

The background image is a high-altitude mountain landscape. In the foreground, a hiker wearing a green backpack and using a trekking pole is ascending a rocky, sparsely vegetated slope. The middle ground shows a steep, light-colored mountain face with some green patches. The background features a vast valley with rolling hills and mountains under a blue sky with scattered white clouds.

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГЕОЭКОЛОГИИ
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Материалы III Международной
научно-практической конференции**

Краснодар, 18–19 декабря 2025 г.

**Краснодар
2026**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Материалы
III Международной научно-практической конференции

Краснодар, 18–19 декабря 2025 г.

Краснодар
2026

УДК 502.1
ББК 28.080
А437

Редакционная коллегия:

С.Н. Болотин (отв. редактор), В.В. Анисимова, Т.Ф. Бочко,
М.А. Величко, Т.А. Волкова, Н.А. Комаревцева,
Н.А. Пикалова, Т.К. Умиргалина, М.Ф. Ходыкина

А 437 Актуальные проблемы геоэкологии и природопользования: материалы III Международной научно-практической конференции / ответственный редактор С.Н. Болотин; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2026. – 367 с. – 500 экз.
ISBN 978-5-8209-2742-3

В издание вошли результаты исследований ученых, занимающихся вопросами изучения и сохранения биологического разнообразия, применения современных экологических методов исследования, загрязнения природной среды, влияния глобализации на развитие природы и общества, устойчивого развития и экологических связей в системе «человек – общество – природа».

Адресуется специалистам-практикам, ученым, студентам и всем, кто интересуется вопросами экологии и природопользования.

УДК 502.1
ББК 28.080

ISBN 978-5-8209-2742-3

© Кубанский государственный
университет, 2026

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы геоэкологии и природопользования» проводится третий раз и уже нашла широкую поддержку среди исследователей, организаций различного уровня, продолжая работу ранее проводимой конференции в статусе всероссийской. Обсуждаемые вопросы отражают острые проблемы геоэкологии и природопользования. В материалах представлены результаты исследовательской, проектной, практической деятельности в области экологии и охраны окружающей среды.

Конференция проводится Кубанским государственным университетом, Абхазским государственным университетом, Международным государственным экологическим институтом им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета, Центром Русского географического общества в Сербии, Молодежным клубом Русского географического общества на базе КубГУ с целью определения современного состояния геосистем, рационального природопользования, выработки эффективных систем мониторинга и охраны окружающей среды, развития адаптивных технологий в соответствии с принципами устойчивого развития.

Тематика конференции отражает актуальные вопросы по изучению и сохранению биологического разнообразия, применению современных экологических методов исследования, загрязнению природной среды, влиянию глобализации на развитие природы и общества, концепции устойчивого развития и экологическим связям в системе «человек-общество-природа». Экологические проблемы не имеют границ – деградация окружающей среды ставит вопрос о выживаемости человечества. Основной проблемой устойчивого развития является идея равновесия между окружающей средой и ее ресурсами, экономикой и населением Земли.

Конференция посвящена межгосударственным и региональным аспектам развития рационального природопользования в условиях современных экологических проблем, проводится с целью привлечения внимания к вопросам современных тенденций; способствует развитию у молодых экологов творческих способностей и интереса к научной деятельности, а также к активной жизненной позиции.

Выражаем благодарность участникам конференции, желаем удачи, творческих успехов! Работа конференции и вошедшие в данное издание материалы определяют тренд развития исследовательской и практической деятельности в охране природных комплексов.

*М.Ю. Беликов, директор Института географии, геологии, туризма и сервиса
Кубанского государственного университета, заведующий кафедрой
международного туризма и менеджмента, доктор географических наук,
профессор, заслуженный работник курортов Кубани*

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ

В.В. Анисимова¹, Т.А. Волкова², М. Милинчич³

V.V. Anisimova¹, T.A. Volkova², M. Milinchich³

¹Кубанский государственный университет

²Южное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова

Российской Академии наук

³Центр Русского географического общества в Сербии

¹Kuban State University

²Southern Branch of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the

Russian Academy of Sciences

³Center of the Russian Geographical Society in Serbia

СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ В РАЙОНЕ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ АНАПЫ METHODS FOR ELIMINATION OF THE CONSEQUENCES OF AN ENVIRONMENTAL DISASTER IN THE ANAPA RESORT AREA

Аннотация. Произошедшая экологическая катастрофа серьезно повлияла на ландшафты экосистем курортной зоны Анапы, что неблагоприятно отразилось на многих процессах. В статье приводятся доступные способы устранения последствий разлива мазута. Применение в совокупности предлагаемых мер, рекомендаций, способов, технологий позволит наиболее быстро и качественно восстановить последствия экологической катастрофы.

Ключевые слова: мазут, разлив, Краснодарский край, г.-к. Анапа, экологическая катастрофа, воздействие, способы устранения, восстановление, устойчивое развитие.

Abstract. The environmental disaster that occurred has seriously impacted the landscapes of the Anapa resort area's ecosystems, adversely affecting many processes. This article presents accessible methods for remediating the consequences of a fuel oil spill. The combined use of the proposed measures, recommendations, and technologies will allow for the

most rapid and effective restoration of the aftermath of an environmental disaster.

Key words: fuel oil, spill, Krasnodar Region, Anapa, environmental disaster, impact, elimination methods, restoration, sustainable development.

После произошедшей экологической катастрофы в Керченском проливе Краснодарского края 14 декабря 2024 г. экосистемы акватории и прибрежной зоны серьезно пострадали. Экологический ущерб трудно оценить, последствия воздействия разлившегося мазута будет длиться не одно десятилетие.

Уникальные береговые ландшафты прибрежной зоны курорта Анапа под воздействием разлива мазута серьезно изменились, а пролонгированное воздействие указывает на уровень катастрофы. Так, нефтепродуктами были покрыты и продолжают периодически покрываться поверхности пострадавшей территории, блокируя поступление кислорода и света, отравляя почву и воду токсичными составляющими мазута, уничтожая флору и фауну (особенно птиц, морских млекопитающих, донных организмов), нарушая функционирование экосистемы. Более того, в экосистемах происходят трудноустраняемые последствия, ведь меняются физические, химические и биологические свойства среды.

В табличном материале более подробно приведем конкретные воздействия на пострадавшие экосистемы курортной зоны (табл. 1).

Таблица 1

Воздействие на экосистемы разлива мазута в курортной зоне г.-к. Анапа

Воздействия на береговые экосистемы	Воздействия на водные экосистемы
1. Загрязнение почвы токсичными веществами мазута.	1. Образующаяся плёнка на воде препятствует газообмену и проникновению солнечного света.
2. Растительность погибает (или не развивается, развивается неправильно) из-за интоксикации почвы и прямого контакта с мазутом.	2. Мазут, попадая на дно, отравляет кормовую базу экосистемы.
3. Гибель (хронические болезни) живых организмов, что приводит к потере биоразнообразия.	3. Погибающие (болеющие) птицы, млекопитающие, рыбы разрушают пищевые цепи и ведут к потере биоразнообразия.
4. Испарения от разлагающегося мазута приводят к загрязнению атмосферы, что также негативно сказывается на качестве жизни живых организмов	

Все приведенные в таблице 1 воздействия приводят к долгосрочным последствиям, а именно:

– воздействие попавших токсичных веществ в живой организм будет наблюдаться не один год, вызывая ухудшения качества жизни живых организмов (это касается и человека);

– происходит потеря уникального биоразнообразия; замена естественных обитателей на так называемые оппортунистские виды, устойчивые к загрязнению, это обедняет биоразнообразие изучаемой территории;

– ландшафты экосистем становятся загрязненными, требуя постоянных многолетних мониторинговых и рекультивационных процессов.

Все перечисленные факты воздействия предполагают решения. Властями, экологами, учеными, волонтерами были предложены способы устранения последствий, а некоторые уже применяются. Авторами статьи были проанализированы публикации в СМИ, где приводятся такие решения, способы, методы. Проиллюстрируем их в таблице 2.

Таблица 2

Способы устранения последствий экологической катастрофы
(составлена по публикациям в СМИ)

№ п/п	Способ	Описание способа	Инициаторы, разработчики
1	Автономный робот для мониторинга	Робот мониторит на поверхности, под водой и в воздухе, далее с помощью ИИ проводит дообследование, делает выводы	Институт управления РАН
2	Магнито-чувствительные материалы	Технология очистки акватории с использованием магнито-чувствительных материалов, вносимых мобильным способом, включая беспилотники	Тюменский индустриальный университет
3	Полимерные сети и сорбционные материалы	Полиуретановая пена и волокно помогают улучшить сбор мазута	ПАО «Сибур» и химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
4	Биопрепараты и бактерии	Бактерии (аэробные и анаэробные) разлагают мазут в почве. Для доочистки песка можно применять окислительные методы и биопрепараты	КубГУ и МГТУ им. Н.Э. Баумана
5	«Аэрошуп» – телеуправляемый необитаемый подводный аппарат для работы на глубинах до 100 м	Технология на основе принципа флотации, когда пузырьки воздуха отделяют загрязнения на дне водоема, поднимая их на поверхность для дальнейшего сбора	Томский государственный университет

6	Сбор загрязненного песка	Загрязненный песок помещается в мешки, а лучше в контейнеры и вывозится на специальные полигоны, где песок перерабатывают, очищают и используют в отраслях промышленности	МЧС, Роспотребнадзор
7	Барьеры с сетками	Устанавливаются насыпные барьеры вдоль побережья, сверху накидывается пластиковая сеть, к которой прилипает мазут и задерживается на сети	Волонтеры, МЧС, Роспотребнадзор
8	Программа по очистке грунта	Программа объединяет все способы очистки грунта (механические, промывка, сорбция, тонкая очистка, биоремедиация)	Группа «Суша»
9	Создание Центра	Представлен проект специального исследовательского центра для сбора, мониторинга и ликвидации загрязнений.	Руководитель группы проектов развития «Сколтех» В. Каляев
10	Экологическое образование	Охват разработанной программы – от школьников (факультатив) до предприятий отраслей экономики в виде дополнительного образования, повышения квалификации. Введение техноэковолонтерства и эоклассов	Проректор по цифровой трансформации Юго-Западного государственного университета А. Пыхтин
11	Восстановление популяций редких и исчезающих видов	Для этого длительного процесса потребуется создание искусственных экосистем и поддержка устойчивости и восстановления естественных экосистем. Под угрозой оказались редкие и занесенные в Красную книгу России животные: розовый пеликан, скат «Морский кот», акула «Морская собака», кошачья акула, морская свинья, белый кит – Белуха и др.	Министерство природы Краснодарского края, экологические волонтеры, ученые
12	Мониторинг	Мониторинг последствий разлива мазута для морских и наземных экосистем с использованием беспилотников, спутникового наблюдения	МЧС, отдельные ученые, волонтеры

Все приведенные методы, решения, способы, технологии, рекомендации в совокупности могут способствовать наиболее быстрому и качественному восстановлению уникальных ландшафтов в экосистемах курортной зоны Анапы и в целом пострадавших локаций.

Благодарности. Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда № 25-17-00104, <https://rscf.ru/project/25-17-00104/>.

Библиографический список

1. Волонтеры Дальневосточной Экологической комиссии ликвидируют последствия экологической катастрофы в Анапе (Краснодарский край) // НГО. URL: <https://ngofeec.ru/2025/01/07/volontyory-dalnevostochnoj-ekologicheskoy-komissii-likvidiruyut-posledstviya-ekologicheskoy-katastrofy-v-anape-krasnodarskij-kraj/>.
2. Д. Чернышенко обсудил с учеными в Анапе средства борьбы с разливом мазута // ТАСС. URL: <https://tass.ru/obschestvo/-23026451>.
3. Как идет работа по ликвидации последствий разлива нефтепродуктов в Анапе // Ведомости. URL: <https://www.vedomosti.ru strana/southern/articles/2024/12/18/1082243-kak-idet-rabota-po-likvidatsii-razliva-nefteproduktov>.
4. Как убрать нефть из воды: действие закона на примере разлива в Анапе // АКС Новости: [сайт]. URL: <https://acs-nnov.ru/kak-ubrat-neft-iz-vody-dejstvie-zakona-na-primere-razliva-v-anape.html>.
5. Разлив нефти в Анапе // Новости. URL: <https://democratiahotel.ru/articles/razliv-nefti-v-anape/>.
6. Ученые отобрали решения для ликвидации последствий ЧС с мазутом в Анапе // РБК, Кубань. URL: <https://kuban.rbc.ru/krasnodar/freenews/68416b5d9a79473bf9526cef>.
7. Ученые в Анапе отобрали оптимальные решения для ликвидации последствий разлива нефтепродуктов // ИндикаторРу. URL: <https://indicator.ru/earth-science/uchenye-v-anape-otobrali-optimalnye-resheniya-dlya-likvidacii-posledstvii-razliva-nefteproduktov-04-06-2025.htm>.

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**
**ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE
EFFICIENCY OF COGENERATION PLANTS AT OIL AND GAS
INDUSTRY ENTERPRISES**

Аннотация. На основании сравнительного эколого-экономического анализа использования традиционного технологического оборудования и газопоршневых когенерационных установок для тепло-, энергообеспечения предприятий нефтегазовой промышленности установлена их высокая эффективность. Показано снижение экономических затрат более чем в десять раз, существенное уменьшение выбросов окислов азота, монооксида углерода, исключение выбросов сажи, бенз(а)пирена, серного ангидрида.

Ключевые слова: нефтегазовая промышленность, когенерационная установка, загрязняющие вещества, негативное воздействие, окружающая среда, экономическая эффективность, экологическая эффективность.

Abstract. On the basis of a comparative environmental and economic analysis of the use of traditional technological equipment and gas reciprocating cogeneration units for heat and power supply of oil and gas industry enterprises, their high efficiency was established. A reduction in economic costs by more than ten times, a significant reduction in emissions of nitrogen oxides, carbon monoxide, exclusion of emissions of soot, benzo-a-pyrene, sulfuric anhydride are shown.

Key words: oil and gas industry, cogeneration plant, pollutants, negative impact, environment, economic efficiency, environmental efficiency.

Современная нефтегазовая отрасль характеризуется растущими темпами добычи природных ресурсов. Рост нефтедобычи происходит в основном за счет ввода в эксплуатацию нефтедобывающих мощностей на новых месторождениях Восточной Сибири и Дальнего

Востока, как правило, в труднодоступных районах со сложными ландшафтными и климатическими условиями, где не развита или вовсе отсутствует сетевая инфраструктура. Проведение линий электропередач в такие районы потребует немало времени и чаще всего экономически нецелесообразно, так как влечет за собой большие капитальные затраты.

Уже эксплуатируемые перспективные месторождения характеризуются интенсификацией добычи, причем вследствие увеличения выработанности таких объектов, существенно возрастает энергоемкость производства. Растущие тарифы на электроэнергию также увеличивают долю энергозатрат в бюджете нефтяных компаний.

В связи с этим во многих компаниях нефтегазовой отрасли реализуются. В добыче значительные возможности энергосбережения связаны с утилизацией попутного нефтяного газа (ПНГ) для выработки собственной электроэнергии, а также с утилизацией отводимого тепла (когенерацией).

Важным фактором при выборе источника энергии на предприятии является его экологическая безопасность и рентабельность. Развитие собственных источников электроэнергии и строительство газопоршневых когенерационных установок становится все более актуальным для нефтегазовой отрасли, особенно на отдаленных объектах, нуждающихся в автономном электро- и теплоснабжении. Использование таких установок помогает одновременно решать задачи по уменьшению выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ в атмосферу, а также снижать затраты на производство тепловой и электрической энергии. Оптимизация энергопотребления и уменьшение удельного расхода топлива способствуют снижению уровней выбросов таких загрязняющих веществ, как монооксид углерода, оксиды азота, а также оксиды серы (при использовании серосодержащего топлива) и других [Гудков С.А., Лебедева Е.А., 2024; Канев А.А., Кункевич С.В., 2022].

Целью данной работы является изучение целесообразности использования когенерационной установки на предприятиях нефтегазовой отрасли.

В настоящей работе проведен эколого-экономический анализ применения газопоршневой когенерационной установки (КГУ) на предприятии по типу дожимной насосной станции (ДНС) по сравнению с традиционно используемыми в нефтегазовой отрасли

технологическими решениями по обеспечению таких производственных объектов электроэнергией и теплом.

Строительство ДНС обусловлено удаленностью месторождения и невозможностью доставки нефтегазовой смеси на площадку подготовки нефти из-за крайне высоких давлений на устьях скважин и в системе сбора нефти [Ситников В.А., 2005].

Анализ включал рассмотрение двух ключевых аспектов:

1) Оценка экологической эффективности. Данный анализ направлен на сопоставление степени антропогенного воздействия на окружающую среду, возникающего при эксплуатации традиционных источников энергии (таких как дизельные электростанции, технологические печи и котельные) и когенерационных установок.

Учитывается вид топлива, применяемого в процессе для технологического оборудования, что оказывает влияние на состав и объем выбросов. Для каждого энергетического источника производится расчет удельных выбросов на единицу произведенной энергии.

2) Оценка экономической эффективности, включающая:

- а) капитальные затраты (затраты на приобретение);
- б) эксплуатационные расходы (оплата потребляемого топлива);
- в) операционная экономия (возможность получения льгот по налогу на имущество и НВОС при использовании наилучших доступных технологий, а также снижение платы за выбросы благодаря меньшему уровню загрязнения);
- г) инвестиционная привлекательность (окупаемость).

В настоящее время энергогенерирующие составляющие представлены следующими технологическими объектами:

- дизельные электростанции (7 ДЭС 1 МВт и 2 ДЭС 2,5 МВт, при этом ДЭС 1 МВт остается в резерве);
- котельная (котел 1 МВт);
- технологические печи (печь нагрева воды 3,5–7,3 МВт, печь нефтяной эмульсии 3,5–7,3 МВт, печь нагрева товарной нефти 3,5–7,3 МВт, путевые подогреватели 1,86 МВт).

