Омская область, Черлакский район, август 2020 г.

Вполне очевидно, что помимо пространственной вариации условий почвообразования, связанных с особенностями рельефа, влагообеспеченности, микроклимата и других факторов, особый отпечаток на однородность почвенных условий накладывает предшествующая земледельческая практика. К примеру, значительную пестроту влажности почвы, что в первую очередь становится причиной невыровненных всходов, неравномерности развития и созревания, высокой вариабельности урожайности, в условиях засушливости климата вызывает глубокая обработка почвы с оборотом пласта, иссушающая почву на большую глубину. Такими же последствиями сопровождается применение неисправных, выработавших свой ресурс сельскохозяйственных орудий, неподдающихся регулировке и настройке на требуемые параметры обработки почвы. Огромные потери влаги вызывает куртинная засоренность полей, оставленная на длительное время открытая поверхность поля. К пестроте почвенного плодородия приводит игнорирование севооборотов, монокультура и отказ от возмещения вынесенных урожаями элементов минерального питания, увлечение почвозатратными коммерческими культурами (подсолнечник) и ослабление технологического контроля.

Широко практикуемая ресурсозатратная направленность технологических приемов сопровождается прогрессирующей деградацией земельных угодий и формирует вполне осязаемые риски для прилегающих природных ландшафтов.

Продолжающаяся обработка неустойчивых и малопригодных для обработки почв приводит к стремительному сокращению естественных элементов ландшафтных структур, сохраняющихся в виде узких границ полей с полуестественными средами обитания [48].

Подмена интенсификации земледелия, основанной на мобилизации биологического потенциала полевых культур посредством внедрения ландшафтно-адаптивных систем земледелия, высокоурожайных засухоустойчивых и жаростойких сортов, возмещения выноса

элементов минерального питания внесением органических и минеральных удобрений, интегрированной защиты растений от болезней вредителей и сорняков и др., только интенсивной обработкой почвы и безвозмездной мобилизацией природных ресурсов, приводит к дестабилизации валовых сборов и сохранению в обработке не пахотнопригодных почв.

В условиях современных климатических изменений, связанных с усилением засушливости и учащением аномальных метеорологических проявлений, приводящих к снижению урожайности на больших площадях, целесообразно применение технологических приемов, направленных на сохранение и рациональное использование природных ресурсов, таких как минимальная обработка почвы, мульчирование поверхности пожнивными остатками, оптимальное соотношение в структуре посевов разнообразных биологических групп полевых культур и соблюдение севооборотов.

Следует признать, что активность внедрения указанных приемов рационального природопользования и повышения устойчивости обрабатываемых угодий в сельскохозяйственное производство не везде одинакова. Экономические приоритеты современного сельскохозяйственного производства вносят весомые коррективы в структуру посевных площадей и технологии выращивания полевых культур, зачастую не соответствующие экологической целесообразности и защите почв от антропогенной деградации.

Несмотря на приведенные, казалось бы, объективные обстоятельства, сопровождающиеся упрощением и откровенными финансовыми приоритетами технологических предпочтений, в процессе экспедиционных обследований нами выявлены хозяйства, реализующие перспективные технологические решения ресурсо- и природосберегающей направленности. Нарботанный ими опыт может быть положен в основу разработки зональных агротехнологий, адаптированных к климатическим и антропогенным реалиям и других постцелинных регионов со схожими природными и социально-экономическими условиями.

В качестве перспективных технологических решений ресурсо- и природосберегающей направленности рассматривались новационные технологические подходы, сопровождающие высокой полнотой и однородностью развития биологической массы полевых культур, реализуемые в хозяйствах Курганской, Омской области и Алтайского края.

Земледелие Курганской области выделяется сочетанием трех элементов ландшафта, определяющих ее специфические особенности – озера, лесные колки и агроландшафты. Неповторимый облик зональным пейзажам придают вписанные в естественную природную среду поля, с сохранением внутри обрабатываемых участков даже небольших, представленных несколькими деревьями, колков или занимающие пригодные для обработки межозерные пространства (межозерное земледелие). Неминуемые при такой планировке земледельческих угодий технологические «нестыковки», связанные со сложностью применения широкозахватных сельскохозяйственных орудий, современных навигационных устройств, снижением производительности труда и др., компенсируются неоспоримыми преимуществами ландшафтно-адаптивных систем. К главным из них следует отнести формирование особого микроклимата, благоприятного для сельскохозяйственных культур и сохранение безопасной среды для степных обитателей, поддерживающее их биологическое разнообразие.

КФХ «Иванов Н.Е» и ООО «Озёрное» зерно-животноводческой специализации расположены в Южной лесостепной почвенно-климатической зоне Курганской области, характеризующейся холодной и продолжительной малоснежной зимой, с частыми метелями и относительно коротким, но одновременно жарким летом, с периодически повторяющимися засухами. Почвенный покров земледельческих угодий представлен чернозёмами выщелоченными и чернозёмами обыкновенными мало- и среднегумусными с содержанием гумуса не выше 4,0-4,5 %, с низкой и средней обеспеченностью подвижным фосфором

(52,6-78,2 мг/кг) и очень высоким содержанием калия (207,6 мг/кг почвы). Зона характеризуется наличием большого количества озёр, встречаются залежи, периодически осваиваемые и забрасываемые вновь, что определяет специфику здешнего землепользования как межозёрно-залежного.

