

ISSN 2712-8628



ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ

STEPPE SCIENCE

2026

№ 1

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

1

2026

ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ. 2026. № 1

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

Главный редактор академик РАН А.А. Чибилев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Науки о Земле

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

Общая биология

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

Сельскохозяйственные науки

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

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

Свидетельство – ЭЛ № ФС77-79189

ISSN – 2712-8628

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Учредитель издания:

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

Ответственный секретарь редакции:

к.г.н. Грошева О.А.

+7 (3532) 77-44-32

E-mail: steppescience@mail.ru

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

© Институт степи УрО РАН, 2026

Подписано к изданию – 20.03.2026

Дата выхода номера – 25.03.2026

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Ермолаев О.П., Янцитов Р.О. БАССЕЙНОВЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И ОЦЕНКЕ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ	4
Павлейчик В.М., Языкбаев Э.Р., Сивохиц Ж.Т. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ 2024 ГОДА НА РЕКЕ УРАЛ	25
Холоденко А.В., Горбова П.С. АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)	36
Бускунова Г.Г., Суяндукоев Я.Т., Ильбулова Г.Р. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. СИБАЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН	53
Аляев В.А., Хаванская Н.М., Вишняков Н.В., Семенова Д.А. ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	64

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Димитриев А.В., Воробьев Д.Н. О ДИНАМИКЕ ЧИСЛЕННОСТИ СТЕПНЫХ СУРКОВ (<i>MARMOTA VOBAC</i> MÜLLER, 1776) ЦИВИЛЬСКОЙ КОЛОНИИ СУРКОВ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С 1988 Г. ПО 2024 Г.	76
Жигжитжапова С.В., Намзалов Б.Б. ИСТОРИЯ РАССЕЛЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ РОДА <i>ARTEMISIA</i> L. В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ	88

БАСЕЙНОВЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И ОЦЕНКЕ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

О.П. Ермолаев, Р.О. Янцитов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, Казань
e-mail: romayantsitov@mail.ru

Устойчивое развитие регионов нашей планеты определяется определенным набором ключевых параметров, и экологический – в их числе. Экологическую компоненту можно оценить, используя характеристики природно-ресурсного потенциала территории. При этом очень важно подобрать наиболее удобную с точки зрения выделения и приемлемую для создания геобазы данных и последующего пространственного анализа операционно-территориальную единицу. В работе приведены методические подходы и результаты оценки компонентов природы и антропогенных нагрузок территории Крыма на основе методологии бассейнового подхода с использованием инструментов ГИС.

Решен ряд логически взаимосвязанных задач: автоматизированное построение границ бассейнов, формирование по ним геопрограммной базы данных по природно-антропогенным характеристикам с построением картографической модели бассейнов и цифровых карт, пространственный анализ географических условий с оценкой антропогенных нагрузок на бассейновые геосистемы. Для территории Республики Крым по крупномасштабной карте гидрографической сети выделено 2100 бассейнов малых, мелких рек и крупных суходолов. Более 80 % из них имеют площади до 25 км². В Степном Крыму доминируют хорошо разработанные суходольные долины (866 бассейнов). Геобазы созданной на бассейновом принципе геоинформационной системы Крыма включает 57 полей атрибутивной информации. Создан набор тематических и аналитических цифровых карт, позволяющих подойти к оценке современного природно-ресурсного потенциала территории, устойчивости геосистем и зонированию территории по степени антропогенной трансформации.

Ключевые слова: бассейновые геосистемы, операционно-территориальная единица, геобазы, ГИС, картографирование, цифровые модели рельефа, гидрографическая сеть, геоморфометрия рельефа, типы земного покрова/землепользования, климатические условия, пространственный анализ.

Введение

Биосфера Земли в настоящее время испытывает ощутимую нагрузку из-за интенсивного и неконтролируемого потребления человеком большого количества природных ресурсов. Это превышает возможности природной среды к естественному восстановлению и сопротивлению деградации. В Крыму данная проблема стоит очень остро. Так, на совещании по вопросам социально-экономического развития Крыма и Севастополя в 2020 г. Президент России отметил, что решением экологических проблем здесь в полной мере никто никогда не занимался [1]. Согласно «Стратегии социально-экономического развития Республики Крым до 2030 года», серьезная экологическая оптимизация территории относится к одному из ключевых приоритетов. Изучаемая территория, занимая площадь 26100 км², находится на стыке природных, экономических и геополитических систем, требующих комплексного научного сопровождения процессов интеграции и развития. Особенности крымского климата и почв создают исключительно подходящие условия для выращивания сельскохозяйственных культур. Это обуславливает высокую степень сельскохозяйственной освоенности региона, где под различные виды растениеводства (полевые культуры, плодовые насаждения,

виноградники) отведена примерно треть всей территории полуострова. Деградация почв, снижение плодородия из-за нерационального использования является одной из значимых угроз для развития региона.

Управление природопользованием традиционно осуществляется по административному принципу. Один из его главных недостатков – административные границы чаще всего не совпадают с естественными природными границами. Данный факт затрудняет разрешение экологических и социально-экономических проблем в природопользовании. Для умеренного пояса суши, в условиях хорошо расчлененного рельефа, наиболее оптимальной операционно-территориальной единицей (ОТЕ) выступает бассейн. Методология бассейнового подхода обоснована в многочисленных фундаментальных работах отечественных и зарубежных ученых [2-8].

Границы бассейнов разных порядков на тематических картах в образно-знаковом восприятии визуализируют мозаичную структуру той или иной территории суши. При этом сами реки являются экологическими коридорами в общем экологическом каркасе территории. Для наглядности можно привести в качестве примера карту-схему бассейнов всех главных рек мира из проекта PythonMaps [9]. Преимуществом использования речного бассейна в качестве ОТЕ анализа является наличие по большей части четких естественных водораздельных границ, которые достаточно надежно и с минимальными ошибками выделяются как вручную, так и средствами ГИС-технологий. В пределах таких ОТЕ очень удобно визуализировать на электронных картах происходящие там природные процессы [10, 11, 12].

Цель исследования – на основе методологии бассейнового подхода, используя картографо-геоинформационные средства, дать географическую характеристику компонентам природно-ресурсного потенциала и определить уровень антропогенной нагрузки на бассейновые геосистемы уникального в природном отношении региона страны – Республики Крым.

Основной круг решаемых задач сводится к автоматизированному выделению границ бассейнов малых рек и карты бассейнов, формированию геопространственной базы данных по компонентам природно-ресурсного потенциала и антропогенным нагрузкам бассейнов с созданием специализированной ГИС, а также пространственному анализу природных условий и антропогенных нагрузок по созданному комплексу соответствующих тематических и аналитических цифровых карт.

Выбранный уровень пространственной детальности – региональный (шаг растровой сетки 100×100 м).

Проведенные исследования по своей методологии и методике являются продолжением цикла наших работ по разным регионам России [12, 13, 14, 16]. В этой связи многие методические аспекты предлагаемого исследования даются в сокращенном варианте.

Материалы и методы

Ранее для Крыма была создана карта бассейнов учеными Белгородского государственного национального исследовательского университета (БелГУ) «Речные бассейны Крыма» [17, 18]. Предлагаемая нами модель бассейнов, построенная на основе ЦМР более высокого разрешения (30 м) с исключением топологических ошибок, содержит обширную геобазу данных атрибутивной информации (57 полей).

Для построения границ бассейнов Крыма также использован автоматизированный метод. Для автоматизации процесса выделения границ бассейнов в первую очередь необходимы цифровые модели рельефа (ЦМР). Поэтому были проанализированы следующие глобальные открытые ЦМР:

1. SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) – разрешение 30 м (1 угловая секунда);
2. MERIT DEM – разрешение 90 м (3 угловые секунды);
3. AW3D30 (ALOS World 3D) – разрешение 30 м (1 угловая секунда);
4. FABDEM (Forest And Buildings removed DEM) – разрешение 30 м (1 угловая секунда).

Данные модели различаются по методам разработки, точности и степени фильтрации артефактов, влияющих на качество анализа. Выбор оптимальной ЦМР зависит от масштаба исследования, требуемой детализации и особенностей рельефа.

Преимущества и недостатки моделей для создания карты границ бассейнов подробно описаны в ряде наших работ [18, 19, 20]. Для территории Республики Крым была выбрана модель FABDEM. Помимо высокого разрешения, она является первой глобальной моделью рельефа, из которой были исключены искажения, вызванные наличием антропогенных объектов (человеческих построек) и лесного покрова. Данный продукт охватывает территорию от 60° ю.ш. до 80° с.ш. с пространственным разрешением 30 м (1 угловая секунда). Подробный алгоритм создания модели описан в статье [21].

Следующий необходимый элемент для автоматизированного выделения границ бассейнов – наличие электронного картографического слоя рек. Для этого оцифрована речная сеть на основе топографических карт масштаба 1:100000. В качестве картографической проекции выбрали равновеликую проекцию Альберса. Методика выделения бассейнов практикуется уже довольно давно и описана в предыдущих работах [16].

Поскольку значительные площади находятся в Степном Крыму, где речная сеть либо отсутствует, либо чрезвычайно разрежена, было принято решение о выделении границ бассейнов для морфологически хорошо выраженных в рельефе суходолов. Игнорирование таких водосборов привело бы к методическим ошибкам при соблюдении уровня генерализации и пространственного отображения территориальных различий природно-ресурсного потенциала. Таким образом, созданная сетка бассейнов включает не только все малые и мелкие реки, но и крупную суходольную сеть. В соответствии с этой методикой на территории Крыма выделено 2010 бассейнов с их межбассейновыми пространствами.

Следующим логическим шагом стало создание специализированной ГИС, в которой к бассейнам привязана геобазы данных, содержащая параметры, характеризующие природно-ресурсный потенциал территории и степень антропогенного воздействия на бассейновые геосистемы.

Для формирования информационной основы применялись общедоступные данные. Отбор анализируемых показателей осуществлялся по двум основным критериям: фактическая доступность исходных данных и аналитическая ценность для решения поставленных в исследовании задач.

Геобазы данных, кроме площадей бассейнов, включает базовые показатели природно-ресурсного потенциала территории. В частности, это морфометрия рельефа: средняя, минимальная и максимальная высота (м); глубина вертикального расчленения (м); средняя крутизна склонов (град.); преобладающая экспозиция склонов (по 8 румбам); длина линий стока (м); LS-фактор (эрозионный потенциал рельефа) и густота речной сети (км/км²). Климатические показатели в бассейнах: среднегодовая температура воздуха (°С); средняя температура воздуха в январе (°С); средняя температура воздуха в июле (°С); сумма активных температур (°С); среднегодовая сумма осадков (мм); сумма осадков за холодный период года (мм); сумма осадков за теплый период года (мм) и гидротермический коэффициент увлажнения. Включены в геобазу и данные по почвам. Почвенный покров оцифрован с тематической карты почв Крыма [22] масштаба 1:200 000, всего выделено 18 подтипов почв, два из которых относятся к типам земного покрова. Данные о ландшафтах бассейнов загружены с электронной ландшафтной карты СССР масштаба 1:2 500 000 [23]. Всего в Крыму выделено 7 подтипов ландшафтов.

Геобазы данных также содержит три базовых показателя антропогенной нагрузки: плотность населения (чел./км²); густоту дорожной сети (км/км²) и степень распаханности бассейнов (в долях единицы). Также в дополнение к показателю антропогенной нагрузки в базу данных включен коэффициент относительной напряженности Кочурова. Все полученные данные структурированы в виде таблицы атрибутов, связанных с пространственными объектами – бассейнами (табл. 1). Ниже в качестве примера рассматривается только ряд перечисленных характеристик.

Таблица 1 – Фрагмент геопространственной базы данных на примере морфометрических показателей рельефа

№	Данные		Имя поля
1	Идентификатор бассейна	Безразмерный	Id
2	Площадь	км ²	Area
3	Высота	Среднее, м	Hmean
4		Максимум, м	Hmax
5		Минимум, м	Hmin
6		Глубина вертикального расчленения, м	Hmaxmin
10	Крутизна склонов в бассейнах	Средняя крутизна, град.	Slope
11	Длина линий стока	Среднее, м	FPLmean
12	Фактор LS	Безразмерный	LS_Morgan
13	Густота речной сети	Среднее, км/км ²	rivden
14	Экспозиция	Код преобладающей в бассейне экспозиции	Aspect

Результаты и обсуждение

Площадь бассейна. Площадь – один из важных морфометрических параметров бассейнов. Представлен в виде карты площадей бассейнов (рис. 1). Ее анализ позволяет определить следующие закономерности: 69 % малых бассейнов (<5 км²) занимают лишь 7,2 % общей площади территории исследования и равномерно распределяются за счет высокого горизонтального расчленения в Горном Крыму и на Керченском полуострове. Бассейны 5-10 км² (6,5 % территории) и 10-25 км² (11 %) также встречаются преимущественно в горных районах. Более крупные бассейны (100-500 км² и более), занимающие 45,2 % площади, сосредоточены в степной части Крыма (Степной Крым). Максимальная площадь – 1775,2 км². Такой бассейн занимает пространство от окрестностей Симферополя до северной части полуострова, практически доходя до Красноперекопска. Средняя площадь бассейнов 12,7 км².

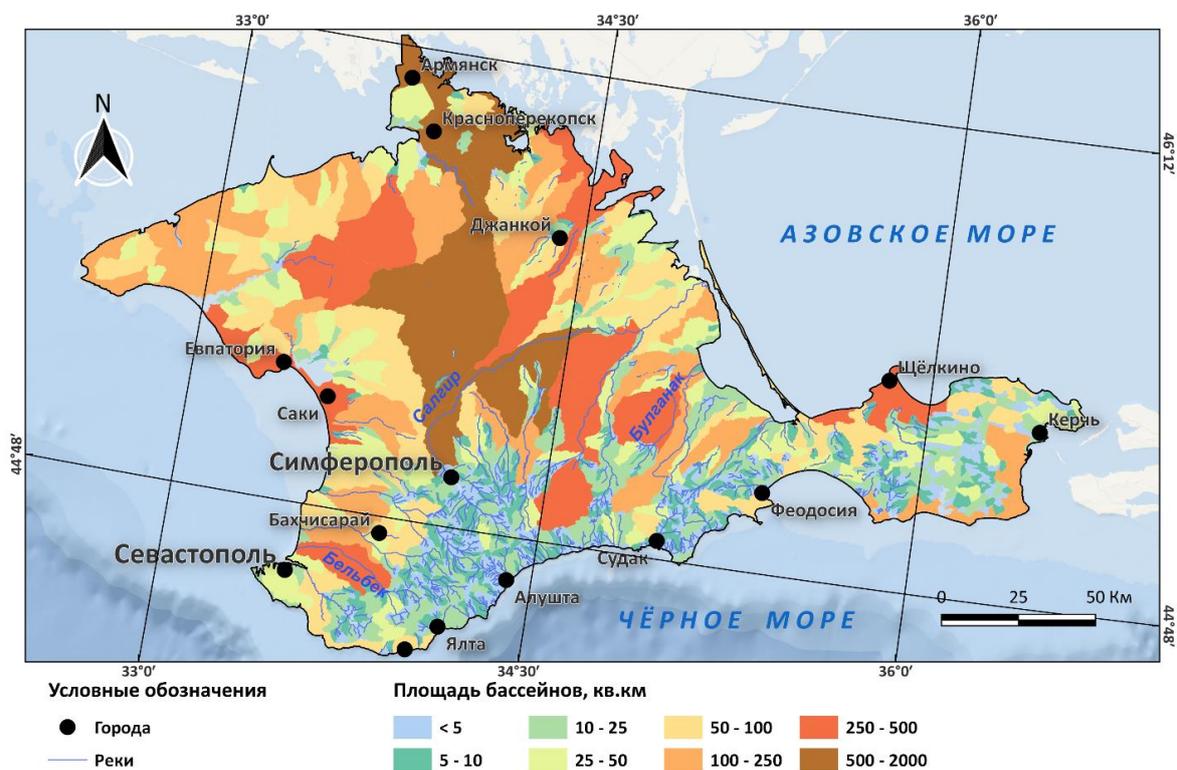


Рисунок 1 – Карта площадей бассейнов

Морфометрия рельефа. Морфометрические параметры рельефа бассейнов определяются с использованием специализированных ГИС-алгоритмов. Как важный абиотический фактор, рельеф играет определяющую роль в регулировании потоков вещества и энергии внутри геосистем [24]. Наиболее значимыми морфометрическими показателями являются: средняя высота, крутизна склонов, длина линий стока, глубина расчленения и экспозиция. Расчет данных параметров реализовали в геоинформационной системе ArcGIS (в. 10.4.1). Их усреднение произвели с помощью инструмента «Зональная статистика в таблицу». ГИС-картографирование рассчитанных параметров осуществили в программе QGIS (в. 3.22.3). Статистическую обработку данных провели в пакете Statgraphics Centurion.

Средняя высота. Для систематизации бассейнов по данному морфометрическому показателю применена общепринятая классификация рельефа, основанная на абсолютных высотных отметках (табл. 2). С целью детализации пространственного распределения средних высотных значений категория низменностей дополнительно была разделена на три подкатегории.

Анализ карты средней высоты рельефа в бассейнах показал следующие закономерности (рис. 2). Более 80 % территории относится к низменному рельефу. Здесь выделяются следующие подкатегории: 1) 0-50 м (22 % бассейнов) занимают Центрально-Крымскую и Северо-Крымскую равнины, Присивашье, Индольскую равнину, побережье Керченского п-ова и Тарханкута; 2) 50-100 м (21,4 %): центральные районы Крымской равнины, Альминская низменность, центр Керченского п-ова, окрестности Севастополя; 3) 100-200 м (11,1 %): внешняя гряда Крымских гор, центр Керченского п-ова, периферия Севастополя. Единственный бассейн, находящийся ниже уровня моря (-0,3 м), расположен у залива Сиваш. Возвышенный рельеф занимает 13,6 % площади полуострова (29,1 % бассейнов). Это область между Внешней и Внутренней грядами. На горные территории приходится 6,1 % площади, из них на низкогорья – 14,8 % и среднегорья – 1,6 % соответственно. Они расположены в Главной и частично Внутренней грядах (район Симферополь-Севастополь-Алушта).

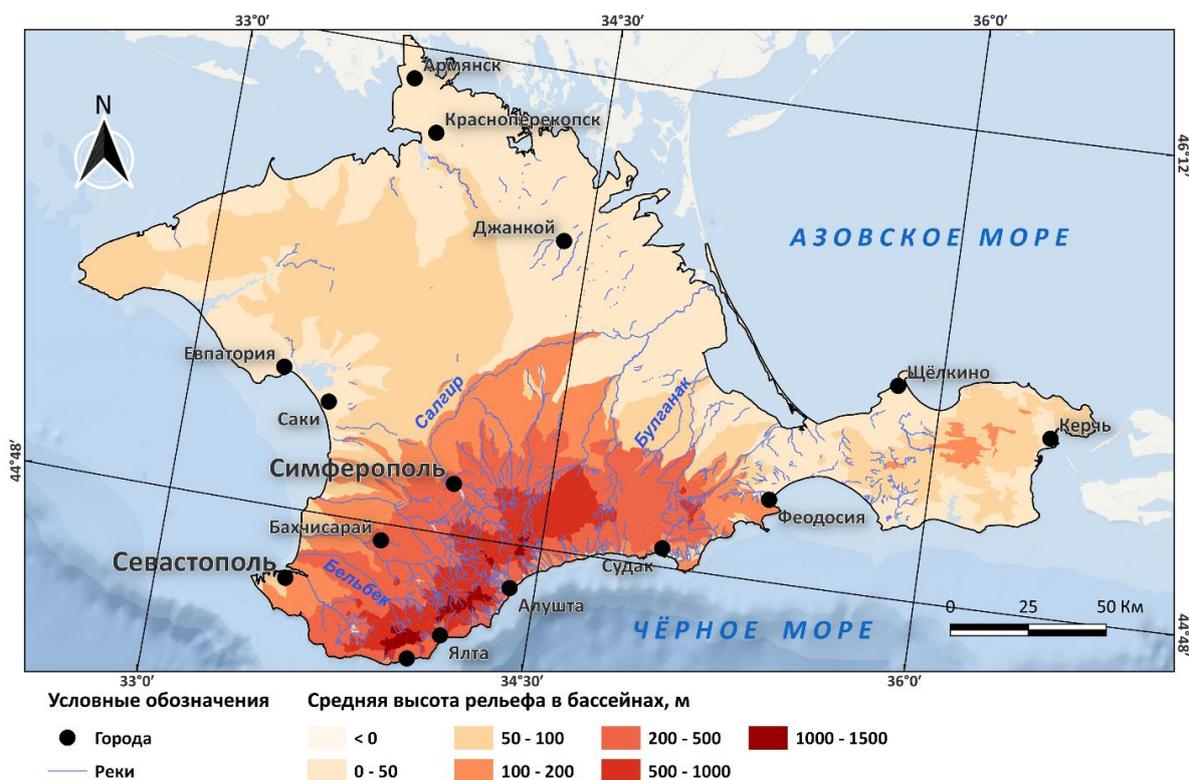


Рисунок 2 – Карта средних значений высоты

Таблица 2 – Классификация бассейнов по высоте

Средняя высота, м	Форма рельефа	Кол-во бассейнов, шт.	Доля от общего кол-ва, %	Площадь, км ²	Доля от общей площади, %
<0	Впадина	1	0,0	1,08	0,0
0-50	Низменности	442	22,0	9765,4	38,2
50-100		431	21,4	7760,7	30,4
100-200		222	11,1	2985,7	11,7
200-500	Возвышенности	584	29,1	3467,7	13,6
500-1000	Низкие горы	297	14,8	1395,5	5,5
1000-2000	Средние горы	33	1,6	161,5	0,6
Всего		2010	100	25537,6	100

Длина линий стока. Данный параметр характеризует максимальное расстояние, которое могут преодолевать вещественно-энергетические потоки, например, поверхностного склонового стока, в пределах бассейна под действием силы тяжести. Этот показатель имеет важное прикладное значение и часто используется в эрозиоведении при моделировании поверхностного стока, расчете эрозионного потенциала рельефа и оценке интенсивности склоновой линейной и плоскостной эрозии [25, 26]. Этот параметр, несмотря на довольно сложные связи с интенсивностью флювиальных процессов, имеет особо важное значение в наборе факторов рельефа, оказывающих влияние на механизм и интенсивность склоновой эрозии. Данную характеристику также часто привлекают и для анализа агроландшафтов [27]. Расчет параметра произвели с помощью инструмента «Maximum Flow Path Length» в модуле «Terrain analysis» в программе QGIS.

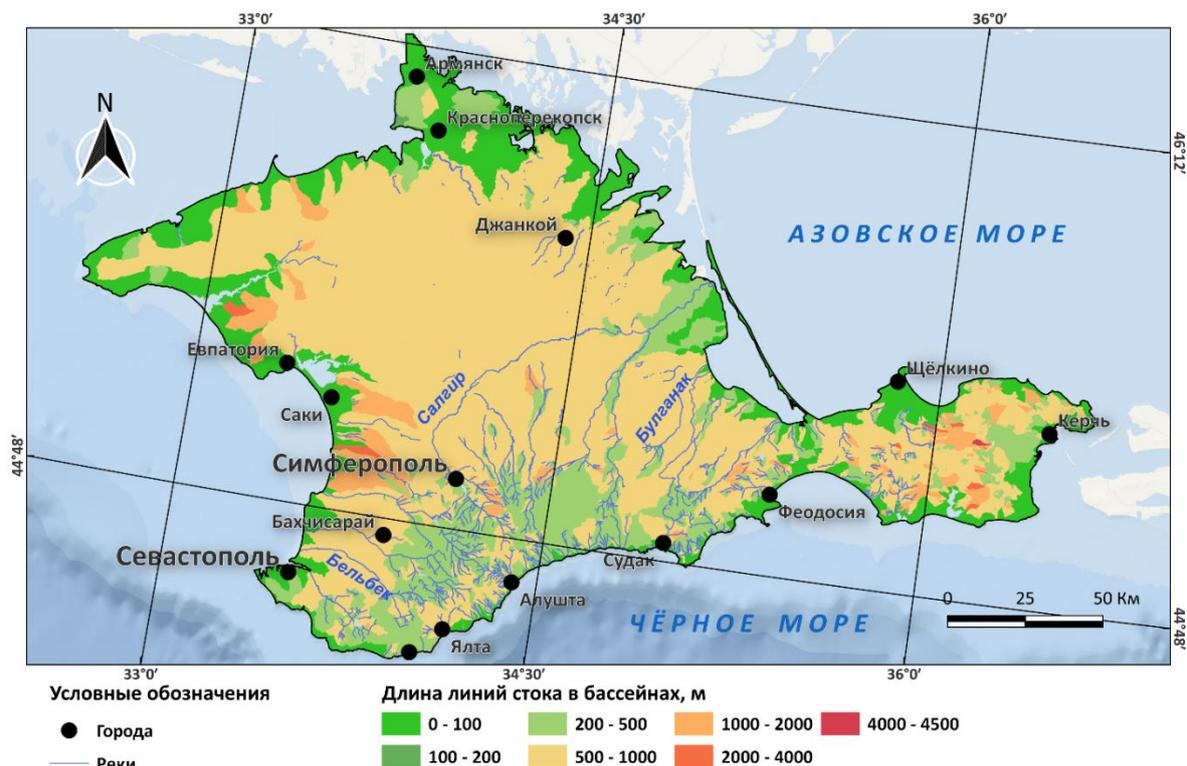


Рисунок 3 – Карта средней длины линий стока

При анализе соответствующей карты (рис. 3) были получены следующие результаты. Среднее значение длин линий стока – 505 м. Для простоты восприятия значения средней длины линии стока можно разделить на условные диапазоны (табл. 3): короткие (0-200 м), средние (200-500 м), длинные (500-1000 м) и очень длинные (>1000 м). Бассейны по данным

диапазонам распределяются следующим образом. Короткие – 14,1 % бассейнов – занимают 17,4 % площади Крыма. Они локализованы в прибрежных зонах, включая участок от Севастополя до Тарханкута и Феодосии. Средние – 45,2 %. На них приходится 16,8 % площади. В основном характерны для бассейнов Внутренней и Главной гряд, большинства прибрежных районов, кроме участка Севастополь-Тарханкут. На длинные линии стока приходится 33 % бассейнов и 60,5 % площади территории. Приурочены они к центральным районам полуострова и частично к Крымским горам. К последней категории очень длинных линий стока относится наименьшее число бассейнов и их площадей (6,9 %). Такие склоны бассейнов находятся на западе (Альминская низменность) и востоке Крыма (Керченский полуостров).

Таблица 3 – Классификация бассейнов по средней длине линии стока

Средняя длина линий стока, м	Количество бассейнов, шт.	Доля от общего количества, %	Площадь, км ²	Доля от общей площади, %
0-100	182	9,1	4385,4	17,2
100-200	100	5,0	43,0	0,2
200-500	909	45,2	4292,7	16,8
500-1000	662	32,9	15442,4	60,5
1000-2000	138	6,9	1273,2	5,0
2000-4000	18	0,9	94,0	0,4
4000-4500	1	0,05	6,9	0,01
Всего	2010	100	25537,7	100

Густота речной сети. Показатель отражает развитие гидрографической сети территории, ее горизонтальное расчленение и водообеспеченность. Особенно важен, учитывая доминирование степных ландшафтов Крыма. Этот гидрологический параметр учитывается при проведении инженерно-гидрометеорологических и инженерно-геодезических изысканий, реализации природоохранных мероприятий, а также при строительных и мелиоративных работах [28].

Анализ карты густоты речной сети (рис. 4) показал крайне неравномерное распределение бассейнов по этой характеристике. Средний показатель составляет 0,6 км/км². Наименьшие значения характерны для Степного Крыма (0-0,1 км/км²). Таких бассейнов насчитывается больше всего – 1027, что соответствует 51,1 % от их общего количества. При этом для 866 из них значение густоты равно нулю, то есть речная сеть отсутствует, а границы бассейнов – это водосборы крупных, морфологически хорошо выраженных суходолов.

Для бассейнов Керченского полуострова средняя густота рек достигает 0,4 км/км². Наибольшая степень расчлененности речной сетью наблюдается в бассейнах Горного Крыма (в среднем 0,8 км/км²). Для этой территории характерно наличие множества мелких рек, которые, в свою очередь, имеют по несколько притоков. Подобная картина типична для верховьев таких рек, как Альма, Кача, Бельбек, Чёрная и Салгир.

Густота речной сети бассейнов Южного берега Крыма варьируется в диапазоне 0,8-1 км/км². Здесь также распространены водотоки, имеющие множество мелких притоков.

При этом важно отметить, что в Горном Крыму встречаются и бассейны с низкой густотой речной сети. Они приурочены к плоским вершинам – яйлам, где активно развиты карстовые процессы. Ярким примером служит Караби-яйла, полностью лишенная постоянных поверхностных водотоков.

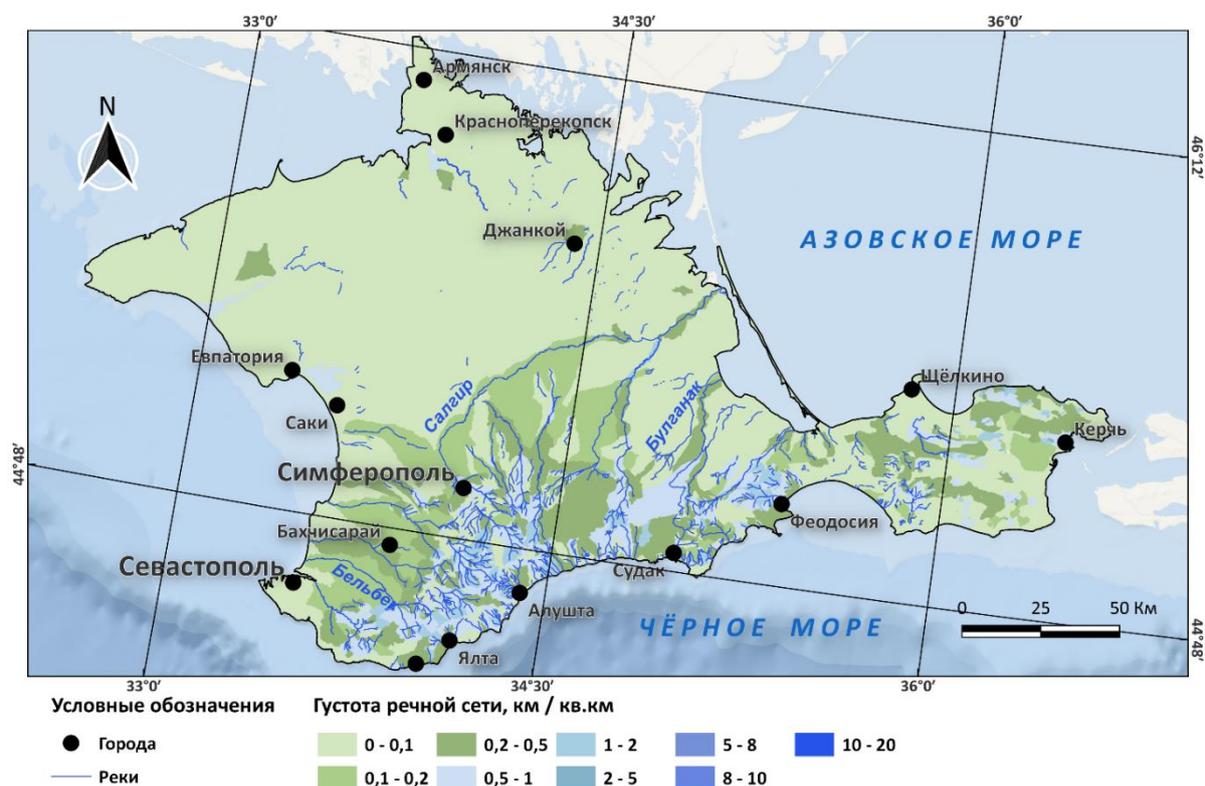


Рисунок 4 – Карта густоты речной сети

Для густоты речной сети сделали распределение (табл. 4).

Таблица 4 – Распределение бассейнов по густоте речной сети

Густота речной сети, км/км ²	Количество бассейнов, шт.	Доля от общего количества, %	Площадь, км ²	Доля от общей площади, %
0-0,1	1027	51,1	17023,0	66,7
0,1-0,2	70	3,5	2674,8	10,5
0,2-0,5	233	11,6	3423,4	13,4
0,5-1	303	15,1	1700,1	6,7
1-2	258	12,8	673,1	2,6
2-5	99	4,9	42,3	0,2
5-8	10	0,5	0,7	0,0027
8-10	2	0,1	0,06	0,0002
10-20	8	0,4	0,1	0,0004
Всего	2010	100	25537,7	100

Оценка антропогенной нагрузки на бассейновые геосистемы. На протяжении веков влияние человеческой деятельности на окружающую среду носило ограниченный характер, что объяснялось высокой восстановительной способностью биосферы. Однако демографический взрыв и резкая интенсификация экономической активности во второй половине XX столетия кардинально изменили ситуацию, приведя к масштабным, преимущественно деструктивным преобразованиям природных комплексов. Современная наука определяет антропогенную нагрузку как интегральный показатель, сочетающий количественные и качественные характеристики влияния хозяйственной деятельности на экосистемы. Природные элементы подвергаются воздействию по отдельности или же комплексно, когда стресс испытывает весь набор компонентов. В совокупности это приводит к ощутимым изменениям в функционировании природных систем. Уровень антропогенной нагрузки напрямую коррелирует с пространственной концентрацией источников негативного

влияния на экосистемы. Существует обратная зависимость между величиной антропогенного давления и природно-ресурсным потенциалом геосистем.

На основе природно-антропогенной информации, содержащейся в геопространственной базе данных, проведена оценка геоэкологического состояния бассейнов Крыма двумя способами. Первый – по отработанной методике расчета антропогенной нагрузки на основе бассейнового подхода [29, 30]; второй – путем расчета «коэффициента относительной напряженности Кочурова», который характеризует состояние эколого-хозяйственного баланса территории исследования.

Под антропогенной нагрузкой нами понимается степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйственной деятельности на природу в целом или на ее отдельные компоненты (бассейны рек, ландшафты и т.д.). В качестве показателей для первого подхода к оценке, которые прямо или косвенно отражают антропогенное воздействие, использовались: плотность населения в бассейне (чел/км²), густота дорожной сети (с учетом типа дорог; км/км²), сельскохозяйственная освоенность территории бассейна (% распаханых земель).

Преимущества выбранных показателей заключаются в устойчивости во временном аспекте; репрезентативности для оценки хозяйственной деятельности и, что весьма важно, доступности исходных данных с возможностью их трансформации в цифровой формат.

Перед вычислением степени антропогенной нагрузки, во избежание чрезмерного доминирования экстремальных значений той или иной переменной на результирующей карте антропогенного воздействия, проведена процедура их нормирования (обезразмеривания) [31]. Данная процедура необходима, так как переменные измеряются в разных единицах. Например, густота дорожной сети – км/км², а плотность населения – в количестве человек на 1 км². Поэтому значения всех переменных приведены к интервалу от 0 до 1. Для этого использовали следующую формулу:

$$\frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

Плотность населения выступает косвенным, но информативным показателем антропогенного влияния на территорию. Хотя она не дает прямой оценки антропогенной нагрузки, но интегрально отражает уровень хозяйственного освоения и характер использования земель.

Исходные данные о численности населения получены из Глобального слоя населенных пунктов (GHSL) за 2020 год [32, 33]. В работе использовался растровый слой GHS-POP, где каждая ячейка содержит информацию о количестве жителей. Пространственное разрешение данных составляет 90 м, координатная система – WGS-84.

Расчеты выполнялись в QGIS (версия 3.22) с помощью инструментов растровой обработки. Для каждого речного бассейна сначала суммировалось население, после чего определялась плотность путем деления полученного значения на площадь соответствующего бассейна.

В процессе нормирования бассейнам с плотностью населения 1000 чел./км² и выше было присвоено значение 1, соответствующее верхней границе шкалы (0-1). Для бассейнов с плотностью населения менее 1000 чел./км² применялась нормализация по формуле:

$$\frac{\log(P_{\text{dens}} + 1) - 0}{\log(1000 + 1) - 0} \quad (2)$$

где P_{dens} – плотность населения, чел./км².

Средняя плотность населения в бассейнах Республики Крым равняется 105 чел./ км².

На тематической карте (рис. 5) представлено зонирование территории по показателю плотности населения. Наименьшие значения характерны для горных районов Крыма, центральной части Керченского полуострова, степных территорий и прибрежных участков Присивашья. Наибольшая концентрация населения наблюдается вдоль Южного берега Крыма – ключевой курортной зоны, включающей: Большую Ялту (от Фороса до Гурзуфа)

с максимальной плотностью застройки; Большую Алушту (от Утёса до Приветного) с относительно меньшей плотностью; в западной части полуострова – курортную полосу от Севастополя до Евпатории; вдоль реки Салгир – от Симферополя до устья реки. В северных районах: Армянск, Красноперекопск (север); Джанкой, Нижнегорский (северо-восток); Керчь, Щёлкино (Керченский полуостров). Особенностью распределения является четкая привязка зон высокой плотности населения к крупным городам и курортным агломерациям.

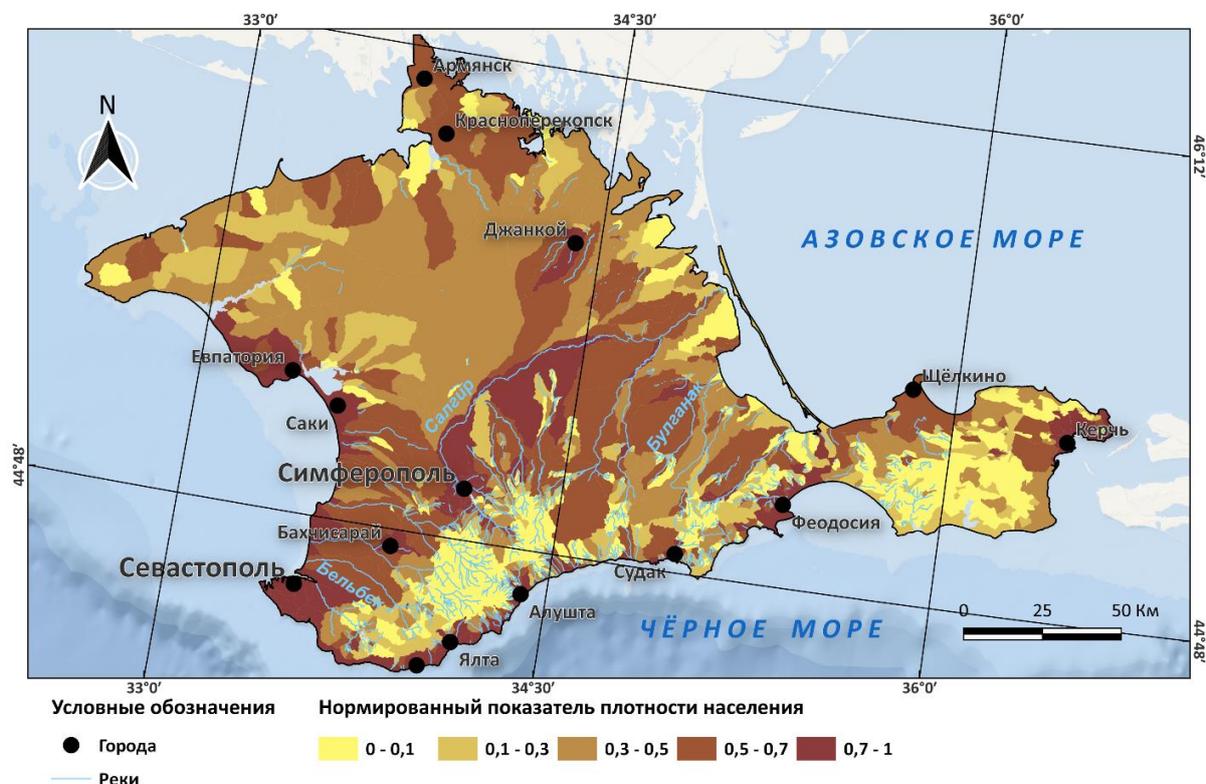


Рисунок 5 – Карта нормированного показателя плотности населения в бассейнах Крыма

Густота дорожной сети. Данный показатель отражает степень развития транспортной инфраструктуры региона и в определенной степени служит характеристикой хозяйственной освоенности. Кроме того, дорожная инфраструктура, пересекающая различные части бассейна (водораздельные пространства, склоны, пойменно-террасовые комплексы), оказывает негативное влияние на природные гидрологические процессы. Так, автомобильные дороги трансформируют естественный поверхностный сток, вызывая его фрагментацию или локальную концентрацию. Подобные изменения провоцируют: интенсификацию всего комплекса склоновых эрозионных процессов; нарушение естественного стока наносов; аккумуляцию загрязняющих веществ в водотоках. Особое воздействие оказывают железнодорожные магистрали, для которых характерно: значительное изъятие земельных ресурсов; необходимость масштабных лесоповалов в зоне прокладки путей; создание непрерывных барьеров для естественных ландшафтов. Транспортная сеть – это еще и фактор шумового и геохимического загрязнения почв.

Расчет густоты дорожной сети в бассейнах был проведен в несколько этапов. Сначала были загружены и обработаны геоданные веб-картографического проекта OpenStreetMap (OSM) [34, 35] в программном комплексе ArcGIS. Данные актуальны на 2023 г.