Суммарная электрическая мощность составляет 12 МВт, а суммарная тепловая мощность – 13,36–24,76 МВт.

Мощность газопоршневых КГУ выбирают исходя из требуемой электрической мощности энергоблока. Для закрытия потребности в электро- и теплоэнергии на месторождении требуется 6 газопоршневых установок (ГПУ) с электрической мощностью 2 МВт и

тепловой мощностью 2,866 МВт, и тогда суммарная мощность составит 12 МВт и 17,196 МВт соответственно.

Для ввода КГУ в технологический процесс предприятия необходимо осуществить подачу попутного нефтяного газа к установке. Для этого необходимо осуществить подачу газового топлива в КГУ на начальном этапе эксплуатации и произвести запуск основных двигателей при помощи ДЭС. Далее она отключается и не принимает участия в производственном цикле. Процесс когенерации, заложенный в основу работы КГУ, осуществит подачу электроэнергии и тепла ко всем сооружениям площадки.

Для оценки экологической эффективности КГУ проведем сравнение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от ДЭС, технологических печей и котельной с объемами выбросов, производимыми КГУ. Расчеты выполнены при равной мощности оборудования.

Полученные результаты свидетельствуют, что при переходе на выработку тепловой и электрической энергии с применением когенерационных установок (КГУ) наблюдается существенное снижение всех категорий выбросов загрязняющих веществ (рис.1).

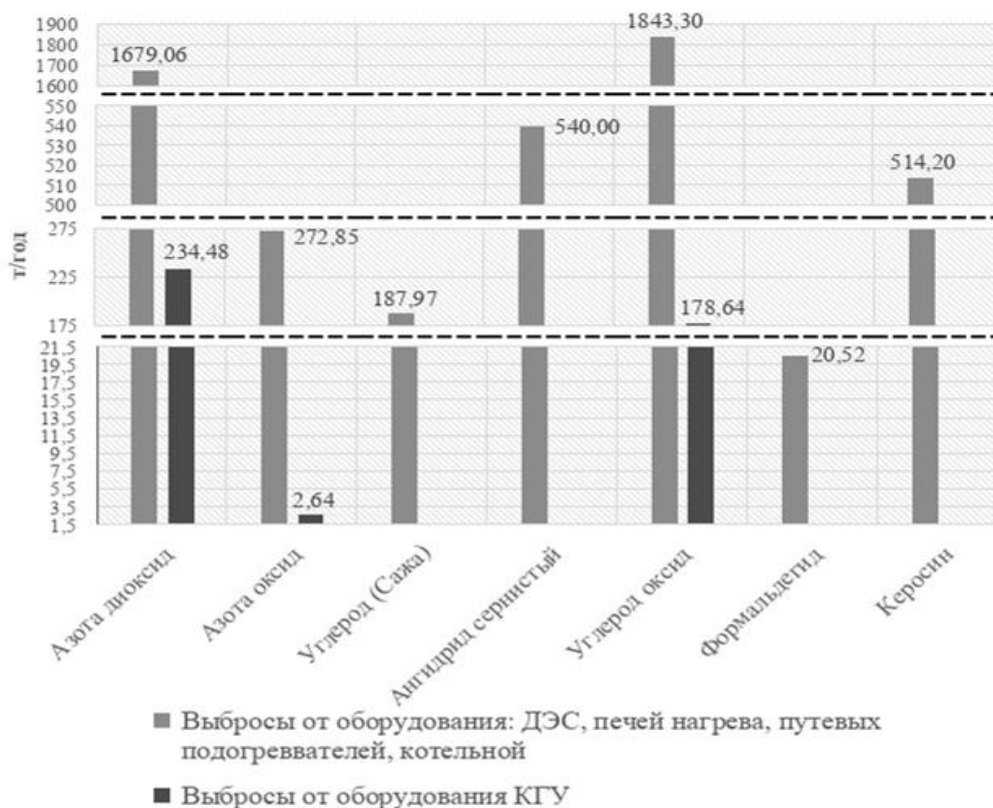


Рис. 1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, т/год

Внедрение КГУ приведет к уменьшению валового выброса загрязняющих веществ почти в 12 раз. Особенно заметно снижение таких токсичных компонентов, как:

- диоксид азота (III класса опасности): с 1913,54 до 234,48 т/год;
- оксид углерода (IV класса опасности): с 2021,98 до 178,68 т/год;
- бенз(а)пирен (I класса опасности): полное исключение.

Помимо этого, использование природного газа вместо дизельного топлива и мазута полностью исключает выбросы сажи.

Таким образом, переход на ГПКУ обеспечит снижение антропогенного воздействия объектов инфраструктуры нефтегазового комплекса на окружающую среду.

Для оценки экономической эффективности использования газопоршневой когенерационной установки на предприятиях нефтегазовой отрасли учитывались капитальные и эксплуатационные затраты, а также экономия средств за счет отказа от дорогостоящего дизельного топлива и мазута.

При использовании традиционного технологического оборудования затраты на его приобретение по ценам 2025 г. составили 145,5 млн руб., дизельного топлива для котельной и дизельной электростанции – 1,4 млрд руб./год, мазуту для печи нагрева товарной нефти – 70,0 млн руб./год.

Стоимость газопоршневой когенерационной установки с электрической мощностью 2 МВт и тепловой мощностью 2,866 МВт составит 42 млн рублей. Следовательно, затраты на 6 КГУ составят 252 млн рублей за готовое к установке полностью укомплектованное оборудование. Затраты на дизтопливо исключены, так как для работы КГУ используют попутный газ.

Ежегодные компенсационные платежи за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в период эксплуатации ДЭС, котельной, путевого подогревателя и печей нагрева составят порядка 495,74 тыс. руб., в то время как от КГУ – 43,7 тыс. руб.

Таким образом, использование газопоршневых когенерационных установок на предприятиях нефтегазового комплекса обеспечивает существенное снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду, а также повышение их экономической эффективности, в том числе за счет снижения налоговых выплат за негативное воздействие на окружающую среду.

Библиографический список

1. Гудков С.А., Лебедева Е.А. Когенерация, использование когенерационных установок // Технические науки: строительство: Материалы IV Международной студенческой научной конференции (г. Москва, 2024). Нижний Новгород, 2024.
2. Канев А.А., Кункевич С.В. Современное состояние и перспективы создания когенерационных установок // Электроника, электронная техника, информационные технологии. 2022, Т. 21, № 3.
3. Ситников В.А. Экологические выгоды когенерации // Экологические системы. 2005, №7.

А.В. Кин

A.V. Kin

**Пермский национальный
исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University**

**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СБОРА ПОПУТНОГО
НЕФТЯНОГО ГАЗА КАК ИНСТРУМЕНТ СНИЖЕНИЯ
ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ПОВЫШЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
OPTIMIZATION OF THE ASSOCIATED PETROLEUM GAS
GATHERING SYSTEM AS A TOOL FOR REDUCING
GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND IMPROVING THE
ECONOMIC EFFICIENCY OF A FIELD.**

Аннотация. Статья посвящена модульному подходу к оптимизации систем сбора попутного нефтяного газа (ПНГ). Предлагаемое решение на основе гибкой инфраструктуры и цифровизации позволяет сократить факельное сжигание, снизить выбросы парниковых газов и повысить экономическую эффективность месторождения.

Ключевые слова: Попутный нефтяной газ (ПНГ), факельное сжигание, выбросы парниковых газов, утилизация ПНГ, модульные установки, экономическая эффективность.

Abstract. The article is devoted to a modular approach to optimizing associated petroleum gas (APG) gathering systems. The proposed solution based on flexible infrastructure and digitalization can reduce flaring, cut greenhouse gas emissions, and improve the economic efficiency of the field.

Key words: Associated petroleum gas (APG), flaring, greenhouse gas emissions, APG utilization, modular units, economic efficiency.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) – это углеводородный газ, выделяющийся при добыче нефти. Исторически на удаленных месторождениях его часто сжигали на факелах из-за отсутствия инфраструктуры. Это приводит к значительным экологическим потерям (выбросы CO₂ и метана) и экономическим убыткам. В современных условиях усиления экологического регулирования и спроса на ESG-принципы эффективное использование ПНГ становится обязательным элементом эксплуатации месторождения.

Актуальность. Проблема факельного сжигания ПНГ глобальна. В России она особенно остра из-за масштабов добычи и удаленности многих месторождений. Традиционное строительство газопроводов часто экономически нецелесообразно из-за высоких CAPEX, нестабильности дебита ПНГ и отсутствия гибких технологий для его использования на месте. Требуется решение, позволяющее утилизировать ПНГ с минимальными первоначальными затратами.

Цель – обосновать и описать модульный подход к оптимизации сбора и утилизации ПНГ для сокращения выбросов и повышения рентабельности месторождения.

Основная часть: Предлагаемое техническое решение

Решение представляет собой комплексный подход, сочетающий оптимизацию сбора и модульную утилизацию ПНГ непосредственно на промысле.

1. Оптимизация газосборной сети и цифровизация.

Основа – создание эффективной сети для сбора газа с кустовых оснований.

–Гибкие трубопроводы: Использование современных композитных или разборных труб для снижения затрат и времени монтажа.

–Цифровой двойник: Внедрение датчиков (расход, давление, состав) и создание цифровой модели сети (SCADA-система). Это позволяет оптимизировать режимы работы, прогнозировать изменения, оперативно выявлять утечки и планировать развитие [Сидоров И.С. и др., 2022].

2. Модули утилизации ПНГ (ядро решения).

Ключевой элемент – применение быстровводимых блочно-модульных установок. Выбор зависит от объема и состава газа.

–Модульная газопоршневая электростанция (ГПЭС): Универсальный вариант. ПНГ используется как топливо для выработки электроэнергии для нужд месторождения, что замещает дорогую энергию от дизель-генераторов. Быстрый ввод в эксплуатацию (6–12 мес.) [Ермаков В.Л. и др., 2021].

–Модуль подготовки газа: при наличии тяжелых углеводородов позволяет выделять сухой газ (для ГПЭС) и жидкие фракции (ШФЛУ) для реализации.

–Модуль сжижения (мини-СПГ): для крайне удаленных месторождений. ПНГ превращается в сжиженный газ, используемый

как моторное топливо для техники месторождения или для продажи [Камалов Р.А. и др., 2020].

–Модуль закачки в пласт: при геологической возможности – закачка ПНГ для поддержания пластового давления и увеличения нефтеотдачи.

3. Экономика и внедрение.

Внедрение происходит поэтапно, что распределяет затраты и снижает риски:

1. Мониторинг и оптимизация сети.

2. Развертывание базового модуля (например, ГПЭС).

3. Добавление более технологичных модулей по мере роста добычи и окупаемости.

Экономические эффекты: экономия на покупной энергии, доход от продажи продукции (электроэнергия, СПГ, ШФЛУ), сокращение экологических платежей, возможность получения углеродных кредитов [Global Gas..., 2025].

Практический пример: на удаленном месторождении (дебит ПНГ 30–50 тыс. м³/сутки) внедряется газосборная сеть и модульная ГПЭС на 6 МВт. Это обеспечивает 95% утилизацию ПНГ и полное энергоснабжение промысла. Срок окупаемости – 3–4 года за счет замещения дизельного топлива.

Вывод. Модульный подход к оптимизации систем сбора и утилизации ПНГ, подкрепленный цифровыми инструментами, является эффективным решением для снижения эмиссии парниковых газов и повышения экономики месторождения. Он превращает ПНГ из затратного продукта в источник энергии и дохода, обеспечивая гибкость и масштабируемость инфраструктуры. Для инженеров-буровиков владение этими решениями становится ключевой компетенцией в современной нефтегазовой отрасли.

Библиографический список

1. Сидоров И.С., Петров А.В. Цифровые двойники в нефтегазовой отрасли: от концепции к внедрению // Труды РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина. 2022.

2. Ермаков В.Л., Шарафутдинов М.К. Использование попутного нефтяного газа на газопоршневых электростанциях на удаленных месторождениях // Энергосбережение и водоподготовка. 2021.

3. Камалов Р.А., Нургалиев Д.С. Технологии сжижения попутного нефтяного газа: сравнительный анализ и перспективы применения // Газовая промышленность. 2020.

4. Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR). World Bank.
URL: <https://www.worldbank.org/en/programs/g>

*A.C. Kiselёv¹, E.I. Vyчужанина²,
T.B. Кошман³, A.K. Алексеева³
A.S. Kiselyov¹, E.I. Vychuzhanina²,
T.V. Koshman³, A.K. Alekseeva³*

¹Санкт-Петербургский государственный
технологический институт

²ГБОУ СОШ 77 с углубленным изучением
химии, г. Санкт-Петербург

³Университет ИТМО

¹Saint-Petersburg State Institute of Technology

²School 77 with advanced study of chemistry, St. Petersburg

³ITMO University

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНАЯ ПЕРЕРАБОТКА
ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ
ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ
ENVIRONMENTALLY EFFICIENT PROCESSING OF
FERROMANGANESE NODULES FOR THE METALLURGICAL
INDUSTRY**

Аннотация. Ферромарганец является важным сплавом в металлургической промышленности, однако добыча железа и марганца сопряжена с экологическими рисками. В работе предлагается экологически безопасная технология получения марганца и железа из железомарганцевых конкреций с оценкой эффективности процесса и рассмотрением подходов для повторного использования отходов, что способствует снижению экологических рисков.

Ключевые слова: железомарганцевые конкреции, переработка, экологичность, углекислый газ, повторное использование, металлургия.

Abstract. Ferromanganese is an important alloy in the metallurgical industry, but the extraction of iron and manganese is associated with environmental risks. The paper proposes an environmentally friendly technology for the production of manganese and iron from ferromanganese nodules with an assessment of the effectiveness of the process and consideration of approaches for the reuse of waste, which helps to reduce environmental risks.

Key words: ferromanganese nodules, recycling, environmental friendliness, carbon dioxide, reuse, metallurgy.

Железомарганцевые конкреции являются важным источником железа и марганца, которые широко используются в металлургической промышленности. Формирование таких конкреций происходит в глубоководных районах океанов и озер, где происходит отложение слов из гидроксидов железа и марганца вокруг ядра [Третьяков Ю.Д., 2007]. В качестве ядра может выступать раковина небольшого ископаемого, базальтовые осколки или фрагменты других конкреций.

Одним из традиционных методов получения железа и марганца является обжиг железомарганцевых руд с последующим восстановлением различными реагентами, например, коксом, для получения соответствующего металла. Такой подход требует специальной подготовки руд, сопряжен с высокими энергетическими затратами и необходимостью поддержания инертной атмосферы обжига при получении марганца, а также сопровождается большим выбросом различных газов (например, диоксид серы и окиси азота) [Воропанова Л.А. и др., 2020]. Эти недостатки сопряжены с повышенным экологическим риском, что делает процесс обжига не самым привлекательным для экологически безопасного производства.

Другой метод основан на электролизе соответствующих солей для железа и марганца. Данный процесс позволяет получить чистые металлы, однако требует тщательного контроля температуры и плотности тока, чистоты реагентов, разделения анодного и катодного процессов диафрагмой [Юнгмейстер Д.А. и др., 2008]. Избыточное использование порой не самых экологически безопасных реагентов также ставит под сомнение экологическую привлекательность данного подхода.

В последнее время активно развивается тренды на использование новых источников металлов для металлургической промышленности, в частности использование железомарганцевых конкреций, и на разработку замкнутых циклов производства, где отходы позволяют получать дополнительный выход ценного продукта [Воропанова Л.А. и др., 2020]. Замкнутые циклы помогают сократить количество отходов, уменьшить количество природных ресурсов, требуемых для реализации процесса, что повышает экологическую безопасность технологических процессов [Колесник Н.А. и др., 2013]. Так, использование нового сырья для получения железа и марганца и применение технологии замкнутого цикла могут существенно повысить экологическую безопасность и увеличить эффективность извлечения данных металлов.

Целью данной работы является разработка технологической схемы извлечения железа и марганца из железомарганцевых конкреций с фокусом на снижение экологического воздействия на окружающую среду. В рамках работы рассматриваются основные стадии процесса, производится расчет эффективности извлечения металлов из конкреций, а также изучены дополнительные технологические решения, помогающие снизить экологическое воздействие.

Для данного исследования использовались железомарганцевые конкреции, добытые с глубины 1 000 м в Чукотском море. Состав сырья был определен на основе литературных данных и составил 34 % марганца и 17 % железа. Процесс переработки был осуществлен в несколько этапов:

1. *Добыча железомарганцевых конкреций.* Для добычи использовался специальный сборник, который наполнялся грузом для увеличения веса и погружения на дно. С помощью судна-носителя сборник опускался на глубину до 1 000 м. Когда сборник достигал нужной глубины, насос включался для размывания осадков и извлечения конкреций с морского дна. Для вытеснения песка и ила использовался азот, что способствовало эффективному сбору конкреций. После наполнения контейнера процесс извлечения завершался, и сырье поднималось на поверхность.

2. *Измельчение конкреций.* Для уменьшения размера и улучшения качества дальнейшей переработки конкреции измельчались в конусной дробилке. Размер частиц был уменьшен до 0,85 мм, что обеспечивало оптимальный размер частиц для реализации следующего этапа переработки – окомкования.

3. *Окомкование с углем и водой.* Измельченные конкреции были перемешаны с углем и водой и помещены в окомкователь, где формировались окатыши. Этот процесс необходим для того, чтобы обеспечить оптимальные условия для восстановления марганца и железа в дальнейшем.

4. *Восстановительный обжиг.* Окатыши подвергались обжигу при температуре 800 °С, что позволяло выделить железо и марганец из их оксидов. Процесс обжига проходил в шахтной печи с подачей углерода, который восстанавливал оксиды металлов до простых веществ.

5. *Экстракция и восстановление металлов.* После обжига образовавшийся продукт подвергался экстракции с использованием

трибутилфосфата в качестве экстрагента. Экстракция проводилась в три стадии для достижения максимального извлечения железа. Восстановление металлов до простых веществ происходило с помощью гидроксида аммония, при этом железо восстанавливалось до Fe_2O_3 , а марганец – до MnO_2 .