КФХ «Иванов Н.Е», располагающее 8000 га посевных площадей, отличается высокой культурой земледелия. Оно базируется на применении высокоурожайных неосыпающихся (Экада 109) и скороспелых (Исеть 45) сортов яровой пшеницы селекции Курганского НИИСХ, мульчировании, «курганской» технологии поверхностной обработки почвы без оборота пласта, глубоком плоскорезном рыхлении не чаще одного раза за ротацию севооборота (4-5 лет), бороновании игольчатыми боронами и посева стерневыми комплексами. Включенные в состав севооборотов бобовые травы (эспарцет песчаный и донник желтый) помимо кормового обеспечения молодняка КРС мясного направления способствуют поддержанию бездефицитного баланса гумуса, обогащая почву симбиотически связанным атмосферным азотом и пожнивными остатками, улучшают водный и воздушный режим почвы.

ООО «Озёрное», с присущим современному многоотраслевому сельскохозяйственному предприятию широким перечнем производств, в большей степени специализируется на выращивании зернобобовых, масличных, овощных культур, разведении молочного скота, овец, коз, свиней и глубокой переработке растениеводческой и животноводческой продукции. Реализуемые в хозяйстве агротехнологии научно обоснованы, характеризуются адаптивностью к метеорологическим и почвенным особенностям, включают приемы влагосберегающей обработки почвы (минимальная, no-till, strip-till), мульчирование пожнивными остатками, применение минеральных и органических удобрений, выращивание засухоустойчивых и жаростойких сортов. Широко применяются элементы точного земледелия. Они позволяют дифференцировать нормы технологического воздействия на различные элементарные участки поля, нивелировать гетерогенность почвенного покрова, защитить прилегающие ландшафты от чрезмерной агрохимической нагрузки. «Визитной карточкой» хозяйства являются высокопродуктивные агроценозы яровой пшеницы твердой и льна масличного, возделываемых по тщательно выверенным влагосберегающим технологиям в системах ландшафтно-адаптивного земледелия с использованием интеллектуальных приемов (рис. 3).

Анализ спутниковой информации подтвердил целесообразность применяемых технологических подходов, выразившуюся в формировании достаточно полной и однородной биологической массы яровой пшеницы мягкой. Вариативность нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) в условиях КФХ «Иванов Н.Е» (2020 г.) при среднем отклонении по элементарным участкам поля равном 0,02 единицы, характеризовалась низким коэффициентом вариации, составившим 3,57 %. В посевах яровой пшеницы твердой в условиях ООО «Озерное» (2021 г.), при достаточно высокой средней по полю величине NDVI (0,80), его пространственная изменчивость составила только 0,15 единиц с коэффициентом вариации 2,78 %.

Землепользование КФХ «Люфт» находится на нижней границе южной лесостепной природно-сельскохозяйственной зоны Омской области, также характеризующейся продолжительной и морозной зимой с неглубоким (до 35 см) снежным покровом, коротким жарким летом. Наиболее распространенными почвами являются чернозёмы обыкновенные, содержащие до 5,0-5,3 % гумуса, среднеобеспеченные подвижным фосфором, с высоким содержанием обменного калия [49].

В хозяйстве смешанная зерноживотноводческая специализация. Под выращивание растениеводческой продукции (зерна и кормов) ежегодно отводится более 22 тыс. га. Численность стада КРС на мраморную говядину составляет около 500 голов. Послеуборочная подработка зерна производится в собственном зерноочистительном комплексе, оборудованном современными зерноочистительными машинами решетного и



триерного типов, пневмосепараторами, разделителями зерна в световом потоке и магнитными уловителями. Использование на посев семян высоких репродукций с высокими посевными и урожайными свойствами является непререкаемым приоритетом хозяйства, организовавшего для этих целей специализированную лабораторию со штатом высокопрофессиональных специалистов и соответствующим оборудованием. Полевая всхожесть подготовленных ими семян превышает 90,0 %, что является чрезвычайно высоким показателем в постцелинном полеводстве. Через лабораторию ежегодно проходит более 30,0 тыс. т семян, в том числе 4-5 т семян пивоваренного ячменя, выращиваемого для собственного производства пивных напитков.



а



б



с



д

Рисунок 3 – Пространственная вариативность нормализованного вегетационного индекса (NDVI) по элементарным участкам поля яровой пшеницы и визуализация однородности растительного покрова в ландшафтно-адаптивных системах земледелия Курганской области, КФХ «Иванов Н.Е» Звериноголовского (а, б, 2020 г.) и ООО «Озёрное» Целинного районов (с, д, 2021 г.).

Характерной особенностью земледельческих технологий в КФХ «Люфт» Омской области является достаточно давний (с 1993 г.) отказ от обработок почвы, предполагающих агрессивное воздействие (вспашка и глубокое плоскорезное рыхление) и переход к прямому посеву в необработанную почву стерневыми сеялками, оборудованными стрельчатыми лапами. Наиболее перспективными и экономически целесообразными при выращивании зерновых культур в последние десятилетия (начиная с 2000-2005 г.) здесь признаны технологии прямого посева (No-till) сеялками с дисковыми и анкерными сошниками, исключая сплошное подрезание почвы. Для этих целей используют сеялки отечественного производства СЗС-2,1 или их модификации и зарубежные марки John Deere.

При таком посеве укрытый измельченными пожнивными остатками поверхностный слой почвы не подвергается интенсивной обработке, лучше противостоит эрозии, способен лучше впитывать и удерживать большее количество влаги [50].