В ходе работы обрабатывались автомобильные и железные дороги. Работу провели в 3 этапа. На первом этапе провели классификацию дорог. Автодорогам присваивались баллы от 1 до 5 в зависимости от их категории и значимости (на основе экспертных оценок, принятых в русскоязычном сообществе OSM) [36, 37]. Железным дорогам баллы нагрузки назначались согласно атрибуту «railway», который включает все типы рельсового транспорта. На втором

этапе проводился ГИС-анализ с использованием программного пакета ArcGIS 10.4.1, включающий в себя несколько подэтапов: объединение слоев OSM в единый векторный слой; слияние линейных объектов с одинаковыми баллами нагрузки (инструмент «Merge by Attribute»); пересечение дорог с границами малых речных бассейнов («Identify») и расчет суммарной длины дорог каждой категории в пределах бассейнов («Calculate Geometry»). На заключительном этапе провели расчет показателей: плотность дорожной сети по категориям (отношение длины дорог к площади бассейна, км/км²) и интегральный показатель нагрузки дорожной сети (R_{press}), рассчитанный по формуле 3:

$$R_{press} = R_1 + 2 \times R_2 + 3 \times R_3 + 4 \times R_4 + 5 \times R_5, \quad (3)$$

где R_1 – густота дорог с баллом антропогенного воздействия 1, R_2 – густота дорог с баллом воздействия 2 и т.д.

Для бассейнов провели предварительную статистическую обработку данных по показателю густоты дорожной сети.

При нормировании анализируемого показателя учтены статистические данные. Для 95 % бассейнов значения густоты дорог составляют менее 6 км/км². С учетом данного факта, всем бассейнам, имеющим густоту дорог больше или равную 6 км/км², была присвоена единица. Остальные бассейны преобразовали по формуле 4:

$$\frac{R_{press} - 0}{4 - 0}, \quad (4)$$

где R_{press} – общий показатель густоты дорожной сети.

Тематическая карта (рис. 6) демонстрирует пространственное распределение густоты дорог, которое в целом повторяет закономерности с плотностью населения. Наибольшие значения сосредоточены в курортных зонах: Южный берег (Большая Ялта и Алушта); Юго-восточное побережье (Судак-Феодосия-Керчь); Западный берег (Севастополь-Евпатория). В районе ключевых транспортных узлов: Симферополь и Бахчисарай (исток р. Салгир); Армянск (север); Джанкой и Азовское (северо-восток). Минимальные показатели характерны для центральных сельскохозяйственных районов и Тарханкутского полуострова, что объясняется преобладанием пахотных земель с низкой транспортной освоенностью.

Сельскохозяйственная освоенность территорий. Степень сельскохозяйственного использования земель, в частности показатель распаханности, является значимым фактором антропогенного воздействия на природные системы. В речных бассейнах интенсивная распашка земель часто приводит к комплексу негативных геоэкологических последствий.

В первую очередь это касается деградации почвенного покрова, определяющего плодородие земель. В частности, природная эрозия, имеющая невысокие темпы, на пашнях трансформируется в ее природно-антропогенную модификацию, а интенсивность смыва почвы увеличивается на порядки. Также трансформируется и пространственная структура эрозии из очаговой в поясную с доминированием пояса струйчатой эрозии [38]. Сельскохозяйственная техника приводит к сильному уплотнению почвы и ухудшению ее водно-физических свойств. Нарушается геохимический фон за счет внесения удобрений и гербицидов.

Для расчета распаханности использованы данные глобального растрового покрытия ESRI Land Cover [39]. Из общего массива данных выделены участки пахотных земель и проведена их векторизация. Для каждого бассейна рассчитан коэффициент распаханности как отношение площади пашни к общей площади бассейна. Построена тематическая карта пространственного распределения показателя (рис. 7). Полученные результаты позволяют оценить степень антропогенной трансформации земель в пределах исследуемых бассейнов.

Бассейны Крымского полуострова характеризуются значительной земледельческой освоенностью. Согласно полученным картографическим данным о земельном покрове, сельскохозяйственные угодья составляют более 60 % территории, что свидетельствует о высокой степени антропогенного преобразования ландшафтов и преобладании аграрного

землепользования. Наибольшая концентрация пашни наблюдается в равнинных районах, где она создает основной фон землепользования. Показатель значительно превышает средние значения по другим регионам. Такая степень распаханности оказывает существенное влияние на гидрологический режим рек, процессы почвенной эрозии и биоразнообразии водных экосистем.

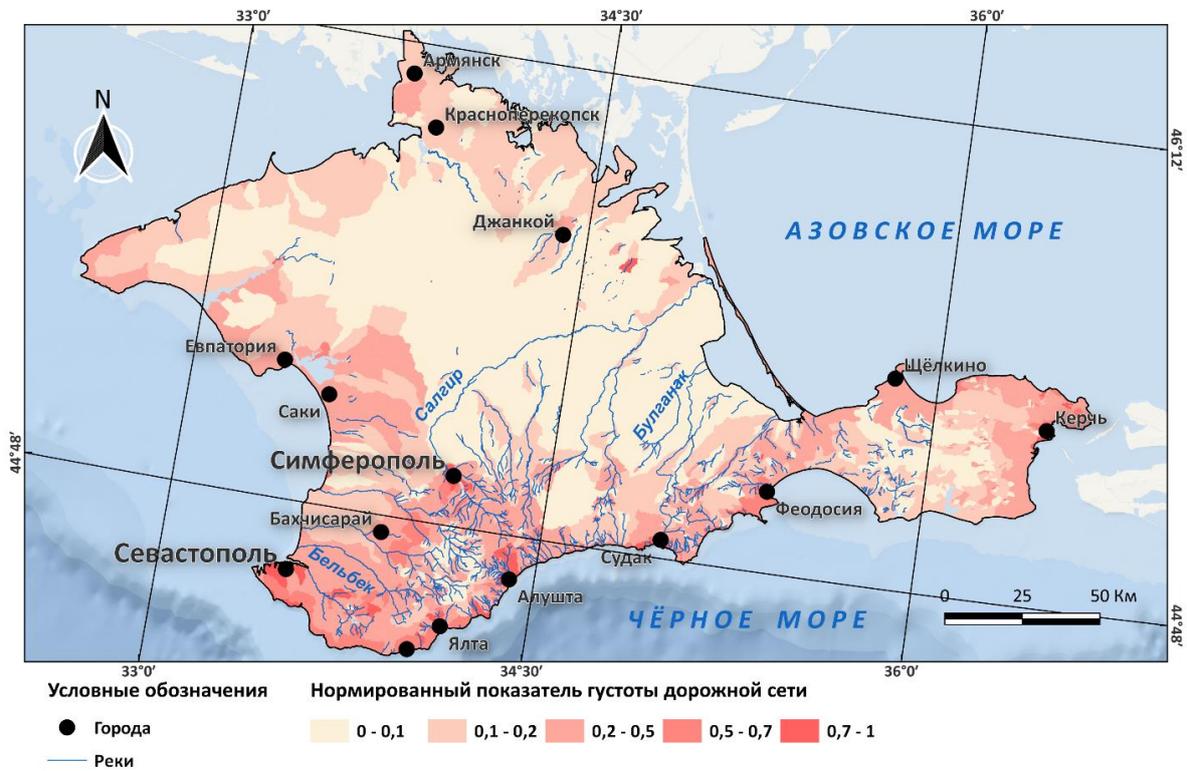


Рисунок 6 – Карта нормированного показателя густоты дорожной сети в бассейнах Крыма

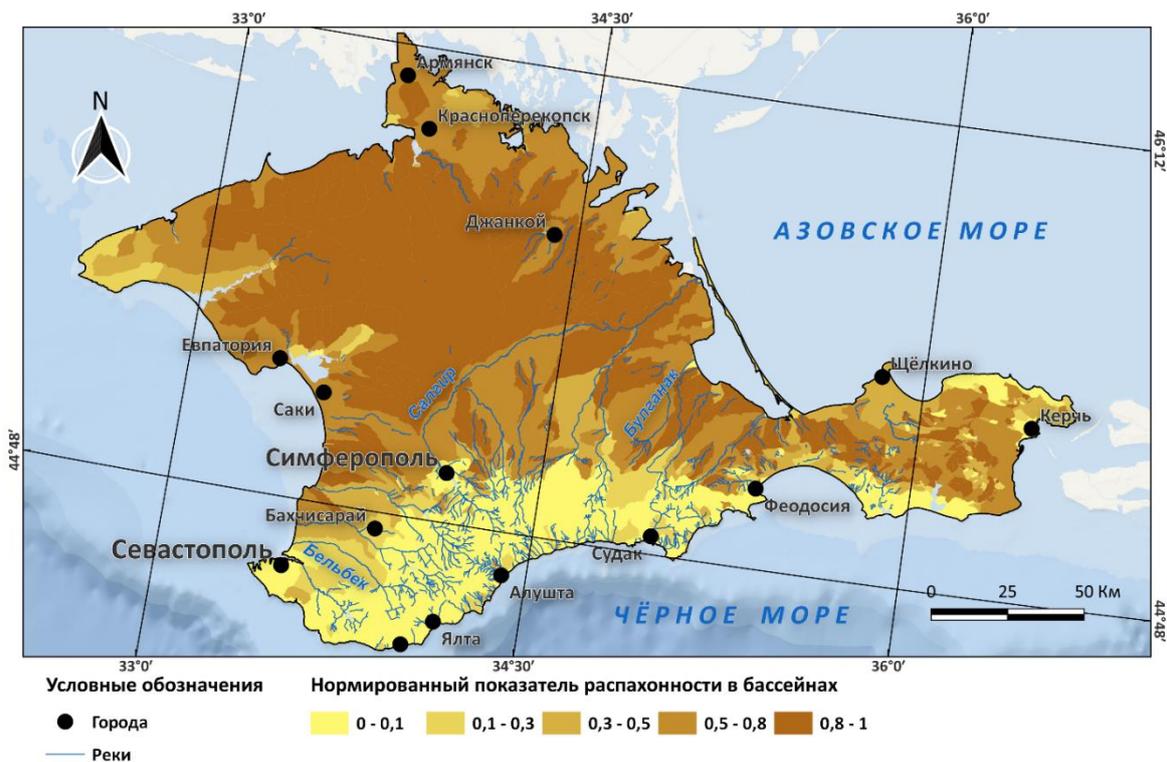


Рисунок 7 – Карта нормированного показателя распаханности бассейнов Крыма

Антропогенная нагрузка. Для расчета финального показателя антропогенной нагрузки применялся метод линейного усреднения трех ключевых параметров: плотности населения, густоты дорожной сети и степени распаханности территории. Для этого провели классификацию нагрузки, где 0 – отсутствие антропогенного воздействия; 0-0,2 – очень слабая нагрузка; 0,2-0,4 – слабая; 0,4-0,6 – умеренная; 0,6-0,8 – сильная; 0,8-1 – очень сильная. Далее создали тематическую карту пространственного распределения нагрузки (рис. 8).

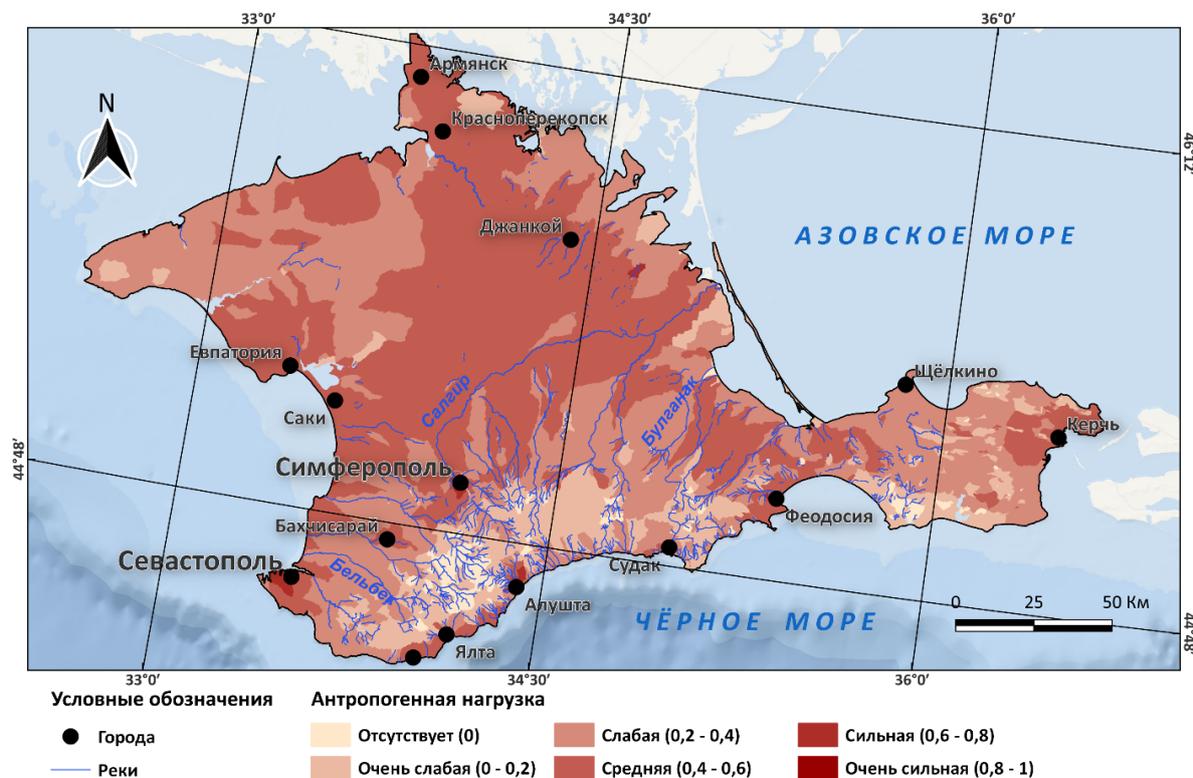


Рисунок 8 – Карта интегрального показателя антропогенной нагрузки на речные бассейны Республики Крым

Бассейны условно без антропогенного воздействия (14,2 %), практически полностью сохранившие естественное состояние, локализованы в труднодоступных участках Главной гряды (Ялтинская, Никитская, Гурзуфская яйлы) и восточной части Керченского полуострова.

Бассейны с очень слабой нагрузкой (18,9 %) имеют следующие показатели: плотность населения – 0,2 чел./км²; густота дорог – 0-0,8 км/км²; распаханность – 5,4 %. Распространение: Главная и Внутренняя гряды, частично Керченский полуостров и Присивашье.

Бассейны со слабой нагрузкой (34,4 %) имеют плотность населения – 12,02 чел./км²; густоту дорог – 0,024-1,8 км/км²; распаханность – 35,4 %. Территориальное распределение: занимают 68,6 % площади водосборов (Внешняя гряда, Тарханкут, Присивашье, большая часть Керченского полуострова).

Бассейны с умеренной нагрузкой (27,7 %) имеют характерные черты: плотность населения – 175 чел./км²; распаханность – 59 % (максимальный показатель); густота дорог – 1,7 км/км². Расположение: Степной Крым, западное побережье (Севастополь-Донузлав), северные (Красноперекоепск-Армянск) и северо-восточные (Джанкой) районы.

Для бассейнов с сильной и очень сильной нагрузкой (4,8 %) характерны: плотность населения – 1995,6-7734,8 чел./км²; густота дорог – 4,3-6 км/км²; распаханность – 44,9-57,5 %. Географически это прибрежные курортные зоны (Ялта, Алушта), крупные города (Севастополь, Симферополь), промышленные районы. Площадь: 6,2 % от всех водосборов.

Несмотря на то, что более половины бассейнов имеют слабую/очень слабую нагрузку, территории со средней и высокой антропогенной трансформацией составляют 3/4 площади

Крыма (19108,7 км²), занимая около 1/3 всех бассейнов. Это свидетельствует о значительном хозяйственном освоении.

Коэффициент напряженности Кочурова. Разработанная Б.И. Кочуровым [40] методология эколого-хозяйственного баланса (ЭХБ) представляет собой систему управления природопользованием, основанную на принципах экологической устойчивости, экономической эффективности, минимизации антропогенного воздействия и сохранения демографического баланса.

В рамках концепции применяется система коэффициентов. Коэффициент абсолютной напряженности (Ka) отражает экстремальные значения антропогенного воздействия через соотношение наиболее и наименее трансформированных земельных категорий. Коэффициент относительной напряженности (Ko) – комплексный показатель, учитывающий все категории земель. Он учитывает дестабилизирующие аспекты (S_{dest}) (урбанизированные территории, пашни, засоленные почвы) и стабилизирующие (S_{st}) (лесные массивы, естественные фитоценозы).

Формула расчета:

$$K_o = \frac{S_{dest}}{S_{st}}, \quad (5)$$

где S_{dest} – площадь дестабилизирующих земель, S_{st} – площадь стабилизирующих земель.

Шкала оценки коэффициента относительной напряженности (Ko): Ko < 0,4 – экологическое состояние значительно лучше оптимального (более чем на 10 %); 0,4 ≤ Ko ≤ 0,7 – состояние немного лучше оптимального (не более чем на 10 %); 0,7 < Ko < 1,3 – оптимальное эколого-хозяйственное состояние; 1,3 ≤ Ko ≤ 2,4 – состояние немного хуже оптимального (не более чем на 10 %); Ko > 2,4 – экологическое состояние значительно хуже оптимального (более чем на 10 %).

Для пространственного отображения построена соответствующая тематическая карта (рис. 9).

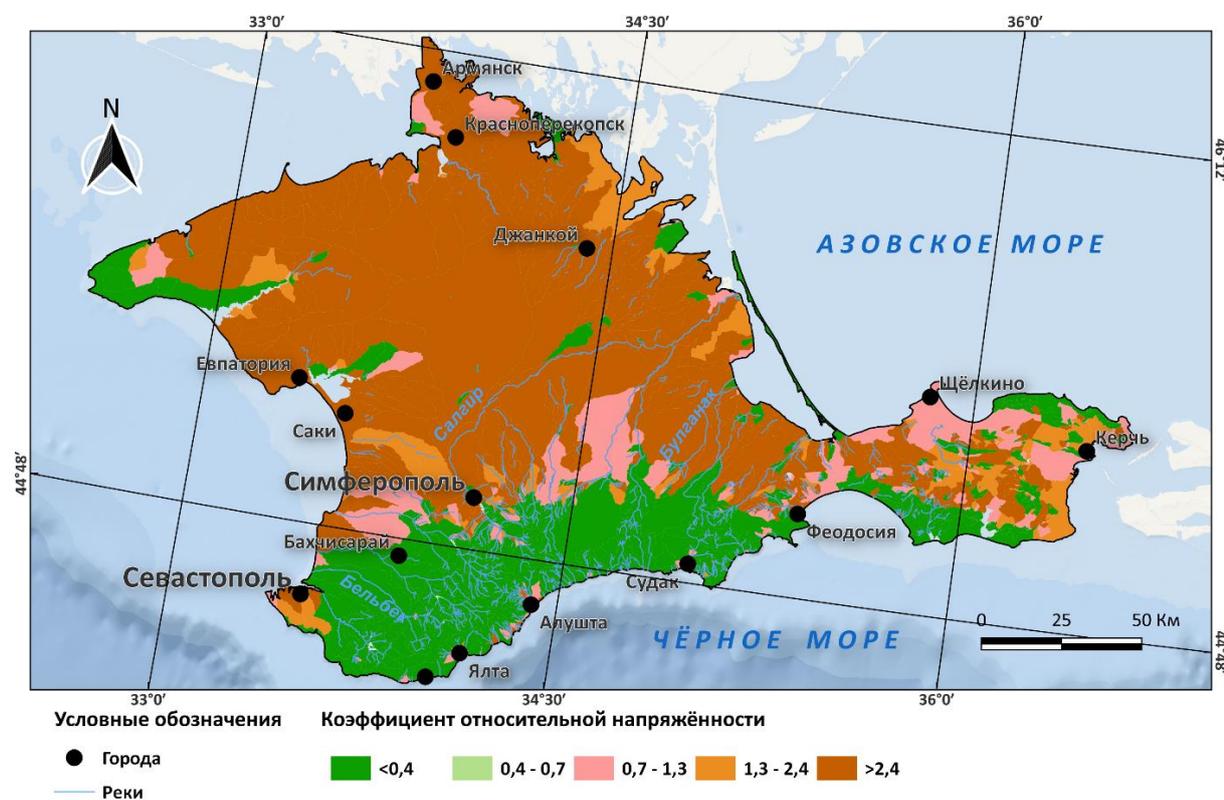


Рисунок 9 – Карта коэффициента относительной напряженности в бассейнах Крыма

Распределение показателя напряженности в Крыму следующее (табл. 5).

Высокая напряженность ($K_o \geq 1,3$). Локализация: Степной Крым (обширные пахотные земли); центральная часть Керченского полуострова; курортные зоны (Ялта, Алушта, Алупка, Судак); западное побережье (Севастополь – Евпатория – оз. Донузлав). Процентное соотношение: 27,6 % всех бассейнов и 65,4 % площади Республики.

Низкая напряженность ($K_o < 0,7$). Локализация: горные районы (Главная и Внутренняя гряды); север и запад Керченского полуострова и часть северного Крыма. Доля: 64,4 % всех бассейнов, 25,4 % площади.

Оптимальные условия ($K_o = 0,7-1,3$). Таким условиям соответствуют всего 8 % бассейнов. Встречаются в предгорьях и некоторых равнинных районах.

Таблица 5 – Распределение бассейнов по коэффициенту относительной напряженности

Коэффициент относительной напряженности	Количество бассейнов, шт.	Доля от общего количества, %	Площадь, км ²	Доля от общей площади, %
<0,4	1294	64,4	6476,0	25,4
0,4-0,7	0	0,0	0	0,0
0,7-1,3	160	8,0	2361,1	9,2
1,3-2,4	95	4,7	1744,4	6,8
>2,4	461	22,9	14956,1	58,6
Всего	2010	100	25537,7	100

Наблюдается дисбаланс землепользования: 65,4 % территории Крыма имеют нарушенный эколого-хозяйственный баланс, особенно в степных зонах с низкой устойчивостью к антропогенным нагрузкам.

Ресурсный потенциал: 64,4 % бассейнов с $K_o < 0,4$ обладают резервом для хозяйственного использования.

Необходимость оптимизации: требуется корректировка структуры землепользования для повышения устойчивости экосистем.

Выводы

Для территории Республики Крым (площадью 25537,7 км²) с применением ГИС-технологий создана цифровая картографическая модель 2010 бассейнов, включающая водосборы малых, мелких рек и крупных суходолов. Бассейновый подход выступает методологической основой для создания геопространственной базы данных по количественной характеристике компонентов природно-ресурсного потенциала региона и базой для решения многих задач его пространственного развития. Геобазы данных включает в основном разнообразные физико-географические показатели: морфометрию рельефа; спектр климатических характеристик; типы землепользования и почвенного покрова; ландшафтную структуру. Это позволило, используя набор интегральных показателей, оценить современную антропогенную нагрузку и коэффициент напряженности в бассейновых геосистемах Крыма.

Средствами геоинформационного картографирования создан комплект тематических и аналитических цифровых карт, позволивших провести: пространственно-временной анализ экологического состояния; оценку устойчивости геосистем; зонирование территории по степени антропогенной трансформации.

Интегральный показатель антропогенного давления, рассчитанный как среднее нормированных значений трех параметров (плотность населения, густота дорожной сети, степень распаханности), выявил доминирование средней антропогенной нагрузки в регионе Степного Крыма и в курортных агломерациях. Сильная и очень сильная нагрузка имеет локальное распределение и характерна для урбанизированных территорий; слабая и очень

слабая нагрузка преобладает в горных и предгорных районах; фоновые природные условия характерны для изолированных природных комплексов Горного Крыма.

Расчет коэффициента относительной напряженности Кочурова показал, что критическое превышение допустимых значений наблюдается на 2/3 территории. Здесь низкая устойчивость геосистем к антропогенным воздействиям, требующая оптимизации структуры землепользования из-за высокого уровня экологической дестабилизации вследствие нерационального природопользования.

Список литературы

1. Информационное агентство ТАСС. В Крыму разработают стратегию экологической безопасности. URL: <https://tass.ru/v-strane/7542681> (дата обращения: 15.05.2025).
2. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 346 с.
3. Дедков А.П. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984. 264 с.
4. Ржаницын Н.А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 240 с.
5. Швец Г.И. Теоретические основы эрозиоведения. Киев; Одесса: Вища школа, 1981. 224 с.
6. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1948. 158 с.
7. Strahler A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology // American Geophysical Union Transactions. 1957. Vol. 38. P. 913-920.
8. Gregory K.J., Walling D.E. Drainage basin form and process. London: Edward Arnold, 1973. 456 p.
9. Mapping the World's River Basins by Continent – Adam Symington (PythonMaps), 6.01. 2023. URL: <https://www.visualcapitalist.com/cp/mapping-the-worlds-river-basins-by-continent/> (дата обращения: 03.04.2023).
10. Ермолаев О.П. Геоинформационное картографирование эрозии почв в регионе Среднего Поволжья // Почвоведение. 2017. № 1. С. 130-144. DOI: 10.7868/S0032180X17010075.
11. Ермолаев О.П. Эрозия в бассейновых геосистемах. Казань: Унипресс, 2002. С. 38.
12. Yermolaev O.P., Sihanova N.S., Shynbergenov Y.A. Assessment of natural resource potential and anthropogenic load in the macroregion of Northern Eurasia based on a basin approach // Geography, Environment, Sustainability. 2024. Vol. 17. Is. 4. P. 10-25. DOI: 10.24057/2071-9388-2024-3359.
13. Yermolaev O.P., Mukharamova S.S., Maltsev K.A. Geography and Geoecology of Russia in the Mosaic of River Basins // Geography and Natural Resources. 2023. Vol. 44. Is. 3. P. 208-214. DOI: 10.1134/S1875372823030046.
14. Mukharamova S., Ivanov M., Yermolaev O. Assessment of anthropogenic pressure on the Volga Federal District territory using river basin approach // Geosciences. 2020. Vol. 10. Is. 4. P. 139. DOI: 10.3390/geosciences10040139.
15. Ivanov M.A., Yermolaev O.P. Geomorphometric analysis of river basins of the Volga Federal District using SRTM and Aster GDEM data // Sovremennye Problemy Distantionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa. 2017. Vol. 14. Is. 2. P. 98-109. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-2-98-109.
16. Ермолаев О.П., Мальцев К.А., Мухарамова С.С., Харченко С.В., Веденева Е.А. Картографическая модель речных бассейнов европейской части России // География и природные ресурсы. 2017. № 2. С. 27-36. DOI: 10.21782/gipr0206-1619-2017-2(27-36).
17. Геоинформационная система речных бассейнов Крыма. URL: http://maps.bsu.edu.ru/Crimea_basins/ (дата обращения: 03.05.2025).

18. Лисецкий Ф.Н. Эколого-реабилитационное землепользование в районах интенсивной деградации почв европейской России / Отчет о НИР № 20-67-46017. Российский научный фонд. 2022. URL: <https://rscf.ru/project/20-67-46017/> (дата обращения: 10.07.2025).
19. Мальцев К.А., Ермолаев О.П. Использование цифровых моделей рельефа для автоматизированного построения границ водосборов // Геоморфология. 2014. № 1. С. 45-53. DOI: 10.15356/0435-4281-2014-1-45-52.
20. Янцитов Р.О. Геоэкология и география Республики Крым в мозаике речных бассейнов: магистерская диссертация. Казань, 2023. 20 с.
21. Hawker L. et al. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed // Environmental Research Letters. IOP Publishing, 2022. Vol.17. No.2. 024016. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac4d4f> (дата обращения: 15.02.2023).
22. Карта ґрунтів Української ССР. Укрземпроект: Министерство сельского хозяйства УССР, 1967. Л. 136-137, 144-147, 151-156.
23. Ландшафтная карта СССР. Масштаб 1:2500000 / Под ред. И.С. Гудилина. М.: Министерство геологии СССР, Гидроспецгеология, 1980.
24. Трубина Л.К., Селезнев Б.В. Роль морфометрии рельефа в формировании экологических условий городской среды // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. Т. 4. № 2. С. 18-22. EDN: SHFRYN.
25. Ермолаев О.П., Мухарамова С.С., Мальцев К.А., Полякова А.Р., Савельев А.А. Факторы эрозии почв в макрорегионе Европейской части России: моделирование, геоинформационное картографирование и пространственный анализ // Почвоведение. 2025. № 2. С. 287-300. DOI: 10.31857/S0032180X25020097.
26. Савин М.С., Плотникова А.С., Нарыкова А.Н. Применение ГИС-технологий для создания пространственных предикторов в целях картографирования экосистемных функций лесов на локальном уровне // Вопросы лесной науки. 2022. Т. 5. № 2. С. 88-102. DOI: 10.31509/2658-607x-202252-105.
27. Иванов М.А. География и геоэкология бассейновых геосистем Приволжского федерального округа: дис. ... канд. геогр. наук. Казань, 2019. 197 с.
28. Гончаров Е.А., Ануфриев М.А., Обухов А.Г., Севостьянова Л.И. Характеристики пространственного распределения гидрологических и экологических показателей речной сети Республики Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2020. № 4 (48). С. 61-76. DOI: 10.25686/2306-2827.2020.4.61.
29. Янцитов Р.О. Оценка антропогенной нагрузки в водосборе реки Оби с применением бассейнового подхода // Материалы VIII науч.-образоват. студ. конф., посвящ. дню рожд. Николая Ивановича Лобачевского. Казань, 2021. С. 141-151.
30. Иванов М.А., Мухарамова С.С., Ермолаев О.П. Оценка антропогенной нагрузки на территорию Приволжского федерального округа с применением бассейнового подхода // Цифровая география: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Пермь, 16-18 сент. 2020 г.). Т. 1: Цифровые и геоинформационные технологии в изучении природных процессов, экологии, природопользовании и гидрометеорологии. Пермь: Изд-во Пермск. гос. нац. иссл. ун-та, 2020. С. 73-76.
31. Andersen J.H., Stock A., Mannerla M., Heinänen S., Vinther M. Human uses, pressures and impacts in the eastern North Sea // Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy. 2013. No 18. Aarhus University, Roskilde.
32. Florczyk A.J., Corbanea C., Ehrlich D. et al. GHSL – Global Human Settlement Layer, 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/334225470_GHSL_Data_Package_2019 (дата обращения: 03.05.2025).
33. Global Human Settlement Layer. URL: <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/> (дата обращения: 26.05.2025).
34. OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org> (дата обращения: 10.04.2023).

35. Haklay M., Weber P. OpenStreetMap: User-Generated Street Maps, 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/32896731_OpenStreetMap_User (дата обращения: 10.07.2025).
36. OpenStreetMap Wiki. RU:Key:highway. 2018. URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/RU:Highway_classification (дата обращения: 10.04.2023).
37. OpenStreetMap Wiki. RU:Key:railway. 2016. URL: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/RU:Key:railway> (дата обращения: 10.04.2025).
38. Ермолаев О.П. Эрозия в бассейновых геосистемах. Казань: Изд-во «Унипресс КГУ», 2002. 265 с.
39. Karra K., Kontgis C., Statman-Weil Z., Mazzariello J.C., Mathis M., Brumby S.P. Global land use / land cover with Sentinel 2 and deep learning // IGARSS 2021-2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Brussels, 2021. P. 4704-4707. DOI: 10.1109/IGARSS47720.2021.9553499.
40. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск, 1999. 154 с.

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

Поступила в редакцию 10.10.2025
Принята к публикации 16.03.2026

BASIN APPROACH TO DEVELOPING A GEOINFORMATION SYSTEM AND ASSESSING ANTHROPOGENIC LOADS IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

O. Yermolaev, R. Yantsitov

Kazan (Volga Region) Federal University, Russia, Kazan
e-mail: romayantsitov@mail.ru

The sustainable development of our planet's regions is determined by a specific set of key parameters, and the environmental component is among them. The environmental dimension can be assessed using the characteristics of the territory's natural resource potential. In this context, it is crucial to select an operational and territorial unit that would be the most convenient for delineation and acceptable for geodatabase creation and subsequent spatial analysis. The paper presents methodological approaches and results of assessing the components of nature and anthropogenic loads on the territory of Crimea based on the basin approach methodology using GIS tools.

A series of logically interconnected tasks has been solved: automated delineation of basin boundaries, the creation of a geospatial database of natural-anthropogenic characteristics for these basins, the development of a cartographic model of basins and digital maps, spatial analysis of geographical conditions with an assessment of anthropogenic loads on basin geosystems. For the Republic of Crimea, using a large-scale hydrographic network map, 2,100 basins of small rivers, streams, and large dry valleys were identified. Over 80 % of them have areas of up to 25 km². The Steppe Crimea is dominated by well-developed dry valleys (866 basins). The geodatabase of the geoinformation system of Crimea, created on the basin principle, includes 57 fields of attribute information. A set of thematic and analytical digital maps has been created, enabling an approach to assessing the current natural resource potential of the territory, the resilience of geosystems, and zoning the territory according to the degree of anthropogenic transformation.

Key words: basin geosystems, operational and territorial unit, geobase, GIS, mapping, digital relief models, hydrographic network, relief geomorphometry, types of land cover/land use, climatic conditions, spatial analysis.

References

1. Informatsionnoe agentstvo TASS. V Krymu razrabotayut strategiyu ekologicheskoi bezopasnosti. URL: <https://tass.ru/v-strane/7542681> (data obrashcheniya: 15.05.2025).
2. Makkaveev N.I. Ruslo reki i eroziya v ee basseine. M.: Izd-vo AN SSSR, 1955. 346 s.
3. Dedkov A.P. Eroziya i stok nanosov na Zemle. Kazan': Izd-vo Kazan. un-ta, 1984. 264 s.
4. Rzhantsyn N.A. Morfologicheskie i gidrologicheskie zakonomernosti stroeniya rechnoi seti. L.: Gidrometeoizdat, 1960. 240 s.
5. Shvebs G.I. Teoreticheskie osnovy eroziovedeniya. Kiev; Odessa: Vishcha shkola, 1981. 224 s.
6. Khorton R.E. Erozionnoe razvitie rek i vodosbornykh basseinov. M.: Izd-vo inostr. lit-ry, 1948. 158 s.
7. Strahler A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. American Geophysical Union Transactions. 1957. Vol. 38. P. 913-920.
8. Gregory K.J., Walling D.E. Drainage basin form and process. London: Edward Arnold, 1973. 456 p.
9. Mapping the World's River Basins by Continent – Adam Symington (PythonMaps), 6.01. 2023. URL: <https://www.visualcapitalist.com/cp/mapping-the-worlds-river-basins-by-continent/> (data obrashcheniya: 03.04.2023).
10. Ermolaev O.P. Geoinformatsionnoe kartografirovaniye erozii pochv v regione Srednego Povolzh'ya. Pochvovedenie. 2017. N 1. S. 130-144. DOI: 10.7868/S0032180X17010075.
11. Ermolaev O.P. Eroziya v basseinovykh geosistemakh. Kazan': Unipress, 2002. S. 38.
12. Yermolaev O.P., Sihanova N.S., Shynbergenov Y.A. Assessment of natural resource potential and anthropogenic load in the macroregion of Northern Eurasia based on a basin approach. Geography, Environment, Sustainability. 2024. Vol. 17. Is. 4. P. 10-25. DOI: 10.24057/2071-9388-2024-3359.
13. Yermolaev O.P., Mukharamova S.S., Maltsev K.A. Geography and Geoecology of Russia in the Mosaic of River Basins. Geography and Natural Resources. 2023. Vol. 44. Is. 3. P. 208-214. DOI: 10.1134/S1875372823030046.
14. Mukharamova S., Ivanov M., Yermolaev O. Assessment of anthropogenic pressure on the Volga Federal District territory using river basin approach. Geosciences. 2020. Vol. 10. Is. 4. P. 139. DOI: 10.3390/geosciences10040139.
15. Ivanov M.A., Yermolaev O.P. Geomorphometric analysis of river basins of the Volga Federal District using SRTM and Aster GDEM data. Sovremennyye Problemy Distanttsionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa. 2017. Vol. 14. Is. 2. P. 98-109. 10.21046/2070-7401-2017-14-2-98-109.
16. Ermolaev O.P., Mal'tsev K.A., Mukharamova S.S., Kharchenko S.V., Vedeneeva E.A. Kartograficheskaya model' rechnykh basseinov evropeiskoi chasti Rossii. Geografiya i prirodnye resursy. 2017. N 2. S. 27-36. DOI: 10.21782/gipr0206-1619-2017-2(27-36).
17. Geoinformatsionnaya sistema rechnykh basseinov Kryma. URL: http://maps.bsu.edu.ru/Crimea_basins/ (data obrashcheniya: 03.05.2025).
18. Lisetskii F.N. Ekologo-reabilitatsionnoe zemlepol'zovanie v raionakh intensivnoi degradatsii pochv evropeiskoi Rossii. Otchet o NIR N 20-67-46017. Rossiiskii nauchnyi fond. 2022. URL: <https://rscf.ru/project/20-67-46017/> (дата обращения: 10.07.2025).
19. Mal'tsev K.A., Ermolaev O.P. Ispol'zovanie tsifrovyykh modelei rel'efa dlya avtomatizirovannogo postroeniya granits vodosborov. Geomorfologiya. 2014. N 1. S. 45-53. DOI: 10.15356/0435-4281-2014-1-45-52.
20. Yantsitov R.O. Geoekologiya i geografiya Respubliki Krym v mozaike rechnykh basseinov: magisterskaya dissertatsiya. Kazan', 2023. 20 s.

21. Hawker L. et al. A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed // Environmental Research Letters. IOP Publishing, 2022. Vol. 17. No. 2. 024016. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac4d4f> (дата обращения: 15.02.2023).
22. Karta rruntiv Ukraïns'koï CSR. Ukrzemproekt: Ministerstvo sel'skogo khozyajstva USSR, 1967. L. 136-137, 144-147, 151-156.
23. Landshaftnaya karta SSSR. Masshtab 1:2500000. Pod red. I.S. Gudilina. M.: Ministerstvo geologii SSSR, Gidrospegeologiya, 1980.
24. Trubina L.K., Seleznev B.V. Rol' morfometrii rel'efa v formirovanii ekologicheskikh uslovii gorodskoi sredy. Interekspo Geo-Sibir'. 2014. T. 4. N 2. S. 18-22. EDN: SHFRYN.
25. Ermolaev O.P., Mukharamova S.S., Mal'tsev K.A., Polyakova A.R., Savel'ev A.A. Faktory erozii pochv v makroregione Evropeiskoi chasti Rossii: modelirovanie, geoinformatsionnoe kartografirovanie i prostranstvennyi analiz. Pochvovedenie. 2025. N 2. S. 287-300. DOI: 10.31857/S0032180X25020097.
26. Savin M.S., Plotnikova A.S., Narykova A.N. Primenenie GIS-tekhnologii dlya sozdaniya prostranstvennykh prediktorov v tselyakh kartografirovaniya ekosistemnykh funktsii lesov na lokal'nom urovne. Voprosy lesnoi nauki. 2022. T. 5. N 2. S. 88-102. DOI: 10.31509/2658-607x-202252-105.
27. Ivanov M.A. Geografiya i geoekologiya basseinovnykh geosistem Privolzhskogo federal'nogo okruga: dis. ... kand. geogr. nauk. Kazan', 2019. 197 s.
28. Goncharov E.A., Anufriev M.A., Obukhov A.G., Sevost'yanova L.I. Kharakteristiki prostranstvennogo raspredeleniya gidrologicheskikh i ekologicheskikh pokazatelei rechnoi seti Respubliki Marii El. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie. 2020. N 4 (48). S. 61-76. DOI: 10.25686/2306-2827.2020.4.61.
29. Yantsitov R.O. Otsenka antropogennoi nagruzki v vodosbore reki Obi s primeneniem basseinovogo podkhoda. Materialy VIII nauch.-obrazovat. stud. konf., posvyashch. dnyu rozhd. Nikolaya Ivanovicha Lobachevskogo. Kazan', 2021. S. 141-151.
30. Ivanov M.A., Mukharamova S.S., Ermolaev O.P. Otsenka antropogennoi nagruzki na territoriyu Privolzhskogo federal'nogo okruga s primeneniem basseinovogo podkhoda. Tsifrovaya geografiya: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem (Perm', 16-18 sent. 2020 g.). T. 1: Tsifrovye i geoinformatsionnye tekhnologii v izuchenii prirodnykh protsessov, ekologii, prirodopol'zovaniya i gidrometeorologii. Perm': Izd-vo Permsk. gos. nacz. issl. un-ta, 2020. S. 73-76.
31. Andersen J.H., Stock A., Mannerla M., Heinänen S., Vinther M. Human uses, pressures and impacts in the eastern North Sea. Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy. 2013. N 18. Aarhus University, Roskilde.
32. Florczyk A.J., Corbanea C., Ehrlich D. et al. GHSL – Global Human Settlement Layer, 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/334225470_GHSL_Data_Package_2019 (дата обращения: 03.05.2025).
33. Global Human Settlement Layer. URL: <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/> (дата обращения: 26.05.2025).
34. OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org>. (дата обращения: 10.04.2023).
35. Haklay M., Weber P. OpenStreetMap: User-Generated Street Maps, 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/32896731_OpenStreetMap_User (дата обращения: 10.07.2025).
36. OpenStreetMap Wiki. RU:Key:highway. 2018. URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/RU:Highway_classification (дата обращения: 10.04.2023).
37. OpenStreetMap Wiki. RU:Key:railway. 2016. URL: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/RU:Key:railway> (дата обращения: 10.04.2025).
38. Ermolaev O.P. Eroziya v basseinovnykh geosistemakh. Kazan': Izd-vo "Unipress KGU", 2002. 265 s.

39. Karra K., Kontgis C., Statman-Weil Z., Mazzariello J.C., Mathis M., Brumby S.P. Global land use / land cover with Sentinel 2 and deep learning. IGARSS 2021-2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Brussels, 2021. P. 4704-4707. DOI: 10.1109/IGARSS47720.2021.9553499.