Эффективность переработки железомарганцевых конкреций была оценена на основе расчетов извлечения марганца и железа. В 1 т железомарганцевых конкреций содержится 34 % марганца и 17 % железа. После переработки был получен следующий результат:

- *марганец* – из 340 кг марганца, содержащегося в исходном сырье, было извлечено 246,4 кг, что составляет 72,5 % от общего содержания;

- *железо* – из 170 кг железа, содержащегося в сырье, было извлечено 125,46 кг, что составляет 73,8 % от общего содержания.

Таким образом, эффективность переработки для марганца составила 72,5 %, а для железа – 73,8 %. Эти показатели подтверждают высокую эффективность предложенной технологии переработки.

Что касается экологических аспектов, то стоит отметить, что в ходе переработки был зафиксирован значительный выброс углекислого газа, что является результатом восстановительного обжига. Однако этот углекислый газ может быть использован для синтеза циклокарбонатов, что способствует его утилизации и уменьшению воздействия на климат. Также была предложена система повторного использования воды на разных стадиях переработки, что позволяет снизить общий водозабор и минимизировать загрязнение водоемов.

Разработанная технология переработки железомарганцевых конкреций обеспечивает высокую эффективность извлечения металлов: 72,5 % для марганца и 73,8 % для железа. В процессе переработки предложены методы, позволяющие снизить экологическое воздействие, такие как утилизация углекислого газа для синтеза циклокарбонатов и повторное использование воды, использованной на разных этапах переработки. Эти подходы делают технологию более устойчивой и экологически безопасной. Результаты показывают, что предложенная технология может быть успешно внедрена в промышленность для переработки железомарганцевых конкреций, обеспечивая высокий выход металлов при минимальном негативном воздействии на окружающую среду.

Библиографический список

1. Воропанова Л.А., Гагиева Ф.А., Кокоева Н.Б. Извлечение железа и марганца из водных растворов при переработке железомарганцевых конкреций. РДК-пресс, 2020.
2. Колесник Н.А., Колесник А.Н. Особенности химического состава железомарганцевых конкреций из Чукотского моря // Российская геология и геофизика. 2013.
3. Патент № 2729641 РФ. Способ добычи железомарганцевых конкреций со дна океана.
4. Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. М., 2007.
5. Юнгмейстер Д.А., Смирнов Д.В. Комплекс для ведения добычи железомарганцевых конкреций // Горное оборудование и электромеханика. 2008.

Н.С. Савин

N.S. Savin

**Пермский Национальный исследовательский
политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University**

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫБОРА ИНГИБИТОРОВ
ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ
GEOLOGICAL AND ENVIROMENTAL ASPECTS OF THE
CHOICE OF HYDRATE INHIBITORS ON THE ARCTIC SHELF**

Аннотация. Обоснована необходимость экологического выбора ингибиторов гидратообразования для Арктики. Критикуется применение токсичных метанола и МЭГ из-за высоких объёмов и рисков загрязнения. Предложена комбинированная технология с использованием биоразлагаемых ПАВ, позволяющая снизить химическую нагрузку на 60–80 % за счёт сокращения доз гликоля. Решение направлено на снижение экологического ущерба при освоении арктического шельфа.

Ключевые слова: геоэкология, арктический шельф, природопользование, гидратообразование, экологическая безопасность, ингибиторы, поверхностно-активные вещества (ПАВ), устойчивое развитие.

Abstract. The need for an ecological choice of hydrate inhibitors for the Arctic is substantiated. The use of toxic methanol and MEG is criticized due to their high volumes and pollution risks. A combined technology using biodegradable surfactants is proposed, which can reduce the chemical load by 60–80 % by reducing the dosage of glycol. This solution aims to reduce environmental damage during the development of the Arctic shelf.

Key words: geocology, Arctic shelf, environmental management, hydrate formation, environmental safety, inhibitors, surfactants, sustainable development.

Введение. Интенсивное освоение нефтегазовых ресурсов арктического шельфа – стратегическая задача, сопряженная с серьезными геоэкологическими вызовами [Ворожцов Л.Г., 2020]. Суровые климатические условия (низкие температуры, высокое давление) не только усложняют технологии добычи, но и формируют особые риски, одним из которых является образование газовых

гидратов в оборудовании. Для борьбы с этим явлением повсеместно используются химические ингибиторы, что превращает технологическую необходимость в проблему природопользования: масштабное и длительное внесение реагентов в окружающую среду [Саламов А.К., 2022]. Таким образом, актуальность исследования заключается в поиске компромисса между технологической эффективностью и экологической допустимостью применяемых методов в хрупких арктических экосистемах.

Геоэкологическая оценка традиционных методов ингибирования. Доминирующие термодинамические ингибиторы – метанол (CH_3OH) и моноэтиленгликоль (МЭГ) – создают комплекс геоэкологических проблем [Григорьев Б.А., 2019]. Метанол, относящийся к I–II классам опасности, токсичен для гидробионтов и наземных экосистем даже при незначительных утечках. Применение больших концентраций (до 50–60 %) требует масштабной логистики, хранения и энергоёмкой регенерации МЭГ, увеличивая углеродный след проекта. Кроме того, сохраняются риски хронического загрязнения из-за аварийных сбросов или фоновых потерь [Саламов А.К., 2022]. Таким образом, традиционная парадигма противоречит принципам устойчивого развития и повышенным требованиям к экобезопасности арктических регионов.

Перспективные экологически ориентированные решения. Альтернативу представляют кинетические ингибиторы на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ), например, поливинилпирролидон. Их ключевое преимущество – сверхнизкие рабочие дозы (0,5–1,0 % от массы воды), что на порядки ниже объёмов гликолей. Это радикально меняет экологический профиль технологии: сокращаются объёмы транспортировки, хранения и внесения реагентов, минимизируя потенциал загрязнения. Многие современные ПАВ биоразлагаемы и не требуют энергоёмкой регенерации. Ограничениями являются кинетический принцип действия (замедление, а не полное предотвращение кристаллизации) и более высокая удельная стоимость, что требует точного, дозированного применения в наиболее рискованных точках [Ворожцов Л.Г., 2020].

Предлагаемая комбинированная технология. Для снижения экологической нагрузки предложена двухуровневая система, адаптированная к арктическим условиям [Саламов А.К., 2022].

1. Базовый уровень: сниженная доза МЭГ (15–20 %) обеспечивает необходимый термодинамический сдвиг для штатных режимов.

2. Локальный уровень: точечная инъекция раствора ПАВ (0,5–1,0 %) в критических зонах (за штуцерами, местах резкого охлаждения) создаёт временной барьер для гидратообразования. Переход на данную схему позволяет сократить общий объём потребляемого МЭГ на 60–80 %, что напрямую снижает потенциал химического загрязнения, логистическую нагрузку и затраты на регенерацию. Опыт применения гибридных схем на месторождении «Сноггит» (Норвегия) подтвердил возможность снижения расхода гликоля на 40–60 % без потери надёжности [Григорьев Б.А., 2019].

Заключение. Проблема гидратообразования на арктическом шельфе имеет принципиально геоэкологический характер, связанный с химической нагрузкой от ингибиторов. Предложенная комбинированная двухуровневая технология на основе сниженных доз МЭГ и биоразлагаемых ПАВ служит практическим примером оптимизации взаимодействия природной и техногенной подсистем. Она позволяет достичь технологической цели, минимизируя объёмы, токсичность и энергозатраты на применение реагентов. Таким образом, работа предлагает конкретное решение для повышения экологической безопасности хозяйственной деятельности в Арктике в рамках парадигмы устойчивого развития.

Библиографический список

1. Ворожцов Л.Г., Киселев С.В. Гидратообразование в нефтегазодобыче: проблемы и решения. М., 2020.
2. Григорьев Б.А., Терлецкий А.В. Современные методы предотвращения гидратообразования в системах подготовки и транспорта газа // Газовая промышленность. 2019. № 3.
3. Саламов А.К., Попов Ю.В. Анализ эффективности применения ингибиторов гидратообразования на арктическом шельфе // Нефтяное хозяйство. 2022. № 5.

*А.А. Шматко, Е.В. Голубятникова,
Ю.Э. Нагалеvский, Р.В. Мамелин*
*A.A. Shmatko, E.V. Golubyatnikova,
Yu.E. Nagalevsky, R.V. Mamelin*
Кубанский государственный университет
Kuban State University

**МАШИНЫ ДЛЯ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
MACHINES FOR NATURAL RECLAMATION
OF THE KRASNODAR REGION**

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ технических характеристик ряда наиболее распространенных моделей одноковшовых экскаваторов с целью подбора наиболее эффективной машины для предприятий природообустройства. Выбор оптимальной модели требует комплексного учета производительности, экологического воздействия и эксплуатационной надежности в условиях Краснодарского края.

Ключевые слова: природообустройство территории, Краснодарский край, одноковшовый экскаватор.

Abstract. The article provides a comparative analysis of the technical characteristics of a number of popular models of single-bucket excavators in order to select the most effective machine for environmental management enterprises. The choice of the optimal model requires a comprehensive consideration of productivity, environmental impact, and operational reliability in the Krasnodar region.

Key words: environmental management of the territory, Krasnodar region, single-bucket excavator.

Для создания безопасной, комфортной и продуктивной окружающей среды для нынешних и будущих поколений через разумное и научно-обоснованное преобразование природы проводится природообустройство территории. Ключевыми задачами природообустройства являются: улучшение неблагоприятных природных условий, инженерная защита территорий и объектов, водное хозяйство и обустройство водных объектов, обустройство и восстановление нарушенных ландшафтов, обращение с отходами как с частью природообустройства.

Среди основных принципов современного природообустройства можно выделить комплексность (учет всех частей природной среды), адаптивность и экологическая безопасность (долгосрочная перспектива проектов и минимальный экологический ущерб территории), рациональное природопользование (согласование хозяйственных нужд с сохранением биоразнообразия и экосистемных услуг).

Подбор машин для природообустройства территорий имеет важное стратегическое значение для предприятий. От выбора машин зависит производительность работ, энергетические затраты, степень воздействия на окружающую среду и другие показатели [Примаков Н.В., 2020, 2023]. На состояние машин оказывает влияние грамотная эксплуатация и проведение комплекса своевременных работ в системе технического обслуживания ремонта и диагностики [Рытов К.П., 2022]. Одной из незаменимых машин природообустройства является экскаватор одноковшовый.

Цель работы – на примере одноковшового экскаватора проанализировать парк техники и подобрать наиболее эффективную модель для ее успешного внедрения на предприятиях, специализирующихся на природообустройстве.

Методика исследований базируется на статистических данных, а также обзоре литературных источников. Объектом исследований является одноковшовый экскаватор. В результате анализа рынка основных марок машин с объемом ковша до 2 м³ авторами составлена сводная таблица с характеристиками наиболее распространённых экскаваторов (табл. 1).

Таблица 1

Краткая техническая характеристика экскаваторов изучаемых марок

Наименование	НД-1500	EX-400	РС-400	CAT-330	CAT-325
Эксплуатационный вес (кг)	41 000	41 000	40 400	33 730	27 530
Длина (мм)	12 100	12 000	11 700	10 760	9 710
Ширина (мм)	3 370	3 440	3 400	3 340	3 390
Высота (мм)	3 540	3 600	3 485	3 560	3 450
Мощность двигателя (л. с.)	200	276	276	222	168
Емкость ковша (м ³)	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5
Топливный бак (л)	460	550	550	580	420
Система охлаждения(л)	66	45	53	45	32
Гидросистема (л)	600	520	460	400	310
Двигатель (л)	38	50	32	30	20

Из представленной таблицы следует, что меньшее воздействие по выбросам будет осуществлять САТ-325, так как мощность его двигателя составляет 168 л. с., также рассматриваемая машина будет иметь меньший вес и соответственно оказывать незначительное воздействие на почву. Однако изучаемая машина будет уступать по производительности, поскольку имеет немного меньший объем ковша по сравнению с другими марками [Бондарев Н.А., 2007]. Кроме этого, меньшая мощность двигателя может привести к недостатку силы при выполнении технологических операций, особенно на корчевке, вычесывании корней и др., в этом случае более надежными машинами будут Komatsu PC-400, САТ-330, EX-400. Рассматриваемые модели одноковшового экскаватора относятся к импортным образцам, что снижает надежность работы в связи со сложностью получения запасных частей и расходных материалов, по данному подходу более надежной группой являются модели отечественных экскаваторов.

Таким образом, для наиболее комплексного рационального использования специализированной техники необходимо учитывать множество взаимосвязанных факторов. Необходимо учитывать не только её производительность, но и степень воздействия на компоненты природной среды, а также логистическую и экономическую целесообразность её эксплуатации. Анализ технических характеристик рассматриваемых экскаваторов показал, что наименьшее воздействие на экосистемы будет оказывать модель САТ-325, более мощными моделями для наиболее эффективной работы будут: Komatsu PC-400, САТ-330, EX-400, в долгосрочной перспективе наиболее подходящей группой моделей являются отечественные экскаваторы, отличающиеся эксплуатационной надежностью.

Библиографический список

1. Бондарев Н.А., Примаков Н.В. Машины и механизмы. Новочеркасск, 2007.
2. Примаков Н.В., Николенко А.Ю. Энергосберегающая технология подготовки почвы для закладки плодового сада // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар 2022.

3. Примаков Н.В., Деллал А. Производственная программа по эксплуатации грузового автотранспорта // Теория и практика современной аграрной науки. Новосибирск, 2020.

4. Примаков Н.В., Мочеран В.Д. Цифровая логистика как система развития экономики региона // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2023.

5. Примаков Н.В., Петренко В.Н. Механизация возделывания озимой пшеницы в ОАО «Племзавод «Воля» Каневского района // Механизация и электрофикация сельскохозяйственного производства. Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Актуальные проблемы животноводства. Н. Новгород, 2020.

6. Примаков Н.В., Рытов К.П. Ресурсосберегающие технологии при обслуживании автомобильных двигателей // Стратегии и векторы развития АПК. Краснодар, 2021.

7. Рытов К.П., Примаков Н.В. Повышение эффективности эксплуатации автомобильных двигателей на основе сравнения работоспособности // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Оренбург, 2022.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.С. Дзеранов

A.S. Dzeranov

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University**

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ: МЕТОДЫ, ГЕОИНДИКАЦИЯ И ЭКСПЕРТИЗА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ PHYSICO-CHEMICAL DIAGNOSTICS OF OIL POLLUTION: METHODS, GEOINDICATION AND EXPERTISE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NATURAL-TECHNICAL SYSTEMS

Аннотация. В статье обоснована ключевая роль физико-химической диагностики состава нефти и нефтепродуктов в решении геоэкологических задач. Рассмотрены основные аналитические методы, применяемые для установления источника и давности загрязнения. Показано, как результаты диагностики служат основой для геоиндикации состояния окружающей среды, проведения экологической экспертизы и разработки мер по оптимизации природно-технических систем в контексте устойчивого развития.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, геоиндикация, экологическая экспертиза, хромато-масс-спектрометрия, устойчивое развитие, природно-технические системы.

Abstract. The article substantiates the key role of physico-chemical diagnostics of the composition of oil and oil products in solving geoeological problems. The main analytical methods used to determine the source and age of pollution are considered. It is shown how the diagnostic results serve as the basis for geoindication of the state of the environment, environmental expertise and the development of measures to optimize natural-technical systems in the context of sustainable development.

Key words: oil pollution, geoindication, environmental expertise, chromatography-mass spectrometry, sustainable development, natural-technical systems.

Нефтяные загрязнения являются одной из наиболее значимых угроз для экологического баланса природно-технических систем, особенно в урбанизированных и промышленно развитых регионах. Эффективное управление этими рисками и обеспечение экологической безопасности требуют не просто констатации факта загрязнения, а его точной диагностики. Физико-химическая диагностика позволяет перейти от констатации к пониманию генезиса, трансформации и прогноза поведения загрязнителя, что составляет научную основу для геоэкологического мониторинга, экспертизы и принятия решений в области устойчивого развития.

Современная диагностика базируется на комплексе аналитических методов. Газожидкостная хроматография (ГЖХ) и хромато-масс-спектрометрия (ХМС) являются ключевыми для идентификации индивидуального молекулярного состава. Определение группового состава (алканы, арены, смолы, асфальтены), фракционной разгонки и таких параметров, как плотность и вязкость, дает первичную характеристику загрязнителя. Однако для целей геоиндикации и экспертизы наиболее информативным является анализ биомаркеров и изотопный состав углерода. Эти соединения являются устойчивыми «отпечатками пальцев» нефти, мало подверженными изменениям в окружающей среде, что позволяет однозначно идентифицировать источник загрязнения [Соколова и др., 2020].

Геоиндикационная роль диагностики заключается в установлении пространственно-временных закономерностей загрязнения. Картирование зон с различным молекулярно-генетическим профилем нефтяных углеводородов позволяет выявить пути миграции, зоны аккумуляции и вторичной трансформации загрязнения. Динамика изменения легких и тяжелых фракций, соотношения *n*-алканов и изопреноидов служит индикатором интенсивности процессов биodeградации и выветривания, то есть указывает на давность загрязнения и активность природных самоочищающих механизмов.

Результаты физико-химической диагностики формируют объективную доказательную базу для экологической экспертизы и контроля. Они позволяют:

1. Количественно оценить вклад конкретного источника в комплексное загрязнение.

2. Рассчитать размер экологического ущерба на основе идентификации загрязнителя.

3. Обосновать выбор оптимальных технологий ремедиации (биологические, физико-химические) в зависимости от состава загрязнения.

4. Спрогнозировать долгосрочное поведение нефтяных остатков в компонентах природной среды.