С целью компенсации вынесенных урожаями элементов минерального питания (NPK) предпочтение отдается органическим удобрениям, агрохимикаты (кроме гербицидов и инсектицидов) используются в исключительных случаях, чаще как стартовые удобрения. Практикуется разведение калифорнийских червей, осваиваются производство вермигумуса и вермикомпостирование. Достаточно развитое животноводство (КРС мясного и молочного направления) способствует увеличению доли кормовых культур в структуре посевных площадей, представленных однолетними и многолетними травами, восстанавливающими зернистую структуру почвы, характерную для естественных степных угодий. В насыщенных природоподобными приемами зональных технологиях основа урожая закладывается в высококачественном семенном материале (включая семена трав), поддержании оптимальных физических и химических свойств почвы за счет внесения органики (навоза), тщательной технологической дисциплины. При минимальном использовании средств химизации такой подход обеспечивает получение стабильных урожаев кормовых, технических культур и зерна продовольственного назначения не ниже II класса.

Перечисленные технологические подходы адаптированы с естественным колочным ландшафтом, что на встроенных в него полях оптимизирует микроклимат, сдерживает разгул суховеев, пыльных бурь и задерживает снег.

Достаточно активно внедряется уборка зерновых культур (кроме гороха и сои, требующих специальных жаток) методом очесывания, позволяющая приблизить архитектуру агроландшафта к естественному ландшафту. В нём практически полностью сохраняется стеблестой, защищающий почву от выдувания, чрезмерного испарения, накапливающий снег, регулирующий снеготаяние и способствующий лучшему впитыванию влаги. Длительная практика указанных технологических подходов способствует активному сдерживанию деградационных процессов в почве, улучшению её физических и биологических свойств, что сопровождается относительно стабильной урожайностью, не зависящей только от «капризов» погоды.

Детальная интерпретация спутниковых снимков подтвердила формирование достаточно развитой и однородной биологической массы в посевах различных культур, возделываемых с применением указанных выше технологических приемов. Так в посевах овса (рис. 4) вариативность нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) по элементарным участкам поля характеризовалась стандартным отклонением 0,04 с коэффициентом вариации 5,40 %.



а



б

Рисунок 4 – Уборка овса очесывающими жатками (а) и пожнивные остатки на поле овса (б) в ООО «Люфт» Азовского немецкого национального района Омской области, 12 августа 2020 г.

ООО КХ «Партнёр» расположено в сухой равнинной Кулундинской степи Алтайского края, отличающейся высокой вероятностью лет с острым дефицитом влаги (80 %) и большой амплитудой минимальных ( $-47-57^{\circ}\text{C}$ ) и максимальных ( $+38-41^{\circ}\text{C}$ ) температур в течение года. Среднегодовое количество осадков варьирует от 250 до 320 мм из которых 160-180 мм выпадает в течение вегетации. Почвенный покров представлен каштановыми солонцеватыми почвами, сильно подверженными ветровой эрозии. Содержание гумуса в них составляет около 3,0 %, обеспеченность подвижным фосфором средняя и обменным калием – высокая.

ООО КХ «Партнёр» с показательными результатами производственной деятельности выделяется в череде описанных выше модельных хозяйств тесным контактом с наукой в лице Алтайских государственного и аграрного университетов. Его база традиционно используется в реализации крупных краевых и международных новационных проектов, как в растениеводческой отрасли, так и в животноводстве. В хозяйстве на долгосрочной основе заложены полевые и степные полигоны по изучению новационных приёмов землепользования, направленных на повышение устойчивости обрабатываемых земель и восстановление деградированных пастбищ в условиях меняющегося климата (рис. 5).



а



б





с



д

Рисунок 5 – Полевые (а), степные (б) научные полигоны, посевы озимой пшеницы (с) и мульчированная обработка почвы (д) в ООО «Партнёр» Михайловского района Алтайского края, 14 сентября 2019 г.

В земледелии широко практикуются консервирующие технологии обработки почвы, наиболее подходящие для эффективного управления плодородием почвы [51], способствующие в условиях засушливой степи Алтайского края сохранению и рациональному использованию скудных ресурсов влаги при существенном сокращении затрат на обработку.

Наиболее перспективными в этом отношении признаны технологии осенней полосной обработки почвы (strip-till), практически не нарушающей поверхность почвы, с внесением минеральных удобрений. Их применение рассматривается также в качестве одного из направлений снижения темпов деградации почвы от воздействия рабочих органов орудий, применяемых для интенсивной обработки (вспашки) и пересушенных степных ветров, вызывающих дефляцию. При таком подходе высев семян пропашных культур весной следующего года (кукуруза, подсолнечник) осуществляется непосредственно в обработанную с осени полосу, не нарушая целостности не обработанного почвенного покрова. При этом более 30 % поверхности почвы остается покрыто пожнивными остатками, защищающими почвенную влагу от чрезмерного испарения при активной солнечной инсоляции. Длительное применение в севообороте полосной обработки почвы под пропашные культуры способствует восстановлению естественной плотности почвы, повышает её водопоглощительную и водоудерживающую способность, нивелирует пространственную неоднородность, чем создаёт оптимальные условия для формирования выравненных полевых агроценозов.

Из различных вариантов осенней обработки почвы, опробованных в хозяйстве – нулевой, поверхностной мульчированной, минимальной на среднюю рабочую глубину и интенсивной, применение полосной обработки на глубину 0,32 м с внесением минеральных удобрений в дозе 100 кг/га сопровождается и большим экономическим эффектом, выражающемся в повышении урожайности на 9,3-13,5 % при существенной экономии затрат [51].

Приведенные результаты производственной деятельности модельных хозяйств постцелинных регионов Урала и Западной Сибири подтверждают актуальность научного поиска новационных приемов рационального природопользования и повышения устойчивости обрабатываемых угодий, более полной реализации генетических ресурсов полевых культур, сохранения целостности окружающей среды и степного биоразнообразия.