40. Kochurov B.I. Geoekologiya: ekodiagnostika i ekologo-khozyaistvennyi balans territorii. Smolensk, 1999. 154 s.

Сведения об авторах:

Ермолаев Олег Петрович

Д.г.н., профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет

ORCID 0000-0001-6713-9996

Yermolaev Oleg

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Kazan (Volga Region) Federal University

Янцитов Роман Олегович

Младший научный сотрудник, Казанский (Приволжский) федеральный университет

ORCID 0009-0006-3329-5193

Yantsitov Roman

Junior Researcher, Kazan (Volga Region) Federal University

Для цитирования: Ермолаев О.П., Янцитов Р.О. Бассейновый подход к созданию геоинформационной системы и оценке антропогенных нагрузок в Республике Крым // Вопросы степеведения. 2026. № 1. С. 4-24. DOI: 10.24412/2712-8628-2026-1-4-24

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ 2024 ГОДА НА РЕКЕ УРАЛ

***В.М. Павлейчик, Э.Р. Языкбаев, Ж.Т. Сивохиц**

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: *vmpavleychik@gmail.com

В 2024 г. на реках бассейна р. Урал наблюдалось аномально высокое весеннее половодье, приведшее к значительному социально-экономическому ущербу. Это опасное и слабо предсказуемое гидрологическое явление развивалось на фоне многолетней макрорегиональной тенденции сокращения доли и объемов весеннего стока. Основой проведенных исследований послужили числовые данные о важнейших метеорологических параметрах (температура воздуха, атмосферные осадки, высота снежного покрова) по 28 метеостанциям, относящимся к бассейну р. Урал. Выявлено, что высокие уровни весеннего половодья 2024 г. стали возможными благодаря взаимодействию ряда метеорологических условий в предшествующий половодью период. Аномально высокое количество атмосферных осадков, выпавших в предзимний период на большей части водосбора (2,5-4,0 многолетней нормы), пополнило запасы грунтовых вод и объемы поверхностного речного стока. Переувлажненный почвенно-грунтовый профиль в условиях длительного отсутствия снежного покрова и низких отрицательных температур декабря сформировал мощный «запирающий» слой, впоследствии препятствующий инфильтрации талой воды. Количество осадков за холодный период превысило многолетнюю норму в 1,5 раза, влагозапасов в снеге – в 1,2-1,3 раза. Холодный март 2024 г. способствовал продолжительной сохранности снежного покрова и отсутствию потерь влагозапасов за счет сублимации. Позднее начало снеготаяния и последующее макрорегиональное вторжение теплых воздушных масс привели к резкому и, главное, повсеместному разрушению снежного покрова. Сочетание и взаимодействие перечисленных условий определило формирование экстремально высокого и продолжительного половодья. По этой причине долговременный прогноз развития подобных гидрологических явлений представляется затруднительным.

Ключевые слова: река Урал, половодье, метеорологические условия.

Введение

Как было установлено ранее [1, 2], одним из последствий трансформации водного режима в бассейне р. Урал является поступательное сокращение доли и объемов весеннего стока, характерное в том числе и для рек Европейской территории России. В качестве основной причины выступают многолетние макрорегиональные тенденции метеоклиматического характера в разрезе сезонов года [3]. На этом фоне высокие уровни половодья 2024 г. на реках бассейна р. Урал представляются аномальным и слабо предсказуемым гидрологическим явлением.

В пределах бассейна р. Урал начиная с 1743 г. зафиксировано более 20 экстремальных гидрологических событий, связанных с прохождением волны весеннего половодья. Так, абсолютные максимумы половодного периода в г. Оренбург наблюдались в 1942 (10100 м³/с), 1946 (8730 м³/с) и 1948 (5250 м³/с) годах. После ввода в эксплуатацию Ириклинского вдхр. в 1957 году экстремальные расходы весеннего сезона были зафиксированы в 1957 (3856 м³/с), 1970 (2820 м³/с), 1993 (3010 м³/с) и 1994 (2570 м³/с) гг. В 2024 году, 13 апреля, был зафиксирован абсолютный максимум за период 1957-2024 гг. – 4230 м³/с.

Социально-экономический ущерб от половодья был огромен. Так, только в Оренбургской области 18,7 тысячи домов признаны пострадавшими в результате паводка и

подлежащими капитальному ремонту. По данным на 6 июня 2025 г. [4], выплаты на капремонт жилых помещений получили 21,5 тыс. человек на сумму 14,23 млрд рублей, свидетельства на утрату жилья – более 4,7 тыс. человек на сумму 9,2 млрд рублей. В Республике Казахстан половодьем наибольший ущерб нанесен району г. Уральск, где подверглось затоплению более 13 тыс. домов и эвакуированы свыше 10 тыс. человек [5].

Исходя из изложенного, актуальным является исследование причин и последствий аномального весеннего половодья 2024 г., включая анализ природных и антропогенных факторов его развития, оценка возможности прогнозирования подобных чрезвычайных ситуаций и установление причин значительного социально-экономического ущерба. Так, в работе [6] отмечено существенное изменение зависимости уровня воды от расхода по сравнению с предыдущими значительными паводками; на основе полевых работ авторами установлено, что главной причиной высоких уровней воды в Орске и Оренбурге стали локальные заторы, вызванные уменьшением пропускной способности русла и поймы реки Урал. Аналогичный вывод о влиянии жилищной застройки поймы и развитии сопутствующей инфраструктуры городов Оренбург и Орск на экономический ущерб от половодья 2024 г. сделан ранее [7] на основе анализа спутниковых данных. В последующей статье [8] были отражены результаты определения ежедневной площади и длительности затопления пойм Урала и его притоков. Косвенным доказательством нарастания хозяйственной деятельности в пойме р. Урал являются сведения, приводимые в [9], об увеличивающейся продолжительности прохождения пиков половодья в среднем и нижнем течении, от г. Орск до г. Атырау.

В ФГБУ «Гидрометцентр России» разработаны методики краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования характеристик весеннего половодья, реализованные в т.ч. на двух створах р. Урал (Орск, Оренбург) в 2024 году [10]. Проведенное на примере 2024 г. исследование [5] подтвердило высокую эффективность гидравлического моделирования (HEC-RAS 2D) для оценки зон затопления в бассейне р. Жайык (Урал) в сочетании с данными дистанционного зондирования и БПЛА. Ретроспективные данные в аспекте половодий анализируются по данным гидрологических наблюдений [11] и по материалам дистанционного зондирования [12].

К настоящему времени единственной публикацией, посвященной анализу непосредственно метеорологических условий, является [13]; исследованием охвачена территория Республики Казахстан с указанием рек с высоким половодьем – нижнее течение рр. Урал и Орь, а также реки смежных бассейнов – рр. Тобол и Ишим. Авторами, исходя из данных ресурса FEWS NET (портал USGS), проведена оценка влажности почвы, аномалии водного эквивалента снежного покрова и температурного режима зимы. На основе интерпретации указанных геоинформационных материалов делается вывод о том, что предпосылками экстремального половодья в 2024 г. стали повышенный запас снега, высокая влажность верхних горизонтов почвы, большая глубина промерзания почв, низкая температура февраля – марта 2024 г. и резкий рост температуры воздуха в период с конца марта до начала апреля.

Таким образом, к настоящему времени в научной литературе отсутствуют публикации, посвященные анализу числовых данных с сети метеорологических станций, как нет и комплексного понимания причин формирования аномально высокого весеннего половодья на р. Урал в 2024 г.

Материалы и методы

Источником числовых данных об основных метеорологических параметрах, рассматриваемых в статье (температура воздуха, атмосферные осадки, высота снежного покрова), послужила открытая база метеорологических данных, размещенная на электронном ресурсе «Погода и климат» [14]. Проанализированы посуточные и помесечные значения рассматриваемых показателей по 28 метеостанциям (далее – МС), относящимся к бассейну р. Урал. При расчете отклонений за норму принят 30-летний период 1991-2020 гг.

Также приняты во внимание картографические данные метеорологического сервиса Ventusky [15], спутниковые снимки MODIS с геоинформационного портала Worldview [16], картосхемы Гидрометцентра России [17] и др.

Результаты и их обсуждение

Атмосферные осадки теплого периода. В сентябре-октябре 2023 г. бассейн р. Урал оказался под влиянием серии циклонов, принесших обильные ливневые осадки. Так, в сентябре аномально высокое количество осадков выпало в верховьях р. Урал и в Южном Зауралье (водосборы рр. Орь, Большой Кумак и др.) – на МС Учалы было зафиксировано 3,2 месячной нормы осадков, на МС Домбаровский – 4,1 нормы. В октябре 2023 г. обильные и продолжительные дожди прошли уже по всему бассейну реки Урал. По данным 28 МС, расположенных в пределах водосбора реки, в октябре в среднем выпало 82 мм атмосферной влаги, что в 2,4 раза больше среднеголетних показателей (табл. 1). Особенно интенсивные осадки отмечались в горной части (МС Кувандык, Зилаир, Троицкое) – около 160 мм.

Таблица 1. Сумма атмосферных осадков за осенне-зимний период 2023-2024 гг. по данным МС в бассейне р. Урал

№	Наименование МС	Теплый период (IX-X)		Холодный период (XI-III)	
		Сумма, мм	Отклонение от нормы*, %	Сумма, мм	Отклонение от нормы*, %
1	Учалы	158	239,4	140	142,9
2	Верхнеуральск	157	314,0	131	147,2
3	Магнитогорск	135	236,8	132	128,2
4	Кизильское	153	312,2	123	115,0
5	Бреды	146	298,0	185	160,9
6	Айдырля	130	270,8	138	158,6
7	Акъяр	130	295,5	160	144,1
8	Энергетик	98	213,0	128	126,7
9	Орск	95	206,5	152	144,8
10	Домбаровский	150	326,1	168	142,4
11	Токмансай	н/д	н/д	112	н/д
12	Кос-Истек	110	н/д	247	н/д
13	Беляевка	74	139,6	170	147,8
14	Кананикольское	221	240,2	198	107,0
15	Зилаир	224	257,5	265	122,1
16	Кувандык	184	239,0	326	158,3
17	Шарлык	130	164,6	283	148,2
18	Троицкое	208	231,1	355	134,0
19	Оренбург	114	193,2	198	143,5
20	Актюбинск	99	215,2	193	146,2
21	Мартук	н/д	н/д	147	н/д
22	Акбулак	76	152,0	178	128,1
23	Соль-Илецк	104	189,1	220	145,7
24	Чингирлау	60	н/д	149	н/д
25	Новоалексеевка	59	н/д	165	н/д
26	Илек	97	144,8	254	159,7
27	Первомайский	80	115,9	242	143,2
28	Уральск	67	104,7	213	170,4
	Среднее	123,6	204,6	191,8	136,7

* за норму принят период 1991-2020 гг.

Таким образом, в сентябре-октябре 2023 г. были заложены предпосылки для развития аномально высокого половодья весной 2024 г. В предзимний период были существенно

пополнены влагозапасы грунтовых вод, в связи с чем повышенные уровни воды на реках отмечались как во время ледостава, так и весь последующий зимний период, вплоть до половодья. В работе [6] со ссылкой на данные Оренбургского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМО) указывается, что количество почвенной влаги в осенние месяцы в бассейне р. Урал составило от 214 до 314 % от нормы.

Промерзание почвенного профиля. В ноябре-декабре территория бассейна р. Урал также находилась под воздействием циклональной деятельности, что, с одной стороны, приносило дополнительные осадки в виде дождя и мокрого снега, с другой стороны – не позволяло сформироваться устойчивому снежному покрову (далее – СП). Южные секторы циклонов в ноябре располагались таким образом, что положительные температуры воздуха способствовали стаиванию снежного покрова в течение нескольких часов. К 7 декабря СП наблюдался практически по всей территории бассейна р. Урал, но его высота практически повсеместно крайне мала, менее 5-10 см. В середине декабря в регионе господствовал блокирующий антициклон, температура воздуха понижалась в Верхнеуральске до -41°C при высоте СП 17 см, в Домбаровском – до -32°C при высоте СП 3 см, в Акбулаке – до -28°C при высоте СП 3 см. По данным Гидрометцентра России [17], глубина промерзания почвы к концу второй декады декабря варьировала на большей части бассейна в пределах от 35-40 см до 80-90 см. Лишь в горнолесной части бассейна р. Урал, в условиях более сформированного СП, глубина промерзания составила меньшие 20-30 см.

Графическое отображение метеорологических условий, предшествующих и способствовавших формированию выдающегося весеннего половодья 2024 г. (период с сентября 2023 г. по апрель 2024 г. включительно) приведено на рисунке 1.

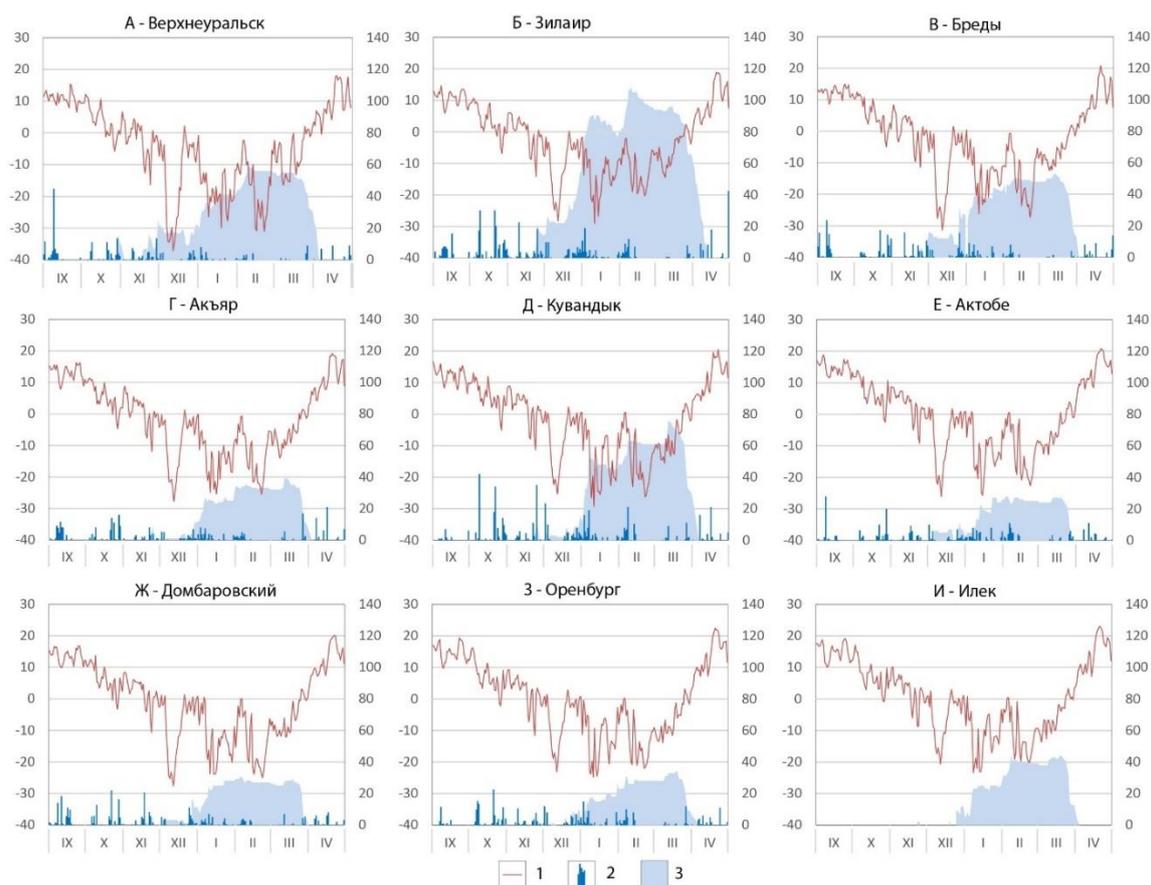


Рисунок 1 – Посуточный ход значений температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) (Y1), атмосферных осадков (мм) и высоты снежного покрова (см) (Y2)

Условные обозначения: 1 – среднесуточная температура воздуха; 2 – сумма атмосферных осадков; 3 – высота снежного покрова.

Таким образом, сложившиеся в ноябре-декабре условия привели к отсутствию сформированного СП, тем самым определили глубокое промерзание переувлажненного осенью почвенно-грунтового профиля. Это способствовало тому, что к началу активного снеготаяния сохранился т.н. «запирающий» слой, препятствующий инфильтрации талой воды, что способствовало быстрому пополнению объемов поверхностного стока.

Атмосферные осадки холодного периода. Ноябрь-январь продолжили положительную аномалию октября по осадкам, однако отклонение от нормы было не таким существенным, как в осенние месяцы, в среднем в 1,5 раза. В феврале осадков по изучаемой территории выпало около нормы, а в марте уже сложился дефицит атмосферной влаги. Вместе с тем, именно ко второй половине марта высота СП достигла максимума на большинстве МС (рис. 1). В южных районах бассейна высота СП составила 20-40 см, в Зауралье – 40-60 см, максимум отмечался в горной части – 75 см на МС Кувандык и 95 см МС Зилаир. Таким образом, несмотря на позднее образование постоянного СП, его высота достигла среднесуточных показателей. При этом снежный водный эквивалент зимой 2023/2024 гг. сформировался на уровне 120-130 % от нормы [6].

В целом за сентябрь – март по МС в пределах водосборной территории р. Урал выпало 313 мм осадков, что в 1,7 раза больше среднесуточных показателей. По некоторым МС сумма осадков за эти семь месяцев превысила годовую норму осадков (МС Кувандык, Троицкое).

Температурный режим в период снеготаяния. Несмотря на то, что среднесуточные значения температуры марта в 2024 г. повсеместно были близки к нормам, но в результате господства блокирующего антициклона период с положительными среднесуточными температурами начался гораздо позднее обычного – с 23-25 марта. До этих дат на большинстве МС сохранялись низкие ночные температуры, в среднем -13°C , что способствовало хорошей сохранности СП до периода активного снеготаяния (рис. 2).

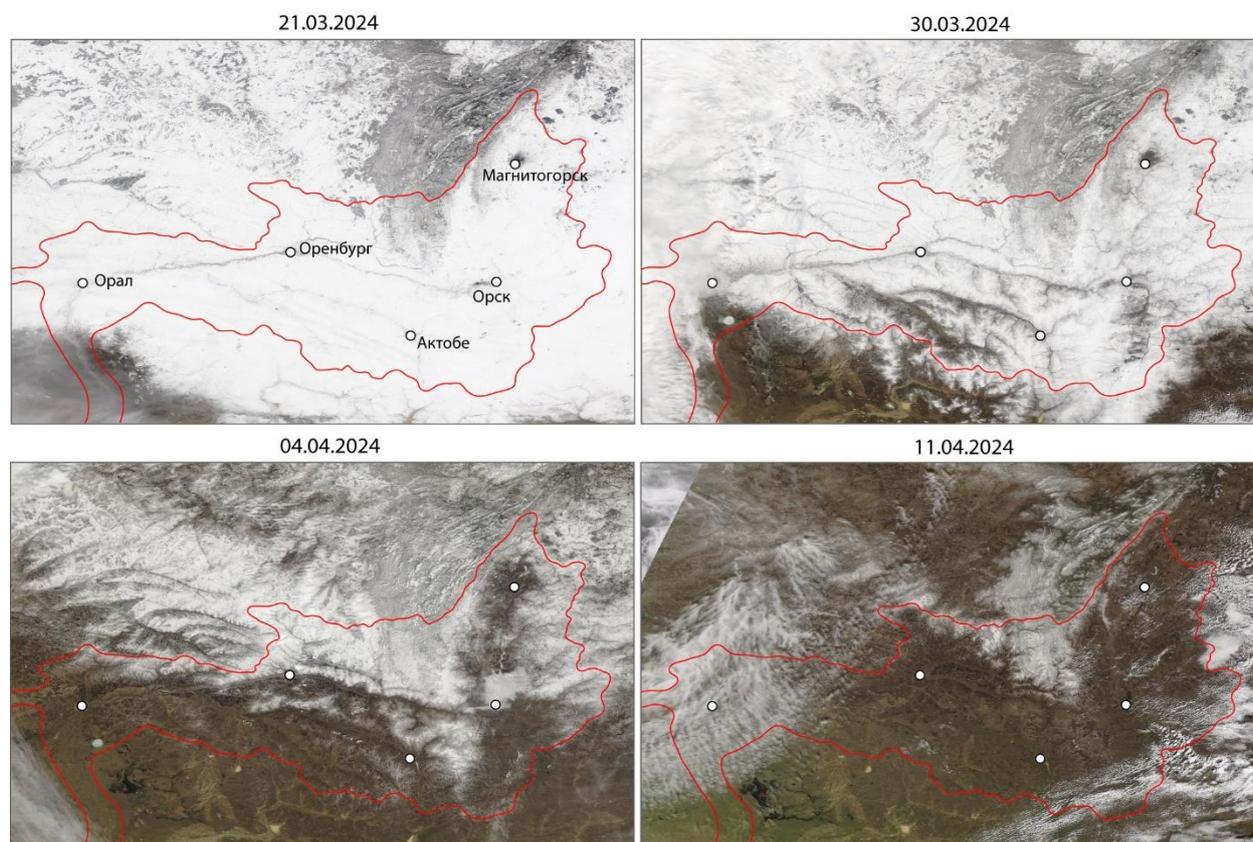


Рисунок 2 – Характер разрушения снежного покрова на снимках MODIS (по данным [16])

Продолжительность периода от наступления устойчивых положительных температур до времени разрушения СП в среднем составила 15-20 дней по максимальным суточным значениям и 7-9 дней по среднесуточным значениям. Наиболее продолжительное время разрушения СП от соответствующих дат отмечено на МС Зилаир (28/18 дней) и МС Кувандык (21/14 дней) в горнолесной части бассейна и на МС Верхнеуральск (22/11 дней) в лесостепной части Зауралья (рис. 3).

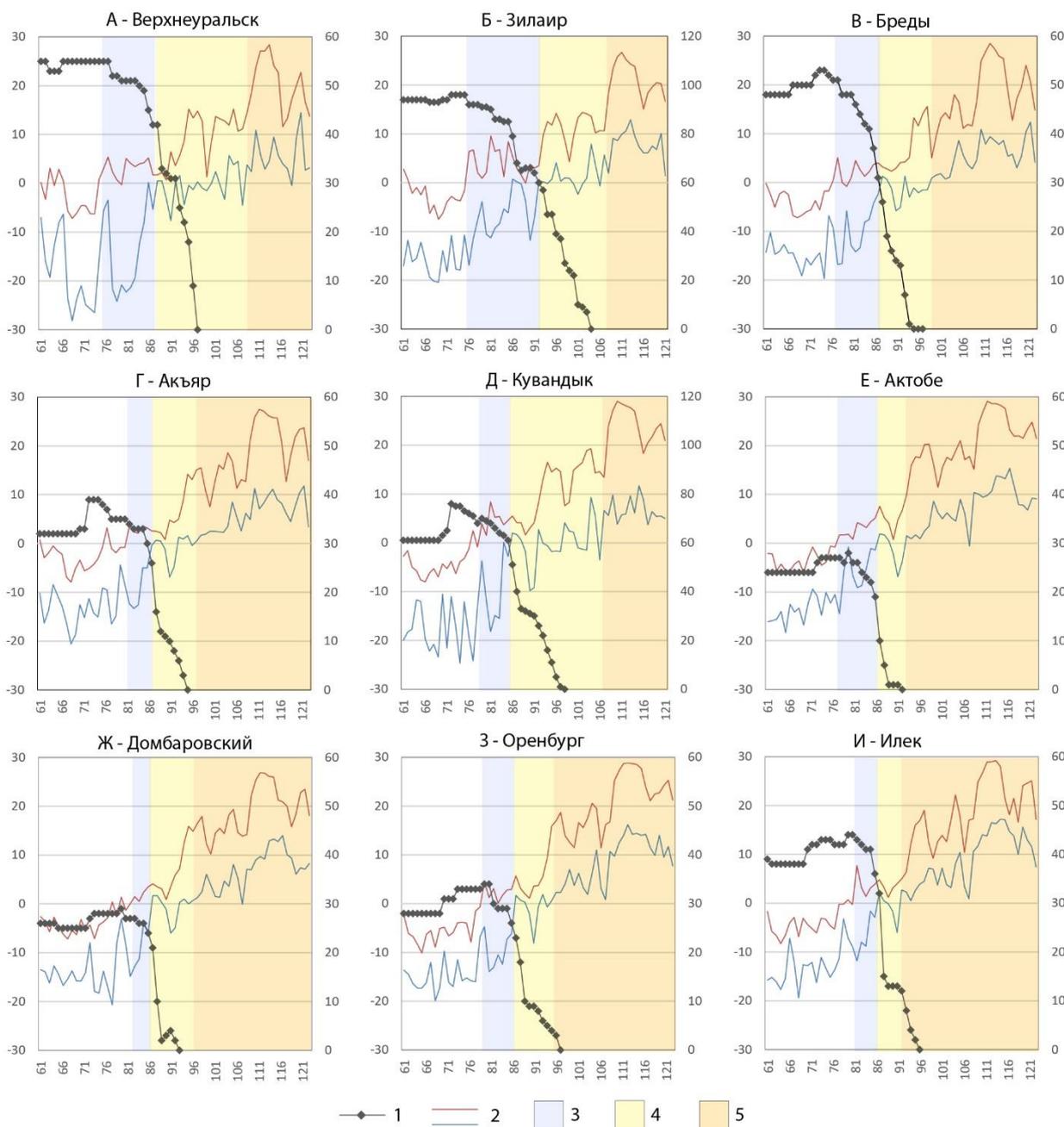


Рисунок 3 – Посуточный ход максимальной и минимальной температуры воздуха в период активного снеготаяния (март-апрель) на МС бассейна р. Урал (ось X – последовательный порядок дней с начала 2024 г.; ось Y1 – температура, °C; ось Y2 – высота снежного покрова, см)

Условные обозначения: 1 – высота снежного покрова; 2 – максимальная и минимальная температура; 3-5 – периоды с различным температурным режимом: 3 – с устойчивыми максимальными (дневными) температурами >0 °C; 4 – с неустойчивыми минимальными (ночными) температурами >0 °C; 5 – с устойчивыми максимальными и минимальными температурами >0 °C.

Значительная амплитуда внутрисуточных колебаний в сочетании с переходом через 0 °С способствует повышению потерь СП за счет сублимации снега. Установление подобного температурного режима на продолжительный срок приводит к разрушению СП без существенного поступления талой воды в реки. Подобная ситуация, к примеру, наблюдалась в предшествующие маловодные годы (2019-2022 гг.). В 2024 г. такой режим для большинства МС продолжался не более 5-6 дней, что способствовало сохранению влагозапасов в снеге. Приведенные графики (рис. 3) также подтверждают полученные выводы: чем продолжительнее период с дневными положительными и ночными отрицательными температурами, тем активнее происходит процесс деградации СП. В то же время заметно, что наиболее активная стадия деградации СП начинается с периода, когда среднесуточные и особенно значения ночных температур начинают превышать 0°С.

С конца марта наблюдался обширный заток теплых воздушных масс на всю территорию Восточной Европы, к 1-2 апреля охвативший водосбор р. Илек, а к 3 апреля – все остальные части бассейна р. Урал. Вторжение прогретых до 15-20°С среднеазиатских воздушных масс стало предпосылкой к активному повсеместному снеготаянию, в т.ч. и в горнолесной части бассейна, где к данному периоду сохранились существенные запасы снега.

К началу устойчивого перехода минимальных суточных температур в положительные значения практически все МС бассейна фиксировали полное разрушение СП. Даты разрушения СП на большинстве МС относились к достаточно короткому временному диапазону (30 марта – 4 апреля), за исключением МС горнолесной части бассейна (Кувандык – 6 апреля, Зилаир – 13 апреля). Снимки MODIS фиксируют сохранность остатков снега в горах до 15-17 апреля.

Заключение

Развитие экстремальной гидрологической ситуации весной 2024 г. на реках бассейна р. Урал стало возможным благодаря сочетанию ряда метеорологических условий, проявившихся в предшествующий половодью период. Аномально высокое количество атмосферных осадков, выпавших в предзимний период на большей части водосбора, пополнило запасы грунтовых вод и объемы поверхностного речного стока. Переувлажненность почвенно-грунтового профиля, в сочетании с длительным периодом отсутствия снежного покрова и низкими отрицательными температурами декабря, способствовали формированию мощного «запирающего» слоя, препятствующего инфильтрации талой воды. Таким образом, многолетняя тенденция нарастания интенсивности и продолжительности раннезимних оттепелей [3] в условиях зимы 2023-2024 гг., с одной стороны, привела к сокращению потенциальных влагозапасов в снежном покрове, с другой – способствовала интенсификации поверхностного стока в период половодья.

Количество осадков за холодный период, превышающее многолетнюю норму, не было столь значимым для формирования экстремального половодья 2024 г. Как показывают наши наблюдения за режимом снеготаяния, снежный покров может в достаточно короткий срок, за 1-2 недели, деградировать в условиях суточных переходов через 0°С посредством сублимации. Позднее начало снеготаяния в 2024 г. и последующее макрорегиональное вторжение теплых воздушных масс привели к резкому и, главное, повсеместному разрушению снежного покрова на территории рассматриваемого речного бассейна. Каждый из перечисленных факторов по отдельности не способен был привести к развитию экстремального гидрологического события, но их сочетание и взаимодействие создали предпосылки для формирования высокого и продолжительного половодья. По этой причине долговременный прогноз развития подобных гидрологических явлений представляется затруднительным.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Геоэкологические основы и технологические аспекты оптимизации природопользования в степных регионах России и сопредельных территорий» № ГР 126013016160-7.

Список литературы

1. Магрицкий Д.В., Евстигнеев В.М., Юмина Н.М., Торопов П.А., Кенжебаева А.Ж., Ермакова Г.С. Изменения стока в бассейне р. Урал // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. № 1. С. 90-101.
2. Сивохип Ж. Т., Павлейчик В. М. Современные изменения максимального стока рек бассейна реки Урал // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2024. № 2. С. 72-80. DOI: 10.17308/geo/1609-0683/2024/2/72-80.
3. Сивохип Ж.Т., Павлейчик В.М. Региональные тенденции изменения климата в бассейне реки Урал // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2022. Т. 41. С. 106-117. DOI: 10.26516/2073-3402.2022.41.106
4. Оренбуржцам необходимо до 1 декабря отчитаться за выполненный капремонт домов, пострадавших от паводка. URL: <https://orenburg-gov.ru/news/15980/> (дата обращения: 16.01.2026).
5. Калыбаева А., Бисенбаева С. Оценка моделирования зон затопления при паводках на реке Жайык (Урал) // Гидрометеорология и экология. 2025. № 119 (4). С. 84-94. DOI: 10.54668/2789-6323-2025-119-4-84-94.
6. Журавлев С.А., Бузмаков С.В., Юхно А.В., Георгиевский В.Ю., Грек Е.А., Мещерин В.А. Гидрологические особенности и причины наводнения 2024 года на реке Урал в Оренбургской области // Метеорология и гидрология. 2025. № 4. С. 98-108. DOI: 10.52002/0130-2906-2025-4-98-108.
7. Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Лупян Е.А. Мониторинг последствий наводнения в Оренбургской области при половодье на реке Урал в 2024 году // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 3. С. 339-347. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-3-339-347.
8. Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Лупян Е.А. Спутниковый мониторинг прохождения половодья в бассейне реки Урал в 2024 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 1. С. 268-282. DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-1-268-282.
9. Медеу А.Р., Махмудова Л.К., Мырзахметов А.Б. Паводковая ситуация на реке Жайык (Урал) в 2024 году // География и водные ресурсы. 2024. № 4. С. 14-23. DOI: 10.55764/2957-9856/2024-4-14-23.35.
10. Борщ С.В., Симонов Ю.А., Христофоров А.В., Юмина Н.М. Прогнозирование характеристик половодья 2024 года на реках Ишим, Тобол и Урал // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 2 (392). С. 111-129. DOI: 10.37162/2618-9631-2024-2-111-129.
11. Турсунова А.А., Мырзахметов А.Б., Баспакова Г.Р., Сайлаубек А.М., Салаватова ЖТ. Историческая справка о гидрологических характеристиках наводнений на реке Жайык // География и водные ресурсы. 2024. № 2. С. 40-51. DOI: 10.55764/2957-9856/2024-2-40-51.11.
12. Чепашев Д.В., Акжаркынова А.Н., Калыбаева А.К., Исклиева Г.М. Оценка уровенного режима при половодье реки Жайык с применением данных дистанционного зондирования Земли // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. 2024. Т. 3. № 66. С. 118-128. DOI: 10.51775/2790-0886_2024_66_3_118.
13. Терехов А.Г., Саиров С.Б., Абаев Н.Н., Сагатдинова Г.Н., Амиргалиев Е.Н. О возможных причинах исключительно больших весенних паводков 2024 года в Казахстане // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 3. С. 331-338. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-3-331-338.
14. Погода и климат. URL: www.pogodaiclimat.ru (дата обращения: 16.01.2026).
15. Ventusky. URL: <https://www.ventusky.com/> (дата обращения: 16.01.2026).
16. NASA Worldview. URL: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/> (дата обращения: 16.01.2026).

17. Методический кабинет Гидрометцентра России. URL: <https://method.meteorf.ru> (дата обращения: 16.01.2026).

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

Поступила в редакцию 19.01.2026

Принята к публикации 16.03.2026

METEOROLOGICAL CONDITIONS OF FORMATION THE SPRING FLOOD OF 2024 ON THE URAL RIVER

***V. Pavleichik, E. Yazykbaev, Zh. Sivohip**

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

In 2024, an abnormally high spring flood was observed on the rivers of the Ural River basin, which led to significant socio-economic damage. This dangerous and poorly predictable hydrological phenomenon developed against the background of a long-term macroregional trend of reducing the share and volume of spring runoff. The research was based on numerical data on the most important meteorological parameters (air temperature, precipitation, snow cover height) for 28 weather stations belonging to the Ural River basin. It was revealed that the high levels of the spring flood in 2024 They became possible due to the interaction of a number of meteorological conditions in the period preceding the flood. The abnormally high amount of precipitation that fell in the pre-winter period in most of the catchment area (2.5-4.0 of the long-term norm) replenished groundwater reserves and surface river runoff. The waterlogged soil profile in the conditions of prolonged absence of snow cover and low negative temperatures in December formed a powerful "locking" layer, subsequently preventing the infiltration of meltwater. The amount of precipitation during the cold period exceeded the long-term norm by 1.5 times, and the moisture reserves in the snow by 1.2-1.3 times. The cold March of 2024 contributed to the long-term preservation of snow cover and the absence of loss of moisture reserves due to sublimation. The late onset of snowmelt and the subsequent macro-regional invasion of warm air masses led to a sharp and, most importantly, widespread destruction of the snow cover. The combination and interaction of these conditions determined the formation of an extremely high and prolonged flood. For this reason, it is difficult to make a long-term forecast of the development of such hydrological phenomena.

Key words: Ural River, high water, meteorological factors.

References

1. Magritskii D.V., Evstigneev V.M., Yumina N.M., Toropov P.A., Kenzhebaeva A.Zh., Ermakova G.S. *Izmeneniya stoka v basseine r. Ural. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya.* 2018. N 1. S. 90-101.
2. Sivokhip Zh. T., Pavleichik V. M. *Sovremennye izmeneniya maksimal'nogo stoka rek basseina reki Ural. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya.* 2024. N 2. S. 72-80. DOI: 10.17308/geo/1609-0683/2024/2/72-80.
3. Sivokhip Zh.T., Pavleichik V.M. *Regional'nye tendentsii izmeneniya klimata v basseine reki Ural. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Nauki o Zemle.* 2022. T. 41. S. 106-117. DOI: 10.26516/2073-3402.2022.41.106

4. Orenburzhtsam neobkhodimo do 1 dekabrya otchitat'sya za vypolnennyi kapremont domov, postradavshikh ot pavodka. URL: <https://orenburg-gov.ru/news/15980/> (data obrashcheniya: 16.01.2026).
5. Kalybaeva A., Bisenbaeva S. Otsenka modelirovaniya zon zatopleniya pri pavodkakh na reke Zhaiyk (Ural). *Gidrometeorologiya i ekologiya*. 2025. N 119 (4). S. 84-94. DOI: 10.54668/2789-6323-2025-119-4-84-94.
6. Zhuravlev S.A., Buzmakov S.V., Yukhno A.V., Georgievskii V.YU., Grek E.A., Meshcherin V.A. *Gidrologicheskie osobennosti i prichiny navodneniya 2024 goda na reke Ural v Orenburgskoi oblasti. Meteorologiya i gidrologiya*. 2025. N 4. S. 98-108. DOI: 10.52002/0130-2906-2025-4-98-108.
7. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Lupyan E.A. *Monitoring posledstviy navodneniya v Orenburgskoi oblasti pri polovod'e na reke Ural v 2024 godu. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2024. T. 21. N 3. S. 339-347. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-3-339-347.
8. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Lupyan E.A. *Sputnikovyi monitoring prokhozheniya polovod'ya v basseine reki Ural v 2024 g. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2025. T. 22. N 1. S. 268-282. DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-1-268-282.
9. Medeu A.R., Makhmudova L.K., Myrzakhmetov A.B. *Pavodkovaya situatsiya na reke Zhaiyk (Ural) v 2024 godu. Geografiya i vodnye resursy*. 2024. N 4. S. 14-23. DOI: 10.55764/2957-9856/2024-4-14-23.35.
10. Borshch S.V., Simonov Yu.A., Khristoforov A.V., Yumina N.M. *Prognozirovaniye kharakteristik polovod'ya 2024 goda na rekakh Ishim, Tobol i Ural. Hidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy*. 2024. N 2(392). S. 111-129. DOI: 10.37162/2618-9631-2024-2-111-129.
11. Tursunova A.A., Myrzakhmetov A.B., Baspakova G.R., Sailaubek A.M., Salavatova ZHT. *Istoricheskaya spravka o gidrologicheskikh kharakteristikakh navodnenii na reke Zhaiyk. Geografiya i vodnye resursy*. 2024. N 2. S. 40-51. DOI: 10.55764/2957-9856/2024-2-40-51.11.
12. Chepashev D.V., Akzharkynova A.N., Kalybaeva A.K., Isklieva G.M. *Otsenka urovnennoy rezhima pri polovod'e reki Zhaiyk s primeneniem dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli. Vestnik Almatinskogo universiteta energetiki i svyazi*. 2024. T. 3. N 66. S. 118-128. DOI: 10.51775/2790-0886_2024_66_3_118.
13. Terekhov A.G., Sairov S.B., Abaev N.N., Sagatdinova G.N., Amirgaliev E.N. *O vozmozhnykh prichinakh isklyuchitel'no bol'shikh vesennikh pavodkov 2024 goda v Kazakhstane. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2024. T. 21. N 3. S. 331-338. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-3-331-338.
14. *Pogoda i klimat*. URL: www.pogodaiclimat.ru (data obrashcheniya: 16.01.2026).
15. *Ventusky*. URL: <https://www.ventusky.com/> (data obrashcheniya: 16.01.2026).
16. *NASA Worldview*. URL: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/> (data obrashcheniya: 16.01.2026).
17. *Metodicheskii kabinet Gidromettsentra Rossii*. URL: <https://method.meteorf.ru> (data obrashcheniya: 16.01.2026).

Сведения об авторах:

Павлейчик Владимир Михайлович
 К.г.н., ведущий научный сотрудник отдела ландшафтной экологии, Институт степи
 Уральского отделения Российской академии наук
 ORCID 0000-0002-2846-0442
 Pavleichik Vladimir
 Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher, Department of Landscape Ecology,
 Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Языкбаев Эльдар Римьевич

Младший научный сотрудник отдела ландшафтной экологии, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук

ORCID 0000-0009-2818-5645

Yazykbaev Eldar

Junior research assistant Department of Landscape Ecology, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Сивохип Жанна Тарасовна

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

ORCID 0000-0001-5704-0554

Sivohip Zhanna

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

Для цитирования: Павлейчик В.М., Языкбаев Э.Р., Сивохип Ж.Т. Метеорологические условия формирования весеннего половодья 2024 года на реке Урал // Вопросы степеведения. 2026. № 1. С. 25-35. DOI: 10.24412/2712-8628-2026-1-25-35

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

***А.В. Холоденко, П.С. Горбова**

Волгоградский государственный университет, Россия, Волгоград
e-mail: *kholodenko@volsu.ru

В статье рассматриваются актуальные методические подходы к оценке территориальных рисков, влияющих на эффективность функционирования региональных систем особо охраняемых природных территорий. Объектом исследования являются региональные системы особо охраняемых природных территорий. Предметом – методологические подходы к оценке геоэкологических рисков для особо охраняемых природных территорий в условиях возрастающего антропогенного давления. Проанализировано понятие «геоэкологический риск», основные этапы оценки риска, включающие идентификацию, определение факторов и реципиентов риска, выбор метода оценки рисков, мероприятия по управлению риском. Рассмотрены следующие методы оценки рисков: метод диаграммы Исикавы, методология функционального моделирования IDEF0, стандартная матрица рисков, построены адаптированные схемы оценки рисков для систем ООПТ данными методами. В качестве модельного объекта взята система ООПТ Волгоградской области. На основе данных актуальных кадастровых дел составлена сводная таблица факторов негативного воздействия на ООПТ с учетом интенсивности воздействия каждого фактора. Полученные данные встречаемости и значимости по существенным факторам для совокупности охраняемых территорий всех категорий легли в основу ранжированной пятибалльной оценки каждого фактора по тяжести риска. Выделены ключевые рискованные факторы для системы ООПТ и проанализированы основные последствия реализации рисков для отдельных категорий ООПТ. Приведены основные направления совершенствования механизмов управления, предупреждения и минимизации рисков в системе ООПТ региона.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, система ООПТ, геоэкологические риски, риск-анализ, факторы геоэкологического риска, территориальная охрана природы.

Введение

Система ООПТ представляет собой промежуточное звено между такими дефинициями как экологическая сеть и экологический каркас. Опираясь на определение, данное А.Н. Ивановым и В.П. Чижовой, авторами принято, что система ООПТ – это упорядоченное в пространстве функциональное сочетание ООПТ различных категорий, которое позволяет экосистемам региона поддерживать устойчивость [1, 2]. Как системы ООПТ в целом, так и их отдельные элементы в настоящее время постоянно подвергаются внешним (развитие селитебных зон, дорожно-транспортной, коммунальной и производственной инфраструктуры, техногенные потоки загрязняющих веществ, пожары и пр.) и внутренним (рекреационное природопользование, любительская охота и рыбалка, замусоривание отходами потребления, сельскохозяйственная обработка земель, выпас скота и сенокошение в агрохозяйственных зонах) антропогенным воздействиям. Такая тенденция характерна для большинства регионов России и особенно актуальна для густонаселенных территорий Европейской части России. Наиболее значимым последствием может выступать рост фрагментированности охраняемых ландшафтов и сложность поддержания структурно-функциональной целостности системы, что усугубляет угрозу эффективного обеспечения экологических функций ООПТ на

региональном уровне. По утверждению Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка, обеспеченность региона ООПТ не означает, что эти ООПТ выполняют свои функции и поддерживают баланс и ассимиляционную способность экосистем [3]. В связи с вышесказанным, актуальным вопросом является определение геоэкологических рисков функционирования региональных систем ООПТ.