В контексте устойчивого развития природно-технических систем диагностика становится инструментом оптимизации. На этапе проектирования и эксплуатации промышленных объектов данные о фоновом химическом составе сред и потенциальных загрязнителях позволяют разработать превентивную систему мониторинга. При ликвидации последствий аварий диагностика позволяет контролировать эффективность проведенных работ и подтверждать восстановление экологических функций нарушенных земель [Капустин, 2019].

Таким образом, физико-химическая диагностика трансформирует нефтяное загрязнение из абстрактной угрозы в управляемый параметр. Интеграция современных аналитических методов, геоиндикационного подхода и экспертных оценок создает замкнутый цикл для принятия научно обоснованных решений. Это обеспечивает минимизацию экологических рисков, способствует восстановлению нарушенных экосистем и является необходимым условием для сбалансированного и устойчивого функционирования сложных природно-технических систем в условиях антропогенной нагрузки.

Библиографический список

1. Капустин В.М. Геохимические методы оценки и прогноза состояния окружающей среды в районах нефтегазодобычи. М., 2019.

2. Соколова О.В., Никифорова Е.М., Трофимов С.Ю. Биомаркеры в нефтях и органическом веществе пород как индикаторы условий нефтеобразования и миграции // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2020. № 4.

3. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. The Biomarker Guide. Volume 2: Biomarkers and Isotopes in Petroleum Exploration and Earth History. Cambridge University Press, 2005.

4. Wang Z., Stout S.A. Oil Spill Environmental Forensics: Fingerprinting and Source Identification. Academic Press, 2007.

5. ГОСТ Р 56828.34-2017. Наилучшие доступные технологии. Идентификация загрязняющих веществ в почвах и донных отложениях. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200147052>.

В.Е. Дудоров

V.E. Dydorov

Оренбургский государственный университет
Orenburg State University

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ
КАК ОСНОВА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА
GEOECOLOGICAL MONITORING OF NATURAL-TECHNICAL
SYSTEMS AS A BASIS FOR DECISION-MAKING ON
ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE REGION**

Аннотация. В статье обосновывается подход к геоэкологическому мониторингу как к инструменту управления сложными природно-техногенными системами. Рассматривается методология комплексной оценки антропогенной нагрузки через призму взаимодействия компонентов литосферы, гидросферы и атмосферы. Особое внимание уделяется разработке критериев для перехода от данных мониторинга к конкретным управленческим решениям в сфере экологической безопасности.

Ключевые слова: природно-техногенная система, геоэкологический мониторинг, управленческие решения, антропогенная нагрузка, устойчивое развитие региона.

Abstract. The article substantiates the approach to geoecological monitoring as a tool for managing complex natural-technical systems. The methodology of a comprehensive assessment of anthropogenic impact through the prism of interaction between the components of the lithosphere, hydrosphere and atmosphere is considered. Special attention is paid to the development of criteria for the transition from monitoring data to specific management decisions in the field of environmental safety.

Key words: natural-technical system, geoecological monitoring, management decisions, anthropogenic load, sustainable development of the region.

Современные экологические вызовы требуют перехода от отраслевого контроля к системному управлению территориями, рассматриваемыми как целостные природно-техногенные системы (ПТС). В рамках такого подхода геоэкологический мониторинг

перестает быть лишь констатирующей процедурой и становится ключевым источником информации для принятия стратегических решений, направленных на обеспечение экологической безопасности региона.

Под природно-техногенной системой понимается пространственно ограниченный участок земной поверхности, где в результате хозяйственной деятельности создана устойчивая совокупность взаимосвязанных природных и инженерных объектов, функционирующая как единое целое. Типичными примерами ПТС являются промышленные узлы, агломерации, горнодобывающие районы, крупные транспортные коридоры и рекреационные комплексы. Мониторинг таких систем должен быть нацелен не на изолированные компоненты (воздух, воду, почву), а на выявление и оценку потоков вещества и энергии между ними, а также на анализ обратных связей, возникающих в результате техногенного вмешательства.

Методологической основой предлагаемого подхода является организация наблюдений по блочно-модульному принципу. Для каждого ключевого элемента ПТС (например, «промышленная площадка – подземные воды – речная сеть») формируется целевая программа мониторинга, включающая:

- литомониторинг – наблюдение за состоянием геологической среды (деформации, подтопление, загрязнение подземных вод).
- гидромониторинг – контроль качества поверхностных и подземных вод, оценка состояния водозаборов и сбросов.
- аэромониторинг – наблюдение за выбросами в атмосферу, локальным климатом и переносом загрязняющих веществ.
- биомониторинг – оценка реакции биоты (растительности, почвенной фауны) на совокупное воздействие.

Интеграция данных этих блоков в геоинформационной системе (ГИС) позволяет построить динамическую модель ПТС и выявить «критические точки» – элементы системы, где нагрузки превышают буферную емкость или где наблюдаются нелинейные негативные эффекты.

Переход от массива данных к управленческому решению осуществляется через систему разработанных критериев и пороговых значений. Эти критерии должны отражать не только превышение санитарно-гигиенических нормативов (ПДК, ПДВ), но и показатели устойчивости самой системы, такие как скорость восстановления

компонентов, буферная емкость ландшафта, уровень биоразнообразия. Принятие решений в этом контексте может варьироваться от корректировки технологических процессов на конкретном предприятии до территориального перепланирования или введения специальных режимов природопользования.

Ярким примером необходимости такого подхода является мониторинг и обеспечение безопасности районов с развитой рекреационно-туристической деятельностью. Интенсивная нагрузка на побережья, горные и лесные территории создает специфические риски: деградация почвенно-растительного покрова, загрязнение водных объектов, усиление эрозионных и оползневых процессов. Мониторинг, организованный по принципу ПТС, позволяет определить рекреационную емкость территории и вовремя вводить регулирующие меры (табл. 1).

Таблица 1

Пример перехода от данных мониторинга к управленческим решениям для рекреационной ПТС

Критический компонент ПТС	Выявленная проблема (данные мониторинга)	Критерий для вмешательства	Возможное управленческое решение
Прибрежная экосистема	Снижение видового разнообразия зообентоса на 40 % за 3 года	Падение индекса биоразнообразия ниже регионального фона на 25 %	Введение сезонного моратория на водные развлечения в бухте
Геологическая среда (склон)	Ускорение скорости смещения оползневого тела до 5 см/год	Превышение фоновой скорости деформаций в 2 раза	Ограничение нового строительства и организация дренажных систем
Система водоснабжения и канализации	Рост концентрации нитратов в подземном водоносном горизонте	Приближение к 0.8 ПДК с положительным трендом	Ревизия и модернизация локальных очистных сооружений, регулирование нагрузки

Таким образом, реформирование геоэкологического мониторинга в сторону комплексного наблюдения за природно-техногенными системами создает научную и информационную основу для проактивного управления экологической безопасностью. Такой подход позволяет перейти от реагирования на последствия к управлению причинами, минимизируя экологические риски и обеспечивая баланс между хозяйственным освоением и сохранением жизнепригодной среды на региональном уровне [Белов П.Н., 2019;

Королев В.А., 2017]. Эффективность решений, принимаемых на основе данных такого мониторинга, существенно повышается, так как они учитывают системные связи и долгосрочные последствия [Интегральный мониторинг..., 2020].

Библиографический список

1. Белов П.Н. Мониторинг природно-техногенных систем: теория и практика. М., 2019.
2. Интегральный мониторинг окружающей среды: от данных к решениям / Под ред. А.С. Шмакова. СПб., 2020.
3. Королев В.А. Геоэкологический мониторинг. М., 2017.
4. Природно-техногенные системы: оценка риска и управление безопасностью / Отв. ред. И.С. Григорьев. Новосибирск, 2018.
5. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297>.

Н.В. Кирсанова, С.М. Осипова
N.V. Kirsanova, S.M. Osipova
ООО «РН – Проектирование Добыча»
«RN-Upstream design» Limited Liability Company

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗЫСКАНИЙ**
**ANALYSIS OF THE ENVIRONMENT DURING ENGINEERING
AND ENVIRONMENTAL SURVEYS**

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа инженерно-экологических изысканий окружающей среды на примере пойменных ландшафтов р. Оби в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). Изучены ландшафты, почва, растительность. Показано среднее значение содержания экотоксикантов в почвах и водных объектах за многолетний период. Отобранные образцы по всем исследуемым показателям соответствуют требованиям нормативной документации.

Ключевые слова: инженерно-экологические изыскания, ландшафт, растительность, почва, водные объекты, экотоксиканты.

Abstract. The article presents the results of engineering and environmental surveys in the Nefteyugansky District of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. Landscapes, soil, vegetation have been studied. The average value of ecotoxikants in soils and water features over a long period is shown. The selected samples meet the requirements of regulatory documentation.

Key words: engineering and environmental surveys, landscape, vegetation, soil, water features, ecotoxikants.

Проведение оценки экологического состояния объектов окружающей среды является неотъемлемой частью работ для рационального использования природных ресурсов, разработки необходимых мероприятий для их защиты и рекультивации. Изучение и мониторинг экологических условий Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) связано, главным образом, с использованием нефтесырьевой базы региона. Так, сотрудниками отдела комплексных экологических проектов ООО «РН-Проектирование Добыча» в 2021–2025 гг. проводилось обследование

экологического состояния окружающей среды в разных пойменных ландшафтах р. Оби в Нефтеюганском районе ХМАО. Территория обследования находится в естественном состоянии в левобережье среднего течения р. Оби. Ближайшими населенными пунктами являются город Нефтеюганск, село Чеускино и поселок Сингапай.

В данной работе представлены результаты изучения ландшафтов, растительности, почвы. Были проанализированы загрязнения отобранных образцов почв и поверхностной воды экотоксикантами (ртуть, цинк, медь, кадмий, свинец, никель, мышьяк), нефтепродуктами и бенз(а)пиреном. Пробы почвы отбирались с глубины 5–10 и 10–20 см методом конверта и составлялись из 5 точечных. Описания ландшафтов осуществлялись с использованием утвержденных методик [Гайворон Т.Д., Парахина Е.А., 2023]. Классификация ландшафтов территории обследования проведена на уровне урочищ, объединяемых в типы местности. Всего сделано 165 геоботанических описаний, 85 почвенных прикопок, отобрано 60 образцов почв и 50 проб воды. Подготовка и химико-аналитические исследования образцов почвы и воды проведены в аккредитованной лаборатории мониторинга природной среды ООО «РН-Проектирование Добыча».

Согласно ландшафтному районированию, участок изысканий приурочен к Обско-Иртышской пойменно-террасовой интразональной ландшафтной области, подобласти сегменто-гривистых пойм. На территории обследования выделено 10 урочищ, объединенные в 2 типа местности: пойменный лугово-лесной и пойменный лугово-соровый.

Отличительными признаками данных двух групп урочищ является положение в рельефе, тип почвы и растительности. Группа пойменных лугово-лесных урочищ приурочена к высоким и средним гривам, прирусловым валам на аллювиально-дерновым и аллювиально-луговым почвам. Растительный покров представлен разнотравными березово-осиновыми и березовыми лесами в сочетании с разнотравно-злаковыми лугами. Группа пойменных лугово-соровых урочищ располагается на плоских, пониженных участках средней поймы с закустаренными разнотравно-злаковыми, злаково-осоковыми лугами на аллювиально-лугово-болотных почвах.

Основным критерием оценки содержания загрязняющих веществ в почве являются утвержденные нормативы СП 502.1325800.2021, СанПиН 1.2.3685-21.

Как видно из приведенных в таблице 1 результатов химического анализа почв, превышений предельно допустимых концентраций

(ПДК), определяемых экотоксикантов не выявлено. Достоверно значимых различий содержания тяжелых металлов в зависимости от типа местности также не установлено. Так, содержание ртути составило от 0,019 до 0,045 мг/кг, цинка 0,45–1,25, меди 0,35–0,60, кадмия 0,038–0,056, свинца 0,042–0,060, никеля 0,38–0,56, мышьяка 0,028–0,056. Содержание в почвах бенз(а)пирена также не превышало установленных нормативов (0,02 мг/кг) и составило менее 0,005 мг/кг.

Таблица 1

Оценка качества почв на территории обследования

Содер- жание, мг/кг	Тип местности пойменный лугово-лесной		Тип местности пойменный лугово-соровый		ПДК, мг/кг
	глубина отбора, м				
	0,5–0,10	0,10–0,20	0,5–0,10	0,10–0,20	
Hg	0,019±0,003	0,029±0,005	0,033±0,006	0,045±0,007	2,1
Zn	0,45±0,03	0,68±0,04	1,08±0,05	1,25±0,09	23,0
Cu	0,44±0,02	0,35±0,02	0,60±0,04	0,43±0,05	3,0
Cd	0,055±0,003	0,038±0,002	0,056±0,003	0,046±0,003	-
Pb	0,53±0,03	0,60±0,03	0,58±0,02	0,42±0,01	6,0
Ni	0,50±0,03	0,43±0,03	0,56±0,07	0,38±0,03	4,0
As	0,056±0,001	0,045±0,001	0,052±0,001	0,028±0,001	-
НП	56,7±1,9	78,5±2,3	127,0±2,9	98,0±3,5	-
БП	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,02
Zc	1,2	1,6	1,1	0	-
НП – нефтепродукты, БП – бенз(а)пирен млн ⁻¹ , ПДК – предельно-допустимая концентрация, Zc – суммарный показатель загрязнения					

Содержание нефтепродуктов в исследованных почвах, в целом, достигает 127 мг/кг, что соответствует «повышенному фону» [Пиковский Ю.И., 1993]. При этом отмечено, что для урочищ, приуроченных к пойменному лугово-лесному типу местности на аллювиально-дерновых почвах, уровень содержания нефтепродуктов соответствует фоновому и не превышает 79 мг/кг. В то время как группа пониженных пойменных лугово-соровых урочищ на аллювиальных лугово-болотных почвах отличается повышением фоновое содержание нефтепродуктов в два и более раз (98–127 мг/кг). Однако, присутствие углеводов в группе лугово-соровых урочищ обусловлено влиянием природных факторов, таких как процессы биосинтеза и биоассимиляции микроорганизмов и трансформации органических веществ в неполярные и малополярные углеводороды, которые при экстракции почв идентифицируются как

нефтепродукты. Более того для группы лугово-соровых урочищ характерна высокая биопродуктивность растительного покрова, низкое положение в рельефе, низкая скорость потока, что способствует заболачиванию и накоплению содержания неполярных и малополярных углеводородов в верхних горизонтах почв. В связи с чем «повышенный фон» содержания нефтепродуктов в почвах лугово-сорового типа местности обусловлен природными факторами и не может считаться признаком нефтяного загрязнения.

Таблица 2

Оценка качества водных объектов на территории обследования

Содержание, мг/дм ³	Протока Юганская Обь	Протока Кривая	Протока Сырой Аган	Протока Акопас	ПДК, мг/дм ³
БПК ₅	1,90±0,05	1,48±0,03	1,46±0,03	2,10±0,06	2,1
O ₂ раств-й	7,30±0,9	6,10±0,6	6,90±0,6	7,00±1,0	>6
фенол	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001
Hg, мкг/дм ³	0,0018± 0,002	0,0025± 0,003	0,0020± 0,006	0,0015± 0,002	0,00001
Zn	0,005± 0,0006	0,009± 0,0005	0,010± 0,0009	0,013± 0,002	0,010
Cu	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Cd	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,005
Pb	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,006
Ni	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01
As	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
НП	0,0087± 0,0009	0,0055± 0,0006	0,0092± 0,0009	0,0010± 0,0001	0,05
БП	0,002± 0,0002	0,0028± 0,0004	0,0035± 0,0004	0,0043± 0,0006	-
ИЗВ	0,37	0,33	0,36	0,40	
НП – нефтепродукты, БП - бенз(а)пирен млн ⁻¹ , ПДК – предельно-допустимая концентрация, ИЗВ – индекс загрязняющих веществ					

В целом оценку уровня загрязнения почв проводили по суммарному показателю загрязнения Z_c (табл. 1). Для данного показателя загрязнения в качестве фоновой пробы были использованы значения из отчёта по локальному экологическому мониторингу окружающей природной среды ХМАО [Отчет..., 2024]. Так, во всех пробах почв суммарный показатель Z_c менее 16, следовательно, согласно СП 502.1325800.2021 почвы участка работ относятся к категории загрязнения – допустимая.

Оценка содержания загрязняющих веществ в поверхностных водах проведена в сравнении с нормативами качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения [Приказ..., 2016].

Как видно из таблицы 2, превышений ПДК экотоксикантов в образцах воды не выявлено. Значения индекса загрязняющих веществ (ИЗВ) соответствует категории – чистая [Гагарина О.В., 2012].

Таким образом, на обследованной территории в пойме р. Оби проведено комплексное ландшафтное обследование, на основании чего выделено 2 типа местности и 10 урочищ. Химический анализ проб почв и поверхностной воды на количественное содержание тяжёлых металлов, нефтепродуктов и бенз(а)пирена не выявил превышений. Таким образом, образцы почвы и воды по всем исследуемым показателям соответствуют требованиям нормативной документации.

Библиографический список

1. Гайворон Т.Д., Парахина Е.А. Практикум по ландшафтоведению: Учебно-методическое пособие для практических и курсовых работ. М., 2023.
2. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М., 1993.
3. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения». URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120>.
4. Гагарина О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы и существующие проблемы. Ижевск, 2012.
5. Отчет по локальному экологическому мониторингу окружающей природной среды Усть-Балыкского лицензионного участка. Сургут, 2024.

М.В. Кузякина, В.П. Стежко, З.М. Зырянов, М.Е. Миргорода
M.V. Kuzyakina, V.P. Stejko, Z.M. Zyryanov, M.E. Mirgoroda
Кубанский государственный университет
Kuban State University

**АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ
ТЕРРИТОРИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF SPECIALLY
PROTECTED AREAS IN THE KRASNODAR REGION**

Аннотация. Особо охраняемые природные территории распределены на территории Краснодарского края неравномерно. В статье приведены причины такого распределения, учитывающие виды ООПТ и их влияние на охрану окружающей среды.

Ключевые слова: ООПТ, Краснодарский край, анаморфоза, охрана окружающей среды.