### Выводы

В постцелинных регионах Урала и Западной Сибири действенным средством повышения уровня реализации биологического потенциала выращиваемых культур, без усиления антропогенного прессинга на прилегающие ландшафты, следует рассматривать оптимизацию природоподобных ресурсосберегающих агроприемов и их адаптацию в зональные системы земледелия. Они ориентированы на высокую реализацию биоклиматического потенциала, сохранение и расширенное воспроизводство почвенного плодородия, поддержание биологического разнообразия степных обитателей. Их внедрение способствует формированию более полной и однородной растительной массы, определяющей итоговую урожайность посевов и качество полученной продукции. Такие посевы характеризуются высокими значениями (0,75-0,80) нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI) и его меньшей полевой вариабельностью. Высока перспективность ландшафтообоснованного подхода к определению конфигураций полей (вписывание полей в естественный ландшафт) и насыщение севооборотов почвовосстанавливающими культурами (многолетние травы). Целесообразно использование высококачественного посевного материала и с.-х. техники, отказ от приемов агрессивной обработки почвы (вспашка, глубокое плоскорезное рыхление), мульчирование, переход к прямому посеву (No-till, Strip-till), выращивание жаростойких и засухоустойчивых скороспелых сортов местной селекции, внедрение прогрессивных способов уборки (очесывание). Не мене важны оптимизация отраслей растениеводства и животноводства, широкое применение органических удобрений и вермикомпостирование.

### Благодарности

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда «Географические основы пространственного развития земледельческих постцелинных регионов Урала и Сибири» № 20-17-00069.*

### Список литературы

1. Lai Z., Chen M., Liu T. Changes in and prospects for cultivated land use since the reform and opening up in China // Land Use Policy. 2020. vol. 97. p. 104781.
2. Фудина Е.В. Развитие сельского хозяйства и продовольственная безопасность России // Успехи современной науки. 2015. № 5. С. 55-57.
3. Сулайманова Д.К., Маткеримова А.М. Продовольственная безопасность – основа жизнедеятельности людей // Экономика устойчивого развития. 2021. № 1(45). С. 131-134.
4. Zhou Y., Li X., Liu Y. Cultivated land protection and rational use in China // Land Use Policy. 2021. vol. 106. p. 105454.
5. Митрофанов Д.В. Повышение плодородия почвы и пути его сбережения на черноземах южных Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 5(37). С. 27-30.
6. Степанова Л.П., Петелько А.И., Наконечный А.Г., Халимон С.Ю. Агроэкологическая оценка эффективности различных систем удобрения и контурных лесозащитных полос при воспроизводстве плодородия склоновых почв // Плодородие. 2020. № 1(112). С. 49-54.
7. Dengiz O., Baskan O. Land quality assessment and sustainable land use in Salt Lake specially protected area // Environmental Monitoring and Assessment. 2009. vol. 148. pp. 233-243.
8. Евдохина О.С. Мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения и оценка использования технологических приемов почвозащитной системы

землепользователями Омской области // Актуальные вопросы современной экономики. 2020. № 6. С. 182-192.

9. Janus J. Measuring land fragmentation considering the shape of transportation network: A method to increase the accuracy of modeling the spatial structure of agriculture with case study in Poland // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. vol. 148. pp. 259-271.

10. Безуглова О.С., Ильинская И.Н., Закруткин В.Е., Назаренко О.Г., Литвинов Ю.А., Гаевая Э.А., Меженков А.А., Жумбей А.И. Динамика деградации земель в Ростовской области // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 41-54.

11. Collins B., Chenu K. Improving productivity of Australian wheat by adapting sowing date and genotype phenology to future climate // Climate Risk Management. 2021. vol. 32. p. 100300.

12. Сапанов М.К. Особенности и экологические последствия потепления климата в полупустыне Северного Прикаспия // Поволжский экологический журнал. 2021. № 1. С. 64-78.

13. Das J., Poonia V., Jha S., Kumar Goyal M. Understanding the climate change impact on crop yield over Eastern Himalayan Region: ascertaining GCM and scenario uncertainty // Theoretical and Applied Climatology. 2020. vol. 142. pp. 467-482.

14. Gulyanov Yu.A., Chibilyov A.A., Levykin S.V., Yakovlev I.V. Modern climatic resources of the farming post-virgin land regions in Ural and West Siberia and their agricultural assessment // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. vol. 624. p. 012226.

15. Максюттов Н.А., Жданов В.М., Скороходов В.Ю., Кафтан Ю.В., Митрофанов Д.В., Зенкова Н.А., Жижин В.Н. Влагосберегающие приемы и технологии в земледелии Оренбуржья. 2015. № 6. С. 67-72.

16. Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Соловьев С.А., Макаровская З.В. Технические решения для технологий No-till и Strip-till // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 6(50). С. 61-63.

17. De Vita P., Di Paolo E., Fecondo G., Di Fonzo N., Pisante M. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy // Soil and Tillage Research. 2007. vol. 92. no. 1-2. pp. 69-78.

18. Hatfield J.L., Sauer T.J., Prueger J.H. Managing soils to achieve greater water use efficiency // Agronomy Journal. 2001. vol. 93. no. 2. pp. 271-280.

19. Tyler H.L. Winter cover crops and no till management enhance enzyme activities in soybean field soils // Pedobiologia. 2020. vol. 81-82. pp. 150666.

20. Беляков А.М., Назарова М.В. Агрорландшафты и технологии засушливого земледелия // Научно-агрономический журнал. 2018. № 1(102). С. 35-39.