В настоящее время устоявшееся определение понятия «геоэкологический риск» отсутствует. С позиции геологии геоэкологический риск трактуется как вероятность развития неблагоприятных явлений и возникновения различных видов ущерба в связи с активацией геодинамических процессов. В географии и экологии геоэкологический риск – это проявление «эффекта бумеранга» как вероятного ответа природной среды на антропогенное воздействие, основанного на принципе обратной связи, влекущее нарушение условий обитания человека и снижение устойчивости среды [4, 5].

Анализ рисков – это необходимое условие для управления природоохранной эффективностью как отдельных единиц территориальной охраны природы, так и системы ООПТ региона, являющейся «остовом» экологического каркаса.

Объектом исследования являются региональные системы ООПТ (на примере системы ООПТ Волгоградской области). Предмет исследования – подходы к оценке геоэкологических рисков для особо охраняемых природных территорий в условиях возрастающего антропогенного давления.

Цель исследования – анализ актуальных подходов к идентификации и оценке геоэкологических рисков для решения задач повышения эффективности функционирования природоохранных объектов на региональном уровне.

Материалы и методы

По данным доклада «О состоянии окружающей среды в Волгоградской области», по состоянию на начало 2025 года на территории Волгоградской области зарегистрировано 59 ООПТ. Из них 5 ООПТ федерального значения (4 памятника природы и 1 дендрологический парк), 53 ООПТ регионального значения (7 природных парков, 8 государственных природных заказников (преимущественно охотничьих), 18 памятников природы, 18 особо ценных территорий, 1 охраняемый ландшафт, 1 ботанический сад), 1 ООПТ местного значения [6]. Однако, по данным кадастра ООПТ регионального значения, выделяются 2 ООПТ местного значения [7]. Общая площадь ООПТ составляет 998961,0 га, что равно 8,8 % площади области. Наибольшую площадь занимают природные парки, обеспечивающие сохранение как зональных ландшафтов, так и интразональных вариантов. Распределение охраняемых территорий по региону неравномерное с наибольшей концентрацией по оси «северо-запад - юго-восток», с преимущественной приуроченностью к крупным речным системам (реки Волга и Дон) и другим водным объектам (оз. Эльтон, Цимлянское водохранилище). Центральная часть региона практически не охвачена ключевыми категориями охраняемых природных территорий, выполняющих средостабилизирующие и средоподдерживающие функции в составе системы ООПТ. В условиях отсутствия заповедников и национальных парков, природные парки, выполняющие роль ядер экологического каркаса, располагаются на достаточно больших расстояниях друг относительно друга [2], что препятствует созданию непрерывной сети территорий, охраняющих наиболее уязвимые зональные ландшафты (рис. 1).

Сложившаяся пространственная структура системы ООПТ Волгоградской области не в полной мере отвечает задаче обеспечения экологической функциональности, поскольку особенности пространственного размещения элементов системы ООПТ усиливают проявления таких негативных эффектов, как фрагментация и снижение ассимиляционной способности степных ландшафтов, искажение результатов мониторинга численности охраняемых видов, ускорение антропогенных сукцессий изначально трансформированных территорий. Все вышесказанное формирует предпосылки трансформации существующих ООПТ в территории, которые не в состоянии осуществлять природоохранную функцию и сами требуют срочных реабилитационных мероприятий. Для дальнейшего территориально-

экологического планирования и обеспечения эффективного функционирования региональной системы ООПТ целесообразно разрабатывать подходы к идентификации и управлению геоэкологическими возникающими рисками.

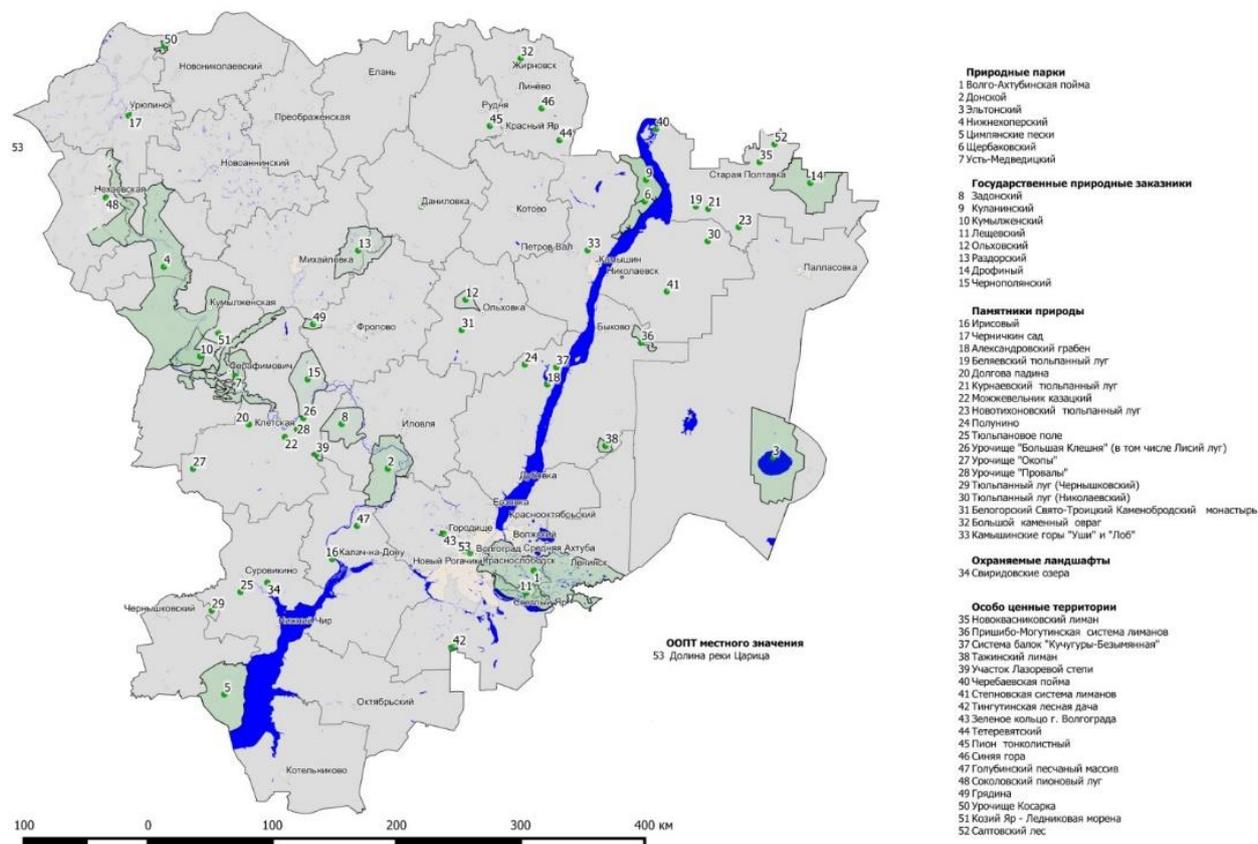


Рисунок 1 – Особо охраняемые природные территории регионального значения Волгоградской области [7]

Континуум рисков бесконечен, поэтому специалистам для управления системами, в том числе природно-антропогенными, необходимо выделять существенные риски, чтобы подвергать модуляциям хозяйственную деятельность, являющуюся их причиной.

Риск-анализ состоит из нескольких основных этапов:

1. Идентификация и определение факторов риска.

Проводится поиск причин и источников негативных изменений состояния природных комплексов, основанный на базовых вопросах: «что плохого может произойти?», «что усилит или ослабит риск?», «кто будет реципиентом риска?» [8].

2. Выбор метода оценки риска.

На фоне значительного числа методик риск-анализа можно выделить положительно зарекомендовавшие себя: модельные методы (метод диаграмм Исикавы и IDEF0), структурный анализ сценариев «Что если?» (SWIFT) или HAZOP, мозговой штурм и некоторые другие [9]. Также подтверждают свою востребованность картографические (с применением данных космических аппаратов Landsat, Sentinel и др. с последующей обработкой в ArcGIS и QGIS) и авторские подходы к оценке геоэкологических рисков мелиоративных систем [4] или туристической нагрузки [10], которые могут быть адаптированы и синтезированы для оценки рисков на охраняемых территориях, несущих агрохозяйственную и рекреационную нагрузку.

Метод Исикавы [11] предполагает следующую последовательность действий: определение круга факторов – причин анализируемого процесса, группировка факторов в смысловые блоки, упорядочивание факторов внутри блоков и построение диаграммы (рис. 2).



Рисунок 2 – Диаграмма Исикавы для оценки риска утраты природоохранной эффективности системой ООПТ регионального уровня (Источник: составлено авторами)

Метод IDEF0 предполагает ступенчатую оценку рисков при построении дерева узлов или функциональных блоков, где первой ступенью является представление целостной системы с последующим дроблением и итерациями (уровень A0). Степень детализации схемы зависит от задачи, поставленной перед исследователем [12]. Преимуществом данного метода является возможность четко выделять, локализовывать и управлять причинно-следственными связями любых анализируемых процессов, не теряя при этом общей картины.

Каждый функциональный блок имеет четыре информационных потока (входной, выходной, управляющий и ресурсный). Связи между блоками могут быть прямыми и обратными в случае, если информация на выходе оказывает управляющее или корректирующее влияние на предыдущий блок (рис. 3).

Результаты оценки рисков могут быть сведены в стандартные матрицы, которые наглядно отражают распределение вероятных событий на практически неминуемые, редко случающиеся и нереализуемые, с балльной оценкой их разрушительного потенциала (табл. 1). Балл риска складывается из вероятности наступления и тяжести последствий: 1-3 балла – незначительный риск, не требующий мероприятий; 4-6 баллов – малый риск, требуются наблюдения за ситуацией; 7-9 баллов – средний риск, необходимы мероприятия по снижению риска и уточняющие расчеты вероятности наступления событий; 10-16 баллов – высокий риск, требуются срочные мероприятия; 17-25 баллов – катастрофический риск, обязательны мероприятия по ликвидации риска [13, 14].

3. Управление риском.

Проводится ранжирование рисков на существенные и несущественные. Разрабатываются рекомендации и программы мероприятий по предупреждению и снижению рисков до приемлемого уровня, а также системы реагирования в случае реализации рисков событий для минимизации экологического и социально-экономического ущерба.

Каждый из рассмотренных методов обладает собственными преимуществами и одновременно потенциалом адаптивности и комбинирования, что может служить основой формирования эффективных подходов к решению прикладных задач функционирования ООПТ на региональном уровне. Так, на примере модельного объекта – системы ООПТ Волгоградской области – рассмотрено формирование подхода к решению задачи первичной

оценки потенциально рисков факторов воздействия на региональные ООПТ в контексте экологической функциональности и устойчивости системы ООПТ.

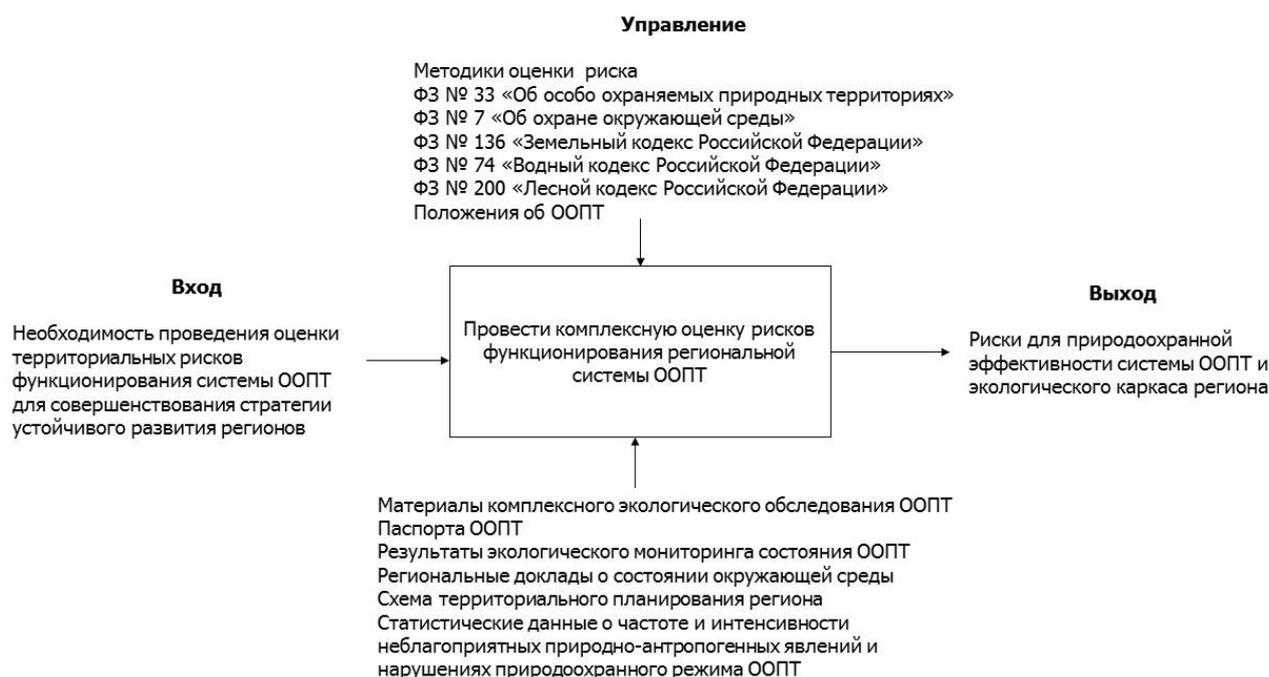


Рисунок 3 – Укрупненная схема оценки рисков по методологии IDEF0 для региональных систем охраны природы (Источник: составлено авторами)

Таблица 1 – Схема стандартной матрицы риска (Источник: составлено авторами по [13])

Тяжесть \ Вероятность	Незначительная, воздействием можно пренебречь (1)	Невысокая, последствия легко устранимы (2)	Умеренная, последствия не затрагивают критически важных объектов (3)	Значительная, событие наносит большой ущерб, но не разрушает критически важные объекты (4)	Катастрофическая, событие приводит к нарушениям критически важных объектов (5)
Неизбежно (5)	Средний	Высокий	Высокий	Очень высокий	Очень высокий
Вероятно (4)	Низкий	Средний	Высокий	Высокий	Очень высокий
Возможно (3)	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Высокий
Редко (2)	Очень низкий	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий
Практически никогда (1)	Очень низкий	Очень низкий	Очень низкий	Низкий	Средний

Исходя из анализа материалов Кадастровых дел ООПТ Волгоградской области [7] (раздел «Негативное воздействие на ООПТ (факторы и угрозы)»), систематизированы данные о внутренних и внешних негативных воздействиях на ООПТ региона, составлена сводная таблица, отражающая встречаемость и интенсивность проявления отдельных рисков факторов, представляющих угрозу для эффективного функционирования отдельных ООПТ, категорий и системы в целом. Интенсивность воздействия подразделяется на три уровня: незначительное (+), умеренное (++) и существенное (+++). Данный показатель определялся сотрудниками ООПТ экспертным путем на основе многолетних наблюдений (табл. 2).

По данным таблицы 2 можно выделить рисков факторы, наиболее значимые для системы ООПТ. В их состав входят факторы, представленные более чем на 50 % ООПТ региона: опасные гидроклиматические явления, пожары, усиление рекреационной нагрузки, замусоривание и организация стихийных свалок, стоянка и проезд транспорта, строительство,

реконструкция и эксплуатация дорог и линейных коммуникаций, нерегламентированные выпас скота и сенокошение, сбор растений, ископаемых остатков и обломков горных пород.

Результаты и обсуждение

Факторами геоэкологического риска для системы ООПТ природного происхождения являются периодически повторяющиеся опасные гидроклиматические и другие природные явления: засуха, сильный снегопад, наводнения; эрозионные процессы; абразия берегов; галокинез и суффозия (природный парк «Эльтонский»); обмеление рек, озер, проток, лиманов в связи с увеличивающейся аридизацией климата (природный парк «Волго-Ахтубинская пойма»). Факторами риска природно-антропогенного происхождения выступают: активное вытеснение коренных видов интродуцентами, распространение рудеральных и синантропных видов флоры и фауны. Часть указанных природных явлений представляют собой характерные особенности естественной динамики, которые, с одной стороны, подчеркивают уникальность охраняемых ландшафтов, а с другой – выступают факторами их повышенной уязвимости. К исключительно антропогенным факторам можно отнести: складирование бытового и строительного мусора в границах ООПТ, активное использование автотранспорта и проезд вне дорог общего пользования, что влечет за собой накатку сети новых грунтовых дорог; рост урбанизированных территорий внутри ООПТ и прокладку линейных коммуникаций при угрозе утраты местообитаний и роста фрагментации фитоценозов; распашку последних нетронутых участков целинной степи и многолетних залежей в стадиях автогенных сукцессий; незаконную добычу ресурсов (браконьерство, рубки леса, собирательство, разработка месторождений строительных материалов); перевыпас скота и сенокошение на склонах балок, провоцирующие эрозионные процессы; неконтролируемую стихийную рекреацию за пределами отведенных для данной деятельности зон. Отдельно стоит отметить косвенное внешнее влияние производственной сферы на систему ООПТ и экологический каркас в целом. Поскольку Волгоградская область является промышленно развитой, химическое воздействие на компоненты окружающей среды значительно, что не может не сказываться на состоянии охраняемых ландшафтов посредством геохимических сопряжений. В совокупности воздействие перечисленных факторов может послужить причиной снижения природоохранной эффективности системы ООПТ, утраты редких и уникальных видов, падения уровня эстетической и рекреационной привлекательности региональных ООПТ, что в современных условиях является фатальным для существования такой категории, как природные парки.

Источниками риска в границах ООПТ выступает совокупность воздействий, обусловленных особенностями хозяйственной деятельности на селитебных и сельскохозяйственных территориях (населенные пункты в границах ООПТ, крестьянско-фермерские хозяйства, садоводческие-огороднические некоммерческие товарищества, дачные некоммерческие товарищества), транслокальным переносом загрязнителей от промышленных предприятий региона, размещением линейных коммуникаций (линии электропередач, трубопроводный транспорт, автомобильные и железные дороги), регулированием стока (Волжская ГЭС), рекреационной деятельностью, включая стихийную рекреацию.

Реципиентами риска выступают биологические виды, обитающие на территории ООПТ, уникальные природные объекты и комплексы в случае реализации того или иного рискованного события.

Важным этапом в управлении рисками является выделение перечня наиболее весомых воздействий и определение их значимости для системы ООПТ и отдельных категорий. Для решения этой задачи по каждому фактору воздействия для каждой категории ООПТ (см. табл. 2) посчитано в процентном отношении: встречаемость фактора в категории, существенность фактора для данной категории и значимость существенного фактора для системы (табл. 3).

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Таблица 2 – Сводная таблица факторов негативного воздействия и их интенсивности для системы ООПТ Волгоградской области
(Источник: составлено авторами по [7])

ООПТ	Фактор риска																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>
Природные парки																	
Волго-Ахтубинская пойма	+++	-	++	++	++	++	++	++	++	++	-	++	++	++	++	-	-
Донской	+++	-	+++	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+++	+++	-	-
Эльтонский	++	+++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	+	-	++
Нижнехоперский	+++	-	+++	+++	+	+	-	+	-	-	+++	+++	+	-	+++	+	-
Цимлянские пески	+	-	-	-	+	+++	+	-	-	-	-	+++	+++	-	++	-	-
Щербаковский	+++	+	-	+	++	+	++	+++	-	-	++	-	-	-	-	-	++
Усть-Медведицкий	++	-	+++	+++	++	+	-	+	-	-	+++	+++	+++	-	+++	+	-
Государственные природные заказники																	
Задонский	-	-	-	+++	+	-	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+	-	-
Куланинский	-	-	-	+++	+	-	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+	-	-
Кумылженский	-	-	-	+++	+	-	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+	-	-
Лещевский	-	-	-	+++	+	-	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+	-	-
Ольховский	-	-	-	+++	+	-	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+	-	-
Раздорский	-	-	-	+++	+	-	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+	-	-
Дрофиный	-	-	+	++	-	-	+	+	+	-	-	++	+	-	+	-	-
Чернополянский	-	-	-	+++	+	-	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+	-	-
Памятники природы																	
Ирисовый	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	-	+++	-	-	+++	++	-
Черничкин сад	+++	-	-	+++	+++	++	++	++	+	-	+	+++	-	++	-	++	-
Александровский грабен	-	++	++	-	+++	++	-	++	-	-	-	-	-	-	-	++	-
Беляевский тюльпанный луг	+++	-	-	+++	-	++	++	++	-	-	+++	++	-	-	-	+++	-
Долгова падина	+++	-	-	+++	+++	++	++	++	+	-	+	+++	-	++	+++	-	-
Курнаевский тюльпанный луг	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	+++	+++	-	-	-	+++	-
Можжевельник казацкий	+++	-	-	+++	-	++	++	++	-	-	-	+++	-	-	-	-	-

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Новотихоновский тюльпанный луг	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	+++	++	-	-	-	+++	-
Полунино	+++	-	-	-	-	-	++	++	-	-	+++	-	-	-	-	+++	-
Тюльпановое поле	+++	-	-	+++	+++	-	-	++	-	-	+++	++	-	-	-	+++	-
Урочище Большая Клешня	-	-	+++	+++	++	-	++	++	-	-	-	+++	+++	-	++	-	-
Урочище Окопы	+++	-	-	+++	-	++	++	++	-	-	++	++	-	-	-	-	-
Урочище Провалы	+++	-	-	+++	++	-	++	++	-	-	-	+++	-	-	+++	-	-
Тюльпанный луг Чернышковский	+++	-	-	+++	++	-	++	++	-	-	+++	+++	-	-	-	+++	-
Тюльпанный луг Николаевский	+++	-	-	+++	-	-	++	++	-	-	+++	++	-	-	-	+++	-
Белогорский Каменнобродский монастырь	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	-	-	++	-	++	++	+++
Большой каменный овраг	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	+++	+
Камышинские горы Уши и Лоб	+++	-	-	+++	+++	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	+++	-
Территории, представляющие особую ценность для сохранения объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Волгоградской области регионального значения																	
Новоквасниковский лиман	++	-	-	-	-	-	++	++	-	-	++	++	-	-	-	-	-
Пришибо-Могутинская система лиманов	+++	-	+++	+++	-	-	++	++	-	-	-	+++	-	-	-	-	-
Система балок Кучугуры-безымянная	+++	-	-	+++	-	++	++	++	-	-	-	+++	-	-	-	-	-
Тажинский лиман	+++	-	+++	++	-	-	++	++	-	-	-	+++	-	-	-	-	-
Участок Лазоревой степи	+++	-	-	+++	-	++	++	++	-	-	+++	++	-	-	-	++	-
Черebaевская пойма	-	-	+++	-	+++	-	++	++	-	-	-	+++	+++	-	-	-	-
Степновская система лиманов	+++	-	+++	-	-	-	++	++	-	-	-	+++	+++	-	-	+++	-
Тингутинская лесная дача	+++	-	+++	+++	++	++	++	++	-	-	-	+++	-	+++	+++	-	-

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Зеленое кольцо г. Волгограда	+++	-	-	+++	-	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+++	-	+++	-
Тетеревятский	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	-	+++	-	+++	+++	++	-
Пион тонколиственный	+++	-	-	+++	-	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+++	-	+++	-
Синяя гора	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+++	++	++	-
Голубинский песчаный массив	+++	-	-	+++	-	-	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Грядина	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+++	+++	++	-
Козий Яр – ледниковая морена	-	+	-	++	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-
Салтовский лес	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+++	++	++	-
Соколовский пионовый луг	+++	-	-	+++	++	-	+	++	-	-	-	+++	-	-	-	++	-
Урочище Косарка	+++	-	-	+++	++	++	++	++	-	-	+++	+++	-	+++	+++	++	-
Охраняемые ландшафты регионального значения																	
Свиридовские озера	+++	-	+++	-	++	-	++	++	-	-	-	+++	-	-	++	-	-
Ботанические сады и дендрологические парки																	
Волгоградский региональный ботанический сад	+++	-	-	+++	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-	-
Охраняемые ландшафты местного значения																	
Долина реки Царицы	-	+	-	+++	++	-	-	-	+++	++	+	-	-	++	-	-	-
Лазоревая балка	-	-	-	++	-	-	-	++	-	-	+++	-	-	-	-	+++	-
Представленность факторов риска для системы ООПТ, ед.	41	5	14	47	36	28	46	50	13	2	23	44	16	13	26	27	4

Примечание: + незначительное воздействие; ++ умеренное воздействие; +++ существенное/критическое воздействие;

1 – Опасные гидроклиматические явления; 2 – эрозионные процессы; 3 – изменение гидрологического режима территории; 4 – пожары; 5 – усиление рекреационной нагрузки; 6 – замусоривание и организация стихийных свалок; 7 – стоянка и проезд транспорта; 8 – строительство, реконструкция и эксплуатация дорог и линейных коммуникаций; 9 – расширение населенных пунктов, строительство (в т.ч. незаконное); 10 – деятельность промышленных предприятий и объектов ЖКХ; 11 – распашка целинной степи и залежей; 12 – нерегламентированные выпас скота и сенокосение; 13 – охота и рыболовство (в т.ч. браконьерство); 14 – рубки леса; 15 – интродукция видов; 16 – сбор растений, ископаемых остатков и обломков горных пород; 17 – незаконная добыча полезных ископаемых.

Таблица 3 – Встречаемость факторов негативного воздействия в системе ООПТ Волгоградской области, включая встречаемость факторов существенного воздействия (+++) (Источник: составлено авторами)

Факторы воздействия	Встречаемость факторов воздействия (%) / Встречаемость факторов существенного воздействия (%)							Значимость факторов существенного воздействия для системы ООПТ (%)
	Природные парки	Государственные природные заказники	Памятники природы	Территории, представляющие особую ценность	Охраняемые ландшафты регионального значения	Ботанические сады и дендрологические парки	Охраняемые ландшафты местного значения	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Опасные гидроклиматические явления	100/57	0/0	89/89	89/83	100/100	100/100	0/0	61,3
Эрозионные процессы	29/14	0/0	6/0	6/0	0/0	0/0	50/0	2,0
Изменение гидрологического режима территории	71/43	13/0	11/6	28/28	100/100	0/0	0/0	25,3
Пожары	71/29	100/88	89/89	83/72	0/0	100/100	100/50	61,1
Усиление рекреационной нагрузки	86/0	88/0	72/28	44/6	100/0	0/0	50/0	4,9
Замусоривание и организация стихийных свалок	86/14	0/0	67/0	56/0	0/0	0/0	0/0	2,0
Стоянка и проезд транспорта	43/0	100/0	89/0	100/0	100/0	0/0	0/0	0
Строительство, реконструкция и эксплуатация дорог и линейных коммуникаций	71/14	100/0	100/0	94/0	100/0	0/0	50/0	2,0
Расширение населенных пунктов, строительство (в т.ч. незаконное)	14/0	100/0	11/0	0/0	0/0	100/0	50/50	7,1
Деятельность промышленных предприятий и объектов ЖКХ	14/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	100/50	7,1

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Распашка целинной степи и залежей	43/29	0/0	56/39	44/39	0/0	0/0	0/0	15,3
Нерегламентированные выпас скота и сенокошение	86/43	100/88	72/44	89/78	100/100	0/0	0/0	50,4
Охота и рыболовство (в т.ч. браконьерство)	57/29	100/88	11/6	11/11	0/0	0/0	0/0	19,1
Рубки леса	29/14	0/0	11/0	44/44	0/0	0/0	50/0	8,3
Интродукция видов	86/43	100/0	28/17	33/22	100/0	0/0	0/0	11,7
Сбор растений, ископаемых остатков и обломков горных	29/0	0/0	72/50	61/17	0/0	0/0	50/50	16,7
Незаконная добыча полезных ископаемых	29/0	0/0	11/6	0/0	0/0	0/0	0/0	0,9

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее рисковыми для системы ООПТ Волгоградской области выступают три фактора воздействия: опасные гидроклиматические явления, пожары, нерегламентированный выпас скота и сенокошение.

В контексте эффективного управления рисками, влияющими на экологическую функциональность системы, имеет смысл детально анализировать факторы риска с высокой интенсивностью с учетом их специфики и характера последствий в различных категориях ООПТ. На основе данных таблицы 3, опираясь на значимость факторов существенного воздействия, предлагается шкала ранжирования тяжести риска как основа для оценки факторов риска в разрезе отдельных ООПТ, категорий ООПТ и системы в целом (табл. 4).

Таблица 4 – Ранжирование тяжести риска для системы ООПТ Волгоградской области
(Источник: составлено авторами)

Диапазон значимости существенных воздействий*, (%)	Тяжесть риска, балл	Характеристика тяжести риска
<1	Пренебрежимый (0 баллов)	Высокая интенсивность (существенные воздействия) не характерна для большинства категорий в составе системы ООПТ (5-7 категорий из 7)
1-10	Незначительный (1 балл)	Высокая интенсивность (существенные воздействия) характерны для 1 категории из 7 региональной системы ООПТ Волгоградской области; охватывает узкий спектр факторов (4 из 17)
11-25	Умеренный (2 балла)	Высокая интенсивность (существенные воздействия) характерны для 1 категории из 7 региональной системы ООПТ Волгоградской области; охватывает 7 из 17 факторов
26-50	Значимый (3 балла)	Высокая интенсивность (существенные воздействия) характерны для 2-3 категорий из 7 региональной системы ООПТ Волгоградской области; охватывает широкий спектр факторов (12 из 17)
>50	Существенный (4 балла)	Высокая интенсивность (существенные воздействия) характерна для большинства категорий в составе системы ООПТ (5 категорий из 7)

*см. таблицу 3.

В контексте анализа риска экологической функциональности системы ООПТ целесообразно рассматривать также существенные факторы воздействия (рисковые факторы), оцениваемые в 5 баллов по тяжести для каждой категории, входящей в состав системы (табл. 5).

Каждая особо охраняемая природная территория характеризуется специфическими условиями, поэтому реализация отдельных рисков будет иметь различные последствия даже для ООПТ внутри одной категории, что диктует необходимость глубокой и детальной оценки всех рисков с учетом региональной специфики природно-климатических и социально-экономических условий, внутреннего и внешнего контекста системы ООПТ и слагающих ее элементов.

Таблица 5 – Возможные последствия от воздействия факторов существенного риска по категориям ООПТ Волгоградской области (Источник: составлено авторами)

Существенный рисковый фактор	Возможные последствия	Категория ООПТ
Опасные гидроклиматические явления	1. Изменения границ природных зон	ПП, ППр, ОЛрз ТОЦ, БС
	2. Интенсификация ландшафтных пожаров	ПП, ТОЦ
	3. Вымирание/сокращение численности в локальных ареалах/миграция видов из-за неспособности адаптироваться к климатическим флуктуациям	ПП, ТОЦ, ОЛрз
Изменение гидрологического режима территории	1. Утрата водных и прибрежных местообитаний	ОЛрз
	2. Пересыхание озер	
	3. Развитие аллогенных сукцессий	
Пожары	1. Сокращение численности / исчезновение локальных популяций животных из-за потери местообитаний, утраты кормовой базы	ГПЗ, ТОЦ
	2. Исчезновение редких и находящихся под охраной видов растений	ГПЗ, БС, ППр, ТОЦ
	3. Нарушение гидрологического режима территории, изменение поверхностного стока и развитие линейной эрозии	ТОЦ
Нерегламентированный выпас скота и сенокосение	1. Нарушение прибрежных местообитаний	ОЛрз
	2. Пастбищная дигрессия, форсирование процессов опустынивания	ГПЗ, ТОЦ
	3. Переуплотнение почвы	ГПЗ, ТОЦ
Охота и рыболовство (в т.ч. браконьерство)	1. Снижение темпов естественного воспроизводства локальных популяций	ГПЗ
	2. Снижение видового разнообразия	
	3. Нарушение трофической структуры экосистем	

Примечание: ПП – природные парки; ППр – памятники природы; ГПЗ – государственные природные заказники; ОЛрз – охраняемые ландшафты регионального значения; ТОЦ – территории, представляющие особую ценность для сохранения объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Волгоградской области регионального значения, БС – ботанические сады и дендрологические парки.

При решении задач управления рисками функционирования систем ООПТ целесообразно руководствоваться следующими направлениями разработки конкретных предложений:

1. Расширение перечня и количества мероприятий, направленных на контроль за соблюдением режима особой охраны территорий ООПТ и установленных в рамках законодательства ограничений на осуществление хозяйственной деятельности.

2. В случае нарушения местообитаний целесообразно организовывать временные микрозаказники-сепортеры (по принципу резерватов-сепортеров, предложенному Н.Ф. Реймерсом и Ф.Р. Штильмарком) [3], на которых будут реализовываться компенсационные мероприятия (реаклиматизация, рекультивация и т.д.) для возвращения экосистем к климаксному или субклимаксному состоянию.

3. Поиск путей смягчения дисбаланса в пространственном размещении ядер экологического каркаса в условиях современного социально-экономического развития, препятствующего расширению сети ООПТ.

4. Создание централизованного ресурса для быстрого обмена актуальной информацией между дирекциями ООПТ по вопросам мониторинга, инвентаризации, природоохранных мероприятий и др.

5. Систематическая оценка рисков с целью отслеживания естественной и антропогенно обусловленной динамики охраняемых ландшафтов, проверки результативности природоохранных мероприятий и управленческих решений, своевременное реагирование и корректировка стратегий развития.

Выводы

При первичной оценке геоэкологических рисков системы ООПТ Волгоградской области было выявлено, что из широкого спектра актуальных факторов воздействия в качестве рисков для экологической функциональности системы можно рассматривать 10 из 17, из них преимущественное значение имеют 5 факторов, 3 из которых характеризуются как наиболее значимые.

Для риск-анализа региональных систем ООПТ перспективно адресное сочетание различных методов и разработка адаптивных подходов в зависимости от категорий ООПТ, специфики природных условий, особенностей охраняемых объектов, режимов природопользования и выявленных факторов воздействия, их повторяемости и интенсивности. Детальная оценка геоэкологических рисков весьма адаптивна и базируется на экспертных оценках, математическом моделировании и других методах. Ключевой задачей является определение уровней рисков, от пренебрежимого до существенного. Риск-ориентированный подход в управлении должен стать универсальным средством поддержания эколого-стабилизирующей и средорегулирующей функций региональных систем ООПТ.

Список литературы

1. Иванов А.Н., Чижова В.П. Охраняемые природные территории: учебник для вузов. 3-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2025. 185 с.
2. Холоденко А.В., Иванцова Е.А., Полосина Л.В. Анализ формирования и современное состояние сети особо охраняемых природных территорий Волгоградской области // Биоразнообразие, рациональное использование биологических ресурсов и биотехнологии: Материалы Междунар. науч.-практ. онлайн-конференции. Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2021. С. 161-164.
3. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.
4. Карпенко Н.П. Структура и оценка геоэкологических рисков // Природообустройство. 2009. № 3. С. 45-50.
5. Молочко А.В. Геоинформационное моделирование геоэкологических рисков: учебное пособие. Саратов: Изд-во «Техно-Декор», 2021. 92 с.
6. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2023 году» / Е.П. Православнова [и др.]; комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. Иркутск: ООО «Медиамир», 2024. 300 с.
7. Кадастр ООПТ 2024 / Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. URL: <https://oblkompriroda.volgograd.ru/other/tourism/18438/> (дата обращения: 19.07.2024).
8. Молочко А.В., Волков Ю.В. Геоэкологический риск-анализ сети ООПТ (на примере Вольского муниципального района Саратовской области) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2012. Т. 12. № 2. С. 29-34.
9. ГОСТ Р 58771–2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска: дата введения 2020-03-01 / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170253> (дата обращения: 19.07.2024).

10. Верниковская О.В. Научно-методические подходы к оценке антропогенного воздействия на особо охраняемые природные территории // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2022. № 1(256). С. 67-78.

11. Исикава К. Японские методы управления качеством. М.: Экономика, 1988. 214 с.

12. Методология функционального моделирования IDEF0: РД IDEF0–2000 [утв. Постановлением Госстандарта России от 2000 года]. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. 75 с.

13. Куракина Н.И., Ивлиев И.А. Методы оценки экологических рисков на основе разнородных данных // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2015. № 2. С. 46-51.

14. Абрамова С.В., Бояров Е.Н., Купцова О.В., Двойнова Н.Ф. Риск-ориентированная модель природопользования в условиях заказника «Долинский» Сахалинской области // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2023. Т. 28. № 2. С. 89-103.

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

Поступила в редакцию 20.10.2025

Принята к публикации 16.03.2026

ANALYSIS OF RISK-BASED APPROACHES TO ASSESSING REGIONAL NATURE CONSERVATION SYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF THE VOLGOGRAD REGION)

***A. Kholodenko, P. Gorbova**

Volgograd State University, Russia, Volgograd

e-mail: *kholodenko@volsu.ru

The article presents current methodological approaches to assessing territorial risks affecting the effectiveness of regional systems of specially protected natural areas. The object of the study is regional territorial nature conservation systems. The subject is methodological approaches to assessing geoeological risks for specially protected natural areas in the context of increasing anthropogenic pressure. The concept of "geoeological risk" and the main stages of risk assessment, including identification, determination of risk factors and recipients, selection of a risk assessment method, and risk management measures, are analyzed. The following risk assessment methods are considered: the Ishikawa diagram method, the IDEF0 functional modeling methodology, and the standard risk matrix. Adapted risk assessment schemes for protected area systems using these methods are constructed. The protected area system of the Volgograd Region is taken as a model object. Based on the data of current cadastral cases, a summary table of risk factors has been compiled, taking into account the intensity of the each factor's impact. The obtained data on the occurrence and significance of significant factors for the totality of protected areas of all categories formed the basis for a ranked five-point assessment of each factor according to the severity of the risk. The key risk factors for the protected area system are identified and the main consequences of the risks for certain categories of protected areas are analyzed. The main directions of improving the mechanisms of management, prevention and minimization of risks in the system of protected areas of the region are given.

Key words: specially protected natural areas, system of specially protected natural areas, geoeological risks, risk analysis, geoeological risk factors, territorial nature conservation.

References

1. Ivanov A.N., Chizhova V.P. Okhranyaemye prirodnye territorii: uchebnik dlya vuzov. 3-e izd., ispr. i dop. M.: Izd-vo Yurait, 2025. 185 s.
2. Kholodenko A.V., Ivantsova E.A., Polosina L.V. Analiz formirovaniya i sovremennoe sostoyanie seti osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii Volgogradskoi oblasti. Bioraznoobrazie, ratsional'noe ispol'zovanie biologicheskikh resursov i biotekhnologii: Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. onlain-konferentsii. Astrakhan': Astrakhanskii gosudarstvennyi universitet, Izdatel'skii dom "Astrakhanskii universitet", 2021. S. 161-164.
3. Reimers N.F., Shtil'mark F.R. Osobo okhranyaemye prirodnye territorii. M.: Mysl', 1978. 295 s.
4. Karpenko N.P. Struktura i otsenka geoeologicheskikh riskov. Prirodoobustroistvo. 2009. N 3. S. 45-50.
5. Molochko A.V. Geoinformatsionnoe modelirovanie geoeologicheskikh riskov: uchebnoe posobie. Saratov: Izd-vo "Tekhno-Dekor", 2021. 92 s.
6. Doklad "O sostoyanii okruzhayushchei sredy Volgogradskoi oblasti v 2023 godu". E.P. Pravoslavnova [i dr.]; komitet prirodnykh resursov, lesnogo khozyaistva i ekologii Volgogradskoi oblasti. Irkutsk: OOO "Mediamir", 2024. 300 s.
7. Kadastr OOPT 2024. Komitet prirodnykh resursov, lesnogo khozyaistva i ekologii Volgogradskoi oblasti. URL: <https://oblkompriroda.volgograd.ru/other/tourism/18438/> (data obrashcheniya: 19.07.2024).
8. Molochko A.V., Volkov Yu.V. Geoeologicheskii risk-analiz seti OOPT (na primere Vol'skogo munitsipal'nogo raiona Saratovskoi oblasti). Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Nauki o Zemle. 2012. T. 12. N 2. S. 29-34.
9. GOST R 58771–2019. Menedzhment riska. Tekhnologii otsenki riska: data vvedeniya 2020-03-01. Elektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170253> (data obrashcheniya: 19.07.2024).
10. Vernikovskaya O.V. Nauchno-metodicheskie podkhody k otsenke antropogennogo vozdeistviya na osobo okhranyaemye prirodnye territorii. Trudy BGTU. Seriya 5: Ekonomika i upravlenie. 2022. N 1(256). S. 67-78.
11. Isikava K. Yaponskie metody upravleniya kachestvom. M.: Ekonomika, 1988. 214 s.
12. Metodologiya funktsional'nogo modelirovaniya IDEF0: RD IDEF0–2000 [utv. Postanovleniem Gosstandarta Rossii ot 2000 goda]. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2000. 75 s.
13. Kurakina N.I., Ivlichev I.A. Metody otsenki ekologicheskikh riskov na osnove raznorodnykh dannykh. Izvestiya SPbGETU LETI. 2015. N 2. S. 46-51.
14. Abramova S.V., Boyarov E.N., Kuptsova O.V., Dvoynova N.F. Risk-orientirovannaya model' prirodopol'zovaniya v usloviyakh zakaznika "Dolinskii" Sakhalinskoi oblasti. Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii). 2023. T. 28. N 2. S. 89-103.