Abstract. Specially protected natural areas are unevenly distributed throughout the Krasnodar Region. The article provides reasons for this distribution, taking into account the types of SPNA and their impact on environmental protection.

Key words: SPNA, Krasnodar Region, anamorphosis, environmental protection.

Особо охраняемые природные территории (далее – ООПТ) – участки земли, воды и воздушного пространства с уникальными природными комплексами и объектами, имеющими природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное значение, где установлен особый правовой режим, ограничивающий хозяйственную деятельность ради сохранения природы и биоразнообразия, и включающие заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы и другие категории [Тишков А.А., 2021].

Для анализа были взяты данные о количестве ООПТ на территории Краснодарского края из доклада о состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2024 г. [Доклад..., 2025; Котляков В.М., 2017].

Для картографирования был применён метод анаморфированного пространства.

Карты-анаморфозы – это географические изображения, производные от традиционных карт, масштаб которых

трансформируется в зависимости от величины характеристики явлений на исходной карте. Размеры стран или регионов отключены от их географического положения и пропорциональны определённым данным, таким как численность населения или экономические показатели [Берлянт А.М., 2002; Соколов В.Е. и др., 2021].

На рисунке 1 изображена анаморфированная картосхема распределения ООПТ в Краснодарском крае. Анаморфоза показывает, где природоохранные усилия сосредоточены больше, а где – меньше.

На представленной карте-анаморфозе отражено распределение ООПТ по муниципальным районам Краснодарского края в 2024 г. Площадь районов искажена пропорционально количеству ООПТ. Цветовая гамма помогает выделить кластеры с разной плотностью охраняемых территорий: тёмно-синий – районы с наибольшим числом ООПТ (53–84 шт.), красный – районы с минимальным количеством (2–5 шт.), промежуточные оттенки (оранжевый, жёлтый, зелёный) – промежуточные значения.

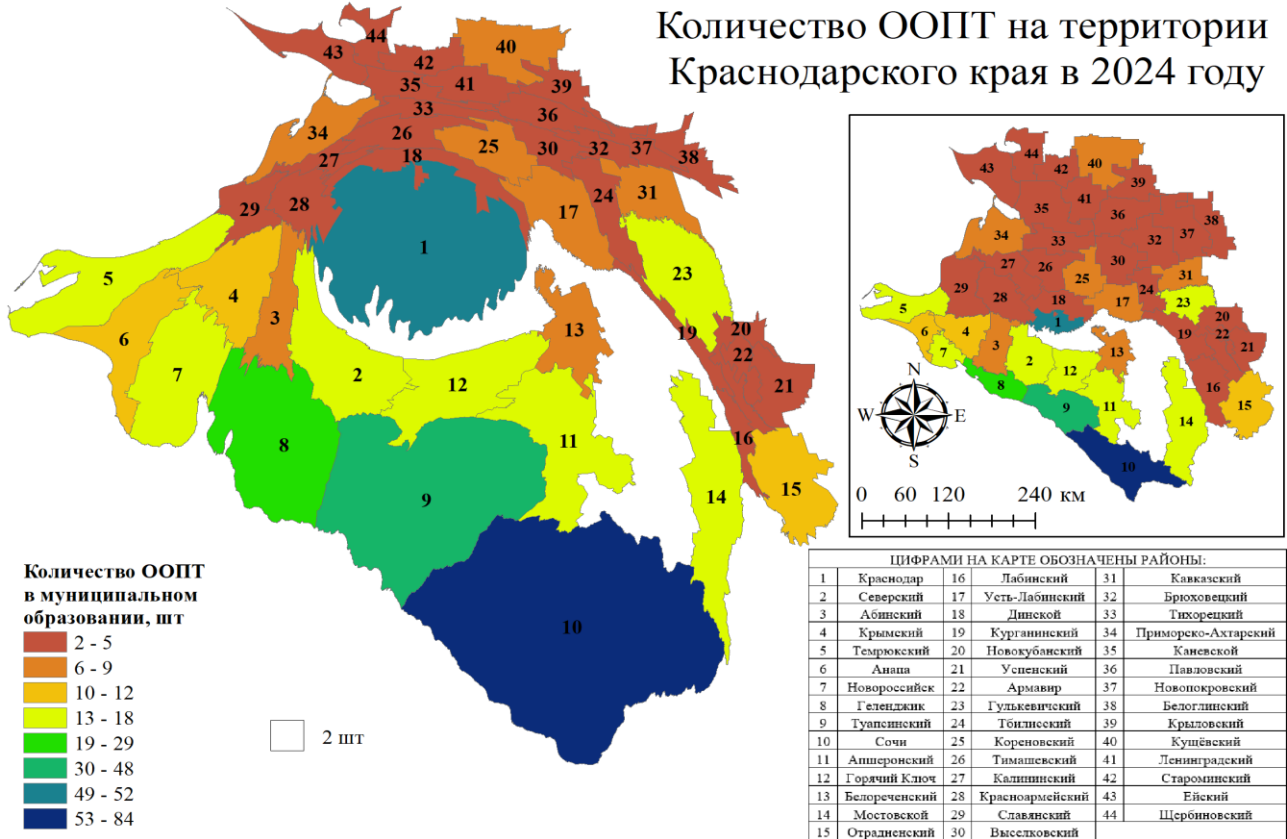


Рис. 1. Анаморфированная картосхема распределения ООПТ в Краснодарском крае

На расположение и количество ООПТ на территории Краснодарского края влияют следующие ключевые факторы:

– горные, прибрежные и предгорные районы (такие как Туапсинский, Апшеронский, Белореченский районы и район г. Сочи) имеют больше ООПТ за счёт высокого биологического разнообразия, связанного с высотной поясностью. В случае с Сочи играет роль и расположение в районе субтропического климатического пояса, способствующего распространению растительности средиземноморского типа;

– равнинные и сельскохозяйственные районы (например, Красноармейский, Славянский) имеют меньше ООПТ из-за активного использования земли под агропромышленный комплекс и из-за того, что подстилающая поверхность представляет собой полевую растительность. Однако, следует сказать, что районы с разнообразными ландшафтами (предгорья, частично сельскохозяйственные зоны) имеют среднее (10–30) ООПТ на своих территориях. Малое количество расположено в основном в сельскохозяйственных районах в центре и на севере края;

– крупные города соответственно имеют относительно меньше ООПТ в расчёте на площадь за счёт высокой плотности застройки и инфраструктуры. К тому же, на их территории особо охраняемыми бывают лишь отдельные объекты (например, некоторые очень старые деревья в Краснодаре).

Также стоит отметить, что некоторые районы давно находятся в фокусе внимания экологов и учёных (например, из-за Кавказского заповедника, который затрагивает несколько муниципалитетов). Например, это касается большей части Черноморского побережья, особенно Сочи и Туапсе – из-за природного богатства и необходимости защиты.

Разница в количестве ООПТ – это результат объективных природных условий, истории освоения территории и современных приоритетов охраны природы.

Наибольшая концентрация ООПТ наблюдается в юго-восточной части края (район Сочи, Апшеронский, Мостовской и др.). Причины: богатое биоразнообразие – горные и предгорные районы (Кавказский хребет) обладают уникальными экосистемами: реликтовые леса, высокогорные луга, редкие виды флоры и фауны.

Особая природоохранная значимость – защита от антропогенного воздействия (туризм, строительство, лесозаготовки). Наличие крупных ООПТ федерального значения (например, Кавказский биосферный заповедник), вокруг которых формируются локальные

охраняемые зоны. Баланс между охраной природы и регулируемым туризмом – создание рекреационных зон с жёстким контролем нагрузки. Центральная и западная части края (Темрюкский, Крымский, Белореченский районы) демонстрируют среднюю плотность ООПТ.

Причинами этого являются сочетание сельскохозяйственных и природных ландшафтов – необходимость защиты ключевых биотопов (водоёмы, пойменные леса, степные участки) в условиях интенсивного земледелия, а также сохранение экосистемных коридоров – связь между крупными ООПТ (например, от Кавказского заповедника к прибрежным зонам). Защита источников водоснабжения – охраняемые территории вокруг родников, рек, водохранилищ [Щуров В.И., 2023].

Районы с минимальным количеством ООПТ (красная зона) – это северо-западные и некоторые степные районы (Брюховецкий, Каневской, Староминский) имеют наименьшее число ООПТ. Причинами служит преобладание агроландшафтов – степные и сельскохозяйственные территории с низкой долей естественных экосистем.

Исторически слабая охрана природы – акцент на землепользовании, а не на сохранении биоразнообразия. Меньшая природоохранная значимость – отсутствие уникальных природных комплексов или эндемичных видов. Высокая плотность населения и инфраструктурная освоенность – сложности с выделением крупных охраняемых зон [Гонгальский К.Б. и др., 2021].

Прибрежные районы характеризуются средней плотностью ООПТ, несмотря на высокую рекреационную нагрузку. Причинами являются защита морских экосистем – создание морских заказников, охрана мест гнездования птиц, коралловых рифов, ограничения по расширению ООПТ из-за курортной инфраструктуры (отели, пляжи, порты). Также свои коррективы вносит компромисс между экологией и экономикой – баланс между охраной природы и развитием туризма.

Причинами являются природно-климатические условия (горы, степи, леса, побережье), антропогенная нагрузка (сельское хозяйство, промышленность, туризм), исторический контекст (традиции охраны природы, научные исследования), экономические интересы (баланс между развитием и сохранением природы) и законодательные инициативы (региональные программы по охране природы).

Неравномерность распределения ООПТ обусловлена природными и социально-экономическими факторами.

Необходимость корректировки сети ООПТ в степных и агроландшафтных районах для защиты оставшихся природных комплексов. Развитие экотуризма в районах с высокой концентрацией ООПТ как способ финансирования охраны природы. Координация между муниципальными районами для создания экологических коридоров и сохранения миграционных путей животных.

Таким образом, карта-анаморфоза наглядно демонстрирует взаимосвязь между природными ресурсами, хозяйственной деятельностью и системой охраны природы в Краснодарском крае. Дальнейшая оптимизация сети ООПТ должна учитывать как экологические, так и социально-экономические аспекты развития региона.

Библиографический список

1. Вопросы географии Сб. 144: Картография в цифровую эпоху. М., 2017.
2. Гонгальский К.Б., Тишков А.А. Информационные ресурсы BioDat // Современное состояние экосистем и влияющие на них процессы. М., 2021.
3. Доклад о состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2024 году. Краснодар, 2025.
4. Берлянт А.М. Картография: учебник для вузов. М., 2002.
5. Соколов В.Е., Глазовская Н.Б. ТопоGIS. Топография. Картография. Геоинформационные системы (GIS) // Современные методы географических исследований. Южно-Сахалинск, 2021.
6. Тишков А.А. Классификация и общая характеристика ООПТ. М., 2021.
7. Щуров В.И., Замотайлов А.С. Особо охраняемые природные территории Краснодарского края для сохранения биологического разнообразия // Проблемы и перспективы. Краснодар, 2023.

Р.М. Муратов, А.А. Пашиковская
R.M. Muratov, A.A. Pashkovskaya
Кубанский государственный университет
Kuban State University

**АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА СТЕПНЫЕ РЕКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ANTHROPOGENIC LOAD ON THE STEPPE RIVERS OF THE
KRASNODAR REGION**

Аннотация. Малые степные реки Краснодарского края испытывают значительные антропогенные нагрузки и представляют собой довольно уязвимую часть гидрографической системы, являются уязвимым компонентом гидрографической сети. В статье обозначены основные геоэкологические проблемы и загрязнители рек.

Ключевые слова: антропогенное влияние, водоотведение, орошение, фрагментация речных систем, качество воды, сосредоточенные выпуски сточных вод.

Abstract. Small steppe rivers of the Krasnodar Region experience significant anthropogenic load and represent a rather vulnerable part of the hydrographic system, a vulnerable component of the hydrographic network. The article outlines the main geo-ecological problems and pollutants of rivers.

Key words: anthropogenic impact, drainage, irrigation, fragmentation of river systems, water quality, and concentrated wastewater discharges.

Изучение нарушений экологического режима степных рек Краснодарского края обусловлено глобальными экологическими тенденциями, а также общегосударственными приоритетами нашей страны в области экологии. В глобальном контексте малые реки на самом деле являются наиболее уязвимыми компонентами речных сетей. Антропогенное влияние на небольшие реки достаточно велико, при этом они являются одним из ключевых элементов ландшафта, так как качество воды в малых реках напрямую влияет на биоразнообразие отдельных регионов. Усугубление экологического состояния малых рек является региональной проблемой, которая введет к дефициту водных ресурсов и экологической дестабилизации.

Среди степных рек Краснодарского края, которые находятся в состоянии экологического кризиса, особое внимание заслуживают

Бейсуг, Ея, Сосыка, Челбас и Кирпили. Эти небольшие реки степной зоны Кубани подвергались и подвергаются отрицательному воздействию деятельности человека. Вышеперечисленные малые степные реки сыграли важную роль не только в формировании ландшафта Краснодарского края, но и приняли участие в развитии биоразнообразия региона. Одна из возникших экологических проблем вышеперечисленных рек – их протекание в густонаселенных районах края. Население достаточно активно использует воды рек для ведения хозяйственной деятельности, например для водоотведения, орошения, рекреации и водоснабжения [Педько А.Д., 2023].

Масштабный забор воды для орошения сельскохозяйственных культур является основной причиной истощения водных ресурсов степных рек. Максимальная нагрузка происходит в летний период, когда сток воды в реках минимален и реки пополняются преимущественно за счет подземных вод. Среди последствий этой человеческой деятельности важно отметить, что в русле рек образуются высохшие отдельные участки. [Суслов О.Н., 2015].

Степные реки Кубани подвержены фрагментации речных систем, это нарушение их природного течения из-за возведения плотин, искусственных прудов, водохранилищ, а также из-за водозабора на отдельных участках. Эти процессы деструктивны, т.к. фрагментация разрушает единую речную систему, разделяя ее на отдельные фрагменты, особенно это отрицательно сказывается на биосферной составляющей рек. Нарушается миграция рыб и других живых организмов, населяющих реки. Реки почти перестали быть проточными, за исключением периода весеннего половодья. В это время скорость течения составляет 0,6-0,8 м/с. В другое время года течение есть только на участках ниже плотин (табл. 1).

Таблица 1

Общая характеристика прудов, расположенных в водных объектах рек бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона [Схема комплексного использования...]

Водный объект	Кол-во прудов, шт.	Площадь зеркала, км ²	Полный объем, млн м ³
Кагальник	188	23,58	42,44
Ея	749	113,79	121,27
Челбас	279	85,66	123,41
Бейсуг	302	169,42	207,28
Кирпили	250	142,6	105,03

В результате бесконтрольного строительства плотин образовались цепи прудов, в которых нет проточности. Они выполняют роль прудов-испарителей. Ведутся наблюдения за качеством воды в степных реках Краснодарского края. Вода здесь отличаются повышенной минерализацией. Более 20 лет назад отмечалось, что содержание загрязняющих веществ не носит антропогенного характера, качество воды характеризовалось как «умеренно загрязненное» и «загрязненное». На сегодняшний день, по данным Министерства природных ресурсов Краснодарского края, качество воды в р. Кирпили относится к 4 классу разряду «а» «грязная» на протяжении десяти лет. В настоящий момент состав сточных вод вызывает тревогу, в них преобладают легкоокисляемые органические вещества (БПК₅) и биогенные (железо, медь, фосфор фосфатов и азот аммонийный) (табл. 2).

Таблица 2

Сведения о предприятиях, имеющих сбросы загрязняющих веществ на водохозяйственных участках рек бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона [Схема комплексного использования...]

Река	Предприятие	Наиболее характерные загрязняющие вещества
Кагальник	«Зерноградский филиал ОАО «Донская водная компания», 100 км	Химическое потребление кислорода (ХПК), сульфаты
Ея	ЗАО фирма «Агрокомплекс» предприятие МПК «Староминская», 9 км	БПК ₅ (показатель биохимического потребления кислорода), фосфор фосфатов, железо общее
Челбас	ООО «Стародеревяновский консервный завод», 17 км	БПК ₅ (показатель биохимического потребления кислорода), азот аммонийный, железо общее
	ООО фирма «Калория», 22 км	БПК ₅ (показатель биохимического потребления кислорода), фосфор фосфатов
Бейсуг	ОАО «Зип-Бытприбор», 53 км	БПК ₅ (показатель биохимического потребления кислорода)
	ООО «Брюховецкое предприятие отвода и очистки стоков», 53 км	Фосфор фосфатов
Кирпили	ООО «Коммунальник», 60 км	БПК ₅ (показатель биохимического потребления кислорода)

Помимо уже хорошо известных точек, где происходит выброс в сточные воды, имеются и сторонние сбросы разнообразных предприятий в речной бассейн. Эти сбросы происходят не по «прямому» пути, а через малые водотоки и овраги, но эти сбросы аналогичны прямым. Самым известным примером является отвод сточных вод в г. Тихорецке.

Степные реки также поддаются химическому загрязнению, т.к. они собирают в себе химические удобрения с сельскохозяйственных полей. Удобрения и другие продукты, которые необходимы для агропромышленного комплекса поступают в реки вместе со сточными водами и дренажными системами. Из-за небольшой глубины степных рек и их переполненностью удобрениями и биогенными элементами, в них значительно повышается водная флора. В среднем зарастает примерно 40 % водного бассейна, но в особых случаях этот показатель может достигать даже 70 %. Летом можно наблюдать значительное размножение водорослей, вода буквально «цветет» от них. К сожалению, все это попадает в Азовское море. По различным оценкам из степных рек Кубани в Азовское море попадает около миллиона тонн разных химических элементов [Доклад..., 2024].

Экологические проблемы степных рек Краснодарского края имеют четко выраженный человеческий след. Для решения всех вышеперечисленных проблем требуется разработать комплекс определенных мер по предотвращению отрицательных последствий. Также необходим пересмотр использования рек Краснодарского края в ведении сельского хозяйства. Состояние речной сети требует незамедлительного переосмысления правил водопользования не только в конкретном регионе, а на территории всей страны [Белюченко И.С., 2015].