21. Гулянов Ю.А., Чибилёв (мл.) А.А., Чибилёв А.А., Левыкин С.В. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 28-40.

22. Корчагин В.А., Горянин О.И. Почвозащитные и влагосберегающие технологии возделывания яровых зерновых культур // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 2(2). С. 43-44.

23. Шабаев А.И. Ресурсосберегающие технологии возделывания озимой пшеницы в агрорландшафтах Поволжья // Земледелие. 2009. № 4. С. 13-15.

24. Денисов Е.П., Солодовников А.П., Четвериков Ф.П., Гарбаев Ю.А. Влияние приемов минимизации обработки почвы и применения гербицидов на продуктивность ячменя в Поволжье // Нива Поволжья. 2013. № 1(26). С. 7-11.

25. Аношкин П.А., Васильев И.В., Скороходов В.Ю. Эффективность применения ресурсосберегающих технологий возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях

Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3(59). С. 15-16.

26. Сергеев В.С., Ибрагимова Г.Х. Экономическая эффективность ресурсосберегающих способов обработки почвы // Аграрный вестник Урала. 2010. № 3(69). С. 52-53.

27. Агеев А.А. Совершенствование минимизации обработки почвы в Челябинской области // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 2(38). С. 3-9.

28. Синещев В.Е., Васильева Н.В., Дудкина Е.А. Экономические аспекты почвозащитной системы земледелия в лесостепи Приобья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2011. № 3-4(219). С. 5-11.

29. Манылова О.В., Жаркова С.В. Влияние приемов минимизации обработки почвы на эффективность возделывания яровой пшеницы // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 10-2(68). С. 47-49.

30. Afshar R.K., Dekamin M. Sustainability assessment of corn production in conventional and conservation tillage systems // Journal of Cleaner Production. 2022. vol. 351. pp. 131508.

31. Barut Z.B., Ertekin C., Karaagac H.A. Tillage effects on energy use for corn silage in Mediterranean Coastal of Turkey // Energy. 2011. no. 36(9). pp. 5466-5475.

32. Kuhling I., Redozubov D., Broll G., Trautz D. Impact of tillage, seeding rate and seeding depth on soil moisture and dryland spring wheat yield in Western Siberia // Soil and Tillage Research. 2017. vol. 170. pp. 43-52.

33. Islam R., Reeder R. No-till and conservation agriculture the United States: An example from the David Brand farm, Carrol, Ohio // International Soil and Water Conservation Research. 2014. vol. 2. no. 1. pp. 97-107.

34. Дорожко Г.Р., Пенчуков В.М., Власова О.И., Бородин Д.Ю. Прямой посев полевых культур – одно из направлений биологизированного земледелия // Вестник АПК Ставрополя. 2011. № 2(2). С. 7-11.

35. Сухов А.Н., Плескачев Ю.Н., Борисенко И.Б., Беляков А.М. Прямой посев как основной элемент сберегающего земледелия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 4(28). С. 54-57.

36. Горянин О.И., Щербинина Е.В. Прямой посев яровой твердой пшеницы в Среднем Заволжье // Успехи современного естествознания. 2018. № 10. С. 45-49.

37. Бакиров Ф.Г., Поляков Д.Г., Халин А.В., Баландина А.А. Прямой посев и No-till в Оренбуржье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5(73). С. 50-54.

38. Беляев В.И., Вольнов В.В., Рудев Н.В., Соколова Л.В. Оценка эффективности различных типов высевующих сошников при прямом посеве яровой пшеницы в условиях степной зоны Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 8(42). С. 143-148.

39. Liebhard G., Klik A., Neugschwandtner R.W., Nolz R. Effects of tillage systems on soil water distribution, crop development, and evaporation and transpiration rates of soybean // Agricultural Water Management. 2022. vol. 269. pp. 107719.

40. Peng Z., Wang L., Xie J., Li L., Coulter J.A., Zhang R., Luo Z., Cai L., Carberry P., Whitbread A. Conservation tillage increases yield and precipitation use efficiency of wheat on the semi-arid Loess Plateau of China // Agricultural Water Management. 2020. vol. 231. p. 106024.

41. Roozbeh M., Rajaie M. Effects of residue management and nitrogen fertilizer rates on accumulation of soil residual nitrate and wheat yield under no-tillage system in south-west of Iran // International Soil and Water Conservation Research. 2021. vol. 9. no. 1. pp. 116-126.

42. Melman D.A., Kelly C., Schneekloth J., Calderon F., Fonte S.J. Tillage and residue management drive rapid changes in soil macrofauna communities and soil properties in a semiarid cropping system of Eastern Colorado // Applied Soil Ecology. 2019. vol. 143. pp. 98-106.

43. Гулянов Ю.А. Перспективы использования информационных ресурсов ДЗЗ для управления продукционным процессом полевых культур // Земледелие. 2022. № 2. С. 26-31.
44. Gulyanov Yu. A. Scientific bases of principles estimating a state of the vegetation cover in steppe agrocenoses using innovative methods of smart agriculture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ninth International Symposium “Steppes of Northern Eurasia”, Orenburg, 07-11.06.2021. IOP Publishing. 2021. vol. 817. pp. 012039.
45. ЕМИСС. Государственная статистика. Площадь сельскохозяйственных угодий. Валовой сбор сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/30950> (дата обращения: 20.06.2022).
46. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: Стат. сб. / Росстат. М., 2020. 1242 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 10.04.2022).
47. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
48. Eigner A.E., Nuppenau E.A. Applied spatial approach of modeling field size changes based on a consideration of farm and landscape interrelation // Agricultural Systems. 2019. no. 176. pp. 102648.
49. Красницкий В.М., Шмидт А.Г., Шойкин О.Д. Оценка состояния плодородия почв в Омской области // Плодородие. 2017. № 4(9). С. 27-29.
50. Berner, A., Hildermann, I., Fliebbach, A., Pfiffner, L., Niggli, U., Mader, A. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management // Soil and Tillage Research. 2008. no. 101(1-2). pp. 89-96.
51. Тиссен Р., Беляев В.И., Кузнецов В.Н., Соколова Л.В. Оценка эффективности затрат при реализации полосовой технологии осенней обработки почвы в условиях засушливой степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 9(155). С.18-23.