Сведения об авторах:

Холоденко Анна Викторовна
К.г.н., доцент кафедры экологии и природопользования института естественных наук,
Волгоградский государственный университет
ORCID 0000-0001-9053-9373
Kholodenko Anna
Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Ecology and Nature
Management, Institute of Natural Sciences, Volgograd State University

Горбова Полина Сергеевна

Ассистент кафедры экологии и природопользования института естественных наук,
Волгоградский государственный университет

ORCID 0000-0002-7560-8382

Gorbova Polina

Assistent of the Department of Ecology and Nature Management, Institute of Natural
Sciences, Volgograd State University

Для цитирования: Холоденко А.В., Горбова П.С. Анализ применимости риск-ориентированных подходов к оценке региональных систем охраны природы (на примере Волгоградской области) // Вопросы степеведения. 2026. № 1. С. 36-52. DOI: 10.24412/2712-8628-2026-1-36-52

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. СИБАЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Г.Г. Бускунова, *Я.Т. Суюндуков, Г.Р. Ильбулова

Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий, Россия, Сибай
e-mail: *yalil_s@mail.ru

В данной статье приводится оценка состояния атмосферного воздуха городского округа г. Сибай Республики Башкортостан. Определены концентрации формальдегида, сероводорода, диоксида серы, взвешенных веществ, оксида углерода. Оценка качества атмосферного воздуха проводилась сопоставлением с уровнем ПДК, а также на основе расчетов индекса загрязнения атмосферы и комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха. В исследуемый период качество атмосферного воздуха города Сибай оценивается как удовлетворительное. В то же время наблюдаемое в 2022 году превышение нормативов по содержанию взвешенных частиц (точка 5), а также устойчивое повышение и превышение нормативов по концентрации формальдегида свидетельствуют о необходимости установления дополнительных точек отбора проб воздуха в жилых кварталах города с целью наиболее полного мониторинга и принятия мер по их снижению.

Ключевые слова: атмосферный воздух, предельно допустимая концентрация, индекс загрязнения атмосферы, комплексный показатель загрязнения воздуха.

Введение

Атмосферный воздух – это газообразная оболочка планеты, состоящая из смеси различных газов, водяных паров и пыли. Он является одним из ключевых факторов, оказывающих влияние на здоровье человека, уровень его физического развития, репродуктивные возможности, подверженность заболеваниям и продолжительность жизни. Проблема загрязнения атмосферы не нова, ведь выбросы промышленности, автотранспорта, сжигание топлива и интенсивное сельское хозяйство оказывают огромное негативное воздействие на ее состояние [1]. В структуре выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников наибольшая доля (38,9 %) объема приходится на добычу полезных ископаемых [2]. К наиболее значимым относятся предприятия цветной металлургии, для которых характерны значительные количества производства и отходов, содержащих загрязняющие вещества [3].

По отчетным данным за 2023 год, в атмосферном воздухе городов Российской Федерации отмечено превышение ПДК по среднегодовому содержанию взвешенных веществ в 1,2 раза, хлорида водорода – в 1,8 раза, формальдегида – в 3,0 раза, бенз(а)пирена – в 1,1 раза [2]. Исследованиями установлено влияние взвешенных частиц, относящихся к перечню приоритетных загрязняющих веществ по уровню влияния на здоровье населения [4], на увеличение частоты болезней верхних и нижних дыхательных путей, а также смертности по причине болезней органов дыхания [5-7]. Во многих крупных городах России отмечается высокое содержание формальдегида, превышающее ПДК [8]. Являясь респираторным сенситизатором, он способствует развитию астмы и других нарушений органов дыхания [9].

Основными причинами загрязнения воздуха, как правило, становятся устаревшие технологии производства, неэффективные очистные сооружения, плохое качество используемого топлива, высокий автомобильный трафик. Кроме того, многие промышленные предприятия не соблюдают нормы санитарно-защитных зон. В связи с этим изучение состояния атмосферного воздуха в промышленных городах приобретает все большую актуальность.

Один из таких городов – Сибай, крупный горнодобывающий и перерабатывающий промышленный центр Зауралья Республики Башкортостан (РБ), в котором более шестидесяти лет функционировало одно из крупнейших горно-обогатительных предприятий страны – Башкирский медно-серный комбинат (БМСК) с карьерами, отвалами, Сибайской обогатительной фабрикой (СОФ), хвостохранилищами, автотранспортным предприятием и другими подразделениями. В последующие периоды преемниками БМСК стали Сибайский филиал Учалинского горно-обогатительного комбината и АО «Сибайский горно-обогатительный комбинат», а с 19 мая 2025 года – горнодобывающая компания «Полиметалл». Кроме того, в городе с 2004 года функционирует газопоршневая электростанция – Зауральская ТЭЦ, с 2014 года – Сибайский завод буровых реагентов (СЗБР).

Город является крупным горнодобывающим и перерабатывающим промышленным центром Зауралья. Большую угрозу для атмосферного воздуха Сибая представляют пылевые частицы, разносимые с отвалов карьера, обогатительной фабрики, хвостохранилищ и других вышеназванных источников загрязнения (ИЗ). Кроме того, в 2018-2019 годах город пережил серьезную проблему «серного смога», что повлекло за собой возникновение и увеличение заболеваний органов дыхания у населения [10], в особенности у детского [11]. Смог с высоким содержанием диоксида серы, многократно превышающим ПДК, возник из-за эндогенного тления руды в штольнях и на борту отработанного Сибайского карьера. После массового обращения населения города администрацией города Сибай и руководством горно-обогатительного комбината было принято решение о частичном затоплении шахт под Сибайским карьером с целью ликвидации очагов окисления руды, работы по которым были начаты и завершены весной 2019 года [12]. В этой связи мониторинг состояния атмосферного воздуха в г. Сибай после предпринятых мер является актуальным.

Цель работы: комплексная оценка качества атмосферного воздуха в городском округе (ГО) г. Сибай Республики Башкортостан.

Материалы и методы

Отбор проб атмосферного воздуха проводился Управлением Роспотребнадзора по Республике Башкортостан совместно с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» с помощью анализаторов пыли «Атмас», газоанализаторов «ГЕОЛАН-1П» и «АРХА-370». Наземный мониторинг атмосферного воздуха городов проводится на основе газоаналитических методов с погрешностью до млрд-1 (ppb). При этом руководствовались ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества атмосферного воздуха населенных пунктов» [13].

Наблюдения за качеством атмосферного воздуха производились через три года после ликвидации очагов окисления руды на Сибайском месторождении в период с 2022 по 2024 гг. на 6 точках отбора (ТО) по адресам: ул. Старательская, 2/1 (52.700367, 58.612198) (ТО1); ул. Коннопарковая, 1 (52.711733, 58.643127) (ТО2); ул. Сарбаева, 13 (52.703407, 58.651077) (ТО3); ул. Нуриманова, 9/1 (52.702686, 58.645956) (ТО4); ул. 8 Марта, 2/1 (52.699461, 58.652523) (ТО5); ул. Горная, 6 (52.692977, 58.654832) (ТО6) (рис. 1). ТО проб, расположенные на различном расстоянии друг от друга, были условно подразделены на «городские фоновые» в жилых районах (ТО1 и ТО3), «промышленные» – расположенные в 300 м от карьера (ТО4 и ТО5) и «автомагистральные» в районах с интенсивным движением транспорта (ТО2, ТО6).

Оценка экологической ситуации проводилась на основе предоставленных материалов по выбросам в атмосферный воздух в 2022-2024 гг. (формальдегид, сероводород, диоксид серы, взвешенные вещества, оксид углерода) Сибайским территориальным комитетом Министерства природопользования и экологии РБ, а также территориальным отделом Управления Роспотребнадзора г. Сибай.

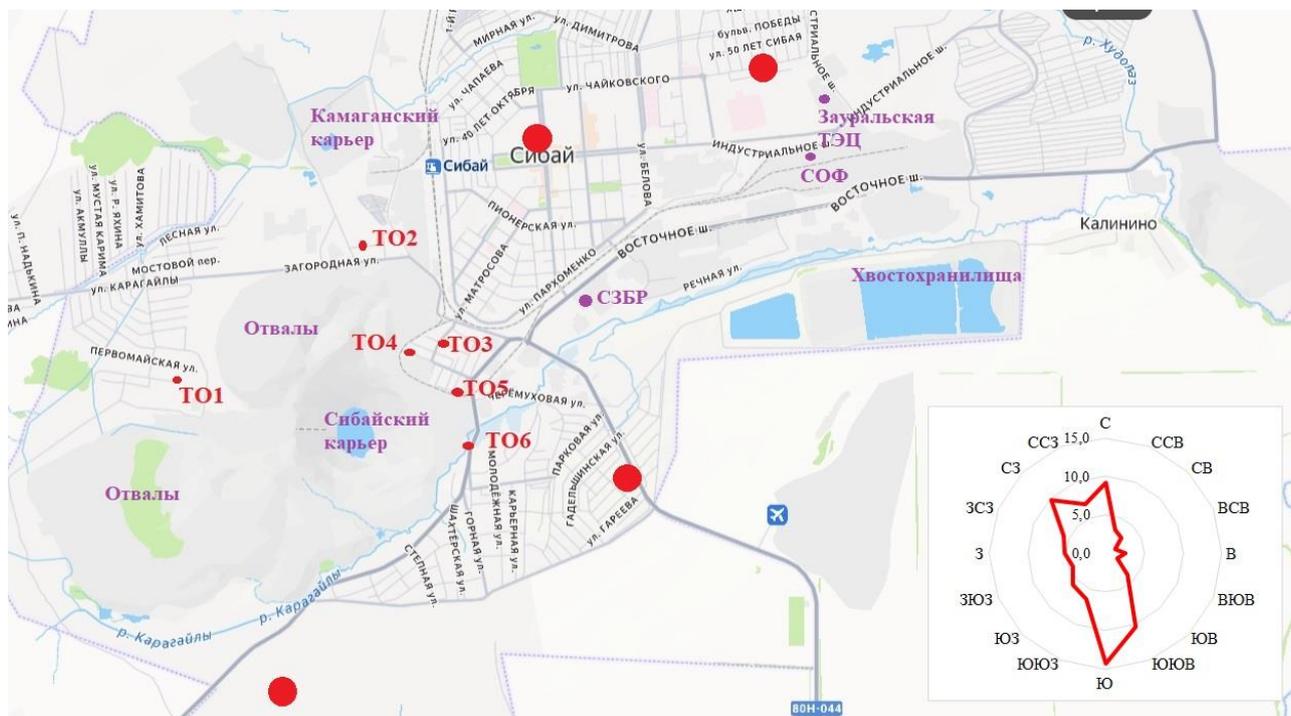


Рисунок 1 – Схема расположения основных источников загрязнения и точек отбора проб воздуха в г. Сибай (Источник: [14])

Условные обозначения: крупными красными точками отмечены предлагаемые дополнительные ТО.

В работе использовался распространенный способ сравнения среднесуточных (ПДКсс) и максимально-разовых (ПДКмр) предельно допустимых концентраций, установленных для населенных пунктов СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [15], представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (Источник: [15])

Загрязняющее вещество	Класс опасности	Предельно допустимая концентрация (ПДК)	
		максимально-разовая (ПДКмр)	среднесуточная (ПДКсс)
Формальдегид	2	0,05	0,01
Сероводород	2	0,008	–
Диоксид серы	3	0,5	0,05
Взвешенные вещества	3	0,5	0,15
Оксид углерода	4	5	3

Оценку качества воздуха и определение уровня его загрязнения проводили также на основе расчетов коэффициентов индекса загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) и комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха (Р).

ИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.

Индекс загрязнения атмосферы рассчитывается на основе пяти приоритетных для данной территории загрязняющих веществ, по формуле:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_{\text{ср.}i} \cdot k_i}{\text{ПДК}_{\text{cci}}} \right), \quad (1)$$

где $C_{\text{ср.}i}$ – среднее содержание i -го вещества в атмосферном воздухе в пункте наблюдения, $\text{мг}/\text{м}^3$; k_i – безразмерный коэффициент, учитывающий опасность i -го вещества, равный 1,5 для вещества 1-го класса опасности, 1,3 – 2-го класса, 1,0 – 3-го и с неустановленным классом и 0,85 – 4-го класса; ПДК_{cci} – предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$.

В соответствии со значениями ИЗА, шкала качественной характеристики загрязнения атмосферного воздуха, показывающая экологическую обстановку, следующая: менее 5 – удовлетворительная обстановка, 6-15 – относительно напряженная, 16-50 – существенно напряженная, 51-100 – критическая, более 100 – катастрофическая обстановка [16]. При этом оценка уровня загрязнения атмосферы по показателю ИЗА производится по следующей шкале: низкий - при $\text{ИЗА} \leq 5$, повышенный – при $5 < \text{ИЗА} < 7$, высокий – при $7 \leq \text{ИЗА} < 14$ и очень высокий – при $\text{ИЗА} \geq 14$ [17].

Данный способ оценки качества атмосферного воздуха в достаточной степени условен и ориентирован, в основном, на получение сравнительных характеристик загрязнения.

Для гигиенической оценки степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких веществ применяют комплексный показатель загрязнения P . В отличие от ИЗА, показатель P учитывает кратность превышения ПДК, класс опасности, количество совмест но присутствующих загрязнителей в атмосфере, характер комбинированного действия веществ, в связи с чем он показывает более адекватную и точную оценку суммарного загрязнения атмосферы.

При загрязнении воздуха чаще проявляется эффект неполной суммации, который следовало бы принимать во внимание при оценке качества воздуха. В расчете значений комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха (P) эффект частичной суммации учитывается с помощью коэффициента \sqrt{n} , где n – число веществ в смеси. Расчет выполняется по следующей формуле:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2}, \quad (2)$$

где $\sum K_i^2$ – сумма квадратов концентраций, нормированных по ПДК и приведенных к концентрациям веществ 3-го класса опасности с использованием коэффициента изоэффективности R_i :

Класс опасности	4	3	2	1
R_i	0,87	1,0	1,3	2,3

Значение K_i определяется следующим образом:

$$K_i = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \cdot R_i \quad (3)$$

Степень загрязнения атмосферного воздуха по комплексному показателю оценивалась в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Оценка степени загрязнения воздуха по комплексному показателю P (Источник: [17])

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя P при числе загрязнителей атмосферы			
	2-3	4-9	10-20	20 и более
I – допустимая	До 1,0	До 1,9	До 3,1	До 4,4
II – слабая	1,1-2,0	2,0-3,0	3,2-4,0	4,5-5,0
III – умеренная	2,1-4,0	3,1-6,0	4,1-8,0	5,1-10,0
IV – сильная	4,1-8,0	6,1-12,0	8,1-16,0	10,1-20,0
V – опасная	8,1 и выше	12,1 и выше	16,1 и выше	20,1 и выше

Загрязнение I степени является безопасным для здоровья населения, при загрязнении II-V степени ожидаемые негативные эффекты возрастают с увеличением степени загрязнения атмосферы [17].

Результаты и обсуждение

Для анализа процессов рассеивания загрязняющих веществ проведено исследование розы ветров г. Сибай. В городе Сибай преобладающими являются ветры южного и юго-юго-восточного, а также северного и северо-северо-западного направлений. В годы исследований направление ветров в основном соответствовало многолетним климатическим тенденциям. Исключением является 2024 год, когда имело место некоторое учащение ветров восточно-юго-восточного направления (рис. 2).

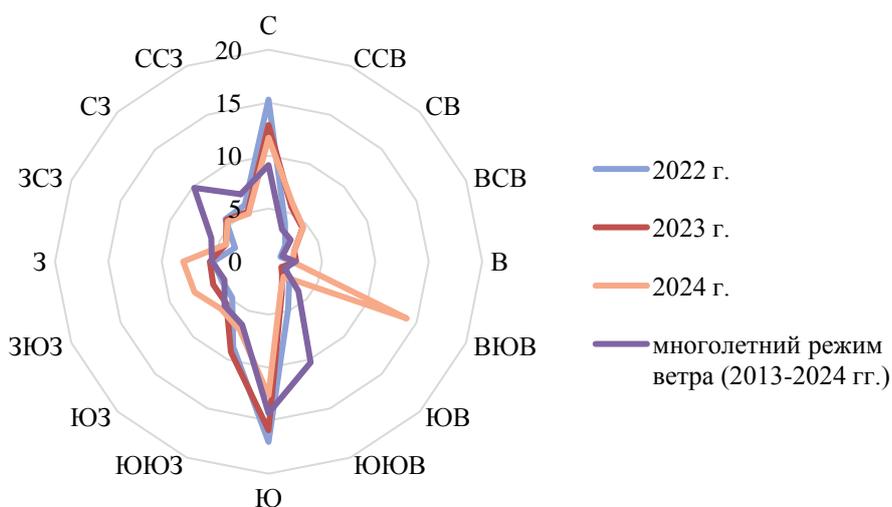


Рисунок 2 – Роза ветров г. Сибай (Источник: составлено авторами по [18])

Анализ полученных данных показал, что в период с 2022 по 2024 г. в атмосферном воздухе г. Сибай наблюдалось постепенное повышение содержания формальдегида. В 2022 г. концентрация вещества находилась в пределах нормы. В то же время в 2023 г. в некоторых точках (ТО1, ТО2 и ТО6), а в 2024 году во всех точках исследования выявлено превышение предельно допустимых среднесуточных концентраций от 1,1-1,4 до 1,4-1,8 раза. При этом превышений предельных максимально-разовых концентраций не отмечено (рис. 3). Повышение содержания формальдегида в атмосферном воздухе, возможно, связано с деятельностью ООО «Сибайский завод буровых реагентов». По всей вероятности, этому способствовали учащение восточно-юго-восточных ветров к 2024 году (рис. 2) и расположение данного завода на относительно небольшом расстоянии и на наветренной стороне от ТО (рис. 1).

Содержание сероводорода и диоксида серы, главных составляющих образовавшегося в 2018-2019 гг. «серного смога» над г. Сибай, в исследуемый период (с 2022 по 2024 гг.) не превышало максимально-разовых и среднесуточных концентраций и находилось на одинаковом уровне в незначительных концентрациях: сероводород – менее 0,006 мг/г³, а диоксид серы – не более 0,05 мг/г³.

Содержание взвешенных веществ в воздухе г. Сибай в исследуемый период находилось в равномерной устойчивой концентрации на уровне менее 0,1 мг/м³ (рис. 4). В то же время в 2022 г. в ТО5 было установлено превышение предельно допустимых среднесуточных показателей в 1,6 раза, а в 2023 г. в ТО4 содержание данной примеси находилось на уровне предельных нормативов в концентрации 0,15 мг/м³. Периодическое относительно повышенное содержание взвешенных частиц в указанных точках связано с их близким

расположением к отвалам карьера, являющимся источником пыления мелкодисперсных частиц.

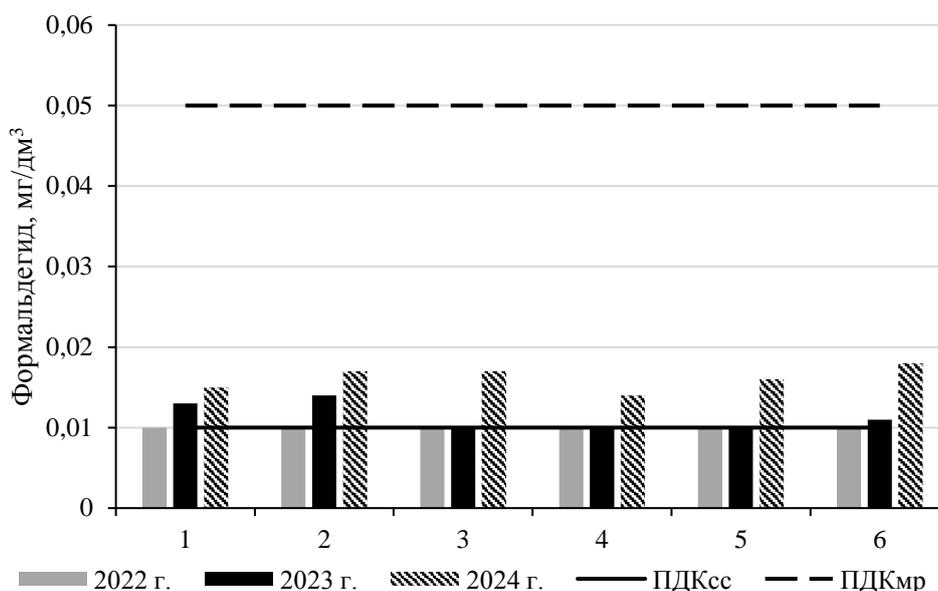


Рисунок 3 – Содержание формальдегида в атмосферном воздухе г. Сибай (Источник: составлено авторами)

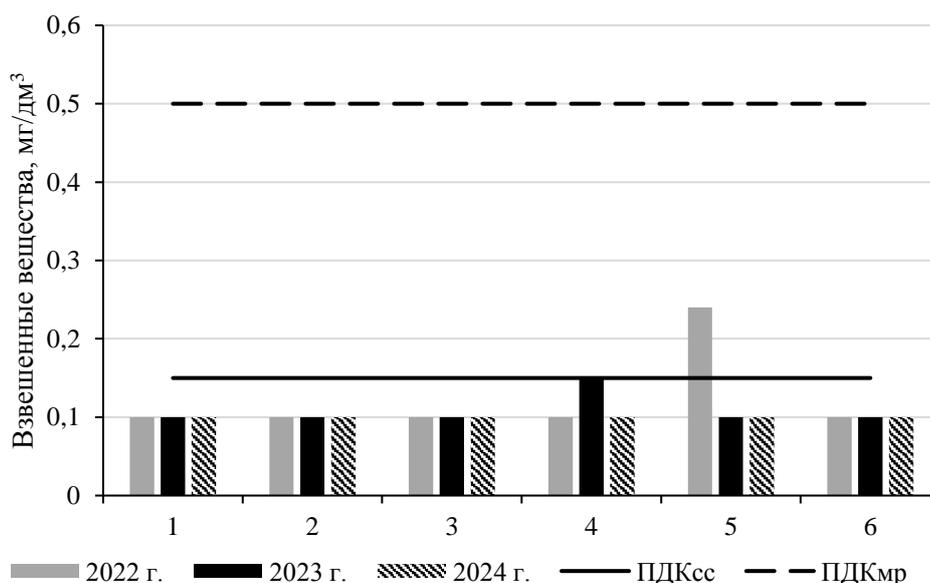


Рисунок 4 – Содержание взвешенных веществ в атмосферном воздухе г. Сибай (Источник: составлено авторами)

Концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе города с 2022 по 2024 гг. были на одном уровне – 2,7 мг/м³, превышение допустимых концентраций не зафиксировано.

Средний суммарный выброс в атмосферный воздух г. Сибай в период с 2022 по 2024 гг. составил 1,674 мг/м³. Наибольший показатель выбросов наблюдался в 2022 г. – 1,736 мг/м³, к 2024 г. он постепенно снижался. Наибольший вклад в загрязнение воздуха внесли взвешенные вещества, оксид углерода и диоксид серы. Суммарная доля формальдегида и сероводорода составила всего 6,7 % (рис. 5).

НАУКИ О ЗЕМЛЕ



Рисунок 5 – Структура выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Сибай (Источник: составлено авторами)

Согласно результатам расчетов ИЗА и показателя загрязнения Р, атмосферный воздух г. Сибай в период с 2022 по 2024 гг. характеризовался низким уровнем загрязнения и соответствовал II (слабой) степени загрязнения (табл. 3). В целом, за исследуемый период экологическая обстановка с атмосферным воздухом города Сибай оценивается как удовлетворительная.

Таблица 3 – Уровень загрязнения атмосферы г. Сибай с 2022 по 2024 гг. по показателям ИЗА и Р (Источник: составлено авторами)

Показатели	Год		
	2022	2023	2024
Значение индекса загрязнения атмосферы (ИЗА)	4,44	4,31	4,78
Экологическая обстановка (по показателю ИЗА)	удовлетворительная	удовлетворительная	удовлетворительная
Уровень загрязнения (по показателю ИЗА)	низкий	низкий	низкий
Значение комплексного показателя загрязнения (Р)	2,22	2,19	2,61
Степень загрязнения воздуха (по показателю загрязнения Р)	II - слабая	II - слабая	II - слабая

Следует отметить, что анализы качества воздуха в г. Сибай начали проводиться под давлением общественности в период загрязнения воздуха диоксидом серы в результате возгорания руды [19]. При этом, с учетом конкретной экологической обстановки на тот период, в качестве ТО проб были установлены контрольные посты для мониторинга, наиболее близко расположенные к основному на то время источнику загрязнения – с восточной стороны Сибайского карьера и его отвалов. Их основная функция заключалась в осуществлении постоянного контроля за концентрацией загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в непосредственной близости от карьера. Из рисунка 1 очевидно, что ТО находятся близко друг к другу, распределены без учета других источников загрязнения, таких как Зауральская ТЭЦ, СОФ, хвостохранилища, которые расположены на восточной окраине города, а также СЗБР, находящегося в центре города с южной стороны многоэтажного сектора. Поэтому результаты

анализов по ранее установленным ТО позволяют оценить только воздействие названного карьера и его отвалов на территориях, расположенных в непосредственной близости к ним, но не дают объективную характеристику состояния воздуха в селитебных зонах, находящихся преимущественно к северо-востоку, востоку и юго-востоку от карьера.

Выводы

Таким образом, в исследуемый период качество атмосферного воздуха города Сибай оценивается как удовлетворительное. В то же время наблюдаемые в некоторые годы в отдельных точках превышения нормативов по содержанию в нем взвешенных частиц, а также устойчивое повышение и превышение нормативов по концентрации формальдегида свидетельствуют о необходимости принятия мер по их снижению. К наиболее радикальным мерам по решению этих проблем следует отнести рекультивацию отвалов Сибайского карьера, а также снижение выбросов предприятий путем установки современных эффективных промышленных систем очистки воздуха от дурнопахнущих и ядовитых газов.

С учетом наличия источников загрязнения воздуха, расположенных в разных частях города, считаем необходимым установить дополнительные локальные пункты мониторинга качества атмосферного воздуха с учетом розы ветров в следующих жилых зонах (рис. 1):

1. Многоэтажная центральная часть города;
2. Микрорайон Южный;
3. Микрорайон Сарматы;
4. Микрорайон нового строительства Горный-2.

Указанные пункты мониторинга будут предназначены для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха не только в непосредственной близости от карьера, но и в зоне потенциального воздействия выбросов завода и других ИЗ.

Список литературы

1. Зассеева Л.А., Олисаев С.В. Виды загрязнения атмосферного воздуха в городах и пути минимизации их негативного воздействия на окружающую среду // Национальная ассоциация ученых. 2022. № 85-2. С. 21-23.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году. Проект Государственного доклада. М.: Минприроды России; ООО «Интеллектуальная аналитика»; ФГБУ «Дирекция НТП»; Фонд экологического мониторинга и международного технологического сотрудничества, 2024. 707 с.
3. Основные показатели охраны окружающей среды – 2019 г. [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. 2019. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b_oxr19/Main.htm (дата обращения: 04.05.2025).
4. World Health Organization. Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2014 [Электронный ресурс] // World Health Organization. URL: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854eng.pdf?ua/> (дата обращения: 17.05.2025).
5. Ревич Б.А. Мелкодисперсные взвешенные частицы в атмосферном воздухе и их воздействие на здоровье жителей мегаполисов // ПЭММЭ. 2018. Т. XXIX. № 3. С. 53-78. DOI: 10.21513/0207-2564-2018-3-53-78.
6. Xing Y.F., Xu Y.H., Shi M.H., Lian Y.X. The impact of PM2.5 on the human respiratory system. J. Thorac. Dis. 2016. Vol. 8 (1): E69–E74. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2016.01.19.
7. Голохваст К.С., Христофорова Н.К., Кику П.Ф., Гульков А.Н. Гранулометрический и минералогический анализ взвешенных частиц в атмосферном воздухе // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. № 40. С. 94-100.
8. Какарека С.В. Формальдегид в атмосферном воздухе городов // Известия РАН. Серия географическая. 2012. № 5. С. 82-89.

9. Маклакова О.А., Устинова О.Ю., Аминова А.И., Лужецкий К.П. Клинико-лабораторные особенности заболеваний органов дыхания у детей в условиях воздействия фенола и формальдегида // Вестник ПГУ. Биология. 2012. № 2. С. 79-84.

10. Хасанова Р.Ф., Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Суюндуков Я.Т., Ильина И.В. Оценка эколого-геохимического состояния почв и запыленности атмосферного воздуха в селитебной зоне центра горнорудной промышленности // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 4 (25). С. 138-144. DOI: 10.24411/2309-4370-2018-14124.

11. Рафиков С.Ш., Семенова И.Н., Сулейманов Р.А., Суюндуков Я.Т. Химический и фракционный состав взвешенных веществ атмосферного воздуха и заболеваемость детского населения горнорудного региона // Анализ риска здоровью – 2023: Материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2023. Т. 2. С. 229-234.

12. Сибайский смог. Съёмочная группа UTV узнала, как живет город на грани экологической катастрофы. Новости. Уфа, UTV. 26 января 2019. URL: <https://utv.ru/material/sibajskij-smog-semochnaaya-gruppa-utv-uznala-kak-zhivet-gorod-na-grani-ekologicheskoy-katastrofy/> (дата обращения: 30.06.2025).

13. ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. М.: Стандартиформ, 2005. 4 с.

14. Сибай – карта. URL: <https://yandex.ru/maps/geo/sibay/53072235/?ll=58.685302%2C52.706357&z=13.41> (дата обращения: 12.10.2025).

15. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М.: Минздрав России, 2021.

16. Нурмиева С.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Экология городской среды». Кумертау: Кумертауский филиал ГОУ ОГУ, 2011. 63 с.

17. Экология и контроль состояния окружающей среды: учеб.-метод. пособие / Сост. В.Н. Марцуль, В.П. Капориюков, А.М. Головач. Минск: БГТУ, 2009. 95 с.

18. Архив погоды в Сибее. URL: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Сибее (дата обращения: 30.06.2025).

19. Хасанова Р.Ф., Суюндуков Я.Т., Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Суюндукова М.Б., Ильбулова Г.Р. Интегральная оценка социально-экологической напряженности урбанизированных территорий // Самарский научный вестник. 2020. № 4 (33). С. 165-171. DOI: 10.17816/snv202094125.

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

Поступила в редакцию 02.09.2025

Принята к публикации 16.03.2026

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY IN SIBAY, THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

G. Buskunova, *Ya. Suyundukov, G. Ilbulova

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

e-mail: *yalil_s@mail.ru

This article provides an assessment of the atmospheric air quality of the Sibay urban district, the Republic of Bashkortostan. Concentrations of formaldehyde, hydrogen sulfide, sulfur dioxide, suspended matter, and carbon monoxide were determined. The quality of the atmospheric air was

assessed by comparing it with the permissible concentration level, as well as by calculating the air pollution index and the comprehensive indicator of atmospheric air pollution. During the study period, the quality of the atmospheric air in the Sibay city was assessed as satisfactory. At the same time, the excess of the standards for suspended particles (point 5) observed in 2022, as well as the steady increase and exceeding the formaldehyde concentration standards, indicates the need to establish additional air sampling points in residential areas of the city in order to monitor and take measures to reduce them as fully as possible.

Key words: atmospheric air, maximum permissible concentration, atmospheric pollution index, complex air pollution indicator.

References

1. Zasseeva L.A., Olisaev S.V. Vidy zagryazneniya atmosfernogo vozdukha v gorodakh i puti minimizatsii ikh negativnogo vozdeistviya na okruzhayushchuyu sredu. Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh. 2022. N 85-2. S. 21-23.
2. O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2023 godu. Proekt Gosudarstvennogo doklada. M.: Minprirody Rossii; OOO "Intellektual'naya analitika"; FGBU "Direktsiya NTP"; Fond ekologicheskogo monitoringa i mezhdunarodnogo tekhnologicheskogo sotrudnichestva, 2024. 707 s.
3. Osnovnye pokazateli okhrany okruzhayushchei sredy – 2019 g. [Elektronnyi resurs]. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki. 2019. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b_oxr19/Main.htm (data obrashcheniya: 04.05.2025).
4. World Health Organization. Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2014 [Elektronnyi resurs]. World Health Organization. URL: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854eng.pdf?ua/> (data obrashcheniya: 17.05.2025).
5. Revich B.A. Melkodispersnye vzveshennye chastitsy v atmosfernom vozdukhe i ikh vozdeistvie na zdorov'e zhitelei megapolisov. PEMME. 2018. T. KHKHIX. N 3. S. 53-78. DOI: 10.21513/0207-2564-2018-3-53-78.
6. Xing Y.F., Xu Y.H., Shi M.H., Lian Y.X. The impact of PM2.5 on the human respiratory system. J. Thorac. Dis. 2016. Vol. 8 (1): E69-E74. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2016.01.19.
7. Golokhvast K.S., Khristoforova N.K., Kiku P.F., Gul'kov A.N. Granulometricheskii i mineralogicheskii analiz vzveshennykh chastits v atmosfernom vozdukhe. Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya. 2011. N 40. S. 94-100.
8. Kakareka S.V. Formal'degid v atmosfernom vozdukhe gorodov. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2012. N 5. S. 82-89.
9. Maklakova O.A., Ustinova O.Yu., Aminova A.I., Luzhetskii K.P. Kliniko-laboratornye osobennosti zabolevanii organov dykhaniya u detei v usloviyakh vozdeistviya fenola i formal'degida. Vestnik PGU. Biologiya. 2012. N 2. S. 79-84.
10. Khasanova R.F., Semenova I.N., Rafikova Yu.S., Suyundukov Ya.T., Il'ina I.V. Otsenka ekologo-geokhimicheskogo sostoyaniya pochv i zapylennosti atmosfernogo vozdukha v selitebnoi zone tsentra gornorudnoi promyshlennosti. Samarskii nauchnyi vestnik. 2018. T. 7. N 4 (25). S. 138-144. DOI: 10.24411/2309-4370-2018-14124.
11. Rafikov S.Sh., Semenova I.N., Suleimanov R.A., Suyundukov Ya.T. Khimicheskii i fraktsionnyi sostav vzveshennykh veshchestv atmosfernogo vozdukha i zabolevaemost' detskogo naseleniya gornorudnogo regiona. Analiz riska zdorov'yu – 2023: Materialy XIII Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. T. 2. Perm': Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2023. S. 229-234.
12. Sibaiskii smog. S'emochnaya gruppa UTV uznala, kak zhivet gorod na grani ekologicheskoi katastrofy. Novosti. Ufa, UTV. 26 yanvarya 2019. URL: <https://utv.ru/material/sibajskij-smog-semochnaya-gruppa-utv-uznala-kak-zhivet-gorod-na-grani-ekologicheskoy-katastrofy/> (data obrashcheniya: 30.06.2025).

13. GOST 17.2.3.01-86 Okhrana prirody. Atmosfera. Pravila kontrolya kachestva atmosfernogo vozdukhа naseleennykh punktov. M.: Standartinform, 2005. 4 s.
14. Sibai – karta. URL: <https://yandex.ru/maps/geo/sibay/53072235/?ll=58.685302%2C52.706357&z=13.41> (data obrashcheniya: 12.10.2025).
15. SanPiN 1.2.3685-21 "Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredi obitaniya". M.: Minzdrav Rossii, 2021.
16. Nurmieva S.V. Metodicheskie ukazaniya k prakticheskim rabotam po distsipline "Ekologiya gorodskoi sredi". Kumertau: Kumertauskii filial GOU OGU, 2011. 63 s.
17. Ekologiya i kontrol' sostoyaniya okruzhayushchei sredi: ucheb.-metod. posobie. Sost. V.N. Martsul', V.P. Kaporikov, A.M. Golovach. Minsk: BGTU, 2009. 95 s.
18. Arkhiv pogody v Sibae. URL: https://rp5.ru/Arkhiv_pogody_v_Sibae (data obrashcheniya: 30.06.2025).
19. Khasanova R.F., Suyundukov Ya.T., Semenova I.N., Rafikova Yu.S., Suyundukova M.B., Il'bulova G.R. Integral'naya otsenka sotsial'no-ekologicheskoi napryazhennosti urbanizirovannykh territorii. Samarskii nauchnyi vestnik. 2020. N 4 (33). S. 165-171. DOI: 10.17816/snv202094125.

Сведения об авторах:

Бускунова Гульсина Гильмановна

К.б.н., доцент, доцент кафедры естественных наук, Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий

ORCID 0000-0001-9355-4632

Buskunova Gulsina

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Natural Sciences, Sibai Institute (branch) of the Ufa University of Science and Technology

Суюндуков Ялиль Тухватович

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

ORCID 0000-0002-6257-6537

Suyundukov Yalil

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

Ильбулова Гульназ Ражаповна

К.б.н., доцент, доцент кафедры естественных наук, Сибайский институт (филиал) Уфимского университета науки и технологий.

ORCID 0000-0003-1355-7230

Ibulova Gulnaz

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Natural Sciences, Sibai Institute (branch) of the Ufa University of Science and Technology

Для цитирования: Бускунова Г.Г., Суюндуков Я.Т., Ильбулова Г.Р. Оценка качества атмосферного воздуха г. Сибай Республики Башкортостан // Вопросы степеведения. 2026. № 1. С. 53-63. DOI: 10.24412/2712-8628-2026-1-53-63

ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Аляев, *Н.М. Хаванская, Н.В. Вишняков, Д.А. Семенова

Волгоградский государственный университет, Россия, Волгоград

e-mail: *khavanskaya@volsu.ru

В работе изложены основные положения экономико-географического прогноза развития сельского расселения в некоторых муниципальных районах Волгоградской области. С целью разностороннего анализа были выбраны территориально разобщенные районы, расположенные в северной, южной, центральной и восточной частях региона – Киквидзенский, Клетский, Ольховский, Быковский, Октябрьский. Работа направлена на совершенствование информационной базы, служащей основой разработки стратегии социально-экономического развития на региональном и муниципальном уровнях.

Рассмотрены основные пути разработки прогнозов: экспертный подход; выявление динамических показателей в использовании ресурсов развития сельского расселения. В ходе работы сформирована информационная база исследования, состоящая из статистических таблиц, содержащих данные, отражающие географический, природный, демографический потенциал сельского расселения; предложены способы картографической визуализации прогноза развития сельских населенных пунктов, являющиеся моделями развития сельского расселения в ближайшем будущем.

Проведенная работа позволила реализовать методику научного экономико-географического прогнозирования при исследовании сельского расселения на муниципальном уровне.

Ключевые слова: Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации», экономико-географический прогноз, система сельского расселения, ресурсы развития сельского расселения, прогнозная модель сельского расселения на муниципальном уровне.

Введение

Географическое прогнозирование является важным аспектом комплексных географических исследований. Его целью является стремление предвидеть состояние исследуемого объекта в ближайшие 5-10 лет.

Методологической основой исследования служат Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [1] и Закон Волгоградской области от 28 декабря 2021 года № 134-ОД «О Стратегии социально-экономического развития Волгоградской области до 2030 года» [2]. В ФЗ № 172-ФЗ отмечается прогнозирование как важный элемент обоснования стратегического развития с целью предвидеть будущее, так как прогнозы должны предшествовать планам. В Законе Волгоградской области № 134-ОД отмечается, что главной целью разработки стратегии социально-экономического развития является увеличение продолжительности жизни и численности населения региона в процессе увеличения его благосостояния.

Обращаясь к типологии прогнозирования, отметим, что по объекту исследования выделяют естественные, научно-технические и общественные прогнозы. При этом в основе прогнозирования лежат три источника информации о будущем:

1) оценка перспектив развития, чаще всего с использованием аналогий с известными объектами;

2) продолжение в будущее (экстраполяция) текущих тенденций, которые известны сейчас;

3) модель будущего состояния явления, о котором известно в настоящее время.

Существует три способа разработки прогнозов:

1) экспертные оценки;

2) экстраполирование – построение динамических временных рядов;

3) моделирование – построение поисковых моделей, в том числе через использование графических и картографических изображений [3, с. 20-22].

Социально-географический (экономико-географический) прогноз относится к типу обществоведческих прогнозов и в современных условиях является актуальной проблемой, в том числе при исследовании сельского расселения.

В научных работах, посвященных прогнозированию, можно выделить ряд аспектов в прогнозировании развития сельского расселения. В частности, в работе Попковой Л.И., Овсянникова А.С. [4, с. 57] указывается на необходимость рассмотрения сельского расселения как фактора и потенциала развития, акцентируется внимание на использовании многофакторного анализа на базе статистического метода в изучении сельского расселения. В работе Зубаревич Н.В. [5, с. 27] отмечается значимость разной численности населения в сёлах для реформирования сети социальных услуг. Более общий подход показан в работе [6, с. 148]. Должно учитываться ведущее значение общественного производства для развития расселения. В исследовании Мичуриной Ф.З. [7, с. 27] предлагается исследовать сельское расселение за счет создания системы взаимосвязанных концепций, имеющих иерархическую структуру. В некоторых работах отмечается, что изменение численности населения в селах сопровождается переходом на низкий административный уровень и утратой экономических и социальных благ [8, с. 284-285]. В работе Нефедовой Т.Г. [9, с. 648] отмечается, что «сжатие пространства» сопровождается переходом крупной ареальной системы расселения на очаговую. При изучении сельского расселения предлагается направить внимание к картографированию локальных систем расселения [10, с. 106]. Федоров Г.М. и др. [11, с. 130] считают, что сельское расселение необходимо изучать на основе концепции геодемографической обстановки.

Материалы и методы

В данной работе предлагается использовать методику комплексного экономико-географического анализа для реализации идей социально-географического прогнозирования использования ресурсов территориальной организации сельского расселения муниципальных районов Волгоградской области: Киквидзенского, Клетского, Ольховского, Октябрьского, Быковского. Краткая характеристика системы расселения представлена в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Структура расселения территории исследования

№ п/п	Муниципальные районы	Число сельских поселений на 2023 г.	Число сельских населенных пунктов на 2023 г. / в том числе без населения
1.	Быковский	13	27/2
2.	Киквидзенский	10	35/5
3.	Клетский	10	42/1
4.	Октябрьский	15	30/-
5.	Ольховский	13	31/3

Исходя из данных, представленных в таблицах 1 и 2, можно отметить, что системы расселения районов отличны. В Быковском районе заметно преобладание крупных сельских населенных пунктов (СНП) с людностью более 1000 человек. В Клетском районе выделяются малые (50-100 чел.) и полусредние СНП (100-200 чел.). Для Ольховского района характерно

более равномерное распределение СНП по людности. В Октябрьском и Киквидзенском районах бóльшую роль играют средние (200-500 чел.) и большие (500-1000 чел.) СНП.