Необходимо изменить модель работы предприятий АПК, от активного водопользования к водосбережению, требуется разработка комплексных мер, которые способны мотивировать агропромышленные предприятия, например нормативное ужесточение правил водопользования. Установление определенных лимитов водозабора и постепенное ужесточение лимита опираясь на уровень рек в текущем календарном году, т.е. лимит водозабора меняется каждый год с учетом питания рек. Для понижения водозабора возможно применение замкнутой системы водооборота, что позволит значительно сократить нагрузку на реки.

Библиографический список

1. Белюченко И.С. Абиотические особенности развития ландшафтов малых рек степной зоны края // Научный журнал КубГАУ. 2015.
2. Доклад о состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края. Краснодар, 2014–2024 гг.
3. Педько А.Д. Экологические проблемы малых степных рек Краснодарского края // Virtuozы науки. 2023.
4. Суслов О.Н. Степные реки Краснодарского края. Краснодар, 2015.
5. Схема комплексного использования и охраны водных объектов рек бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона. Кн. 1. URL: <http://Kbvufgu.ru/docs7>.

С.М. Осипова, М.Е. Осипов, Н.В. Курсанова
S.M. Osipova, M.E. Osipov, N.V. Kirsanova
ООО «РН-Проектирование Добыча»
«RN-Upstream design» LLC

**ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ КАРТИРОВАНИЯ
ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ МНОГОЛЕТНЕМЁРЗЛЫХ ПОРОД
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ
FEATURES OF THE METHODOLOGY FOR MAPPING
LANDSCAPES IN THE ZONE OF PERMAFROST ROCKS FOR
THE PURPOSES OF ENGINEERING AND ECOLOGICAL
SURVEYS**

Аннотация. В работе приведены детали методики картирования ландшафтов территории распространения многолетнемёрзлых пород (ММП), позволяющей минимизировать риски при проектировании объектов нефтегазодобывающей промышленности. С помощью разработанной методики построены ландшафтные карты и карты районирования по устойчивости к техногенным нагрузкам тестовых участков в зоне распространения многолетнемёрзлых пород. Даны рекомендации о возможности проектирования в пределах выявленных зон геоморфологических рисков тестового участка.

Ключевые слова: экзогенные геологические процессы, ландшафтное районирование, дешифрирование, техногенные нагрузки, картографирование, инженерно-экологические изыскания.

Abstract: The paper presents details of a methodology for mapping landscapes in areas affected by permafrost, which helps minimize risks in the design of oil and gas production facilities. Using the developed methodology, landscape maps and zoning maps were constructed for the resistance of test sites to anthropogenic loads in the permafrost zone. Recommendations are given on the possibility of designing within the identified geomorphological risk zones of the test site.

Key words: exogenous geological processes, landscape zoning, deciphering, man-made impact, mapping, engineering and environmental surveys.

Инженерные изыскания для строительства включают в себя несколько основных видов изысканий к которым относятся в том числе инженерно-экологические (ИЭИ).

При проведении ИЭИ неотъемлемой частью работ является проведение эколого-ландшафтных исследований для установления структуры ландшафта, уточнения границ природно-территориальных комплексов и оценки степени антропогенной нарушенности территории проектируемых объектов.

Конечным результатом является комплексное заключение о состоянии ландшафтов участка изысканий, представляемое в виде ландшафтно-экологической карты [СП 502.1325800.2021...].

Территории с наличием ММП, на которых расположена большая часть объектов нефтегазовой инфраструктуры, являются зоной повышенного риска и требуют детальной проработки на уровне планирования территории. Примеры неудачного размещения объектов без учета специфических природных условий уже зафиксированы на практике. По разным источникам, процент деформированных зданий и сооружений в Арктической зоне варьируется от 40 % до 60 % [Шац М.М., 2020]. Каждый такой случай наносит невосполнимый урон природной среде, животному миру и требует дополнительных затрат заказчика на корректировку размещения объектов в проектной документации и повторную ее экспертизу, а при реализации проекта – на инженерную защиту сооружений и рекультивацию деградированных земель. В связи с этим возникла необходимость разработки особого подхода к картированию территорий с мерзлотой.

Цель разработки методики - предотвращение потенциальных ошибок при строительстве нефтегазовой инфраструктуры в зоне многолетнемёрзлых пород и минимизация нефтеразливов из-за деформации сооружений.

По опыту работ, при определении устойчивости ландшафтов к планируемым техногенным нагрузкам для территорий, расположенных в зоне сплошного распространения мерзлоты, наиболее важно учитывать такие факторы как наличие экзогенных геологических процессов (ЭГП).

В задачи исследования входило разделение территории на благоприятные и неблагоприятные участки для строительства на предпроектном этапе с точки зрения механической ландшафтной устойчивости и наличия ЭГП.

Для определения ландшафтной структуры специалистом должны учитываться особенности геоморфологического строения территории, литологический состав грунтов, генетические и морфологические особенности почв, характер увлажнения, особенности

гидрологической сети и гидрологического режима, структура и состав растительного покрова, антропогенные преобразования, особенности освоения территории в прошлом [Федосеева О.С., 2013].

Основными исходными данными для разработки крупномасштабных ландшафтных карт являются материалы полевых экспедиций, цифровые топографические карты масштаба М 1:25 000, материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), геологические карты четвертичных отложений (М 1:200 000), лесные карты и материалы лесоустройства, отраслевые тематические мелкомасштабные карты (почвенная, ландшафтная карты, карта растительности и др.), фондовые, литературные данные, а также материалы ранее проведенных изысканий.

По опыту работы, из указанных выше исходных данных к самым достоверным источникам информации о фактической природной обстановке относятся материалы полевых исследований и данные ДЗЗ. Наиболее информативными для целей ландшафтного картографирования являются полевые комплексные описания ландшафтов, геоботанические и почвенные описания ключевых участков, материалы фотофиксации, полевые маршрутные наблюдения.

Дешифрирование растительного покрова продуктивно проводить по разномасштабным мультиспектральным снимкам, снятым в благоприятный период года и данным с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), при их наличии. Оптимальным вариантом рабочего набора снимков является наличие мультиспектральных космических снимков среднего, высокого и низкого разрешения, с периодом съемки вторая половина июня – первая половина сентября. Кроме того, наличие разновременной и разносезонной съемки, наряду с материалами топографических карт и полевых исследований, позволяет отследить динамику функционирования природно-территориальных комплексов, а также, при необходимости, актуализировать информацию с топографических карт по наличию (отсутствию) водных объектов.

Основная задача специалиста-ландшафтоведа при работе с исследуемой территорией, отразить на ландшафтно-экологической карте актуальные границы урочищ с учетом наличия и проявлений многолетних мерзлых пород (ММП), дать оценку устойчивости ландшафтов к планируемым антропогенным нагрузкам.

По опыту дешифрирования криогенных процессов по космическим снимкам среднего и высокого разрешения наиболее явно прослеживаются следующие криогенные процессы: термокарстовые озера, хасыреи, криогенное пучение, термоэрозия, термоабразия.

Инженерные изыскания часто проводятся в осенне-зимний период, что обусловлено лучшей проходимостью труднодоступных северных территорий. По этой причине инженер-геолог при рекогносцировочном обследовании может пропустить участки талых грунтов, скрытых под снеговой толщей. Это определяет необходимость качественного ландшафтно-экологического анализа с целью выявления потенциально опасных для строительства участков ещё на предполевом этапе.

Основное отличие разработанной методики в том, что помимо базового определения границ ландшафтов и их морфоструктурных единиц предлагается идентифицировать отдельные экзогенные геологические процессы на исследуемой территории. Делать это возможно путём дешифрирования космических снимков с помощью геоботанических индикаторов [Правила..., 1974].

Каждый экзогенный геологический процесс имеет определённое положение в рельефе. Однако «считать» информацию о формах микро- и нанорельефа, под которыми могут находиться такие опасные для строительства элементы, как талики, с космических снимков бывает невозможно, а данные с беспилотных летательных аппаратов появляются только при непосредственном проведении инженерных изысканий.

Поскольку рельеф определяет тип растительных сообществ, было установлено, что для каждого экзогенного геологического процесса характерны свои геоботанические комплексы, которые всегда видны с космических снимков разного разрешения.

Для минимизации ошибок при идентификации экзогенных геологических процессов была разработана комплексная база дешифровочных признаков.

Дешифрирование экзогенных геологических процессов, их приуроченность к определённому рельефу и типу местности позволяют провести районирование территории по степени устойчивости к техногенной нагрузке и, соответственно, по сложности условий строительного освоения.

Результат данной оценки позволяет успешно выявить неустойчивые и малоустойчивые ландшафты.

Библиографический список

1. Федосеева О.С. Ландшафтный анализ приречных территорий: на примере города Москвы: дис. канд. с-х наук. М., 2013.
2. Шац М.М. Эколого-геокриологическая специфика при недропользовании на Севере Сибири. // SCIENCE & TECHNOLOGY IN THE GAS INDUSTRY. 2020. № 2.
3. Программа и методика биогеоценотических исследований. М., 1974.
4. СП 502.1325800.2021. Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/608706538>.

В.А. Петрова¹, И.В. Тания^{2,3}, А.А. Аветисян¹, Т.В. Сабекия³

V.A. Petrova¹ I.V., Taniya^{2,3}, A.A. Avetisyan¹, T.V. Sabekia³

¹Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

²Рицинский реликтовый национальный парк

³Абхазский государственный университет

¹Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

²Rica relic national park

³Abkhazian state University

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ
ПРИРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ РИЦИНСКОГО
РЕЛИКТОВОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА (АБХАЗИЯ)
В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ
GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE STATE OF
NATURAL COMPONENTS OF THE RITSA RELIC NATIONAL
PARK (ABKHAZIA) UNDER RECREATIONAL LOAD**

Аннотация. Представлены результаты комплексной оценки экологического состояния ключевых природных компонентов Рицинского реликтового национального парка (РРНП): качества вод, атмосферного воздуха и радиологического состава почв. Исследование показало, что в целом экосистемы парка находятся в стабильном состоянии, а уровень антропогенной нагрузки незначителен. Выявленные локальные отклонения по содержанию оксида углерода (СО) и изотопа цезия-137 (¹³⁷Cs), которые носят точечный и ограниченный характер, не оказывают существенного влияния на общую экологическую ситуацию.

Ключевые слова: Рицинский реликтовый национальный парк (РРНП), гидрохимические показатели, атмосферный воздух, радионуклидный состав почв, рекреационное воздействие.

Abstract. The results of a comprehensive assessment of the ecological status of the key natural components of the Ricin Relict National Park (RNNP): water quality, atmospheric air, and radiological composition of soils are presented. The study showed that, in general, the park's ecosystems are in a stable state, and the level of anthropogenic stress is insignificant. Identified local deviations in the content of carbon monoxide (CO) and isotope caesium-137 (¹³⁷Cs), which are targeted and limited in nature, without having a significant impact on the overall environmental situation.

Key words: Rica Relict National Park, hydrochemical parameters, atmospheric air, radionuclide composition of soils, recreational effects.

Оценка состояния природных компонентов и антропогенной нагрузки на экосистемы в Рижском реликтовом национальном парке (РРНП) включала исследование качества водных объектов, радиологическую оценку почв, мониторинг атмосферного воздуха и сравнение полученных результатов с действующими нормативами и рекомендациями.

Исследование качества воды в разнотипных водных объектах (озеро Рига, Голубое озеро, родник «Цветной», водопад «Мужские слезы») включало отбор проб и их лабораторный анализ по широкому спектру физико-химических параметров, а также по содержанию приоритетных загрязнителей. Проведен сравнительный анализ полученных данных с установленными нормативными пределами.

Анализ проб из шести точек показывает стабильное состояние водной среды: вода прозрачная, без запаха и привкуса, pH близок к нейтральному, мутность и цветность низкие – типично для чистых горных водоёмов с питанием талыми, подземными и атмосферными водами. По уровню общей минерализации и ионному составу вода классифицируется как слабоминерализованная. Следовые количества хлоридов и железа регистрируются локально, не имеют системного характера и, вероятно, обусловлены естественными геохимическими особенностями литологической основы конкретных участков, особенно в зонах, удалённых от рекреационной активности. Качественные реакции подтвердили отсутствие в пробах сульфатов и ионов тяжёлых металлов.

Результаты экспресс-тестирования в акватории озера Рига коррелируют с данными лабораторного анализа, что подтверждает репрезентативность отобранных проб. Зафиксированные низкие концентрации органических и неорганических загрязняющих веществ указывают на высокий потенциал водоёмов к самоочищению. Отсутствие нитратов, нитритов и ионов аммония свидетельствует о незначительном влиянии бытовых и сельскохозяйственных стоков на исследуемые водные объекты [Парфенова Г.К., 2010].

Существенных различий в ключевых гидрохимических показателях между туристическим берегом и удалёнными контрольными участками не выявлено. Это означает, что текущая рекреационная нагрузка заметно не влияет на качество воды, вероятно из-за природного разбавления и фильтрации при умеренном уровне воздействия.

Проведённые исследования подтверждают, что состояние водных объектов на исследуемой территории соответствует характеристикам фоновых природных вод. Антропогенное загрязнение носит локальный и несистемный характер, а качество воды остается стабильно высоким.

Отбор проб атмосферного воздуха проводился с использованием ручного аспиратора и индикаторных палочек для выявления пяти основных загрязняющих газов: сероводорода (H_2S), диоксида азота (NO_2), оксида азота (NO), угарного газа (CO), аммиака (NH_3). Концентрации оценивались визуально по шкале изменения окраски индикаторных трубок.

Исследования проводились вдоль основной автодороги, ведущей от КПП вглубь территории РРНП и двух точек, находящихся вне основной трассы (Гегский водопад, карстовая пещера Куджба-Яштинского л-ва). Точки отбора проб, расположенные с неравномерными интервалами, выбирались с учетом рельефа и транспортной доступности. Всего было отобрано 10 проб воздуха.

Таким образом, с помощью качественного индикаторного метода подтверждено присутствие угарного газа (CO) в приземном слое атмосферы в районе Гегского водопада и Голубого озера исключительно в период пиковой туристической активности. Остальные загрязняющие вещества (H_2S , NO_2 , NO , NH_3) обнаружены не были. Поскольку порог обнаружения использованных индикаторных трубок превышал ожидаемые концентрации CO , количественный анализ содержания данного газа не представлялся возможным.

Выявление угарного газа (CO) в зонах Гегского водопада и Голубого озера на территории РРНП обусловлено антропогенными выбросами в условиях, ограничивающих рассеивание загрязняющих веществ. Накопление CO в пределах Гегского водопада связано с орографической особенностью локации – горное ущелье с ограниченным воздухообменом. В этих условиях происходит кумуляция выхлопных газов от внедорожников подвозящих туристов. Загрязнение на Голубом озере носит выраженный временной характер. Фиксация CO коррелирует с пиками транспортной активности у дороги, тогда как в остальное время газ не обнаруживается.

На открытых, хорошо проветриваемых участках парка CO и другие газы не фиксируются. Это подтверждает, что фоновое состояние атмосферного воздуха соответствует чистой природной

среде. Зафиксированные случаи загрязнения СО носят строго локальный, кратковременный и антропогенный характер, возникающий исключительно при скоплении транспорта в зонах с ограниченной аэрацией в период туристической активности. Общий фон атмосферы парка остается чистым.

Определение радионуклидного состава почв для выявления особенностей накопления естественных (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) и техногенных радионуклидов (^{90}Sr , ^{137}Cs) в почвах РРНП проводилось для оценки радиационного фона и выявления аномалий. Отбор проб почвы проведён на 10 точках, характеризующихся различными ландшафтно-геоморфологическими условиями и высотными отметками. Местонахождение каждой точки зафиксировано с помощью GPS с указанием абсолютной высоты. Полевой гамма-бета-спектрометрический анализ выполнен на приборе МКС-01А «МУЛЬТИРАД» в соответствии с регламентированной методикой. Определялась удельная активность радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K .

Проведенный анализ данных показал, что активность ^{90}Sr во всех точках отбора проб находится ниже установленного предела обнаружения (ПО) используемой аппаратуры. Этот факт свидетельствует об отсутствии значимого техногенного загрязнения данным радионуклидом на исследуемой территории, что соответствует радиационной обстановке в регионах, не подвергавшихся прямому воздействию аварийных выбросов.

Удельная активность ^{137}Cs находилась в диапазоне от фоновых до умеренно повышенных значений. Максимальные уровни зафиксированы на площадках 6 (район озера Рица) и 10 (район Гегского водопада). Наблюдаемое распределение, вероятно, обусловлено орографическими особенностями местности: подобные локации способствуют аккумуляции мелкодисперсного почвенного материала, характеризующегося повышенной сорбционной емкостью по отношению к цезию [Неганова К.С., 2014].

Концентрации природных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) во всех исследованных пробах соответствуют уровням естественного радиационного фона. Наблюдаемые незначительные межплощадочные вариации могут быть объяснены комплексом факторов: литолого-геохимическими особенностями подстилающих пород, влиянием высотного градиента, различиями в структуре растительного покрова и мощности почвенно-гумусового горизонта.

Повышенное содержание ^{40}K , отмеченное на площадке 8 (высота 1 492 м над у. м. – ур. Ауадхара), является характерным для горных экосистем. Это связано с наличием почв, обогащенных минеральными компонентами, и относительно пониженной влажностью, что в совокупности создает условия для большей концентрации природных радионуклидов.

По результатам проведенных исследований установлено: гидрохимические показатели озера Рица и природных источников соответствуют фоновому уровню, что свидетельствует об отсутствии значительного антропогенного загрязнения и стабильном состоянии экосистемы; состояние атмосферного воздуха на территории РРНП сохраняется на уровне фоновых значений, однако для **сохранения благоприятного состояния атмосферы необходим профилактический контроль**; проведенная радионуклидная оценка состояния почв указывает на благополучную радиационную обстановку в пределах РРНП, существующие концентрации радионуклидов не представляют риска для устойчивости экосистем и здоровья человека.