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

Поступила в редакцию 22.06.2022

Принята к публикации 21.09.2022

**INNOVATIVE METHODS OF RATIONAL NATURE MANAGEMENT IN THE  
INTENSIFICATION OF AGRICULTURE ON ARABLE SOILS OF THE STEPPE ZONE  
OF THE URALS AND WESTERN SIBERIA**

**Yu. Gulyanov, A. Chibilyov, S. Levykin**

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg

e-mail: orensteppe@mail.ru

The article presents the results of assessing the adaptability of implemented agricultural technologies, their nature-like and resource-saving orientation. The evaluation criteria were the completeness and uniformity of the formation of the biological mass of field agrocenoses by analyzing the spatial distribution of the normalized difference vegetation index (NDVI). The object of research was the technology of cultivation of field crops in traditional and technologically innovative model farms of the Kurgan (FE “Ivanov N.E.”, “Ozernoye” LLC), Omsk (FE “Lyuft”) regions and the Altai Territory (LLC “Partner”). The results of the carried studies confirmed the high “diversity” and low realization of the biological potential of cultivated crops with traditional resource-intensive cultivation methods. The optimization of nature-like resource-saving agricultural

practices and their adaptation to zonal farming systems is proposed as an effective means of increasing the effectiveness of field farming, without rising anthropogenic pressure. They are focused on the high realization of the bioclimatic potential, the preservation and expanded reproduction of soil fertility, and the maintenance of the ecological safety of adjacent landscapes. Their introduction contributes to the formation of a more complete and homogeneous plant mass, which determines the final yield of crops and the quality of the resulting products. Such crops are characterized by high values (0.75-0.80) of NDVI and its lower field variability. The landscape-based approach determining field configurations (fitting fields into the natural landscape) and saturation of crop rotations with soil-restoring crops (perennial grasses) is highly promising. The use of high-quality sowing material and agricultural machines, abandoning the methods of aggressive tillage (plowing, deep flat loosening), mulching, switching to direct sowing (No-till, Strip-till), growing heat-resistant and drought-resistant early-ripening varieties of local selection, introducing progressive harvesting methods (combing) are reasonable. The optimization of crop and livestock industries, the widespread use of organic fertilizers and vermicomposting are important.

*Key words:* steppe zone, rational nature management, intensification of agriculture, arable soils, post-virgin regions, the Urals and Western Siberia.

### References

1. Lai Z., Chen M., Liu T. Changes in and prospects for cultivated land use since the reform and opening up in China. *Land Use Policy*. 2020. vol. 97. p. 104781.
2. Fudina E.V. Razvitie sel'skogo khozyaistva i prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii. *Uspekhi sovremennoi nauki*. 2015. N 5. S. 55-57.
3. Sulaimanova D.K., Matkerimova A.M. Prodovol'stvennaya bezopasnost' – osnova zhiznedeyatel'nosti lyudei. *Ekonomika ustoichivogo razvitiya*. 2021. N 1(45). S. 131-134.
4. Zhou Y., Li X., Liu Y. Cultivated land protection and rational use in China. *Land Use Policy*. 2021. vol. 106. p. 105454.
5. Mitrofanov D.V. Povyshenie plodorodiya pochvy i puti ego sbrezheniya na chernozemakh yuzhnykh Orenburgskogo Predural'ya. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. N 5(37). S. 27-30.
6. Stepanova L.P., Petel'ko A.I., Nakonechnyi A.G., Khalimon S.Yu. Agroekologicheskaya otsenka effektivnosti razlichnykh sistem udobreniya i konturnykh lesozashchitnykh polos pri vosproizvodstve plodorodiya sklonovykh pochv. *Plodorodie*. 2020. N 1(112). S. 49-54.
7. Dengiz O., Baskan O. Land quality assessment and sustainable land use in Salt Lake specially protected area. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2009. vol. 148. pp. 233-243.
8. Evdokhina O.S. Monitoring sostoyaniya zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya i otsenka ispol'zovaniya tekhnologicheskikh priemov pochvozashchitnoi sistemy zemlepol'zovatelyami Omskoi oblasti. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki*. 2020. N 6. S. 182-192.
9. Janus J. Measuring land fragmentation considering the shape of transportation network: A method to increase the accuracy of modeling the spatial structure of agriculture with case study in Poland. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018. vol. 148. pp. 259-271.
10. Bezuglova O.S., Il'inskaya I.N., Zakrutkin V.E., Nazarenko O.G., Litvinov Yu.A., Gaevaya E.A., Mezhenkov A.A., Zhumbei A.I. Dinamika degradatsii zemel' v Rostovskoi oblasti. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2022. T. 86. N 1. S. 41-54.
11. Collins B., Chenu K. Improving productivity of Australian wheat by adapting sowing date and genotype phenology to future climate. *Climate Risk Management*. 2021. vol. 32. p. 100300.
12. Sapanov M.K. Osobennosti i ekologicheskie posledstviya potepeniya klimata v polupustyne Severnogo Prikaspiya. *Povolzhskii ekologicheskii zhurnal*. 2021. N 1. S. 64-78.