Таблица 2 – Группировка сельских населенных пунктов по численности населения

№ п/п	Муниципальные районы	Численность населения					
		10-50	50-100	100-200	200-500	500-1000	Более 1000
1.	Быковский	3	5	4	2	4	7
2.	Киквидзенский	3	5	8	4	8	2
3.	Клетский	6	10	9	8	8	-
4.	Октябрьский	2	1	5	9	10	3
5.	Ольховский	6	4	5	4	5	4

Таким образом, основная цель работы – разработать методические рекомендации комплексного экономико-географического прогнозирования использования ресурсов развития сельских населенных пунктов на примере некоторых муниципальных районов Волгоградской области. В данном исследовании под ресурсами развития подразумеваются географический (территориальный) потенциал, отражающий транспортную доступность сельских населенных пунктов от районного и областного центра, продиктованную административно-территориальной соподчиненностью; демографический потенциал, выражающийся в изменении численности населения, что является целевым показателем социально-экономического развития региона [2]; природный потенциал, оцениваемый по бонитету почв и составу земель сельскохозяйственного назначения, так как Волгоградская область занимает 3-е место по величине сельхозугодий в России [2], что определяет развитие сельскохозяйственного производства.

Объект исследования – расселение населения в муниципальных районах Волгоградской области, которое является сложным многокомпонентным образованием для исследования, имеющим внутреннюю динамику.

Предмет исследования – выявление изменений внутренней структуры географических, природных, демографических ресурсов, влияющих на расселение населения. В соответствии с методикой прогнозирования необходимо основное внимание в исследовании уделить формированию временных динамических рядов, а также построению поисковых моделей. Наглядно это должно быть представлено таблицами и картодиаграммами.

Территориальная структура географических ресурсов оценивается через показатели удаленности сельских населенных пунктов от дорог с твердым покрытием. Важным является выявление условий временной транспортной доступности районных центров с территориальными различиями для сёл муниципальных районов. При этом мы совмещаем оценку территориального ресурса (удаленность) с экономическим ресурсом (система дорог с твердым покрытием). Прогнозные предложения по этим показателям будут заключаться в выявлении благоприятных, ограниченно благоприятных, неблагоприятных ареалов на сельских территориях муниципальных районов.

Природно-ресурсная основа исследовалась по показателям балла бонитета почв (естественного плодородия) сельскохозяйственных угодий, а также расположения угодий для выпаса сельскохозяйственных животных, сенокосов, пашни.

Комплексный экономико-географический анализ базируется на методах географического прогнозирования, учении об экономико-географическом положении, концепции хозяйственной оценки природных условий и ресурсов, теории расселения населения, учении о территориальном разделении труда.

Разработка прогноза основана на длительном периоде изучения сельского расселения области [1], создании и анализе статистических таблиц, отражающих изменения в использовании ресурсов, построении соответствующих теме картодиаграмм.

В исследовании авторами была проведена работа по выявлению: 1) удаленности каждого сельского населенного пункта от дороги с твердым покрытием; 2) временной транспортной доступности районного центра; 3) уровня естественного плодородия сельскохозяйственных угодий по баллам бонитета почвы; 4) перечня сельскохозяйственных угодий на прилегающих к сёлам территориях; 5) расчетам изменения численности населения по каждому селу с 1969 года по 2023 год.

Для использования балльной оценки выделенных показателей и перехода от количественной классификации к качественной каждый показатель был классифицирован на три группы по степени благоприятности: благоприятно – 3 балла, ограниченно благоприятно – 2 балла, неблагоприятно – 1 балл.

По выделенным ключевым районам были систематизированы данные с занесением в сводные таблицы: 1) название сельского населенного пункта; 2) удаленность от дороги с твердым покрытием / оценочный балл; 3) удаленность от районного центра / оценочный балл; 4) балл бонитета сельскохозяйственных угодий на прилегающих территориях / оценочный балл; 5) состав сельскохозяйственных угодий на прилегающих территориях / оценочный балл; 6) численность населения в селе по последним статистическим данным / оценочный балл; 7) численность населения по последним статистическим данным в % к численности в 1969 году / оценочный балл; 8) сумма оценочных баллов.

На основании расчетных данных в геоинформационной среде Аксиома смоделированы прогнозные перспективы развития для каждого сельского населенного пункта. Удаленность сельского населенного пункта от дороги с твердым покрытием вычисляется в ГИС. Для этого проводится оцифровка дорог района по растровой карте с сервиса Яндекс. Карты в масштабе 1:50 000. Пространственное разрешение исходного растра – 50 м. Затем в таблице атрибутов линейного слоя дорог проводится автоматический подсчет их длины. При этом удаленность до двух километров является благоприятным показателем, до десяти километров – ограниченно благоприятным показателем, свыше десяти километров – неблагоприятным показателем. На карте сельского административного района наносятся линии, соединяющие точки с одинаковым удалением от дорог с твердым покрытием. Образуются ареалы с разной удаленностью от дорог с твердым покрытием. Построенная карта дает основание для заполнения соответствующей колонки в таблице с указанием удаленности в километрах и балльной оценки.

На следующем этапе наносятся линии временной транспортной доступности (изохроны) районного центра, соответственно, до 30 мин, до 45 мин и свыше 45 мин. Отнесение каждого сельского населенного пункта к той или иной зоне временной транспортной доступности заносится в таблицу, и выставляется соответствующая балльная оценка. Основанием для выявления условий временной транспортной доступности районного центра являются правила дорожного движения, которые устанавливают скорость движения общественного автомобильного транспорта в 60 км/ч. Построенная карта дает основание для заполнения соответствующей колонки в таблице с указанием временной транспортной доступности и балльной оценки.

Балл бонитета сельскохозяйственных угодий определяется на основании справочного издания по землеустройству Волгоградской области [12]. При этом производятся расчеты по группировке всех сельских поселений (сельских советов в прошлом) области по баллу бонитета сельскохозяйственных угодий. Максимальный показатель – 93 балла, минимальный – 43 балла. Балл бонитета при величине 76-93 балла получает 3 оценочных балла, 60-75 баллов получает 2 оценочных балла, 43-59 баллов получает 1 оценочный балл. Расчетные данные вносятся в таблицу с указанием величины показателя и оценочного балла.

Оценка набора сельскохозяйственных угодий на прилегающих к сёлам угодьях (пашня, пастбища, земли для выпаса индивидуального скота) осуществлялась на основе карт справочного издания по землеустройству [12]. Перечень угодий определялся для каждого сельского населенного пункта. Расчетные данные вносятся в таблицу с указанием величины показателя и оценочного балла.

Численность населения сельских населенных пунктов определялась по официально опубликованным данным 2023 года [13], а также архивным данным [14]. Численность населения оценивалась по двум показателям. Во-первых, численность населения в 2023 году. В случае численности населения в сельском населенном пункте до 500 человек он получал 1 оценочный балл, 500-1000 человек – 2 оценочных балла, свыше 1000 человек – 3 оценочных балла. Численность населения влияет на место сельского населенного пункта в иерархии населенных пунктов единой системы расселения России. Расчетные данные вносятся в таблицу с указанием величины показателя и оценочного балла.

Во-вторых, показатель динамики численности населения в сёлах является определяющим для географического прогнозирования, так как показывает основные тренды развития. Авторами были рассчитаны показатели численности в 2023 году в процентах к 1969 году. В случае, если показатель был до 50 %, он получал 1 оценочный балл (неблагоприятный), 50-100 % – 2 оценочных балла (ограниченно благоприятный), свыше 100 % – 3 оценочных балла (благоприятный).

Все оценочные показатели суммируются в последней колонке таблицы. Различия между сельскими населенными пунктами по сумме оценочных баллов позволили разделить их на три группы (рис. 1). Для этого учитывалась максимальная (17 баллов) и минимальная (7 баллов) суммы баллов по комплексу показателей. Затем выявлялась разница между ними и делилась на три (в соответствии с количеством классов). В итоге были выделены следующие группы сельских населенных пунктов по степени благоприятности прогноза: а) благоприятный прогноз (15-17 баллов), б) ограниченно благоприятный (11-14 баллов), в) неблагоприятный (7-10 баллов).

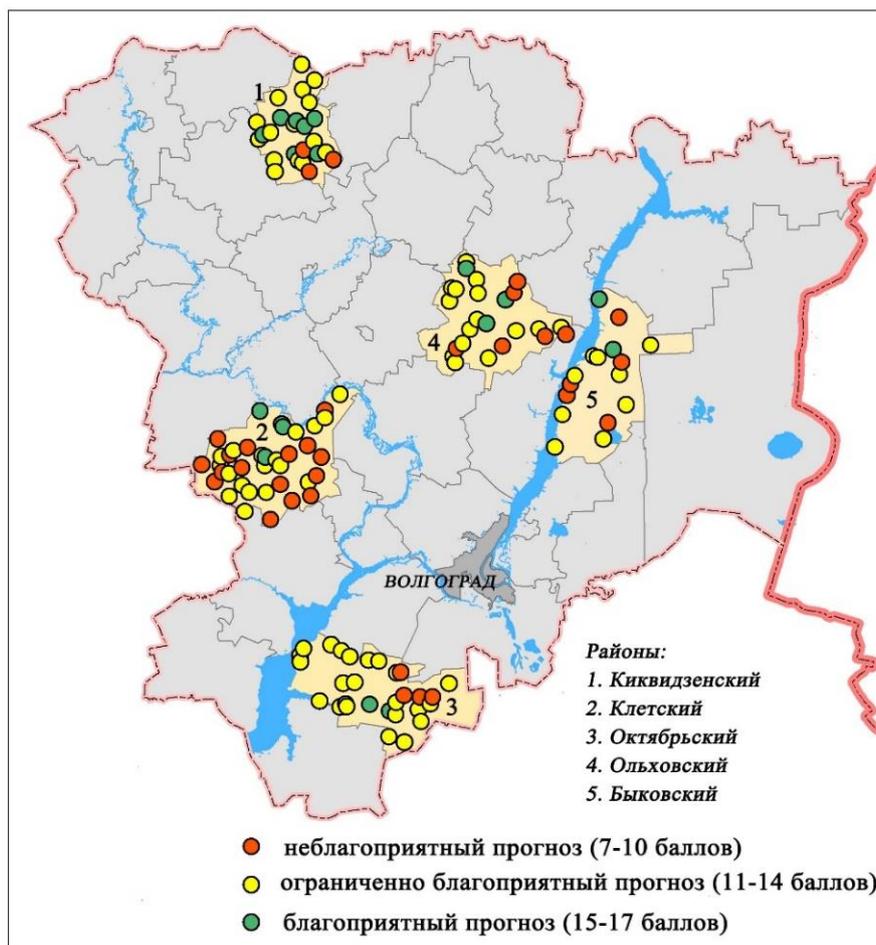


Рисунок 1 – Интегральная карта степени благоприятности прогноза развития сельских населенных пунктов

Результаты и обсуждение

Последовательность методических приемов в исследовании позволила выявить степень благоприятности экономико-географического прогнозирования использования ресурсов развития сельского расселения в муниципальных районах.

В частности, для экономико-географического прогнозирования в силу комплексности этой отрасли науки необходимо использовать несколько методов исследования.

Статистический метод исследования позволяет обобщать данные, относящиеся к разным видам ресурсов сельских территорий. Рассмотрим комплекс выделенных показателей по районам исследования.

Анализ данных показывает, что Киквидзенский район имеет сформировавшуюся систему расселения, так как почти по всем показателям ресурсной базы сельские населенные пункты имеют благоприятные показатели. Исключение составляют показатели динамики численности населения в сельских населенных пунктах с 1969 г. по 2023 г. При этом наблюдается определенная упорядоченность в изменениях численности населения в сёлах. Все населенные пункты расположены в том или ином сельском поселении (администрации). Есть сельские поселения с одним населенным пунктом (в пяти из десяти поселений района). В них, как правило, наблюдается благоприятная или ограниченно благоприятная динамика численности за последние десятилетия. Выявленная иерархичность в динамике численности по сельским населенным пунктам отражает фундаментальную значимость сельских населенных пунктов в формировании территориальной структуры хозяйства на сельских территориях. Из большого числа сёл на основании объективных показателей лучшие перспективы развития получают наиболее крупные по численности населения.

Территория района отличается компактностью. Протяженность с запада на восток колеблется в пределах сорока километров, а с севера на юг – пятидесяти километров. Районный центр находится в центре территории. В районе развита автодорожная инфраструктура (дороги с твердым покрытием). При этом они проложены по склонам пологих долин небольших речек. Мы видим в этом преемственность в расположении сельских населенных пунктов. Ранее они располагались у источников воды, теперь последовательно связаны друг с другом дорогами с твердым покрытием, которые повышают территориальную мобильность сельского населения, снижают чувство «ощущения оторванности» от более развитых территорий.

В то же время можно отметить, что сельские населенные пункты, расположенные на периферийных территориях, имеют ограниченно благоприятный или неблагоприятный прогноз ввиду удаленности от районного центра.

Выявленные тенденции позволяют прогнозировать, что динамика в развитии сельского расселения в ближайшие годы сохранится. В последующем можно ожидать сохранения благоприятного прогноза для сельских населенных пунктов в центральной части района и ограниченно благоприятного прогноза для окраинных территорий даже за счет центров сельских поселений.

Значительная часть области располагается за Доном, за Хопром, которые являются своеобразными границами, за которыми сочетание географических, природных, демографических ресурсов развития сельского расселения имеет индивидуальные особенности. По нашему мнению, их можно выявить при исследовании сельского расселения Киквидзенского района.

В Клетском районе наблюдаются значительные различия между населенными пунктами по ресурсному потенциалу. Различия проявляются на двух территориальных уровнях: районном и отдельных сельских поселений. На районном уровне наблюдается крайнее расположение районного центра – ст. Клетской – по отношению ко всей территории района. Вследствие этого удаленность от районного центра имеют населенные пункты Верхнебузиновского, Калмыковского, Перекопского, Кременского и Перелазовского сельских поселений. Как правило, в границах сельских поселений выделяется один населенный пункт с относительно большой численностью населения и его ростом за последние десятилетия.

Остальные сёла имеют неблагоприятное географическое положение (удаленность), низкую численность населения и его неблагоприятную динамику (убыль). По нашим расчетам, из всех населенных пунктов района в семнадцати сёлах выявлен благоприятный прогноз.

Географическая картина расселения района характеризуется тяготением к реке Дон, речкам Крепкая, Куртлак, Царица. Из районного центра – Клетской, дорога с твердым покрытием пересекает Крепкую и Куртлак, что требовало при строительстве сооружения мостов или водопропускных устройств. Из Клетской можно попасть по дороге с твердым покрытием (построенной недавно) на паром через Дон в ст. Новогригорьевской Иловлинского района.

В целом, для территории района существует проблема удаленности от районного центра, а также от Волгограда. В перспективе можно ожидать благоприятный прогноз для сёл с большой численностью жителей, расположенных на малых реках, имеющих дороги с твердым покрытием и выполняющих административные функции центра сельского поселения.

Ольховский район располагается в географическом центре области и имеет сходные черты ресурсов развития с Даниловским районом, главная из которых – удаленность от областного центра.

Географический рисунок размещения сельских населенных пунктов района в целом соответствует рисунку речной сети. Индивидуальные особенности заключаются в том, что речная сеть маломощная, летом часто пересыхает. Районный центр – р.п. Ольховка – занимает центральное место в районе, где пересекаются реки Иловля и Ольховка. Вдоль этих рек по пологим склонам их долин построены автомобильные дороги с твердым покрытием. Есть мост через Иловлю у Ольховки. Для района характерна значительная протяженность с севера на юг и с запада на восток – около 75 км. Из-за этого условия временной транспортной доступности районного центра имеют важное значение. Благоприятные условия характерны для Каменнобродского, Зензеватского, Ягодновского сельских поселений, непосредственно примыкающих к районному центру. Ограниченно благоприятными являются условия временной транспортной доступности Гуровского, Гусевского, Киреевского, Октябрьского сельских поселений. Неблагоприятные условия наблюдаются на территориях Рыбинского, Липовского, Романовского, Солодчинского сельских поселений.

Благоприятный прогноз характерен для крупных населенных пунктов в центральной части района, а также плодородной северо-западной части, расположенной вдоль р. Ольховка. Отдельно выделяются с. Ягодное и пос. Октябрьский, расположенные между Волгой и Иловлей. На большей части района для сёл характерен ограниченно благоприятный и неблагоприятный прогноз.

Быковский район расположен в Волгоградском Заволжье, имеет сходные черты развития сельского расселения с Палласовским и Николаевским районами. Территория района представляет собой прямоугольник длинной стороной (примерно 90 км), вытянутый вдоль Волги. Короткая сторона – примерно 50 км. Конфигурация территории оказывает большое влияние на территориальное расположение сельских населенных пунктов.

Сельское расселение района является сформировавшимся. На это указывают благоприятные показатели удаленности сёл от дорог с твердым покрытием. Кроме того, в районе доминируют сельские поселения с 1-2 сёлами. Сходные черты сельских поселений района проявляются в низком балле бонитета и составе сельскохозяйственных угодий на прилегающих к сёлам территориях. Различия наблюдаются в численности населения в сельских населенных пунктах и ее динамике с 1969 г. по 2010 г. В отличие от сельских населенных пунктов правобережья, в Быковском районе доминируют сёла с численностью населения более 1000 человек. Эти сёла характеризуются высокими показателями роста численности с 1969 г. по 2023 г. Процессу способствовала общегосударственная программа развития орошаемого земледелия в стране. Расселение района развивалось в соответствии с реализацией положений этой программы [15, с. 165].

Территориальная структура сельского расселения характеризуется тяготением сёл к Волге. В то же время по восточной окраине района были сформированы сельские населенные пункты на фоне значительных массивов орошаемых земель. Жители мелких населенных пунктов мигрировали или в центры поселений, или в города Волгоград и Волжский.

Для района характерна значительная территориальная удаленность от районного центра. Из этого факта возникает проблема удовлетворения потребностей населения в услугах поликлиник, больниц, аптек, социального обеспечения, общественного транспорта.

Прогнозные предложения развития сельских населенных пунктов следующие: благоприятный прогноз характерен для крупных сельских населенных пунктов, ограниченно благоприятный и неблагоприятный прогноз может реализоваться в средних и мелких сёлах.

Октябрьский район расположен на юге области. В хозяйственном развитии имеет много сходных черт с Котельниковским и Светлоярским районами. На формирование расселения района в прошлом значительное влияние оказали общегосударственные программы строительства Волго-Донского соединения с водохранилищами и распашки целинных земель [15, с. 128]. Территория района имеет протяженность около 70 км с запада на восток и около 40 км с севера на юг, что повлияло на структуру расселения в районе. При территориальном анализе можно увидеть, что большинство сельских населенных пунктов расположены линейно вдоль длинной оси района.

В современных условиях систему расселения района можно считать сформировавшейся, так как только два сельских населенных пункта находятся на удалении более 10 км от дорог с твердым покрытием. Важной чертой расселения является территориальная удаленность сёл от районного центра и относительная близость Волгограда. Из тридцати сёл района семь сёл располагаются в благоприятной зоне временной транспортной доступности. Шестнадцать сёл располагаются в неблагоприятной транспортной доступности. Можно предположить, что удаленность центра удовлетворения социальных потребностей населения оказывает большое влияние на его миграционную подвижность.

Географический потенциал территории района характеризуется неодинаковыми возможностями развития в разных частях. Природный потенциал, оцениваемый нами через показатели балла бонитета сельскохозяйственных угодий, характеризуется низкими величинами естественного плодородия. Набор видов сельскохозяйственных угодий, прилегающих к сёлам, нами оценивается через ограниченно благоприятные и неблагоприятные показатели.

Ресурсный потенциал хозяйственного развития на территории Октябрьского района имеет не самые благоприятные показатели. Требуется экономические усилия для его реализации.

Демографический потенциал района, оцениваемый через показатели численности населения каждого села и изменения численности населения каждого села с 1969 г. по 2023 г., характеризуется индивидуальными особенностями.

По численности населения выявлено доминирование сёл с численностью до 500 жителей. Это неблагоприятный показатель. В 10 сёлах численность колеблется от 500 до 1000 человек. Они обладают ограниченно благоприятным потенциалом. В трех сёлах численность превышает 1000 жителей. Они имеют благоприятный потенциал. Демографическую основу сельского расселения района можно оценить как неблагоприятную, так как она обладает недостаточным запасом прочности при возникновении в будущем негативных процессов.

Анализ динамики численности населения показывает, что в последние десятилетия в районе сочетались процессы снижения численности в крупных сёлах (Аксай, Абганерово), а также в небольших сёлах, с ростом численности в средних сёлах (Шебалино, Шелестово, Жутово-2). Можно предположить, что рост численности происходил за счет освоения средств на целинные и залежные земли. Благодаря им район стал ведущим в области по производству зерновых культур.

Территориальная структура сельского расселения Октябрьского района обладает яркой индивидуальностью. Сёла в районе располагаются вдоль рек в виде кольца, со слабым заселением центральной части. Сёла расположены как бы по цепочке друг за другом. Мало поперечных перемычек. В силу этого по совокупности оценочных показателей в современных условиях благоприятный прогноз характерен для сёл, располагающихся неподалеку от районного центра. Большая часть территории района имеет ограниченно благоприятный и неблагоприятный прогноз.

Выводы

Экономико-географическое прогнозирование является предшественником в разработке стратегий социально-экономического развития на муниципальном уровне.

Прогнозное исследование ресурсной базы развития имеет большое значение, так как смысл хозяйственной деятельности человека заключается в доведении ресурса до полезного продукта.

Ресурсная база исследуемых муниципальных районов является сложным объектом, который включает в себя особенности географического положения, условия инфраструктурной обеспеченности территории, уровень естественного плодородия сельскохозяйственных угодий, перечень видов сельскохозяйственных угодий вблизи сёл, численность населения в каждом селе, изменения численности населения в каждом селе.

Обширная территория области обусловила многообразие сочетаний видов ресурсов развития сельского расселения на муниципальном уровне. Выявлены различия ресурсной обеспеченности развития сельского расселения Киквидзенского, Клетского, Ольховского, Октябрьского и Быковского районов. Степень благоприятности их сочетаний изменяется по мере продвижения с северо-запада на юго-восток.

Большое влияние на сельское расселение оказывает компактность территории, расположение районного центра (центральное или окраинное) и показатели расстояний между сёлами.

Сёла, расположенные вблизи от районных центров, имеют преимущества в сравнении с более отдаленными сёлами. Эти преимущества отражаются в показателях численности населения в каждом селе и изменениях численности населения с 1969 по 2023 гг.

На территории каждого муниципального района имеются сёла с благоприятным прогнозом развития, а также сёла с ограниченно благоприятным и неблагоприятным прогнозом.

Таким образом, проведенная работа позволила сформировать обобщенную оценочную статистическую базу данных, где каждый сельский населенный пункт получал суммарный оценочный балл, который служил основой для выявления степени благоприятности прогноза развития сёл в ближайшие годы. Предлагаемая методика исследования позволила сформировать прогнозные тренды развития сельских населенных пунктов в ближайшем будущем.

Список литературы

1. Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения: 25.08.2020).
2. Закон Волгоградской области от 28 декабря 2021 года № 134-ОД «О Стратегии социально-экономического развития Волгоградской области до 2030 года» (с изменениями на 13 октября 2023 года) (в ред. Закона Волгоградской области от 13.10.2023 № 78-ОД). URL: <https://docs.cntd.ru/document/578044892> (дата обращения: 15.09.2024).
3. Рабочая книга по прогнозированию. М.: Мысль, 1982. 430 с.

4. Попкова Л.И., Овсянников А.С. Возможности экономико-географических исследований функций систем сельского расселения методом математического моделирования // Вестник ВГУ. Сер. география, геоэкология. 2017. № 4. С. 48-59.
5. Зубаревич Н.В. Трансформация сельского расселения и сети услуг в сельской местности // Известия РАН. Сер. Географическая. 2013. № 3. С. 26-38.
6. Вопросы географии. Русское географическое общество. Сб. 135. География населения и социальная география. М.: Издательский дом «Кодекс», 2013. 551 с.
7. Мичурина Ф.З. Сельское расселение. Методология и методика регионального анализа (на материалах Урала). Пермь, 1998. 199 с.
8. Руднева О.С., Соколов А.А. Структурная эволюция сети сельского расселения в регионах степной зоны России // Russian Economic Bulletin. 2019. Т. 2. № 6. С. 280-285.
9. Нефедова Т.Г., Медведев А.А. Сжатие пространства в Центральной России: динамика населения и использования земель в сельской местности // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 5. С. 645-659.
10. Баширов В.Р. Совершенствование методики картографирования системы расселения населения России: дис. ... канд. техн. наук. М., 2014. 123 с.
11. Федоров Г.М., Киндер С., Кузнецова Т.Ю. О роли географического положения и изменений занятости в динамике сельского расселения // Балтийский регион. 2021. Т. 13. № 4. С. 129-146.
12. Воробьев А.В. Землеустройство и кадастровое деление Волгоградской области: Справочное издание. Волгоград: Станица-2, 2002. 92 с.
13. Статистический ежегодник Волгоградская область 2023: сб. / Территориальный орган Фед. службы гос. статистики по Волгоград. обл. Волгоград: Волгоградстат, 2024. 692 с.
14. Сведения о численности наличного и постоянного населения Волгоградской области по каждому населенному пункту в районном разрезе на 1 января 1969 года // Государственный архив Волгоградской области. Ф. 686. Оп. 42. Д. 126. 125 л.
15. Аляев В.А. Формирование территориальной структуры хозяйства и транспортной инфраструктуры Волгоградского региона (конец XIX - конец XX в.). Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2018. 203 с.

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

Поступила в редакцию 18.10.2025
Принята к публикации 16.03.2025

ECONOMIC AND GEOGRAPHICAL FORECASTING OF RURAL SETTLEMENT DEVELOPMENT IN MUNICIPAL DISTRICTS OF THE VOLGOGRAD REGION

V. Alyaev, *N. Khavanskaya, N. Vishnyakov, D. Semenova

Volgograd State University, Russia, Volgograd
e-mail: *khavanskaya@volsu.ru

The paper presents the key provisions of the economic and geographical forecast of rural settlement development in some municipal districts of the Volgograd region. For a comprehensive analysis, geographically separated districts located in the northern, southern, central and eastern parts of the region were selected – Kikvidzensky, Kletsky, Olkhovsky, Bykovsky, Oktyabrsky. The study is aimed to improve the information base that serves as the basis for developing a socio-economic development strategy at the regional and municipal levels.

The main methods for developing forecasts are considered: an expert approach and the identification of dynamic indicators in the use of rural settlement's development resources. In the course of the work, the information base was formed, consisting of statistical tables with data reflecting the geographic, natural, and demographic potential of rural settlement. Methods for cartographic visualization of rural settlement development forecasts, which are models of rural settlement development in the near future, are proposed. The conducted work made it possible to implement a scientific economic-geographical forecasting methodology in the study of rural settlement at the municipal level.

Key words: Federal Law "On Strategic Planning in the Russian Federation," economic-geographical forecast, rural settlement system, rural settlement development resources, forecasting model of rural settlement at the municipal level.

References

1. Federal'nyi zakon ot 28.06.2014 N 172-FZ "O strategicheskom planirovanii v Rossiiskoi Federatsii". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (data obrashcheniya: 25.08.2020).
2. Zakon Volgogradskoi oblasti ot 28 dekabrya 2021 goda N 134-OD "O Strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Volgogradskoi oblasti do 2030 goda" (s izmeneniyami na 13 oktyabrya 2023 goda) (v red. Zakona Volgogradskoi oblasti ot 13.10.2023 N 78-OD). URL: <https://docs.cntd.ru/document/578044892> (data obrashcheniya: 15.09.2024).
3. Rabochaya kniga po prognozirovaniyu. M.: Mysl', 1982. 430 s.
4. Popkova L.I., Ovsyannikov A.S. Vozmozhnosti ekonomiko-geograficheskikh issledovaniy funktsii sistem sel'skogo rasseleniya metodom matematicheskogo modelirovaniya. Vestnik VGU. Ser. geografiya, geoekologiya. 2017. N 4. S. 48-59.
5. Zubarevich N.V. Transformatsiya sel'skogo rasseleniya i seti uslug v sel'skoi mestnosti. Izvestiya RAN. Ser. Geograficheskaya. 2013. N 3. S. 26-38.
6. Voprosy geografii. Russkoe geograficheskoe obshchestvo. Sb. 135. Geografiya naseleniya i sotsial'naya geografiya. M.: Izdatel'skii dom "Kodeks", 2013. 551 s.
7. Michurina F.Z. Sel'skoe rasselenie. Metodologiya i metodika regional'nogo analiza (na materialakh Urala). Perm', 1998. 199 s.
8. Rudneva O.S., Sokolov A.A. Strukturnaya evolyutsiya seti sel'skogo rasseleniya v regionakh stepnoi zony Rossii. Russian Economic Bulletin. 2019. T. 2. N 6. S. 280-285.
9. Nefedova T.G., Medvedev A.A. Szhatie prostranstva v Tsentral'noi Rossii: dinamika naseleniya i ispol'zovaniya zemel' v sel'skoi mestnosti. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2020. T. 84. N 5. S. 645-659.
10. Bashirov V.R. Sovershenstvovanie metodiki kartografirovaniya sistemy rasseleniya naseleniya Rossii: dis. ... kand. tekhn. nauk. M., 2014. 123 s.
11. Fedorov G.M., Kinder S., Kuznetsova T.Yu. O roli geograficheskogo polozheniya i izmenenii zanyatosti v dinamike sel'skogo rasseleniya. Baltiiskii region. 2021. T. 13. N 4. S. 129-146.
12. Vorob'ev A.V. Zemleustroistvo i kadastrvoe delenie Volgogradskoi oblasti: Spravochnoe izdanie. Volgograd: Stanitsa-2, 2002. 92 s.
13. Statisticheskii ezhegodnik Volgogradskaya oblast' 2023: sb. Territorial'nyi organ Fed. sluzhby gos. statistiki po Volgograd. obl. Volgograd: Volgogradstat, 2024. 692 s.
14. Svedeniya o chislennosti nalichnogo i postoyannogo naseleniya Volgogradskoi oblasti po kazhdomu naseleennomu punktu v raionnom razreze na 1 yanvarya 1969 goda. Gosudarstvennyi arkhiv Volgogradskoi oblasti. F. 686. Op. 42. D. 126. 125 l.
15. Alyaev V.A. Formirovanie territorial'noi struktury khozyaistva i transportnoi infrastruktury Volgogradskogo regiona (konets KHIKH - konets KHKH v.). Volgograd: Izd-vo VolGU, 2018. 203 s.

Сведения об авторах:

Аляев Владимир Алексеевич

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

ORCID 0000-0003-3742-9444

AlyaeV Vladimir

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

Хаванская Наталья Михайловна

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

ORCID 0000-0001-9217-6529

Khavanskaya Natalya

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

Вишняков Николай Владимирович

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

ORCID 0000-0003-2577-884X

Vishnyakov Nikolai

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

Семенова Диана Александровна

Старший преподаватель кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет

ORCID 0000-0003-3247-7543

Semenova Diana

Senior Lecturer of the Department of Geography and Cartography, Volgograd State University

Для цитирования: Аляев В.А., Хаванская Н.М., Вишняков Н.В., Семенова Д.А. Экономико-географическое прогнозирование развития сельского расселения в муниципальных районах Волгоградской области // Вопросы степеведения. 2026. № 1. С. 64-75. DOI: 10.24412/2712-8628-2026-1-64-75

© Димитриев А.В., Воробьев Д.Н., 2026
УДК 599.322.2 + 574.91 (470.344)
DOI: 10.24412/2712-8628-2026-1-76-87

О ДИНАМИКЕ ЧИСЛЕННОСТИ СТЕПНЫХ СУРКОВ (*MARMOTA BOBAK MÜLLER, 1776*) ЦИВИЛЬСКОЙ КОЛОНИИ СУРКОВ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С 1988 Г. ПО 2024 Г.

*А.В. Димитриев^{1,2}, Д.Н. Воробьев³

¹Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Россия, Чебоксары

²Чувашская национальная академия наук и искусств, Россия, Чебоксары

³Институт экологии, биотехнологии и природопользования Казанского (Приволжского) федерального университета, Россия, Казань
e-mail: *cheboksandr@mail.ru

Проведен анализ динамики численности сурков Цивильской колонии сурков, организованной в 1988 г. После выпуска сурков численность сначала несколько снизилась, а потом постепенно росла и испытала 4 волны подъема и падения с крайними диапазонами от (34) 62 до 431 особей. Отрицательно на численность сурков, возможно, повлияли: аномальная жара (1995 и 2010 гг.), охота (2001-2005 гг.), «мышинный год» (2013 г.), холодная и дождливая погода весны и начала лета (2022 г.).

Ключевые слова: степной сурок, Цивильская колония сурков, Чувашская Республика, динамика численности, государственный заказник.

Введение

Вопросам динамики численности степных сурков (*Marmota bobak* Müller, 1776) в разных поселениях и регионах Поволжья и Южного Урала в начале XXI века посвящен ряд научных работ [1-12]. В них можно проследить динамику численности сурков за значительный период времени и понять роль положительных и отрицательных природных и антропогенных факторов на той или иной территории. Представляет большой интерес судьба акклиматизированных и реакклиматизированных сурчиных колоний в 90-х годах прошлого века на северных окраинах ареала распространения сурков. Такие колонии сурков имеются в Чувашской Республике.

Чувашская Республика расположена на севере Приволжской возвышенности, относится к Волго-Вятскому экономическому району, Приволжскому федеральному округу и имеет хорошо развитую овражно-балочную сеть, которая является благоприятным местообитанием для степных сурков [13-17]. Они здесь обитали, но впоследствии были истреблены. К середине XX века в Чувашии осталась всего одна реликтовая колония сурков – Батыревская, которая была объявлена заповедником в 1932 г., заказником в 1961 г., а затем стала Батыревским кластерным участком заповедника «Присурский» в 2000 г. [14, 15]. В Чувашию в целях реакклиматизации были завезены степные сурки в 90-х годах прошлого века из Ульяновской и Саратовской областей [18-21]. Одной из искусственно созданных колоний является Цивильская [14, 22, 23].

Цивильская колония степных сурков является одной из самых северных и довольно успешных по динамике численности в Чувашской Республике. Она была организована в 1988 г. в результате завоза сурков из Ульяновской области в овражно-балочной сети коренного левого берега р. Бол. Цивиль [14, 22-33]. Название этой колонии было дано по названию района, куда завозились сурки. Место для размещения колонии было выбрано А.В. Дёжкиным, когда проводились работы по акклиматизации и первичному мониторингу расселенных сурков на уровне Главохоты РСФСР [19-21].

На заранее подготовленный участок на юго-восточных склонах левого берега р. Бол. Цивиль между населенными пунктами Нижние Кибексы и Михайловка во временные

искусственные норы были заселены степные сурки. Было выпущено 120 сурков (32 самца, 35 самок, 53 сеголетка). В период адаптации часть сурков разбежалась из мест выпуска по окрестностям. Вместе с сурками было привезено несколько больших (или рыжеватых) сусликов (*Spermophilus major* Pall.), отловленных в Ульяновской области. Суслики прижились и образовали самую северо-западную изолированную популяцию *S. major* [34].

Цивильская колония сурков находилась под пристальным вниманием местного охотобщества и Управления охотничьего хозяйства Чувашской АССР, но, несмотря на это, в ней наблюдались случаи гибели сурков по разным причинам [29, 31, 32, 35], а также воздействие хищников, бродячих собак и браконьеров [18, 36].

На территории колонии осуществляется выпас скота местного населения, который положительно влияет на поголовье сурков [14]. Однако интенсивность этого фактора с конца 90-х годов прошлого века постепенно снижалась и в настоящее время достигла минимального уровня.

Материалы и методы

На Цивильской сурковой колонии в различные годы проводились учетные работы по «Методическим указаниям по проведению Всероссийских учетов сурков и слежению за состоянием их численности» (1983) [37].

По Цивильской колонии степных сурков имеется достаточно много публикаций, размещенных в разных изданиях [14, 18-20, 22-33, 35, 36, 38]. Мы проанализировали указанные публикации и использовали содержащиеся в них мониторинговые данные.

При составлении обобщенной сводной таблицы и диаграммы динамики численности сурков этой колонии мы также использовали учетные данные Управления охотничьего хозяйства Чувашской АССР, Госохотрыбслужбы Чувашии, Госкомприроды Чувашии, Госкомэкологии Чувашии, Минприроды Чувашии, Минэкологии Чувашии, Дирекции по охране животного мира и особо охраняемых природных территорий Чувашской Республики, общества охотников, опросов охотоведов, работников охотхозяйства, пастухов, местных жителей, опубликованные материалы [14, 22-31, 33-35, 39-44] и наши учетные данные.

На основе полученных материалов и данных всех источников составлены сводная таблица 1 и диаграмма (рис. 1) численности сурков с 1988 г. по 2024 г.

Таблица 1 – Динамика численности сурков в Цивильской сурковой колонии Чувашской Республики с 1988 г. по 2024 г.

Годы	Поголовье, особей						
1988	120	1998	180	2008	127	2018	311
1989	~50	1999	200	2009	149	2019	310
1990	~50	2000	230	2010	66	2020	280
1991	54/80(~67)*	2001	134	2011	91	2021	245
1992	90	2002	100 (34**)	2012	138	2022	168
1993	~90	2003	62	2013	124	2023	327
1994	100	2004	70	2014	226/247(~236)*	2024	306
1995	76	2005	95	2015	274		
1996	108	2006	100	2016	311		
1997	148	2007	113	2017	431		

Примечания:

* усредненные данные по двум учетам;

** численность сурков в колонии после проведения сезона охоты.

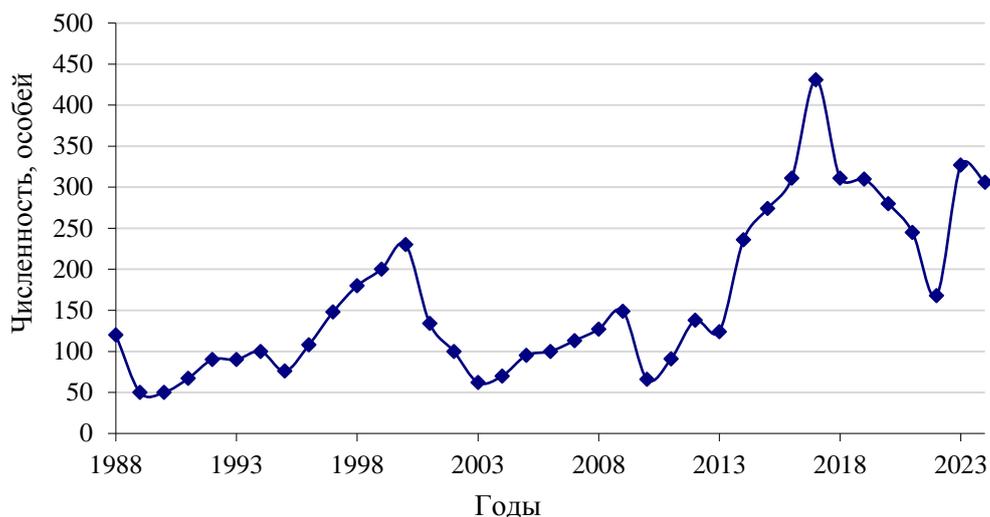


Рисунок 1 – Динамика численности сурков Цивильской сурковой колонии Чувашской Республики по учетным данным с 1988 г. по 2024 г., особей

Результаты и обсуждение

Из анализа таблицы 1 и рисунка 1 следует, что в первые годы существования колонии значительного роста поголовья не наблюдалось. Сурки в это время отстраивали инфраструктуру колонии, семейные и вспомогательные норы. С 1991 г. по 1994 г. в колонии наблюдается рост поголовья до 100 сурков. В 1995 г. зафиксировано снижение поголовья до 76 особей (-24% по сравнению с предыдущим годом). Такое снижение поголовья сурков мы связываем с погодными условиями весны и лета 1995 г., когда в Поволжье наблюдались аномально высокие температуры и недостаток осадков в летний период. С 1996 г. начался подъем поголовья, и в 2000 г. численность сурков достигла 230 особей.

В конце 1990-х годов на месте расселения сурков был организован сурковый заказник местного (районного) значения [14, 22, 23, 24, 36, 38]. Данное действие и активная охрана со стороны охотников местного охотобщества способствовали благоприятному существованию колонии сурков.

Однако в 2001-2005 гг. впервые в Чувашии была разрешена охота на сурков. Она проводилась также и на территории исследуемой нами колонии. В результате численность сурков в Цивильской колонии в 2002 г. снизилась до 34 особей перед залеганием их в спячку (снижение на 66 % по сравнению с численностью до открытия охоты этого же года). На рисунке 1 такое снижение численности не отражено. На диаграмме приведены данные стандартных, официальных учетов сурков, организованных по «Методическим указаниям по проведению Всероссийских учетов сурков и слежению за состоянием их численности» (1983) [37]. Согласно этим указаниям, официальные учеты сурков выполняются в конце мая – июне – «через 5-15 дней после массового выхода из нор на поверхность сурчат-сеголетков». А охота организовывалась с 15 июля по 15 августа – перед залеганием сурков в спячку. Результат перепромысла 2002 г. отразился на диаграмме (рис. 1) в учетах следующего года – минимальное число учтенных сурков в колонии после их воспроизводительного цикла (2003 г. – 62 особи вместе с сеголетками).