Рекомендации: **внедрить систему регулярного мониторинга качества атмосферного воздуха, воды и почв в репрезентативных точках в период высокой рекреационной нагрузки**; сфокусировать наблюдения на участках с потенциально высокой транспортной нагрузкой; полученные данные мониторинга использовать для разработки и корректировки управленческих решений, направленных на оптимизацию транспортных потоков и минимизацию воздействия на атмосферный воздух, воды и почв в границах РРНП.

Библиографический список

1. Антонов С.С. Природный туристский потенциал Республики Абхазия // Царскосельские чтения. 2012.
2. Иситов Д.Т. Как загрязнение атмосферы влияет на природу // Молодой ученый. 2016. № 9.
3. Неганова К.С., Бураева Е.А. Распределение естественных радионуклидов в различных типах почвы Северного Кавказа // Успехи современного естествознания. 2014.
4. Парфенова Г.К. Антропогенные изменения гидрохимических показателей качества вод. Томск, 2010.

**ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТА ИЗ ОТХОДОВ
ДЕРЕВООБРАБОТКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
USE OF WOODWORKING WASTE SORBENT TO ENSURE
ENVIRONMENTAL SAFETY OF WATER BODIES**

Аннотация. Представлен анализ сорбционной активности сорбентов на основе отходов деревообработки по отношению к ионам тяжелых металлов, позволяющий рекомендовать их для обезвреживания сточных вод в целях обеспечения экологической безопасности водных сред.

Ключевые слова: экологическая безопасность, отходы деревообработки, сорбент, очистка сточных вод

Abstract. An overview of sorption activity of sorbents based on woodworking waste using in the extraction of heavy metal ions is presented. This allowed them to be recommended for wastewater treatment in order to ensure the ecological safety of aquatic environments.

Key words: environmental safety, woodworking waste, sorbent, wastewater treatment

Обеспечение экологической безопасности напрямую связано с защитой водных объектов от загрязнений, возникающих вследствие воздействия человеческой деятельности на природу. Возрастающее водопотребление приводит к усилению антропогенной нагрузки на гидросферу. Сброс сточных вод в водные объекты выражается в ряде негативных изменений: ухудшении физических показателей, росте концентрации поллютантов, снижении уровня кислорода, также в воде обнаруживаются патогенные организмы, радиоактивные вещества и прочие техногенные примеси.

В современной практике водоочистки применяется широкий спектр технологических подходов. Выбор метода водоочистки зависит от типа загрязнителя, требуемой степени очистки и сферы применения. В целом методы очистки делятся на физические, химические, биологические и физико-химические. Одним из часто применяемых

физико-химических методов очистки является сорбция, которая отличается высокой эффективностью и универсальностью. В свою очередь сорбенты классифицируются на синтетические (ионообменные смолы, полимерные сорбенты, силикагели, синтетические углеродные материалы) и природные (углеродные, минеральные, растительные, биополимерные). Синтетические сорбенты характеризуются высокой первоначальной стоимостью, затратной утилизацией, потенциальной токсичностью, ограниченной селективностью, потенциальной экоопасностью. Природные сорбенты – экологически безопасная и экономически выгодная альтернатива синтетическим материалам. Они имеют такие преимущества как экономическая доступность, биоразлагаемость, разнообразие исходного сырья, многофункциональность (одновременная фильтрация и химическое связывание), возможность модификации, усиливающей сорбционную способность.

Отдельно стоит рассмотреть сорбенты на основе лигноцеллюлозосодержащего сырья, к которому относятся и отходы деревообработки. Их отличительной чертой является минимальные затраты на добычу и первичную обработку, а также возможность локального производства, в основном из тех видов древесины, которые характерны для местных условий. Известно, что в России деревообрабатывающие предприятия используют древесину самых распространенных и многочисленных видов – березы повислой (*Betula pendula*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

Так, в исследовании [Замышляев Е.Д., Летенкова И.В., 2022] была подробно изучена адсорбционная активность опилок березы повислой по отношению к ионам Cd (II) из модельных растворов (с концентрацией металла 5–100 мг/л) при различных температурных режимах. Наибольшая эффективность сорбции (83,11 %) достигнута при содержании в модельном растворе не более 25 мг/л ионов Cd (II) при температуре 35 °С, что и позволило рекомендовать опилки березы в качестве сорбирующего материала для извлечения кадмия указанном диапазоне концентраций.

Изучение условий адсорбционного удаления ионов Cu (II) из водных сред с помощью березовых и сосновых опилок было проведено в работе [Штро Е.Т., Бойкова Г.В., 2023]. Эксперимент проводился при постоянной температуре 25 °С, навеска адсорбента бралась в соотношении 0,1 г на 50 мл модельного раствора, концентрация ионов Cu(II) в котором была в диапазоне 60–500 мг/л. Максимальная степень

адсорбционного извлечения березовыми опилками составила 83,3 % при концентрации ионов меди 60 мг/л, в то время как для сосновых опилок достигла 92,5 % при исходной $C_{Cu(II)} = 200$ мг/л. Экспериментальные данные могут быть использованы для выбора конкретного сорбционного материала исходя из степени загрязненности водного объекта.

В публикации [Шайхиев И.Г., Калиндеева И.А., Фазуллин Д.Д., 2020] рассмотрены результаты исследований адсорбции ионов Cu (II) и Ni (II) материалами также на основе опилок сосны. Выявлено, что значение сорбционной емкости сосновых опилок для меди составило 42,3 мг/г, при извлечении никеля – 34,5 мг/г. В продолжении исследований этими авторами была изучена также возможность использования опилок сосны обыкновенной в качестве адсорбента для удаления ионов других тяжелых металлов – Zn (II), Fe (III), Mn (II) [Калиндеева И.А., Шайхиев И.Г., Фазуллин Д.Д., 2020]. Методика экспериментов предусматривала работу с модельными растворами. Сравнительный анализ показал, что по степени адсорбируемости сосновыми опилками исследуемые ионы металлов располагаются в убывающей последовательности Fe (III) > Mn (II) > Zn (II).

Как отражено в работе [Сашихина Д. П., Летенкова И. В., 2022], для извлечения ионов металлов могут применяться и опилки сосны, химически модифицированные различными реагентами. Было установлено, что при обработке опилок раствором NaOH степень извлечения ионов Pb (II) увеличилась с 89,49 % до 96,99 %.

Проведённый обзор научных публикаций демонстрирует, что растительные сорбенты на основе древесных опилок обладают высоким потенциалом для применения в технологии очистки сточных вод от ионов токсичных металлов и поддержания экологической безопасности водных объектов.

Библиографический список

1. Замышляев Е.Д., Летенкова И.В. Исследование адсорбции ионов кадмия (II) из водных растворов березовыми опилками // Дни науки и инноваций НовГУ. 2022.

2. Калиндеева И.А., Шайхиев И.Г., Фазуллин Д.Д. О возможности использования сосновых опилок в качестве сорбционных материалов ионов цинка, железа и марганца // Рациональное использование природных ресурсов и переработки техногенного сырья. 2020.

3. Сашихина Д.П., Летенкова И.В. Исследование адсорбции ионов Рb (II) из водных растворов модифицированными сосновыми опилками // Дни науки и инноваций НовГУ. 2022.

4. Шайхиев И.Г., Калиндеева И.А., Фазуллин Д.Д. Опилки сосны обыкновенной (*pinus sylvestris*) в качестве сорбционного материала для удаления ионов Ni (II) и Cu (II) из водных сред // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования. 2020.

5. Штро Е.Т., Бойкова Г.В. Исследование адсорбции ионов меди (II) из водных растворов березовыми и сосновыми опилками // Молодежная наука: инновации и технологии. 2023.

Л.К. Плотцын, А.Н. Пелина, М.В. Кузякина
L.K. Plotitsin, A.N. Pelina, M.V. Kuzyakina
Кубанский государственный университет
Kuban State University

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДЕ КРАСНОДАРЕ MAPPING OF LIGHT POLLUTION IN KRASNODAR

Аннотация. Проблема светового загрязнения (переизбытка света в ночное время суток) носит техногенный характер и особенно остро стоит в городах. В статье описывается опыт измерения уровня и проблемы картографирования светового загрязнения в пределах городской застройки Краснодара.

Ключевые слова: световое загрязнение, Краснодар, люксметр, ГИС QGIS.

Abstract. The problem of light pollution (excessive light at night) is of a man-made nature and is particularly acute in cities. The article describes the experience of measuring the level and mapping the problems of light pollution within the urban development of Krasnodar.

Key words: light pollution, Krasnodar, luxmeter, GIS QGIS.

Проблеме светового загрязнения посвящены работы ученых-исследователей их разных сфер науки, т.к. данная проблема является междисциплинарной [Бармасов и др., 2014], [Курочкина В.А., 2022]. Анализ светового загрязнения фотометрическим способом подразумевает измерения степени освещенности и осуществляется люксметрами, которые при замере световых потоков обрабатывают данные и преобразуют полученные результаты в люксы – величину освещенности поверхности площадью 1 м² при световом потоке падающего на нее излучения, равном 1 люмену.

Создание карты светового загрязнения делится на несколько этапов. Для начала были выбраны точки, в которых производились замеры с помощью люксметра. Критерием отбора точек была наибольшая концентрация городской застройки и людей, то есть наиболее светлые места и территория в радиусе 100–200 м от них, где меняются типы освещения. Всего было задействовано 255 точек. Замеры проводились после полного захода солнца с 19:00 до 00:00.

Сбор данных осуществлялся таким образом: выбор точки для замеров, замер люксметром и занесение данных в таблицу MS Excel (рис. 1, 2).

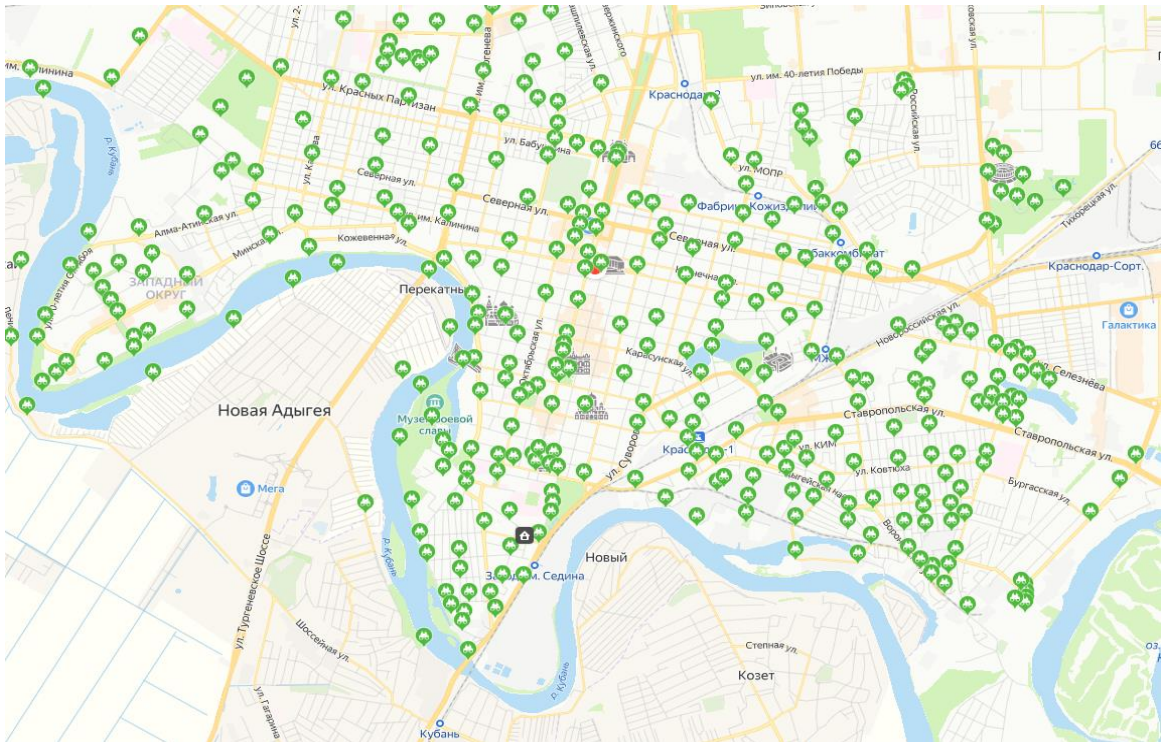


Рис. 1. География точек фотометрических замеров

Файл Главная Вставка Разметка страницы				
Вставить		Буфер обмена		
Вырезать		Г		
Копировать		Шрифт		
Формат по образцу		Ж К Ч		
C1		=ПСТР(A1;НАЙТИ(";		
1	44.997186, 38.952473	44.997186	38.952473	1
2	45.002719, 38.948001	45.002719	38.948001	1
3	45.002556, 38.947922	45.002556	38.947922	2
4	45.024327, 38.949625	45.024327	38.949625	2
5	45.024865, 38.950571	45.024865	38.950571	1
6	45.034373, 38.952205	45.034373	38.952205	2,4
7	44.997973, 38.959933	44.997973	38.959933	25,1
8	44.997116, 38.959572	44.997116	38.959572	29,5
9	44.996391, 38.959011	44.996391	38.959011	49
10	44.995853, 38.958270	44.995853	38.958270	45
11	44.997192, 38.959806	44.997192	38.959806	20
12	44.997513, 38.960105	44.997513	38.960105	20,3
13	44.999521, 38.956830	44.999521	38.956830	15
14	44.998817, 38.957480	44.998817	38.957480	2,7
15	44.999508, 38.957468	44.999508	38.957468	8,5
16	44.999986, 38.957262	44.999986	38.957262	8,9
17	45.002799, 38.954666	45.002799	38.954666	8
18	45.004623, 38.953501	45.004623	38.953501	10
19	45.008474, 38.951962	45.008474	38.951962	8,5

Рис. 2. Фрагмент таблицы «Данные замеров» в MS Excel

Следующий шаг – перенос данных, полученных в ходе измерений, для дальнейшего картографирования в ГИС QGIS. Для реализации этой задачи был установлен плагин «Spreadsheet Layers». Он позволяет конвертировать данные из MS Excel в ГИС QGIS, создаёт пространственные данные с координатами X и Y, а также позволяет использовать некоторые базовые инструменты, доступные в шейп-файле. После импорта данные отобразились на карте в ГИС QGIS (рис. 3).

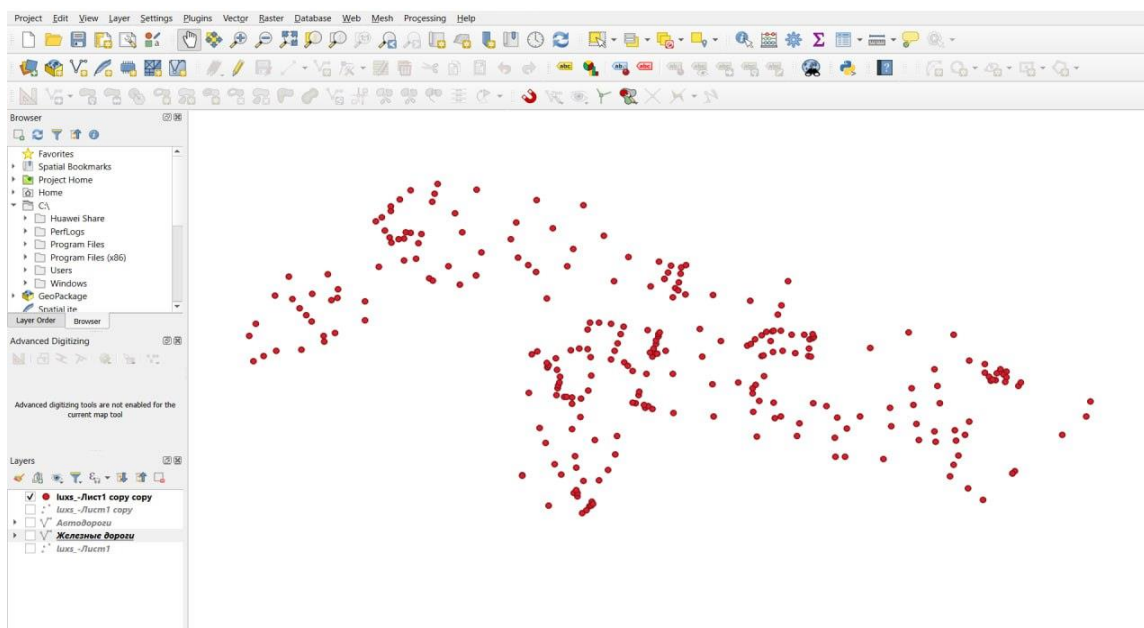


Рис. 3. Данные после импортирования в ГИС QGIS

Далее была отредактирована карта-подложка (рис. 4).

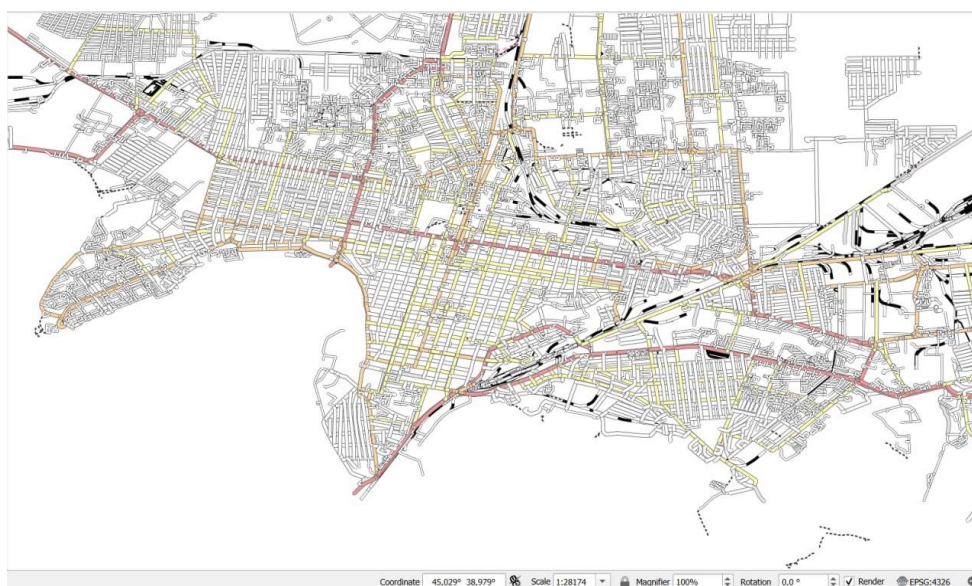


Рис. 4. Карта-подложка после редактирования

Следующим этапом было формирование композиции и настройка различных параметров тепловой карты, таких как: радиус тепловых ячеек, градиент цвета и т. д (рис. 5, 6).