1. 13 Das J., Poonia V., Jha S., Kumar Goyal M. Understanding the climate change impact on crop yield over Eastern Himalayan Region: ascertaining GCM and scenario uncertainty. *Theoretical and Applied Climatology*. 2020. vol. 142. pp. 467-482.
2. 14 Gulyanov Yu.A., Chibilyov A.A., Levykin S.V., Yakovlev I.V. Modern climatic resources of the farming post-virgin land regions in Ural and West Siberia and their agricultural assessment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. vol. 624. p. 012226.
15. Maksyutov N.A., Zhdanov V.M., Skorokhodov V.Yu., Kaftan Yu.V., Mitrofanov D.V., Zenkova N.A., Zhizhin V.N. Vlagosberegayushchie priemy i tekhnologii v zemledelii Orenburzh'ya. 2015. N 6. S. 67-72.
16. Milyutkin V.A., Strebkov N.F., Solov'ev S.A., Makarovskaya Z.V. Tekhnicheskie resheniya dlya tekhnologii No-till i Strip-till. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. N 6(50). S. 61-63.
17. De Vita P., Di Paolo E., Fecondo G., Di Fonzo N., Pisante M. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Research*. 2007. vol. 92. no. 1-2. pp. 69-78.
18. Hatfield J.L., Sauer T.J., Prueger J.H. Managing soils to achieve greater water use efficiency. *Agronomy Journal*. 2001. vol. 93. no. 2. pp. 271-280.
19. Tyler H.L. Winter cover crops and no till management enhance enzyme activities in soybean field soils. *Pedobiologia*. 2020. vol. 81-82. pp. 150666.
20. Belyakov A.M., Nazarova M.V. Agrolandshafty i tekhnologii zasushlivogo zemledeliya. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal*. 2018. N 1(102). S. 35-39.
21. Gulyanov Yu.A., Chibilev (ml.) A.A., Chibilev A.A., Levykin S.V. Problemy adaptatsii stepnogo zemlepol'zovaniya k antropogennym i klimaticheskim izmeneniyam (na primere Orenburgskoi oblasti). *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2022. T. 86. N 1. S. 28-40.
22. Korchagin V.A., Goryanin O.I. Pochvozashchitnye i vlagosberegayushchie tekhnologii vozdeleyvaniya yarovykh zernovykh kul'tur. *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*. 2009. N 2(2). S. 43-44.
23. Shabaev A.I. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoi pshenitsy v agrolandshaftakh Povolzh'ya. *Zemledelie*. 2009. N 4. S. 13-15.
24. Denisov E.P., Solodovnikov A.P., Chetverikov F.P., Tarbaev Yu.A. Vliyanie priemov minimizatsii obrabotki pochvy i primeneniya gerbitsidov na produktivnost' yachmenya v Povolzh'e. *Niva Povolzh'ya*. 2013. N 1(26). S. 7-11.
25. Anoshkin P.A., Vasil'ev I.V., Skorokhodov V.Yu. Effektivnost' primeneniya resursosberegayushchikh tekhnologii vozdeleyvaniya yarvoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Orenburgskogo Predural'ya. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. № 3(59). S. 15-16.
26. Sergeev V.S., Ibragimova G.Kh. Ekonomicheskaya effektivnost' resursosberegayushchikh sposobov obrabotki pochvy. *Agrarnyi vestnik Urala*. 2010. № 3(69). S. 52-53.
27. Ageev A.A. Sovershenstvovanie minimizatsii obrabotki pochvy v Chelyabinskoi oblasti. *Vestnik Kurganskoi GSKhA*. 2021. № 2(38). S. 3-9.
28. Sineshchekov V.E., Vasil'eva N.V., Dudkina E.A. Ekonomicheskie aspekty pochvozashchitnoi sistemy zemledeliya v lesostepi Priob'ya. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*. 2011. № 3-4(219). S. 5-11.
29. Manylova O.V., Zharkova S.V. Vliyanie priemov minimizatsii obrabotki pochvy na effektivnost' vozdeleyvaniya yarvoi pshenitsy. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika*. 2020. N 10-2(68). S. 47-49.
30. Afshar R.K., Dekamin M. Sustainability assessment of corn production in conventional and conservation tillage systems. *Journal of Cleaner Production*. 2022. vol. 351. pp. 131508.