В это критическое время для колонии нами были начаты работы по организации на ее территории видового суркового заказника регионального значения [14, 25]; вносились предложения о включении сурков в Красную книгу Чувашской Республики и усилении мер их охраны [41]. Включить сурков в Красную книгу Чувашской Республики не удалось, а Государственный природный заказник регионального значения «Цивильский сурковый» был организован постановлением Кабинета Министров Чувашской Республики от 29.12.2005 № 342 [16, 17, 28, 36, 38, 41]. Согласно Положению о государственном заказнике, охота на

сурков запрещена. После этого в Цивильской колонии сурков наблюдался постепенный рост численности, который продолжался с 2006 (110 особей) до 2009 г. (149 особей).

В 2010 г. было аномально жарко с апреля до начала сентября. В колонии, в местах обитания сурков, выгорела трава; часть сурков залегли во временную спячку в середине лета; многим суркам не удалось набрать необходимое количество жира для зимней спячки. В 2010 г. поголовье сурков в заказнике снизилось в 2,3 раза (-54 %).

С 2011 г. по 2012 г. наблюдался стабильный рост поголовья сурков в колонии (рис. 1). А в 2013 г. в Чувашии значительно возросла численность мышевидных грызунов [45]. Из-за «мышинного года» поголовье сурков в колонии не росло; даже немного снизилось. В «мышинный год» в Чувашии отмечались различные болезни, связанные с мышами, в том числе геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС) и др. [46], что не способствовало росту численности сурков. В 2013 г. в Чувашии зарегистрировано 62 случая природно-очаговых инфекций двух нозологических форм: 59 случаев геморрагической лихорадки с почечным синдромом и 3 – болезни Лайма [46].

После 2013 г. поголовье сурков в колонии начало постепенно расти [23], и этот процесс продолжался до 2017 г., когда численность сурков в колонии достигла рекордных показателей (431 особь). В 2018 г. наблюдалось снижение количества сурков до 311 особей (снижение поголовья по сравнению с 2017 г. на 28 %), которое мы связываем с уплотнением колонии и активным расселением сурков на прилегающие территории, где они образовывали новые дочерние колонии.

В 2022 г. мы снова наблюдаем существенное снижение поголовья сурков (-32 % по сравнению с 2021 г.). На этот раз такое снижение поголовья сурков мы связываем с холодной и дождливой погодой весны и начала лета 2022 г., которая наблюдалась в Среднем Поволжье и на Южном Урале [47]. Май 2022 г. в Чувашии был самым холодным с начала XXI века [48].

Выводы

Из приведенных данных видно, что колония сурков на севере ареала уязвима к действию природных и антропогенных факторов. Об этом свидетельствуют существенные колебания численности: от 67 до 230 (1991-2000 гг.), от 62 до 149 (2003-2009 гг.), от 66 до 431 (2010-2017 гг.). Минимальное поголовье сурков во всех трех волнах подъема и спада численности оставалось в пределах 62-67 голов или примерно 15-20 семей (из расчета 3-4(5) сурков на семью). Самая низкая численность в колонии зафиксирована после сезона охоты, перед залеганием в спячку в 2002 г. (34 особи) [этот факт на рисунке 1 не зафиксирован, т.к. официальные учеты проводились раньше, чем сроки проведения охоты].

Цивильская колония сурков достигла пика численности в 2017 г. в количестве 431 голов на площади 320 га (плотность 1,35 особи на 1 га). После этого наблюдалось постепенное устойчивое снижение поголовья до 230 голов через 3-4 года.

В приведенных нами таблице 1 и рисунке 1 по динамике численности сурков мы видим 4 пика и 4 депрессии численности. Эти «волны жизни» не имеют строгой периодичности, не согласуются с 23-25-летними циклами солнечной активности, графиком среднемесячных чисел Вольфа и «циклами Швабе» Солнца. Для более полной картины динамики численности сурков в Цивильской колонии необходимо продолжить мониторинг численности поголовья сурков в самой материнской колонии в совокупности с дочерними колониями, которых за время существования колонии образовалось более 15, а также выявлять негативные, лимитирующие факторы и предпринимать меры для их устранения.

Необходимо обратить внимание на влияние отрицательных факторов на колонию: а) аномальная летняя жара (1995 и 2010 гг.), б) охота (2001-2005 гг.), в) «мышинный год» (2013 г.), г) холодные и дождливые весна и начало лета (2022 г.). Из указанного набора природных и антропогенных отрицательных факторов на численность сурков в Цивильской колонии не вызывает больших сомнений влияние охоты. Влияние «мышинных годов» и аномальных погодных условий весны и начала лета на численность сурков в будущем нуждается в более детальных исследованиях.

Полученные данные о динамике численности сурков в Цивильской колонии сурков Чувашской Республики с момента ее организации на протяжении 37 лет представляют большой интерес для науки и охотничьего хозяйства, послужат базой данных для прогноза их численности, принятия управленческих решений в охотничьем хозяйстве и эколого-просветительской деятельности.

Благодарности

Выражаем большую благодарность за помощь в сборе статистического и мониторингового материала руководителям Управления охотничьего хозяйства Чувашской АССР, Государственной службы охотничьего хозяйства Чувашской Республики, Министерства природных ресурсов и экологии Чувашской Республики, Дирекции по охране животного мира и особо охраняемых природных территорий Чувашской Республики, охотоведам, охотникам, пастухам, местным жителям, нашим соавторам многочисленных статей о Цивильской колонии сурков.

Список литературы

1. Сорока О.В. Динамика численности степного сурка в Южном Предуралье в условиях заповедного режима // Аридные экосистемы. 2025. Т. 31. № 1 (102). С. 102-109.
2. Безуглов Е.В., Ленева Е.А. Современное состояние поселений степного сурка (*Marmota bobak* Müller, 1776) в условиях юго-восточной части Степного Зауралья // Вопросы степеведения. 2024. № 4. С. 133-141. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-4-133-141.
3. Павлов П.О. Результаты исследования населения степного сурка на территории национального парка «Сенгилеевские горы» // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2024. № 4. С. 60-65. DOI: 10.21685/2307-9150-2024-4-6.
4. Колесников В.В., Брандлер О.В., Бадмаев Б.Б., Адъяа Я. Оценка современного состояния ресурсов сурков (*Marmota*, *Sciuridae*, *Rodentia*) в Монголии // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2010. Т. 115. Вып. 5. С. 3-12.
5. Кондратенков И.А., Опарин М.Л., Сухов С.В., Опарина О.С. Структура ареала и динамика численности сурка (*Marmota bobak* Müller, 1776) (*Sciuridae*, *Mammalia*) в Саратовской области в конце XX – начале XXI столетий // Поволжский экологический журнал. 2020. № 3. С. 318-335. DOI: 10.35885/1684-7318-2020-3-318-335.
6. Наумов Р.В. Современное состояние степного сурка (*Marmota bobak* Müll.) в Среднем Поволжье: метапопуляционная структура ареала, экологические, популяционные и генетические особенности поселений: дис. ... канд. биол. наук. Пенза, 2019. 155 с.
7. Дмитриев А.В. О динамике численности степных сурков в Чувашии с 1930 года по настоящее время // Степи Северной Евразии: материалы VII междунар. симпозиума. Оренбург, 2015. С. 312-314.
8. Дмитриев А.В. О динамике численности степных сурков в Чувашии // Териофауна России и сопредельных территорий. М., 2016. С. 111.
9. Наумов Р.В., Кузьмин А.А., Титов С.В. Особенности экологии и современное распространение степного сурка (*Marmota bobak* Müller, 1776) в Самарской области: предварительные данные // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2013. № 4(4). С. 60-68.
10. Румянцев В.Ю., Ермаков О.А., Ильин В.Ю., Добролюбов А.Н., Солдатов М.С., Даниленко Е.А. К истории и современному состоянию степного сурка (*Marmota bobak* Müll.) в Пензенской области // Аридные экосистемы. 2012. Т. 18. № 2 (51). С. 62-73.
11. Федоренко О.Н. Оценка ресурсов степного сурка (*Marmota bobak* Müll.) в Оренбургской области, их сохранение и рациональное использование: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2006. 22 с.

12. Чибилёв А.А., Федоренко О.Н., Левыкин С.В. Антропогенная трансформация местообитаний и проблемы управления ресурсами степного сурка на Южном Урале // Вопросы степеведения. 2005. Т. 5. С. 115-121.
13. Автономов А.Н., Васильев О.А., Воронов Л.Н., Гаврилов О.Е., Гафурова М.М., Дмитриев А.В., Дубанов И.С., Карягин Ф.А., Ластухин А.А., Лялин Г.С., Максимов С.С., Миронов А.А., Никонорова И.В. Краткая характеристика Чувашской Республики // Экологический вестник Чувашской Республики. 2024. № 85. С. 3-10.
14. Дмитриев А.В. Реакклиматизация и восстановление численности степного сурка (*Marmota bobak* Müller, 1776) в Поволжье: дис. ... канд. биол. наук. М., 2001. 236 с.
15. Дмитриев А.В. Краткое описание Государственного природного заповедника «Присурский» // Научные труды Государственного природного заповедника «Присурский». Чебоксары-Атрат, 2001. Т. 4. С. 4-11.
16. Экологический атлас Чувашской Республики. Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 2024. 240 с.
17. Экологическая энциклопедия Чувашской Республики. Чебоксары: Чувашское книжн. изд-во, 2019. 607 с.
18. Бибииков Д.И., Дмитриев А.В., Абрахина И.Б., Бармин Н.А. Об изучении движения генофонда сурков при их реакклиматизации и акклиматизации // Сурки Голарктики как фактор биоразнообразия. М.: Изд-во АВФ, 1997. С. 20.
19. Дежкин А.В. Байбак в Чувашии // Газета «Советская Чувашия». 20.10.1983 г.
20. Дежкин А.В. И снова о байбаке // Газета «Советская Чувашия». 21.11.1986 г.
21. Дежкин А.В. Результаты искусственного расселения степного сурка в России // Международное (V) Совещание по суркам стран СНГ (21-23 сентября 1993 г., с. Гайдары, Украина): тез. докл. М., 1993. С. 8-9.
22. Воробьев Д.Н., Дмитриев А.В. Сурки на территории Цивильского суркового заказника // Териофауна России и сопредельных территорий. Международное совещание. (X Съезд Териологического общества при РАН). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. С. 79.
23. Воробьев Д.Н., Дмитриев А.В., Воронов Л.Н., Федорова Л.Ф. Дополнительные сведения о Цивильской колонии сурков Чувашской Республики // Сурки Евразии: экология и практическое значение: тез. докл. XI Междунар. совещания по суркам (пос. Родники, Раменский район, Московская область, Россия, 11-15 марта 2015 г.). М., 2015. С. 34-39.
24. Дмитриев А.В. Краткое описание сурковых поселений Чувашской Республики // Международное (V) Совещ. по суркам стран СНГ (21-23 сентября 1993 г., с. Гайдары, Украина): тез. докл. М., 1993. С. 9-10.
25. Дмитриев А.В. Предварительные результаты реакклиматизации сурка-байбака в Чувашской Республике // Международное (V) Совещ. по суркам стран СНГ (21-23 сентября 1993 г., с. Гайдары, Украина): тез. докл. М., 1993. С. 11-12.
26. Дмитриев А.В. Предложения по организации Цивильского суркового заказника республиканского значения // Экологический вестник Чувашской Республики. 2003. Вып. 36. С. 64-66.
27. Дмитриев А.В., Леонтьева М.Н., Абрахина И.Б., Бармин Н.А., Исаев А.Ю. и др. Современное состояние и перспективы реакклиматизации байбака (*Marmota bobak* Müll.) в Поволжье // Актуальные проблемы исследований сурков: сб. науч. тр. М., 1994. С. 45-62.
28. Жалилов А.Б. Распространение, численность и особенности экологии степного сурка (*Marmota bobak*) в Северо-Западной части Приволжской возвышенности: дис. ... канд. биол. наук. Пенза, 2019. 178 с.
29. Панченко Н.Л., Дмитриев А.В., Егоров Л.В. Современное состояние, изученность и перспективы развития Цивильской основной колонии сурков Чувашской Республики // Сурки Голарктики как фактор биоразнообразия: тез. докл. III Междунар. конф. по суркам (Россия, Чебоксары, 25-30 августа 1997 г.). М.: Изд-во АВФ, 1997. С. 71.

30. Dimitriev A.V., Leontieva M.N., Abrakhina I.B., Barmin M.A., Isaev A.Yu., Kuvshinov V.A., Marphin V.G., Plechova Z.N., Shiyan R.I. Modern state and prospects of reacclimatization of the bobac (*Marmota bobac* Müll.) in the Volga region // Actual problems of Marmots Investigation (Collection of Scientific Articles). Moscow: ABF Publishing House, 1994. P. 45-62.
31. Panchenko N.L., Dimitriev A.V., Egorov L.V. Modern condition state of studies and perspectives of development of Tsvilsk' basic colony of the bobacs in Chuvash Republic // III International Conference of Marmot "Holarctic Marmots as a factor of biodiversity" (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia 25-30 August, 1997): Abstracts. International Marmot Network, 1997. Moscow: ABF P.H., 1997. P. 173-174.
32. Димитриев А.В. Анализ известных случаев гибели сурков в последние годы в Чувашской Республике // Сурки Северной Евразии: сохранение биологического разнообразия: тез. докл. II Междунар. (VI) Совещ. по суркам стран СНГ (г. Чебоксары, Чувашская Республика, Россия, 9-13 сентября 1996 г.). М.: Изд-во АБА, 1996. С. 19-20.
33. Воробьев Д.Н., Димитриев А.В., Рахматуллин М.М., Федорова Л.Ф. О фактах позднего залегания в зимнюю спячку степных сурков (*Marmota bobak* Müller, 1776) в Чувашии // Сурки Евразии: экология и практическое значение: тез. докл. XI Междунар. совещ. по суркам. М., 2015. С. 39-43.
34. Кузьмин Ал.А., Шмыров А.А., Титов С.В. Большой суслик (*Spermophilus major* Pall.) на Правобережье Волги: современное состояние и распространение // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. Естественные науки. 2011. № 25. С. 214-219.
35. Димитриев А.В. Некоторые ошибки при реакклиматизации сурков в Поволжье // Возрождение степного сурка: тез. докл. Междунар. семинара по суркам стран СНГ (с. Гайдары, Харьковская область, Украина, 26-30 мая 1997 г.). М.: Изд-во ABF, 1997. С. 14-15.
36. Димитриева Н.А., Димитриев А.В., Давыдова Т.Н., Гусарова М.А. О сурковых особо охраняемых природных территориях Чувашии // Прошлое, настоящее и будущее сурков Евразии и экологические аспекты расселения сурков в Байкальском регионе: тез. докл. X междунар. совещ. по суркам стран СНГ. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. С. 16-17.
37. Методические указания по проведению Всероссийских учетов сурков и слежению за состоянием их численности. М.: Главохота РСФСР, 1983. 16 с.
38. Димитриев А.В. О необходимости усиления охраны степных сурков (*Marmota bobak* Müller, 1776) в Чувашской Республике // Сурки Евразии: экология и практическое значение: материалы XI междунар. совещ. по суркам специалистов стран бывшего Советского Союза (пос. Родники, Раменский район, Московская область, 11-15 марта 2015 г.). М., 2015. С. 43-45.
39. Димитриев А.В. О динамике численности степных сурков в Чувашии с 1930 года по настоящее время // Степи Северной Евразии: материалы VII междунар. симпозиума. Оренбург, 2015. С. 312-314.
40. Доклад «Об охране окружающей среды Чувашской Республики в 2009 году» / авт.-сост. докл.: Т.И. Понятова, А.В. Димитриев, М.П. Запасова // Экологический вестник Чувашской Республики. Чебоксары, 2010. Вып. 69. 96 с
41. Димитриев А.В. О необходимости включения степного сурка (*Marmota bobak* Müller, 1776) в Красную книгу Чувашской Республики // Научные труды Государственного природного заповедника «Присурский». 2012. Т. 27. С. 68-72.
42. Доклад «Об экологической ситуации в Чувашской Республике в 2011 году»: монография / авт.-сост. докл.: Е.А. Лаванов, В.К. Спиридонов, Е.В. Юшин. Чебоксары, 2012. 68 с.
43. Доклад «Об экологической ситуации в Чувашской Республике в 2012 году»: монография / авт.-сост.: В.К. Спиридонов, Е.В. Юшин, Е.А. Лаванов. Чебоксары, 2013. 72 с.

44. Доклад «Об экологической ситуации в Чувашской Республике в 2013 году»: монография / авт.-сост.: Е.А. Лаванов, В.К. Спиридонов, Е.В. Юшин. Чебоксары, 2014. 79 с.

45. Письмо федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 20.03.2013 № 01/3030-13-32 «О прогнозе изменения численности грызунов на 2013 год». 9 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499012940> (дата обращения: 04.01.2026).

46. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Чувашской Республике в 2013 г.: Гос. докл. Чебоксары: Управление Роспотребнадзора по Чувашской Республике – Чувашии, 2014. 214 с. URL: <https://21.rospotrebnadzor.ru/content/768/36765/> (дата обращения: 04.01.2026).

47. Языкбаев Э.Р. Метеорологические итоги 2022 года в степных регионах Среднего Поволжья и Южного Урала. URL: <https://orensteppe.org/news/meteorologicheskie-itogi-2022-goda-v-stepnyh-regionah-srednego-povolzhya-i-yuzhnogo-urala> (дата обращения: 04.01.2026).

48. Прогноз погоды на июнь 2022 года в Чувашии. URL: <https://pogoda21.ru/news.php?shownews=268935> (дата обращения: 10.02.2026).

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

Поступила в редакцию 12.01.2026

Принята к публикации 16.03.2026

ON THE NUMBER DYNAMICS OF MARMOTS (*MARMOTA BOBAK MÜLLER, 1776*) OF THE TSIVILSKY COLONY OF MARMOTS IN THE CHUVASH REPUBLIC FROM 1988 TO 2024

*A. Dimitriev^{1,2}, D. Vorobiev³

¹Chuvash State University named after. I.N. Ulyanova, Russia, Cheboksary

²Chuvash National Academy of Sciences and Arts, Russia, Cheboksary

³Institute of Ecology, Biotechnology and Environmental Management, Kazan (Volga Region) Federal University, Russia, Kazan
e-mail: *cheboksandr@mail.ru

The dynamics of marmots' population at the Tsvilsky marmot colony established in 1988, was analyzed. After the marmot release, the population initially declined slightly, but then gradually increased, and experienced four waves of rise and fall with extreme ranges from (34) 62 to 431 individuals. The following factors may have negatively affected on the marmot population: abnormal heat (1995 and 2010), hunting (2001-2005), the "mouse year" (2013), and cold and rainy weather in spring and early summer (2022).

Key words: *Marmota bobak*, Tsvil'skaya marmot colony, Chuvash Republic, population dynamics, state reserve.

References

1. Soroka O.V. Dinamika chislennosti stepnogo surka v Yuzhnom Predural'e v usloviyakh zapovednogo rezhima. *Aridnye ekosistemy*. 2025. T. 31. N 1 (102). S. 102-109.

2. Bezuglov E.V., Leneva E.A. Sovremennoe sostoyanie poselenii stepnogo surka (*Marmota bobak* Müller, 1776) v usloviyakh yugo-vostochnoi chasti Stepnogo Zaural'ya. *Voprosy stepovedeniya*. 2024. N 4. S. 133-141. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-4-133-141.

3. Pavlov P.O. Rezul'taty issledovaniya naseleniya stepnogo surka na territorii natsional'nogo parka "Sengileevskie gory". Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Estestvennye nauki. 2024. N 4. S. 60-65. DOI: 10.21685/2307-9150-2024-4-6.
4. Kolesnikov V.V., Brandler O.V., Badmaev B.B., Ad'yaa Ya. Otsenka sovremennogo sostoyaniya resursov surkov (*Marmota*, Sciuridae, Rodentia) v Mongolii. Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel biologicheskii. 2010. T. 115. Vyp. 5. S. 3-12.
5. Kondratenkov I.A., Oparin M.L., Sukhov S.V., Oparina O.S. Struktura areala i dinamika chislennosti surka (*Marmota bobak* Müller, 1776) (Sciuridae, Mammalia) v Saratovskoi oblasti v kontse XX – nachale XXI stoletii. Povolzhskii ekologicheskii zhurnal. 2020. N 3. S. 318-335. DOI: 10.35885/1684-7318-2020-3-318-335.
6. Naumov R.V. Sovremennoe sostoyanie stepnogo surka (*Marmota bobak* Müll.) v Srednem Povolzh'e: metapopulyatsionnaya struktura areala, ekologicheskie, populyatsionnye i geneticheskie osobennosti poselenii: dis. ... kand. biol. nauk. Penza, 2019. 155 s.
7. Dimitriev A.V. O dinamike chislennosti stepnykh surkov v Chuvashii s 1930 goda po nastoyashchee vremya. Stepi Severnoi Evrazii: materialy VII mezhdunar. simpoziuma. Orenburg, 2015. S. 312-314.
8. Dimitriev A.V. O dinamike chislennosti stepnykh surkov v Chuvashii. Teriofauna Rossii i sopredel'nykh territorii. M., 2016. C. 111.
9. Naumov R.V., Kuz'min A.A., Titov S.V. Osobennosti ekologii i sovremennoe rasprostranenie stepnogo surka (*Marmota bobak* Müller, 1776) v Samarskoi oblasti: predvaritel'nye dannye. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Estestvennye nauki. 2013. N 4(4). S. 60-68.
10. Rumyantsev V.Yu., Ermakov O.A., Il'in V.Yu., Dobrolyubov A.N., Soldatov M.S., Danilenko E.A. K istorii i sovremennomu sostoyaniyu stepnogo surka (*Marmota bobak* Müll.) v Penzenskoi oblasti. Aridnye ekosistemy. 2012. T. 18. N 2 (51). S. 62-73.
11. Fedorenko O.N. Otsenka resursov stepnogo surka (*Marmota bobak* Müll.) v Orenburgskoi oblasti, ikh sokhranenie i ratsional'noe ispol'zovanie: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Orenburg, 2006. 22 s.
12. Chiblev A.A., Fedorenko O.N., Levykin S.V. Antropogennaya transformatsiya mestoobitaniya i problemy upravleniya resursami stepnogo surka na Yuzhnom Urale. Voprosy stepovedeniya. 2005. T. 5. S. 115-121.
13. Avtonomov A.N., Vasil'ev O.A., Voronov L.N., Gavrilov O.E., Gafurova M.M., Dimitriev A.V., Dubanov I.S., Karyagin F.A., Lastukhin A.A., Lyalin G.S., Maksimov S.S., Mironov A.A., Nikonorova I.V. Kratkaya kharakteristika Chuvashskoi Respubliki. Ekologicheskii vestnik Chuvashskoi Respubliki. 2024. N 85. S. 3-10.
14. Dimitriev A.V. Reakklimatizatsiya i vosstanovlenie chislennosti stepnogo surka (*Marmota bobak* Müller, 1776) v Povolzh'e: dis. ... kand. biol. nauk. M., 2001. 236 s.
15. Dimitriev A.V. Kratkoe opisanie Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Prisurskii". Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Prisurskii". Cheboksary-Atrat, 2001. T. 4. S. 4-11.
16. Ekologicheskii atlas Chuvashskoi Respubliki. Cheboksary: Izd-vo Chuvash. gos. un-ta, 2024. 240 s.
17. Ekologicheskaya entsiklopediya Chuvashskoi Respubliki. Cheboksary: Chuvashskoe knizhn. izd-vo, 2019. 607 s.
18. Bibikov D.I., Dimitriev A.V., Abrakhina I.B., Barmin N.A. Ob izuchenii dvizheniya genofonda surkov pri ikh reakklimatizatsii i akklimatizatsii. Surki Golarktiki kak faktor bioraznoobraziya. M.: Izd-vo ABF, 1997. S. 20.
19. Dezhkin A.V. Baibak v Chuvashii. Gazeta "Sovetskaya Chuvashiya". 20.10.1983 g.
20. Dezhkin A.V. I snova o baibake. Gazeta "Sovetskaya Chuvashiya". 21.11.1986 g.
21. Dezhkin A.V. Rezul'taty iskusstvennogo rasseleniya stepnogo surka v Rossii. Mezhdunarodnoe (V) Soveshchanie po surkam stran SNG (21-23 sentyabrya 1993 g., s. Gaidary, Ukraina): tez. dokl. M., 1993. S. 8-9.

22. Vorob'ev D.N., Dimitriev A.V. Surki na territorii Tsivil'skogo surkovogo zakaznika. Teriofauna Rossii i sopredel'nykh territorii. Mezhdunarodnoe soveshchanie. (X S'ezd Teriologicheskogo obshchestva pri RAN). M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2016. S. 79.
23. Vorob'ev D.N., Dimitriev A.V., Voronov L.N., Fedorova L.F. Dopolnitel'nye svedeniya o Tsivil'skoi kolonii surkov Chuvashskoi Respubliki. Surki Evrazii: ekologiya i prakticheskoe znachenie: tez. dokl. XI Mezhdunar. soveshchaniya po surkam (pos. Rodniki, Ramenskii raion, Moskovskaya oblast', Rossiya, 11-15 marta 2015 g.). M., 2015. S. 34-39.
24. Dimitriev A.V. Kratkoe opisanie surkovykh poselenii Chuvashskoi Respubliki. Mezhdunarodnoe (V) Soveshch. po surkam stran SNG (21-23 sentyabrya 1993 g., s. Gaidary, Ukraina): tez. dokl. M., 1993. C. 9-10.
25. Dimitriev A.V. Predvaritel'nye rezul'taty reakklimatizatsii surka-baibaka v Chuvashskoi Respublike. Mezhdunarodnoe (V) Soveshch. po surkam stran SNG (21-23 sentyabrya 1993 g., s. Gaidary, Ukraina): tez. dokl. M., 1993. C. 11-12.
26. Dimitriev A.V. Predlozheniya po organizatsii Tsivil'skogo surkovogo zakaznika respublikanskogo znacheniya. Ekologicheskii vestnik Chuvashskoi Respubliki. 2003. Vyp. 36. S. 64-66.
27. Dimitriev A.V., Leont'eva M.N., Abrakhina I.B., Barmin N.A., Isaev A.Yu. i dr. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy reakklimatizatsii baibaka (*Marmota bobak* Müll.) v Povolzh'e. Aktual'nye problemy issledovaniy surkov: sb. nauch. tr. M., 1994. S. 45-62.
28. Zhalilov A.B. Rasprostranenie, chislennost' i osobennosti ekologii stepnogo surka (*Marmota bobak*) v Severo-Zapadnoi chasti Privolzhskoi vozvyshennosti: dis. ... kand. biol. nauk. Penza, 2019. 178 s.
29. Panchenko N.L., Dimitriev A.V., Egorov L.V. Sovremennoe sostoyanie, izuchennost' i perspektivy razvitiya Tsivil'skoi osnovnoi kolonii surkov Chuvashskoi Respubliki. Surki Golarktiki kak faktor bioraznoobraziya: tez. dokl. III Mezhdunar. konf. po surkam (Rossiya, Cheboksary, 25-30 avgusta 1997 g.). M.: Izd-vo ABF, 1997. C. 71.
30. Dimitriev A.V., Leontieva M.N., Abrakhina I.B., Barmin M.A., Isaev A.Yu., Kuvshinov V.A., Marphin V.G., Plechova Z.N., Shiyan R.I. Modern state and prospects of reacclimatization of the bobac (*Marmota bobac* Müll.) in the Volga region. Actual problems of Marmots Investigation (Collection of Scientific Articles). Moscow: ABF Publishing House, 1994. P. 45-62.
31. Panchenko N.L., Dimitriev A.V., Egorov L.V. Modern condition state of studies and perspectives of development of Tsivil'sk' basic colony of the bobacs in Chuvash Republic. III International Conference of Marmot "Holarctic Marmots as a factor of biodiversity" (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia 25-30 August, 1997): Abstracts. International Marmot Network, 1997. Moscow: ABF P.H., 1997. P. 173-174.
32. Dimitriev A.V. Analiz izvestnykh sluchaev gibeli surkov v poslednie gody v Chuvashskoi Respublike. Surki Severnoi Evrazii: sokhranenie biologicheskogo raznoobraziya: tez. dokl. II Mezhdunar. (VI) Soveshch. po surkam stran SNG (g. Cheboksary, Chuvashskaya Respublika, Rossiya, 9-13 sentyabrya 1996 g.). M.: Izd-vo ABA, 1996. C. 19-20.
33. Vorob'ev D.N., Dimitriev A.V., Rakhmatullin M.M., Fedorova L.F. O faktakh pozdnego zaleganiya v zimnyuyu spyachku stepnykh surkov (*Marmota bobak* Müller, 1776) v Chuvashii. Surki Evrazii: ekologiya i prakticheskoe znachenie: tez. dokl. XI Mezhdunar. soveshch. po surkam. M., 2015. S. 39-43.
34. Kuz'min A.I., Shmyrov A.A., Titov S.V. Bol'shoi suslik (*Spermophilus major* Pall.) na Pravoberezh'e Volgi: sovremennoe sostoyanie i rasprostranenie. Izvestiya Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo. Estestvennye nauki. 2011. N 25. S. 214-219.
35. Dimitriev A.V. Nekotorye oshibki pri reakklimatizatsii surkov v Povolzh'e. Vozrozhdenie stepnogo surka: tez. dokl. Mezhdunar. seminar po surkam stran SNG (s. Gaidary, Khar'kovskaya oblast', Ukraina, 26-30 maya 1997 g.). M.: Izd-vo AVF, 1997. S. 14-15.

36. Dimitrieva N.A., Dimitriev A.V., Davydova T.N., Gusarova M.A. O surkovykh osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh Chuvashii. Proshloe, nastoyashchee i budushchee surkov Evrazii i ekologicheskie aspekty rasseleniya surkov v Baikal'skom regione: tez. dokl. X mezhdunar. soveshch. po surkam stran SNG. Ulan-Ude: Izd-vo BNTS SO RAN, 2010. S. 16-17.
37. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu Vserossiiskikh uchetov surkov i slezheniyu za sostoyaniem ikh chislennosti. M.: Glavokhota RSFSR, 1983. 16 s.
38. Dimitriev A.V. O neobkhodimosti usileniya okhrany stepnykh surkov (*Marmota bobak* Müller, 1776) v Chuvashskoi Respublike. Surki Evrazii: ekologiya i prakticheskoe znachenie: materialy XI mezhdunar. soveshch. po surkam spetsialistov stran byvshego Sovetskogo Soyuza (pos. Rodniki, Ramenskii raion, Moskovskaya oblast', 11-15 marta 2015 g.). M., 2015. S. 43-45.
39. Dimitriev A.V. O dinamike chislennosti stepnykh surkov v Chuvashii s 1930 goda po nastoyashchee vremya. Step'i Severnoi Evrazii: materialy VII mezhdunar. simpoziuma. Orenburg, 2015. S. 312-314.
40. Doklad "Ob okhrane okruzhayushchei sredy Chuvashskoi Respubliki v 2009 godu". Avt.-sost. dokl.: T.I. Ponyatova, A.V. Dimitriev, M.P. Zapasova. Ekologicheskii vestnik Chuvashskoi Respubliki. Cheboksary, 2010. Vyp. 69. 96 s
41. Dimitriev A.V. O neobkhodimosti vklucheniya stepnogo surka (*Marmota bobak* Müller, 1776) v Krasnuyu knigu Chuvashskoi Respubliki. Nauchnye trudy Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Prisurskii". 2012. T. 27. S. 68-72.
42. Doklad "Ob ekologicheskoi situatsii v Chuvashskoi Respublike v 2011 godu": monografiya. Avt.-sost. dokl.: E.A. Lavanov, V.K. Spiridonov, E.V. Yushin. Cheboksary, 2012. 68 s.
43. Doklad "Ob ekologicheskoi situatsii v Chuvashskoi Respublike v 2012 godu": monografiya. Avt.-sost.: V.K. Spiridonov, E.V. Yushin, E.A. Lavanov. Cheboksary, 2013. 72 s.
44. Doklad "Ob ekologicheskoi situatsii v Chuvashskoi Respublike v 2013 godu": monografiya. Avt.-sost.: E.A. Lavanov, V.K. Spiridonov, E.V. Yushin. Cheboksary, 2014. 79 s.
45. Pis'mo federal'noi sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteli i blagopoluchiya cheloveka ot 20.03.2013 N 01/3030-13-32 "O prognoze izmeneniya chislennosti gryzunov na 2013 god". 9 s. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499012940> (data obrashcheniya: 04.01.2026).
46. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Chuvashskoi Respublike v 2013 g.: Gos. dokl. Cheboksary: Upravlenie Rospotrebnadzora po Chuvashskoi Respublike – Chuvashii, 2014. 214 s. URL: <https://21.rospotrebnadzor.ru/content /768/36765/> (data obrashcheniya: 04.01.2026).
47. Yazykbaev E.R. Meteorologicheskie itogi 2022 goda v stepnykh regionakh Srednego Povolzh'ya i Yuzhnogo Urala. URL: <https://orensteppe.org/news/meteorologicheskie-itogi-2022-goda-v-stepnykh-regionah-srednego-povolzhya-i-yuzhnogo-urala> (data obrashcheniya: 04.01.2026).
48. Prognoz pogody na iyun' 2022 goda v Chuvashii. URL: <https://pogoda21.ru/news.php?shownews=268935> (data obrashcheniya: 10.02.2026).

Сведения об авторах:

Димитриев Александр Вениаминович

К.б.н., доцент кафедры природопользования и геоэкологии, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»

ORCID 0000-0002-3573-5088

Dimitriev Alexander

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Nature Management and Geocology, I.N. Ulyanov Chuvashia State University

Воробьев Дмитрий Николаевич

Студент, Институт экологии, биотехнологии и природопользования Казанского (Приволжского) федерального университета

ORCID 0009-0006-8132-1755

Vorobyov Dmitry

Student at the Institute of Ecology, Biotechnology, and Nature Management, Kazan (Volga Region) Federal University

Для цитирования: Дмитриев А.В., Воробьев Д.Н. О динамике численности степных сурков (*Marmota bobak* Müller, 1776) Цивильской колонии сурков Чувашской Республики с 1988 г. по 2024 г. // Вопросы степеведения. 2026. № 1. С. 76-87. DOI: 10.24412/2712-8628-2026-1-76-87

ИСТОРИЯ РАССЕЛЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ РОДА *ARTEMISIA* L. В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ

*С.В. Жигжитжапова¹, Б.Б. Намзалов^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, Россия, Улан-Удэ

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова», Россия, Улан-Удэ

e-mail: *Zhig2@yandex.ru

Проведены анализ и обобщение современного распространения рода *Artemisia* в пределах горных поясов Внутренней Азии. Ключевую роль в становлении рода сыграло изменение климатических условий в сторону криоаридизации при поднятии в раннем эоцене Цинхай-Тибетского нагорья. Центром возникновения полыней являются горные цепи Центральной Азии. Окончательное формирование разнообразия предковых форм в родовом комплексе *Artemisia* L. произошло в плиоцен-олигоцене. В настоящее время в пределах горных систем Внутренней Азии наибольшее число видов полыней отмечено на территории Монголии (99), наименьшее – Цинхая (53), в Байкальской Сибири – 55 видов.

Ключевые слова: полынь, геологическая история, фитогеография, Монголия, Байкальская Сибирь, Цинхай.

Введение

Интерес к роду *Artemisia* вызван широким спектром применения полыней. Так, многие виды полыней используются в качестве лекарственных средств (*Artemisia absinthium* L., *A. vulgaris* L.) или как сырье для получения, например, противомаларийного артемизинина (*A. annua* L.), противоракового арглабина (*A. glabella* Kar. et Kir.). Также полыни известны как кормовые, пищевые и технические, декоративные, инсектицидные, красильные, ароматические растения [1, 2].

По характеру пространственного распределения полыней И.М. Крашенинников [3] установил основные центры их происхождения и морфологического разнообразия в Евразии. Однако следует учесть, что в то время еще была недостаточно изучена растительность огромных пространств Монголии и Цинхай-Тибетского нагорья. В настоящее время накоплен обширный материал по фитогеографии и истории полыней, включая результаты пыльцевого анализа и молекулярной филогенетики [4-8].

На основе обобщения имеющихся сведений по филогенетическим и фитогеографическим данным о роде *Artemisia* проведен анализ их современного распространения в горных районах Внутренней Азии.

Материалы и методы

Исследования современного распространения полыней проводили в пределах трех территорий – Байкальская Сибирь (А), Монголия (В) и Цинхай (С) (рис. 1). Список полыней для каждой территории составлен на основании анализа литературных источников: по Байкальской Сибири [9-14], Монголии [12, 15-17] и Цинхаю [18, 19].

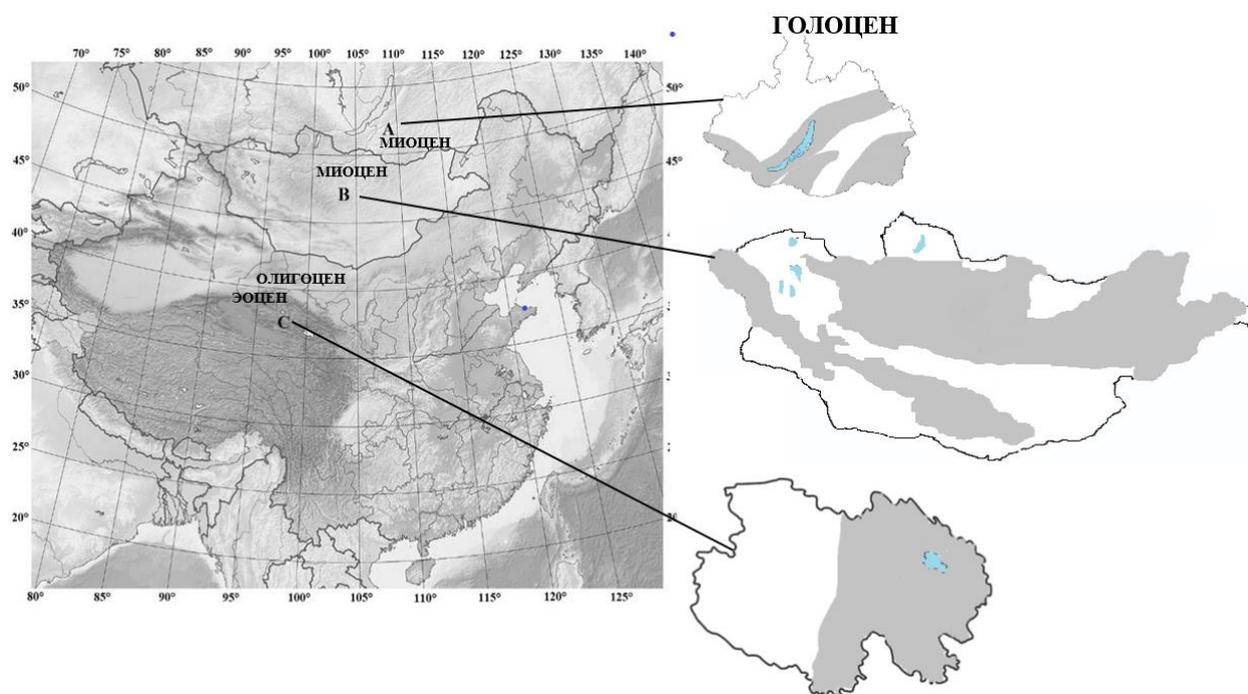


Рисунок 1 – Горные территории Внутренней Азии

Условные обозначения: **А** – Байкальская Сибирь (вокруг Байкала); **В** – Монголия (в пределах Монголии); **С** – Цинхай (в пределах провинции Цинхай Китая). Названия геологических эпох указывают на время появления пыльцы полыней в палиноспектрах на отмеченных территориях. Серым цветом обозначены области наибольшего биоразнообразия полыней.

Выбор территорий объясняется следующими причинами. Под термином «Байкальская Сибирь» понимают горную территорию вокруг оз. Байкал (рис. 1А), которая в административном плане включает территории трех субъектов Российской Федерации: Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края, общей площадью 158,1 тыс. км². В Байкальской Сибири проходит рубеж между гумидной и аридной областями Евразии. В этом регионе, по мнению И.М. Крашенинникова, находится один из центров происхождения полыней в Евразии – Ангарский [3]. В этом же регионе располагается важнейший узел биоразнообразия горных степей – Селенгинско-Даурский [20].

Цинхай (площадь 696,7 тыс. км²) составляет северо-восточную часть самого высокого в мире Цинхай-Тибетского нагорья. Для данной территории характерны все черты климата высокогорных плато, наблюдаются различия между климатическими условиями долин и вершинами гор. С увеличением высоты происходят изменения температуры, разреженности воздуха, интенсивности солнечного излучения. Провинция Цинхай (рис. 1С) – это наиболее богатый во флористическом отношении участок Тибета. Растительный покров представлен здесь переходными сообществами от холодных влажных тундр восточного Тибета к холодным сухим степям и горным пустыням на западе плато [21].

Монголия как страна занимает площадь 1565,5 тыс. км² (рис. 1В), 40 % которой составляют горы; это уникальная природная территория, которая на севере стыкуется с другими горными странами, а на юге – с китайскими участками пустынь Центральной Азии. Резкая континентальность климата Монголии связана с совпадением центров наибольшей аридности и зимней континентальности климата [22].

Номенклатура полыней приведена по работам И.М. Красноборова с соавторами [9] и Л.И. Малышева с соавторами [13]. Полыни родства *A. obtusiloba* Ledeb. рассматриваем как самостоятельные виды: *A. obtusiloba* Ledeb., *A. subviscosa* Turcz. ex Bess., *A. martjanovii* Krasch. ex Poljak. [11]. При выделении типов ареалов принимали во внимание всю территорию

распространения вида, но их названия основывались на конфигурации основной его части. При распределении видов полыней по эколого-ценотическим группам опирались на работу Л.И. Малышева, Г.А. Пешковой [23] с некоторыми уточнениями [9, 13, 17, 19]. Ареалогические и эколого-ценотические особенности полыней нами рассмотрены ранее [24-26], а также в трудах других ученых, проводящих флористические исследования на территории Монголии [16] и Цинхая [18].