31. Barut Z.B., Ertekin C., Karaagac H.A. Tillage effects on energy use for corn silage in Mediterranean Coastal of Turkey. *Energy*. 2011. no. 36(9). pp. 5466-5475.
32. Kuhling I., Redozubov D., Broll G., Trautz D. Impact of tillage, seeding rate and seeding depth on soil moisture and dryland spring wheat yield in Western Siberia. *Soil and Tillage Research*. 2017. vol. 170. pp. 43-52.
33. Islam R., Reeder R. No-till and conservation agriculture the United States: An example from the David Brand farm, Carrol, Ohio. *International Soil and Water Conservation Research*. 2014. vol. 2. no. 1. pp. 97-107.
34. Dorozhko G.R., Penchukov V.M., Vlasova O.I., Borodin D.Yu. Pryamoi posev polevykh kul'tur – odno iz napravlenii biologizirovannogo zemledeliya. *Vestnik APK Stavropol'ya*. 2011. N 2(2). S. 7-11.
35. Sukhov A.N., Pleskachev Yu.N., Borisenko I.B., Belyakov A.M. Pryamoi posev kak osnovnoi element sberegayushchego zemledeliya. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2012. N 4(28). S. 54-57.
36. Goryanin O.I., Shcherbinina E.V. Pryamoi posev yarovoi tverdoi pshenitsy v Srednem Zavolzh'. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2018. N 10. S. 45-49.
37. Bakirov F.G., Polyakov D.G., Khalin A.V., Balandina A.A. Pryamoi posev i No-till v Orenburzh'e. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. N 5(73). S. 50-54.
38. Belyaev V.I., Vol'nov V.V., Rudev N.V., Sokolova L.V. Otsenka effektivnosti razlichnykh tipov vysevayushchikh soshnikov pri pryamom poseve yarovoi pshenitsy v usloviyakh stepnoi zony Altaiskogo kraja. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. N 8(42). S. 143-148.
39. Liebhard G., Klik A., Neugschwandtner R.W., Nolz R. Effects of tillage systems on soil water distribution, crop development, and evaporation and transpiration rates of soybean. *Agricultural Water Management*. 2022. vol. 269. pp. 107719.
40. Peng Z., Wang L., Xie J., Li L., Coulter J.A., Zhang R., Luo Z., Cai L., Carberry P., Whitbread A. Conservation tillage increases yield and precipitation use efficiency of wheat on the semi-arid Loess Plateau of China. *Agricultural Water Management*. 2020. vol. 231. p. 106024.
41. Roozbeh M., Rajaie M. Effects of residue management and nitrogen fertilizer rates on accumulation of soil residual nitrate and wheat yield under no-tillage system in south-west of Iran. *International Soil and Water Conservation Research*. 2021. vol. 9. no. 1. pp. 116-126.
42. Melman D.A., Kelly C., Schneekloth J., Calderon F., Fonte S.J. Tillage and residue management drive rapid shanges in soil macrofauna communities and soil properties in a semiarid cropping system of Eastern Colorado. *Applied Soil Ecology*. 2019. vol. 143. pp. 98-106.
43. Gulyanov Yu.A. Perspektivy ispol'zovaniya informatsionnykh resursov DZZ dlya upravleniya produktsionnym protsessom polevykh kul'tur. *Zemledelie*. 2022. N 2. S. 26-31.
44. Gulyanov Yu. A. Scientific bases of principles estimating a state of the vegetation cover in steppe agrocenoses using innovative methods of smart agriculture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ninht International Symposium "Steppes of Northern Eurasia", Orenburg, 07-11.06.2021. IOP Publishing*. 2021. vol. 817. pp. 012039.
45. EMISS. Gosudarstvennaya statistika. Ploshchad' sel'skokhozyaistvennykh ugodii. Valovoi sbor sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/30950> (data obrashcheniya: 20.06.2022).
46. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2020: Stat. sb. / Rosstat. M., 2020. 1242 s. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (data obrashcheniya: 10.04.2022).
47. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

48. Eigner A.E., Nuppenau E.A. Applied spatial approach of modeling field size changes based on a consideration of farm and landscape interrelation // *Agricultural Systems*. 2019. no. 176. pp. 102648.

49. Krasnitskii V.M., Shmidt A.G., Shoikin O.D. Otsenka sostoyaniya plodorodiya pochv v Omskoi oblasti. *Plodorodie*. 2017. N 4(9). S. 27-29.

50. Berner, A., Hildermann, I., Fliebbach, A., Pfiffner, L., Niggli, U., Mader, A. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil and Tillage Research*. 2008. no. 101(1-2). pp. 89-96.

51. Tissen R., Belyaev V.I., Kuznetsov V.N., Sokolova L.V. Otsenka effektivnosti zatrat pri realizatsii polosovoi tekhnologii osennei obrabotki pochvy v usloviyakh zasushlivoi stepi Altaiskogo kraya. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. N 9(155). S.18-23.

### Сведения об авторах:

Юрий Александрович Гулянов

Д.с.-х.н., профессор, в.н.с. отдела степеведения и природопользования, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0002-5883-349X

Yuriy Gulyanov

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Leading Researcher, Department of Steppe Studies and Nature Management, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Александр Александрович Чибилёв

Академик РАН, д.г.н., профессор, научный руководитель, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0002-6214-1437

Alexander Chibilyov

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

Сергей Вячеславович Левыкин

Д.г.н., профессор РАН, в.н.с., заведующий отделом степеведения и природопользования, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0003-0949-9939

Sergei Levykin

Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Leading Researcher, Head of the Department of Steppe Studies and Nature Management, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

**Для цитирования:** Гулянов Ю.А., Чибилёв А.А., Левыкин С.В. Новационные приемы рационального природопользования при интенсификации земледелия на пахотнопригодных почвах степной зоны Урала и Западной Сибири // *Вопросы степеведения*. 2022. № 3. С. 76-95. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-3-76-95



**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**».

Публикация статей осуществляется по следующим научным специальностям:

**1.6. Науки о Земле и окружающей среде:**

- 1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов;
- 1.6.13. Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география;
- 1.6.15. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель;
- 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия;
- 1.6.21. Геоэкология.

**1.5. Биологические науки:**

- 1.5.9. Ботаника;
- 1.5.12. Зоология;
- 1.5.14. Энтомология;
- 1.5.15. Экология;
- 1.5.19. Почвоведение;
- 1.5.20. Биологические ресурсы.

**4.1. Агронимия, лесное и водное хозяйство:**

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство;
- 4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика.

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 Научной электронной библиотеке.

**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](mailto:steppescience@mail.ru)

© Институт степи УрО РАН, 2022