Для сравнения видового разнообразия полыней Байкальской Сибири, Монголии, Цинхая были подсчитаны индексы сходства – коэффициент Жаккара K_j и коэффициент Чекановского-Серенсена K_s : $K_j = c/(a+b-c)$ и $K_s = 2c/(a+b)$, где c – число общих видов для двух сравниваемых территорий, a – число видов на территории 1, b – число видов на территории 2.

Результаты и обсуждение

Палеонтологические данные об *Artemisia* L. ограничены данными о пыльце. Поскольку *Artemisia* обладает умеренной устойчивостью к засухе, то присутствие в составе палиноспектров их пыльцевых зерен характерно для степной растительности.

Наиболее ранние находки пыльцевых зерен в Центральной Европе зарегистрированы в отложениях позднего олигоцена, на западе Северной Америки – раннего миоцена, а на востоке Северной Америки – среднего миоцена [27]. В своей работе В. Вон (W. Wong, [27]) предположил, что полыни возникли в районе Уральских гор. На территории Западной Сибири пыльца *Artemisia* появляется в пыльцевых спектрах в позднем миоцене [28], даже в раннем плиоцене [29]. Пыльца полыней в Средиземноморье отмечена в пробах, датированных концом миоцена – в период мессинского пика солености, во время усиления засушливости. Представители подрода *Dracunculus* мигрировали в этот регион в конце плиоцена [30]. Существует спорное мнение, что через Берингов мост в Северную Америку первые полыни проникли на границе эоцена и олигоцена. Вторая волна переселения *Artemisia* могла проходить в течение плейстоцена, когда сухопутные связи с Берингией неоднократно устанавливались и нарушались с наступлением и отступлением ледников [31]. Другие авторы считают, что расхождение североамериканской эндемичной группы от азиатских предков произошло в позднем миоцене [30, 32].

В молекулярно-генетических исследованиях в большинстве работ возраст последнего общего предка *Artemisia* ограничивают 30 миллионами лет, что соответствует олигоцену. Работы по филогении и географии *Artemisia* подродов *Dracunculus* и *Seriphidium* подтверждают их возникновение в Центральной Азии примерно в конце миоцена – начале плиоцена [5, 8]. Считают, что источник диверсификации в пределах подрода *Seriphidium* может быть расположен в орографически сложной области Центральной Азии – западном Тянь-Шане, Памире и Гиндукуше. Впоследствии отсюда полыни этого подрода расселились на юг и восток по линии трансасиатского горного пояса [8] в другие регионы Евразийского континента и Северной Африки.

И.М. Крашенинников [3], А.А. Коробков [33], Ю. Линь (Y. Ling, [34]) сходятся в том, что пра-*Artemisia* появились в третичное время в Азии. В раннем кайнозое вследствие поднятия Цинхай-Тибетского плато произошли значительные изменения природной среды и климата Земли. Общее поднятие повлекло за собой иссушение климата во всей Центральной Азии вследствие появления самого большого орографического барьера для атмосферной циркуляции в Азии. В эоцене над Тибетским нагорьем существовала противонаправленная атмосферная циркуляция типа антициклона, обуславливающая поддержание в этой зоне сухого аридного климата [35], что способствовало формированию исходных форм полыней. В позднем эоцене *Artemisia* изредка встречались в северо-западном китайском палинофлористическом регионе, в области средних широт (35-40° с.ш.), в настоящее время это территории Турфанской, Хамийской впадин, Цайдама, хребта Циньлин, провинций Цинхай, Гансу и впадины Дуинин [4]. Следует отметить, что в эоцене климат в зоне средних широт был благоприятен для полыней не только в Китае, но и в Центральной Азии. Так, в Северном

Приаралье самая ранняя зарегистрированная пыльца *Artemisia* найдена в саксаульской свите, которую относят к верхнему эоцену [36]. Однако эоценовые находки В. Вон (W. Wong, [27]) относят в большей степени к пыльце *Asteraceae*, то есть предковым формам пра-*Artemisia*.

В олигоцене полыни были обычны в центральных котловинах Китая и незначительно распространились на северо-запад Китая. В миоцене род широко распространен в центральных регионах и на северо-западе, северо-востоке Китая, а также на юго-востоке и юго-западе Тибетского плато [4]. В Монголии спектры отложений, отличающиеся высоким содержанием пыльцы трав, кустарничков и полукустарничков (*Ephedra*, *Artemisia*), соответствуют миоцену [37]. В Восточной Сибири в это же время происходит снижение зимних температур и влажности, и в отложениях миоцена найдены спорово-пыльцевые комплексы, содержащие *Artemisia* [38]. В плиоцене *Artemisia* были обычны для большей части Внутренней Азии. В плейстоцене их распространение приобрело современный облик. Следует учитывать, что ледниковые процессы четвертичной эпохи в значительной степени трансформировали биоту. В этот период Цинхай-Тибетское плато было покрыто ледниковым панцирем, и его современная флора является результатом миграционных процессов из соседних областей [39]. Источниками для вторичного расселения могли послужить территории, незатронутые плейстоценовым оледенением, или иные рефугиумы. Для полыней таковыми могли быть сино-китайские горы [34]. Молекулярные исследования эндемичных видов Цинхай-Тибетского плато родов *Nannoglottis* (*Asteraceae*), *Milula* (*Liliaceae*), *Lomatogoniopsis* (*Gentianaceae*) показали, что не зависимо от времени (олигоцен-эоцен или плиоцен) и места возникновения предковых форм (Цинхай-Тибетское плато или соседние регионы), интенсивное видообразование стало результатом климатических колебаний при подъеме плато и быстрой изоляции мест их обитания [40].

На современном этапе геологической истории Земли наибольшее число видов (99) полыней отмечено в Монголии, наименьшее – в Цинхае (53). В Байкальской Сибири произрастает 55 видов полыней (табл. 1).

Среди полыней Монголии преобладают пустынно-степные (24 вида), значительная доля которых имеет центральноазиатский ареал (18 видов, или 75 %) (табл. 1). Высоко видовое разнообразие среди горностепных и лесостепных полыней (по 20 видов в каждой группе). В горностепной группе большая часть видов имеет центральноазиатский (45 %) и сибирский (40 %) ареалы. В лесостепной группе большинство видов имеют восточноазиатское (45 %) и евразийское (30 %) распространение. Светлохвойно-лесные и степные полыни представлены в равной степени (по 12 видов). При этом среди светлохвойно-лесных преобладают восточноазиатские (42 %) и сибирские (40 %) виды. Степные полыни представлены восточноазиатскими (42 %), меньше – евразийскими (25 %), центральноазиатскими (16,5 %) и сибирскими (16,5 %) видами. Лугово-солончаковые (7 видов) полыни Монголии имеют центральноазиатское (43 %) и восточноазиатское (29 %) распространение. Высокогорные полыни в Монголии представлены всего 4 видами, три (75 %) из которых являются центральноазиатскими.

В Байкальской Сибири преобладают лесостепные (14), горностепные (12) и степные (9) виды. Среди лесостепных значительна доля евразийских (43 %). Горностепные полыни в основном с сибирским (50 %) и центральноазиатским (33 %) ареалами. Среди степных полыней Байкальской Сибири только 2 вида (22 %) являются эндемиками, остальные имеют более широкие ареалы: сибирский (45 %), евразийский (22 %) и восточноазиатский (11 %). В группе светлохвойно-лесных полыней (7 видов) преобладают сибирские виды (57 %). Лугово-солончаковые и пустынно-степные полыни не богаты в видовом отношении и представлены в Байкальской Сибири 5 видами каждая группа, среди которых преобладают центральноазиатские и восточноазиатские виды. Высокогорные полыни малочисленны – 3 вида, которые имеют азиатско-североамериканский (67 %) ареал (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение полыней горных территорий Внутренней Азии по ареалогическим и эколого-ценотическим группам (количество видов, шт.)

Горные территории Внутренней Азии	Ареалогическая группа								
	Г – голарктическая	ЕА – евразийская	А – азиатская	ЦА -централноазиатская	ВА-восточноазиатская	С – сибирская	АА-азиатско-североамериканский	Э – эндемики и субэндемики	Всего
Эколого-ценотическая группа									
Светлохвойно-лесная									
Байкальская Сибирь	1				1	4		1	7
Монголия	1		1		5	4		1	12
Цинхай	1					1			2
Горностепная (ГС)									
Байкальская Сибирь		1		4		6		1	12
Монголия		1		9	1	8		1	20
Цинхай			2	4	2	1		5	14
Лугово-солончаковая (ЛГ)									
Байкальская Сибирь				2	2	1			5
Монголия				3	2	1		1	7
Цинхай				1				1	2
Пустынно-степная (ПС)									
Байкальская Сибирь				2	2			1	5
Монголия				18	1			5	24
Цинхай				5				3	8
Лесостепная (ЛС)									
Байкальская Сибирь	1	6	3		3		1		14
Монголия	1	6	2		9		1	1	20
Цинхай	1	1	3		2			1	8
Степная (СС)									
Байкальская Сибирь		2			1	4		2	9
Монголия		3		2	5	2			12
Цинхай		2							2
Высокогорная (ВВ)									
Байкальская Сибирь						1	2		3
Монголия				3			1		4
Цинхай								17	17
Всего									
Байкальская Сибирь	2	9	3	8	9	16	3	5	55
Монголия	2	10	3	35	23	15	2	9	99
Цинхай	2	3	5	10	4	2		27	53

Во флоре Цинхая меньшее количество видов полыней, но высокая ценность состоит в том, что на этой территории отмечено больше всего эндемиков. Особенно это касается высокогорной группы, где все 17 видов (32 % от всех видов полыней Цинхая, рис. 2) являются

эндемиками. Горностепных полыней 14, из которых 5 видов (36 % от всех видов полыней этой группы, рис. 2) – эндемики, остальные имеют более широкое распространение в Азии. Среди пустынно-степных полыней (8 видов) также имеются эндемики, их значительно меньше по сравнению с высокогорными (3 вида, или 38 %). Больше количество видов среди пустынно-степных полыней имеют центральноазиатский ареал распространения (5 видов – 62 %). В группе лесостепных полыней (8 видов) Цинхая также присутствует эндемичный вид *Artemisia vestita* Wall. ex Bess., остальные распространены на территориях от Восточной Азии к западу по всей Голарктике.

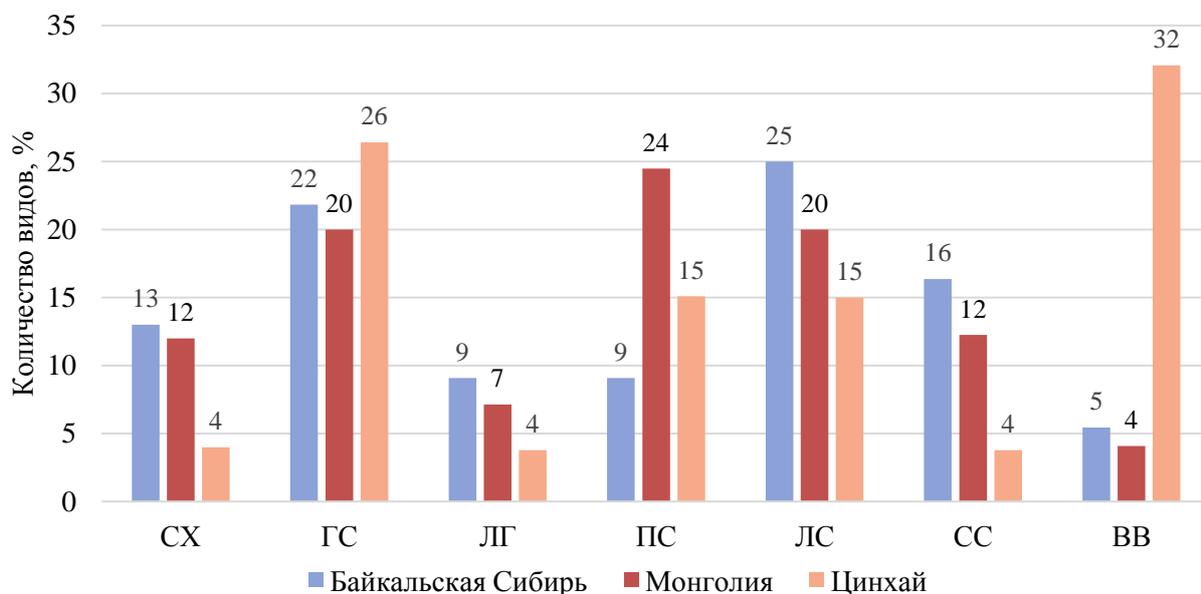


Рисунок 2 – Распределение полыней горных территорий Внутренней Азии по эколого-ценотическим группам. Обозначения названий эколого-ценотических групп приведены в таблице 1

В Монголии основу рода составляют центральноазиатские (35 %), восточноазиатские (23 %) и сибирские (15 %) виды. Последние составляют треть (29 %) от общего числа видов в Байкальской Сибири. Наиболее оригинальными являются полыни Цинхая, более половины которых (27 видов, 51 %) составляют эндемичные виды (рис. 3).

Всего на исследуемой территории зафиксировано 137 видов полыней. Общими для трех территорий являются 15 видов, в том числе 3 общеазиатских (*A. gmelinii*, *A. sieversiana*, *A. pubescens*), восточноазиатский (*A. desertorum*), 2 голарктических (*A. vulgaris*, *A. dracunculus*), 3 евразийских (*A. annua*, *A. frigida*, *A. scoparia*), 2 сибирских (*A. leucophylla*, *A. phaeolepis*), 4 центральноазиатских (*A. mongolica*, *A. rutifolia*, *A. anethifolia*, *A. mongolorum*). Еще 32 вида являются общими для Байкальской Сибири и Монголии, в том числе 5 центральноазиатских, 7 восточноазиатских, 11 сибирских, 2 азиатско-североамериканских, а также два субэндемика – *A. bargusiensis*, *A. xylorrhiza*. Вследствие географической близости территорий Монголии и Байкальской Сибири между ними наблюдается наибольшее число общих видов и высокие значения индексов сходства $K_j = 0,4$ и $K_s = 0,6$. Между Байкальской Сибирью и Цинхаем наблюдаются 15 общих видов, при этом они произрастают на всех трех территориях, между Монголией и Цинхаем – еще 8 общих видов (6 центральноазиатских и 2 восточноазиатских). Индексы сходства между парами Байкальская Сибирь – Цинхай, Монголия – Цинхай имеют равные значения $K_j = 0,2$ и $K_s = 0,3$.

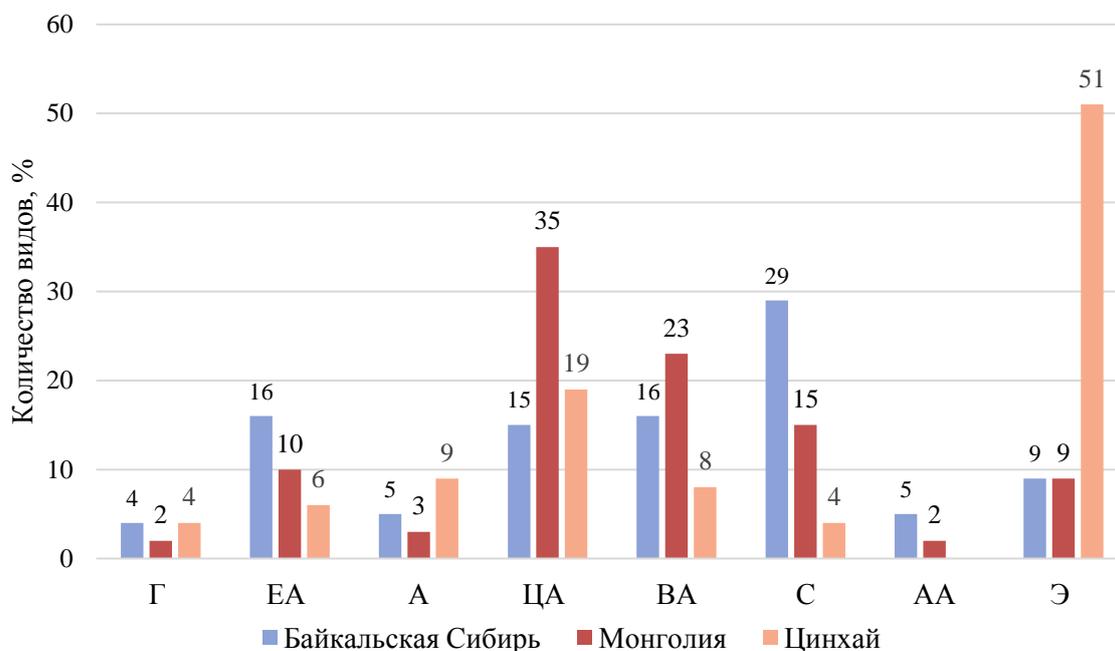


Рисунок 3 – Распределение полыней горных территорий Внутренней Азии по ареологическим группам. Обозначения названий ареологических групп приведены в таблице 1

Выводы

Ключевую роль в возникновении пра-*Artemisia* сыграло изменение климатических условий в сторону аридизации Центральной Азии при поднятии Цинхай-Тибетского плато. В результате глубинные территории Внутренней Азии, оказавшиеся в дождевой тени от влагонесущих фронтов с Индийского океана, оказались наиболее иссушенными. Исходные формы *Artemisia* L. возникли в эоцене в горных цепях Центральной Азии. Окончательное отделение полыней от предковых форм произошло в олигоцене. Глобальные похолодания в миоцене и плиоцене привели к распространению геоэлементов криоаридных полыней во флоре Центральной Азии, адаптированных к холодным и засушливым условиям. В миоцене пыльца полыней регистрируется в палиноспектрах по всему миру. Плиоцен был основным периодом для развития *Artemisia* L., при этом плейстоцен является важным историческим этапом в диверсификации рода в сторону криофилизации.

Распределение полыней на современном этапе может свидетельствовать об их распространении из вторичных (последледниковых) центров их биоразнообразия. Максимальная концентрация полыней наблюдается в пределах горных систем Внутренней Азии. Среди полыней Монголии преобладают пустынно-степные, Байкальской Сибири – лесостепные, Цинхая – высокогорные виды. Наибольшее разнообразие центральноазиатских видов отмечается на территории Монголии, сибирских – в Байкальской Сибири, эндемичных – в пределах Цинхая. Относительно низкий уровень эндемизма в Байкальской Сибири и в Монголии можно объяснить как более поздним распространением полыней на этих территориях, так и более гомогенными климатическими условиями по сравнению с высокогорным Цинхаем.

Благодарности

Исследования выполнены в рамках государственного задания БИП СО РАН (126020516704-6).

Список литературы

1. Атажанова Г.А. Терпеноиды эфирных масел растений. Распространение, химическая модификация и биологическая активность. М.: ICSPF, 2008. 288 с.
2. Ханина М.А., Ханина М.Г. Полыни Сибири и Дальнего Востока (химический состав, систематика, биологическая активность). Орехово-Зуево: Редакционно-издательский отдел ГГТУ, 2018. 246 с.
3. Крашенинников И.М. Опыт филогенетического анализа некоторых евроазиатских групп рода *Artemisia* L. в связи с особенностями палеогеографии Евразии // Материалы по истории флоры и растительности СССР. Вып. 2. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. С. 87-196.
4. Yunfa M., Qingquan M., Xiaomin F., Xiaoli Y., Fuli W., Chunhui S. Origin and development of *Artemisia* (Asteraceae) in Asia and its implications for the uplift history of the Tibetan Plateau: A review // *Quaternary International*. 2011. Vol. 236. P. 3-12. DOI: 10.1016/j.quaint.2010.08.014.
5. Pellicer J., Valles J., Korobkov A.A., Garnatje T. Phylogenetic relationships of *Artemisia* subg. *Dracunculus* (Asteraceae) based on ribosomal and chloroplast DNA sequences // *Taxon*. 2011. Vol. 60. No. 3. P. 691-704. DOI: 10.1002/tax.603006.
6. Valles J., Garcia S.N., Hidalgo O., Martin J., Pellicer J., Sanz M., Garnatje T. Biology, Genome Evolution, Biotechnological Issues and Research Including Applied Perspectives in *Artemisia* (Asteraceae) // *Advances in Botanical Research*. 2011. Vol. 60. P. 349-419. DOI: 10.1016/B978-0-12-385851-1.00015-9.
7. Бляхарчук Т.А., Амельченко В.П. Динамика ареала рода полыней на территории Западной Сибири и прилегающих территорий в голоцене по данным пыльцевого анализа в связи с изменением климата // *Сибирский экологический журнал*. 2012. № 2. С. 186-196.
8. Malik S., Viales D., Qasim Hayat M., Korobkov A.A., Garnatje T., Valles J. Phylogeny and biogeography of *Artemisia* subgenus *Seriphidium* (Asteraceae: Anthemideae) // *Taxon*. 2017. Vol. 66. P. 934-952. DOI: 10.12705/664.8.
9. Флора Сибири. Т. 13: Asteraceae (Compositae) / Сост. И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносова, Н.Н. Тупицина и др. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997. 472 с.
10. Амельченко В.П. Биосистематика полыней Сибири. Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2006. 238 с.
11. Аненхонов О.А., Пыхалова Т.Д., Осипов К.И., Сэкулич И.Р., Бадмаева Н.К., Намзалов Б.Б., Кривобоков Л.В., Мункуева М.С., Суткин А.В., Тубшинова Д.Б., Тубанова Д.Я. Определитель растений Бурятии. Улан-Удэ, 2001. 672 с.
12. Коробков А.А., Галанин А.В., Беликович А.В. Флора Даурии: определитель сосудистых растений. Т. VI (Asteraceae). Находка: Институт технологии и бизнеса, 2015. 228 с.
13. Малышев Л.И., Доронькин В.М., Зуев В.В., Власова Н.В., Никифорова О.Д., Овчинникова С.В., Ковтонюк Н.К., Шеховцова И.Н., Гребенюк А.В., Олонова М.В., Ломоносова М.Н. и др. Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 640 с.
14. Чепинога В.В., Степанцова Н.В., Гребенюк А.В., Верховина А.В., Виньковская О.П., Гнутиков А.А., Дулепова Н.А., Енущенко И.В., Зарубин А.М., Казановский С.Г., Коновалов А.С., Коробков А.А., Луферов А.Н., Росбах С.А. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения). Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2008. 327 с.
15. Губанов И.А. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М.: «Валанг», 1996. 136 с.
16. Дариймаа Ш. Астровые (Asteraceae Dumort.) Монголии: Систематический состав, экология, география, история развития и хозяйственное значение: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05. Санкт-Петербург, 2002. 648 с.
17. Baasanmunkh S., Urgamal M., Oyuntsetseg B., Sukhorukov A.P., Tsegmed Z., Son D.C., Erst A., Oyundelger K., Kechaykin A.A., Norris J., Kosachev P., Ma J.-S., Chang K.S., Choi H.J.

Flora of Mongolia: annotated checklist of native vascular plants // *PhytoKeys*. 2022. Vol. 192. P. 63-169. DOI: 10.3897/phytokeys.192.79702.

18. Ho T., Xue Ch., Lu X., Liu Sh., Wang Y., Yan C., Liu J. *Flora Qinghaica*. Xining, 1996. Vol. 3. 547 p.

19. Lin Y.R., Shi Z., Humphries C.J., Gilbert M.G. Anthemideae // *Flora of China*. Vol. 20-21 (Asteraceae). Beijing, St. Louis, 2011. P. 653-773.

20. Намзалов Б.Б. Важнейшие узлы биоразнообразия и фитогеографические феномены горных степей Южной Сибири // *Аридные экосистемы*. 2021. Т. 27. № 3(88). С. 24-36.

21. Беликович А.В. Аридная растительность Азии. *Наша ботаничка*. Владивосток, 2012-2013. URL: <http://ukhtoma.ru/geobotany> (дата обращения: 20.05.2025).

22. Береснева И.А. Климаты аридной зоны Азии. М.: Наука, 2006. 287 с.

23. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири: Предбайкалье и Забайкалье. Новосибирск: Наука, 1984. 265 с.

24. Намзалов Б-Ц.Б., Жигжитжапова С.В., Тайсаев Т.Т., Раднаева Л.Д., Банаева С.Ч., Намзалов М.Б-Ц. О реликтовых явлениях и влиянии вулканогенных пород на растительность горных степей Южной Сибири // *Аридные экосистемы*. 2018. Т. 24. № 2. С. 37-47. DOI: 10.24411/1993-3916-2018-00015.

25. Namzalov B-Ts.B., Zhigzhitzhapova S.V., Namzalov M.B-Ts. Rare plants in the focus of the modern concept of diversity (on the example of Transbaikal) // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 315. 2019. P. 072004. DOI: 10.1088/1755-1315/315/7/072004.

26. Жигжитжапова С.В., Намзалов Б.Б., Алымбаева Ж.Б., Жарникова М.А., Санданов Д.В., Холбоева С.А., Коробков А.А. Узлы биоразнообразия полыней Байкальской Сибири // *Аридные экосистемы*. 2025. Т. 31. № 4 (105). С. 34-42. DOI: 10.24412/1993-3916-2025-4-34-42.

27. Wang W. On the origin and development of *Artemisia* (Asteraceae) in the geological past // *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2004. Vol. 145. P. 331-336. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2004.00287.x.

28. Курманов Р.Г. Стратиграфия и спорово-пыльцевые комплексы миоценовых отложений Тюльганского бурогоугольного месторождения (Южный Урал) // *Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки*. 2017. Т. 159. № 4. С. 629-653.

29. Никитин В.П. Палеокарпология и вопросы стратиграфии неогена Западной Сибири // *Геология и геофизика*. 2006. Т. 47. № 8. С. 963-970.

30. Sanz M., Schneeweiss G., Vilatersana R., Valles J. Temporal origins and diversification of *Artemisia* and allies (Anthemideae, Asteraceae) // *Collectanea Botanica*. 2011. Vol. 30. P. 7-15. DOI:10.3989/collectbot.2011.v30.001.

31. Riggins Ch.W., Seigler D.S. The genus *Artemisia* (Asteraceae: Anthemideae) at a continental crossroads: Molecular insights into migrations, disjunctions, and reticulations among Old and New World species from a Beringian perspective // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2012. Vol. 64. No. 3. P. 471-490. DOI: 10.1016/j.ympev.2012.05.003.

32. Tkach N.V., Hoffmann M.H., Roser M., von Hagen K.B. Temporal patterns of evolution in the Arctic explored in *Artemisia* L. (Asteraceae) lineages of different age // *Plant Ecology and Diversity*. 2008. Vol. 1. No. 2. P. 161-169. DOI: 10.1080/17550870802331912.

33. Коробков А.А. Полыни Северо-Востока СССР. Л.: Наука, 1981. 120 с.

34. Ling Y. Hengduan-Himalayan Mts (HH), a special area from the floristic point of view for *Artemisia* L. (Compositae) // *Bulletin of Botanical Research*. 1990. Vol. 10. No. 3. P. 73-92.

35. Botsyun S., Sepulchre P., Donnadieu Ya., Risi C., Licht A., Rugenstein J.K.C. Revised paleoaltimetry data show low Tibetan Plateau elevation during the Eocene // *Science*. 2019. Vol. 363. eaaq1436. DOI: 10.1126/science.aaq1436.

36. Заклинская Е.Д. Стратиграфическое значение пыльцы голосеменных кайнозойских отложений Павлодарского Прииртышья и Северного Приаралья. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 220 с.

37. Сизов А.В., Сотникова М.В., Соколов С.А., Якимова А.А., Тесаков А.С., Вислобокова И.А., Зеленков Н.В., Симакова А.Н., Юшин К.И., Батсайхан Ц. Новый взгляд на возраст и геологическое строение местонахождения неогеновых позвоночных Хиргис-Нур-2 (северо-западная Монголия) // Геодинамика и тектонофизика. 2024. Т. 15. № 6. 0791. DOI: 10.5800/GT-2024-15-6-0791.

38. Белова В.А. Растительность и климат позднего кайнозоя юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 160 с.

39. Грубов В.И. Ботанико-географическое районирование Центральной Азии // Растения Центральной Азии. М.; Л., 1963. Вып. 1. С. 10-69.

40. Liu J.-Q., Gao T.-G., Chen Z.-D., Lu A.-M. Molecular phylogeny and biogeography of the Qinghai-Tibet Plateau endemic *Nannoglottis* (Asteraceae) // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2002. Vol. 23. No. 3. P. 307-325. DOI: 10.1016/S1055-7903(02)00039-8.

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

Поступила в редакцию 25.07.2025

Принята к публикации 16.03.2026

THE HISTORY OF DISPERSION OF SPECIES OF THE GENUS ARTEMISIA L. IN THE MOUNTAINOUS REGIONS OF INNER ASIA

*S. Zhigzhitzhapova¹, B. Namzalov^{1,2}

¹Baikal Institute of Nature Management of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Ulan-Ude

²Banzarov Buryat State University, Russia, Ulan-Ude
e-mail: *Zhig2@yandex.ru

This article presents the results of a generalization and analysis of the modern distribution of the genus *Artemisia* within the mountainous regions of Inner Asia. A key role in the formation of the genus was played by the change in climatic conditions towards cryoaridization during of the Qinghai-Tibet Plateau uplift in the Early Eocene. The mountain ranges of Central Asia were the cradle of *Artemisia* L. The final formation of the diversity of ancestral forms in the *Artemisia* L. ancestral complex occurred in the Pliocene-Oligocene. Currently, within the mountain systems of Inner Asia, the greatest number of wormwood species is found in Mongolia (99), the least in Qinghai (53), and 55 species in Baikal Siberia.

Key words: wormwood, geological history, phytogeography, Mongolia, Baikal Siberia, Qinghai.

References

1. Atazhanova G.A. Terpenoidy efirnykh masel rastenii. Rasprostranenie, khimicheskaya modifikatsiya i biologicheskaya aktivnost'. M.: ICSPF, 2008. 288 с.

2. Khanina M.A., Khanina M.G. Polyni Sibiri i Dal'nego Vostoka (khimicheskii sostav, sistematika, biologicheskaya aktivnost'). Orehovo-Zuevo: Redaktsionno-izdatel'skii otdel GGTU, 2018. 246 s.

3. Krasheninnikov I.M. Opyt filogeneticheskogo analiza nekotorykh evro-aziatskikh grupp roda *Artemisia* L. v svyazi s osobennostyami paleogeografii Evrazii. Materialy po istorii flory i rastitel'nosti SSSR. Vyp. 2. M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1946. S. 87-196.

4. Yunfa M., Qingquan M., Xiaomin F., Xiaoli Y., Fuli W., Chunhui S. Origin and development of *Artemisia* (Asteraceae) in Asia and its implications for the uplift history of the Tibetan Plateau: A review. *Quaternary International*. 2011. Vol. 236. P. 3-12. DOI: 10.1016/j.quaint.2010.08.014.
5. Pellicer J., Valles J., Korobkov A.A., Garnatje T. Phylogenetic relationships of *Artemisia* subg. *Dracunculus* (Asteraceae) based on ribosomal and chloroplast DNA sequences. *Taxon*. 2011. Vol. 60. No. 3. P. 691-704. DOI: 10.1002/tax.603006.
6. Valles J., Garcia S.N., Hidalgo O., Martin J., Pellicer J., Sanz M., Garnatje T. Biology, Genome Evolution, Biotechnological Issues and Research Including Applied Perspectives in *Artemisia* (Asteraceae). *Advances in Botanical Research*. 2011. Vol. 60. P. 349-419. DOI: 10.1016/B978-0-12-385851-1.00015-9.
7. Blyakharchuk T.A., Amel'chenko V.P. Dinamika areala roda polynei na territorii Zapadnoi Sibiri i prilegayushchikh territorii v golotsene po dannym pyl'tseвого анализа v svyazi s izmeneniem klimata. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*. 2012. N 2. S. 186-196.
8. Malik S., Vitales D., Qasim Hayat M., Korobkov A.A., Garnatje T., Valles J. Phylogeny and biogeography of *Artemisia* subgenus *Seriphidium* (Asteraceae: Anthemideae). *Taxon*. 2017. Vol. 66. P. 934-952. DOI: 10.12705/664.8.
9. Flora Sibiri. T. 13: Asteraceae (Compositae). Sost. I.M. Krasnoborov, M.N. Lomonosova, N.N. Tupitsina i dr. Novosibirsk: Nauka. Sib. predpriyatie RAN, 1997. 472 s.
10. Amel'chenko V.P. Biosistematika polynei Sibiri. Kemerovo: KREOO "Irbis", 2006. 238 s.
11. Anenkhonov O.A., Pykhalova T.D., Osipov K.I., Sekulich I.R., Badmaeva N.K., Namzalov B.B., Krivobokov L.V., Munkueva M.S., Sutkin A.V., Tubshinova D.B., Tubanova D.Ya. *Opredelitel' rastenii Buryatii*. Ulan-Ude, 2001. 672 s.
12. Korobkov A.A., Galanin A.V., Belikovich A.V. Flora Daurii: opredelitel' sosudistyykh rastenii. T. VI (Asteraceae). Nakhodka: Institut tekhnologii i biznesa, 2015. 228 s.
13. Malyshev L.I., Doron'kin V.M., Zuev V.V., Vlasova N.V., Nikiforova O.D., Ovchinnikova S.V., Kovtonyuk N.K., Shekhovtsova I.N., Grebenyuk A.V., Olonova M.V., Lomonosova M.N. i dr. *Konspekt flory Aziatskoi Rossii: Sosudistye rasteniya*. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2012. 640 s.
14. Chepinoga V.V., Stepantsova N.V., Grebenyuk A.V., Verkhovina A.V., Vin'kovskaya O.P., Gnutikov A.A., Dulepova N.A., Enushchenko I.V., Zarubin A.M., Kazanovskii S.G., Konovalov A.S., Korobkov A.A., Lufarov A.N., Rosbakh S.A. *Konspekt flory Irkutskoi oblasti (sosudistye rasteniya)*. Irkutsk: Izd-vo Irkutskogo gos. un-ta, 2008. 327 s.
15. Gubanov I.A. *Konspekt flory Vneshnei Mongolii (sosudistye rasteniya)*. M.: "Valang", 1996. 136 s.
16. Dariimaa SH. *Astrovye (Asteraceae Dumort.) Mongolii: Sistemicheskii sostav, ekologiya, geografiya, istoriya razvitiya i khozyaistvennoe znachenie: dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.05*. Sankt-Peterburg, 2002. 648 s.
17. Baasanmunkh S., Urgamal M., Oyuntsetseg B., Sukhorukov A.P., Tsegmed Z., Son D.C., Erst A., Oyundelger K., Kechaykin A.A., Norris J., Kosachev P., Ma J.-S., Chang K.S., Choi H.J. Flora of Mongolia: annotated checklist of native vascular plants. *PhytoKeys*. 2022. Vol. 192. P. 63-169. DOI: 10.3897/phytokeys.192.79702.
18. Ho T., Xue Ch., Lu X., Liu Sh., Wang Y., Yan C., Liu J. *Flora Qinghaica*. Xining, 1996. Vol. 3. 547 p.
19. Lin Y.R., Shi Z., Humphries C.J., Gilbert M.G. Anthemideae. *Flora of China*. Vol. 20-21 (Asteraceae). Beijing, St. Louis, 2011. R. 653-773.
20. Namzalov B.B. Vazhneishie uzly bioraznoobraziya i fitogeograficheskie fenomeny gornyykh stepei Yuzhnoi Sibiri. *Aridnye ekosistemy*. 2021. T. 27. N 3(88). S. 24-36.
21. Belikovich A.V. *Aridnaya rastitel'nost' Azii*. *Nasha botanichka*. Vladivostok, 2012-2013. URL: <http://ukhtoma.ru/geobotany> (data obrashcheniya: 20.05.2025).
22. Beresneva I.A. *Klimaty aridnoi zony Azii*. M.: Nauka, 2006. 287 s.

23. Malyshev L.I., Peshkova G.A. Osobennosti i genezis flory Sibiri: Predbaikal'e i Zabaikal'e. Novosibirsk: Nauka, 1984. 265 s.
24. Namzalov B-Ts.B., Zhigzhitzhapova S.V., Taisaev T.T., Radnaeva L.D., Banaeva S.Ch., Namzalov M.B-Ts. O reliktovykh yavleniyakh i vliyaniy vulkanogennykh porod na rastitel'nost' gornyykh stepei Yuzhnoi Sibiri. Aridnye ekosistemy. 2018. T. 24. N 2. S. 37-47. DOI: 10.24411/1993-3916-2018-00015.
25. Namzalov B-Ts.B., Zhigzhitzhapova S.V., Namzalov M.B-Ts. Rare plants in the focus of the modern concept of diversity (on the example of Transbaikal). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 315. 2019. P. 072004. DOI: 10.1088/1755-1315/315/7/072004.
26. Zhigzhitzhapova S.V., Namzalov B.B., Alymbaeva ZH.B., Zharnikova M.A., Sandanov D.V., Kholboeva S.A., Korobkov A.A. Uzly bioraznoobraziya polynei Baikalskoi Sibiri. Aridnye ekosistemy. 2025. T. 31. N 4 (105). S. 34-42. DOI: 10.24412/1993-3916-2025-4-34-42.
27. Wang W. On the origin and development of *Artemisia* (Asteraceae) in the geological past. Botanical Journal of the Linnean Society. 2004. Vol. 145. P. 331-336. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2004.00287.x.
28. Kurmanov R.G. Stratigrafiya i sporovo-pyl'tsevye komplekсы miotsenovykh otlozhenii Tyul'ganskogo burougol'nogo mestorozhdeniya (Yuzhnyi Ural). Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2017. T. 159. N 4. S. 629-653.
29. Nikitin V.P. Paleokappologiya i voprosy stratigrafii neogena Zapadnoi Sibiri. Geologiya i geofizika. 2006. T. 47. N 8. S. 963-970.
30. Sanz M., Schneeweiss G., Vilatersana R., Valles J. Temporal origins and diversification of *Artemisia* and allies (Anthemideae, Asteraceae). Collectanea Botanica. 2011. Vol. 30. P. 7-15. DOI:10.3989/collectbot.2011.v30.001.
31. Riggins Ch.W., Seigler D.S. The genus *Artemisia* (Asteraceae: Anthemideae) at a continental crossroads: Molecular insights into migrations, disjunctions, and reticulations among Old and New World species from a Beringian perspective. Molecular Phylogenetics and Evolution. 2012. Vol. 64. No. 3. P. 471-490. DOI: 10.1016/j.ympev.2012.05.003.
32. Tkach N.V., Hoffmann M.H., Roser M., von Hagen K.B. Temporal patterns of evolution in the Arctic explored in *Artemisia* L. (Asteraceae) lineages of different age. Plant Ecology and Diversity. 2008. Vol. 1. No. 2. P. 161-169. DOI: 10.1080/17550870802331912.
33. Korobkov A.A. Polyni Severo-Vostoka SSSR. L.: Nauka, 1981. 120 s.
34. Ling Y. Hengduan-Himalayan Mts (HH), a special area from the floristic point of view for *Artemisia* L. (Compositae). Bulletin of Botanical Research. 1990. Vol. 10. No. 3. P. 73-92.
35. Botsyun S., Sepulchre P., Donnadieu Ya., Risi C., Licht A., Rugenstein J.K.C. Revised paleoaltimetry data show low Tibetan Plateau elevation during the Eocene. Science. 2019. Vol. 363. eaaq1436. DOI: 10.1126/science.aaq1436.
36. Zaklinskaya E.D. Stratigraficheskoe znachenie pyl'tsy golosemennykh kainozoiskikh otlozhenii Pavlodarskogo Priirtysh'ya i Severnogo Priaral'ya. M.: Izd-vo AN SSSR, 1957. 220 s.
37. Sizov A.V., Sotnikova M.V., Sokolov S.A., Yakimova A.A., Tesakov A.S., Vislobokova I.A., Zelenkov N.V., Simakova A.N., Yushin K.I., Batsaikhan Ts. Novyi vzglyad na vozrast i geologicheskoe stroenie mestonakhozhdeniya neogenovykh pozvonochnykh Khirgis-Nur-2 (severo-zapadnaya Mongoliya). Geodinamika i tektonofizika. 2024. T. 15. N 6. 0791. DOI: 10.5800/GT-2024-15-6-0791.
38. Belova V.A. Rastitel'nost' i klimat pozdnego kainozoya yuga Vostochnoi Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1985. 160 s.
39. Grubov V.I. Botaniko-geograficheskoe raionirovanie Tsentral'noi Azii. Rasteniya Tsentral'noi Azii. M.; L., 1963. Vyp. 1. S. 10-69.
40. Liu J.-Q., Gao T.-G., Chen Z.-D., Lu A.-M. Molecular phylogeny and biogeography of the Qinghai-Tibet Plateau endemic *Nannoglottis* (Asteraceae). Molecular Phylogenetics and Evolution. 2002. Vol. 23. No. 3. P. 307-325. DOI: 10.1016/S1055-7903(02)00039-8.

Сведения об авторах:

Жигжитжапова Светлана Васильевна

К.б.н., доцент, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук

ORCID 0000-0002-2335-0068

Zhigzhitzhapova Svetlana

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Baikal Institute of Nature Management of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Намзалов Бимба-Цырен Батомункуевич

Д.б.н., профессор, профессор кафедры ботаники, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова»; ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук

ORCID 0000-0003-4560-1400

Namzalov Bimba-Tsyren

Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Botany, Banzarov Buryat State University; Leading Researcher, Baikal Institute of Nature Management of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Для цитирования: Жигжитжапова С.В., Намзалов Б.Б. История расселения и современное распространение видов рода *Artemisia* L. в горных районах Внутренней Азии // Вопросы степеведения. 2026. № 1. С. 88-100. DOI: 10.24412/2712-8628-2026-1-88-100

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**».

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

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

С 09.09.2025 г. журнал "Вопросы степеведения" включен в актуальную версию Единого государственного перечня научных изданий ("**Белый список**" научных журналов).

Рукописи принимаются на русском и на английском языках.

Издание выходит 4 раза в год.

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

Статьям присваивается цифровой идентификатор DOI.

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

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

Адрес редакции издания:

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

e-mail: steppescience@mail.ru

© Институт степи УрО РАН, 2026