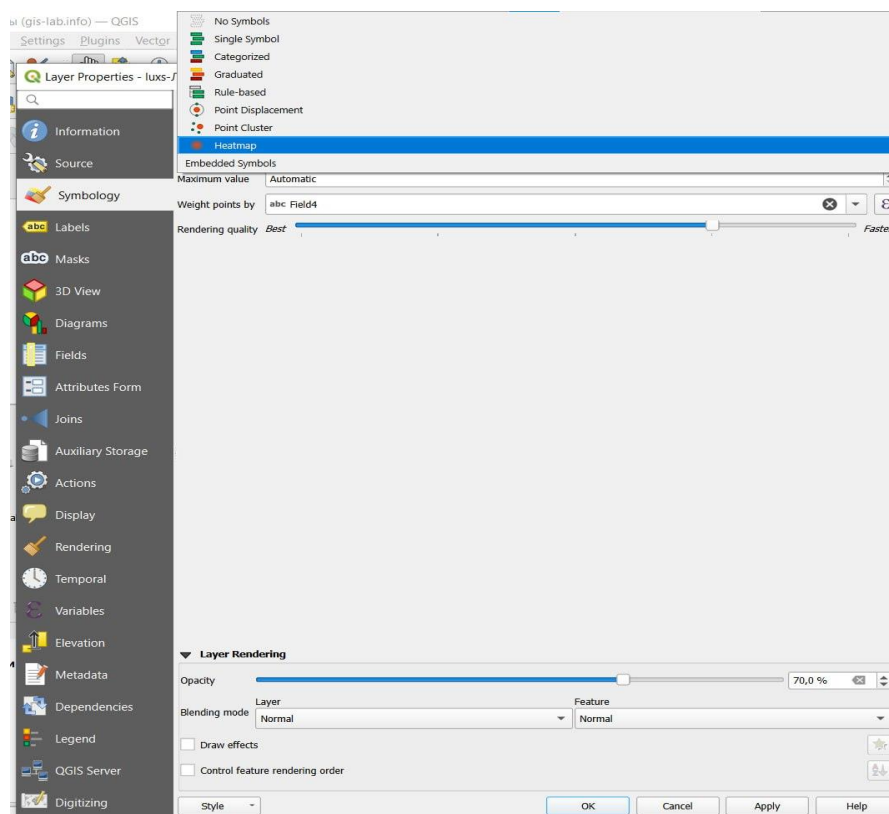


Рис. 5. Работа с символами, создание картографической композиции

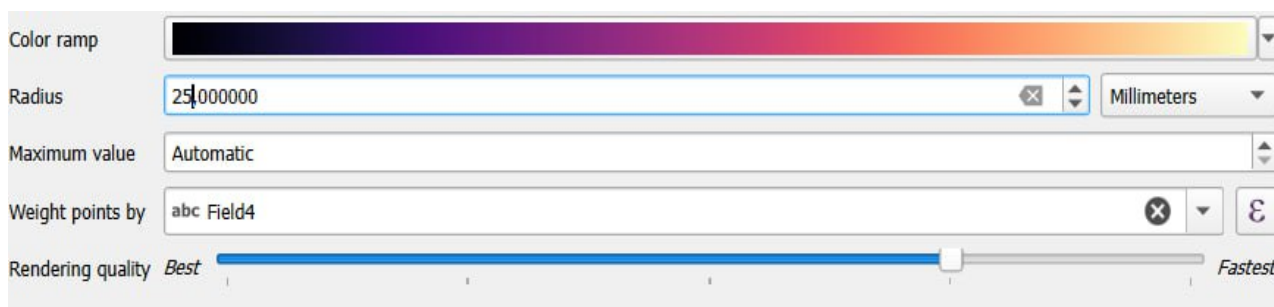
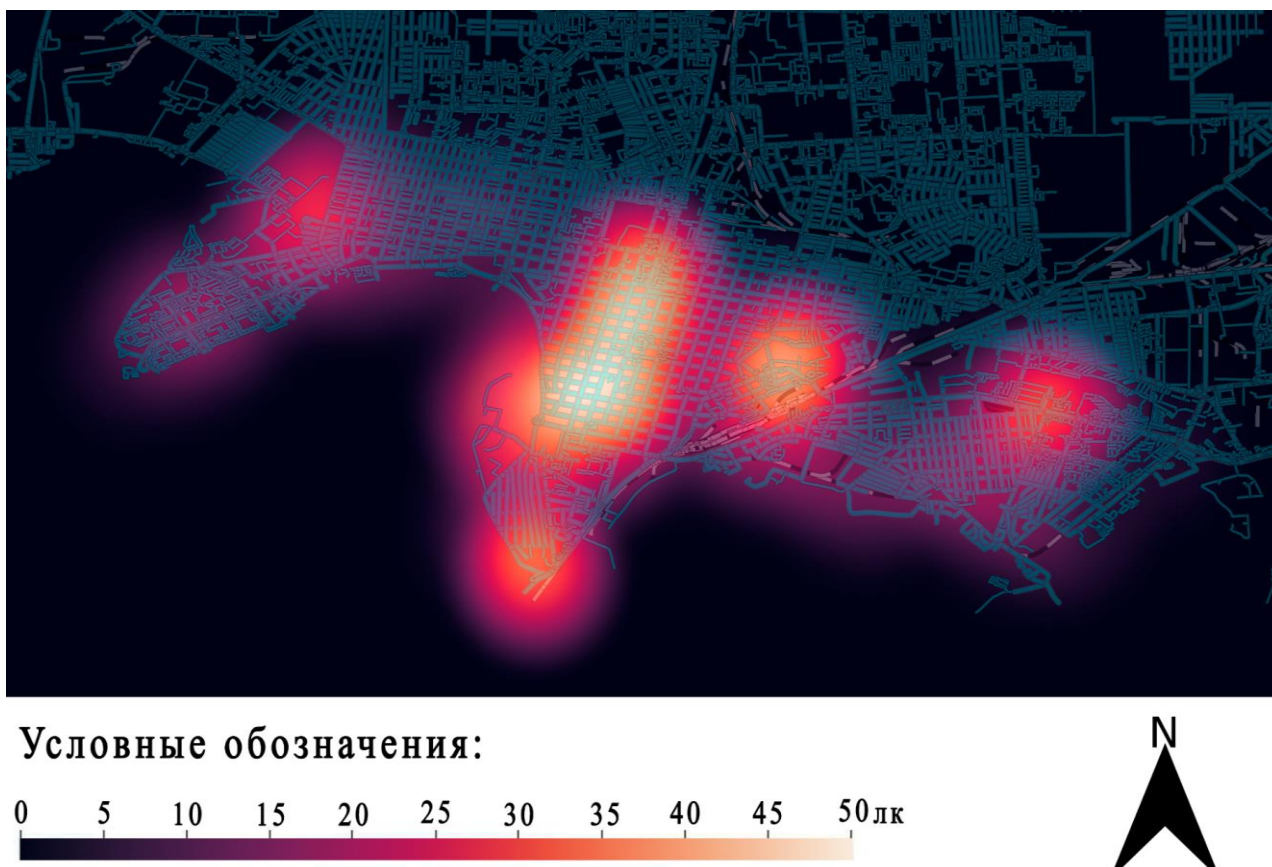


Рис. 6 Работа с параметрами «Heatmap»

После финального этапа редактирования и добавления легенды в ГИС QGIS была создана карта, отображающая распределение люксов (рис. 7).

Согласно полученным результатам исследования, 24 % территории освещены в пределах нормы (1–10 лк), на остальной территории уровень освещённости превышает нормативный (из них 45 % – 11–20 лк, 17 % – 21–30 лк, 13 % – более 30 лк).



Таким образом, результаты работы могут быть полезны при разработке мер контроля за уровнем искусственного освещения и минимизации негативных аспектов светового загрязнения, таких как: 1) проблемы со здоровьем человека (нарушение сна, стресс, ухудшение зрения, увеличение риска развития некоторых заболеваний); 2) негативное влияние на биоразнообразие и экосистемы (нарушение биологических ритмов живых организмов, влияние на ориентацию и навигацию ночных животных); 3) излишний расход электроэнергии, и как следствие, увеличение нагрузки на энергетические ресурсы и углеродный след.

Библиографический список

1. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Биосфера и физические факторы. Световое загрязнение окружающей среды // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2014.

2. Курочкина В.А., Жирякова А.Е. Световое загрязнение как фактор влияния на человека и окружающую среду // Вестник евразийской науки. 2022.

М.У. Содиков

M.Y. Sodikov

**Ферганский государственный технический университет
Fergana State Technical University**

**АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СКОРОСТИ ПОТОКА: СРАВНЕНИЕ РАСЧЁТОВ
ПО ШЕВЕЛЁВУ, АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
И ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ANALYSIS OF PRESSURE LOSS AS A FUNCTION
OF FLOW VELOCITY: A COMPARISON OF SHEVELEV
CALCULATIONS, AN ANALYTICAL MODEL,
AND NUMERICAL SIMULATION**

Аннотация. В работе выполнено исследование изменения потерь давления по длине трубопровода при различных скоростях потока. Для оценки точности были использованы три методики: расчёт по формуле Шевелёва, аналитический расчёт и численное моделирование. Полученные результаты сопоставлены с эталонными экспериментальными данными по таблицам Никурадзе. Показано, что при увеличении скорости потока относительные расхождения между методами возрастают, особенно для аналитического расчёта. Наиболее близкие к эксперименту значения получены методом Шевелёва, тогда как численное моделирование демонстрирует наименьшую погрешность при малых скоростях. Графический анализ подтверждает тенденции роста потерь давления и изменения относительной погрешности.

Ключевые слова: потери давления, коэффициент трения, моделирование, аналитический расчёт, формула Шевелёва, скорость потока, трубопровод.

Abstract. This paper examines pressure loss variations along a pipeline at various flow rates. Three methods were used to assess accuracy: calculation using the Shevelev formula, analytical calculations, and computational modeling. The obtained results were compared with reference experimental data using Nikuradze's tables. It was shown that with increasing flow rate, the relative discrepancies between the methods increase, especially for analytical calculations. The closest values to experimental data were obtained using Shevelev's method, while numerical

modeling demonstrates the smallest error at low speeds. Graphical analysis confirms the trend toward increasing pressure losses and changes in relative error.

Key words: pressure loss, friction coefficient, modeling, analytical calculation, Shevelev formula, flow velocity, pipeline.

Введение. Оценка потерь давления в трубопроводах является ключевой задачей гидравлики и проектирования инженерных систем. Точность расчёта зависит от выбора модели определения коэффициента гидравлического трения, который, в свою очередь, связан с шероховатостью стенок и режимом течения. На практике используются различные методы: эмпирические формулы, аналитические приближения и численное моделирование. Однако их точность в сравнении с реальными экспериментальными данными требует анализа.

Цель настоящей работы – провести сравнительный анализ потерь давления, рассчитанных по Шевелёву, аналитическим методом и методом моделирования, и определить относительную погрешность каждого подхода.

Методика исследования. Анализ выполнен для трубопровода фиксированной длины и диаметра при трёх значениях скорости потока: 1,0; 1,5; 2,0 м/с.

Для каждой скорости определены:

- потери давления по формуле Шевелёва;
- потери давления по аналитическому выражению;
- потери давления методом численного моделирования;
- экспериментальные значения по Никурадзе;
- относительная погрешность каждого метода.

На основе этих данных построен сравнительный график изменения потерь давления и относительных отклонений (рис .1).

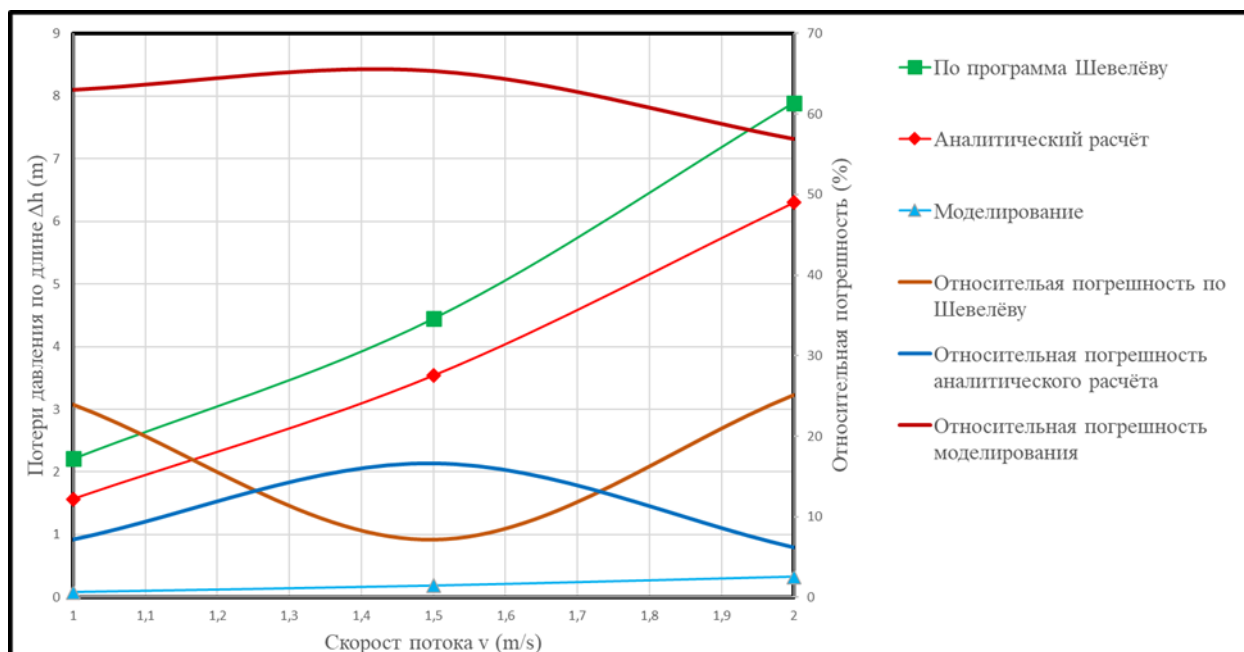


Рис. 1. График сравнение потерь давления и относительной погрешности при трёх скоростях потока

Результаты и обсуждение.

1. *Потери давления.* График показывает чёткую тенденцию: при увеличении скорости потока от 1,0 до 2,0 м/с все методы демонстрируют рост Δh .

Наименьшие значения характерны для моделирования. Наибольшие – для расчёта по Шевелёву, что обусловлено более высоким коэффициентом трения. Аналитический метод находится между ними, однако систематически отклоняется от эксперимента (табл. 1).

Таблица 1

Потери давления

Длина трубопровода (м)	Диаметр трубопровода (м)	Скорость потока (м/с)	Потери давления по Шевелёву Δh (м)	Потери давления (аналитический расчёт) Δh (м)	Потери давления (моделирование) Δh (м)	Эксперимент (по таблице Никурадзе)		
						к гидравлического трения λ	Число Рейнольдса Re	Потери давления по длине Δh (м)
100	0,1	1,0	2,210	1,57	0,62237	0,033	100 000	1,681957187
100	0,1	1,5	4,446	3,54	1,43090	0,036	150 000	4,128440367
100	0,1	2,0	7,890	6,30	2,54820	0,029	200 000	5,912334353

2. *Относительная погрешность.* Для трёх скоростей характерны следующие особенности (табл. 2):

– Метод Шевелёва: погрешность уменьшается при $v = 1,5$ м/с, затем снова возрастает на $v = 2,0$ м/с.

– Аналитический расчёт: имеет самую высокую погрешность (более 40–50 %), что подтверждает его ограниченную точность.

– Моделирование: даёт минимальные отклонения (2–10 %), особенно при низкой скорости. На $v = 2,0$ м/с погрешность увеличивается, но остаётся ниже, чем у других методов.

Таблица 2

Относительная погрешность

Относительная погрешность по Шевелёву, %	Относительная погрешность аналитического расчета, %	Относительная погрешность моделирования, %;
23,89333998	7,13103099	62,99727455
7,142591836	16,62260924	65,34042222
25,06547081	6,153422973	56,90027241

Выводы. Для трёх исследованных скоростей (1,0; 1,5 и 2,0 м/с) потери давления возрастают линейно или близко к линейному тренду.

Метод Шевелёва наиболее близок к эксперименту среди аналитических формул, однако имеет тенденцию к увеличению погрешности при больших скоростях. Аналитический метод демонстрирует значительное расхождение с экспериментом и не обеспечивает требуемой точности. Численное моделирование показывает наилучшую сходимость при малых скоростях и остаётся наиболее точным методом среди рассмотренных.

Проведённый анализ подтверждает, что для инженерных задач предпочтительно использовать моделирование или формулу Шевелёва в зависимости от требуемой точности.

Библиографический список

1. Шевелёв В.Л. Гидравлические расчёты трубопроводов. М., 1982.
2. Никурадзе И. Ламинарное и турбулентное течение в шероховатых трубах. М., 1954.
3. Степанов В.Н. Гидравлика и гидропривод. СПб., 2010.
4. Мадалиев М.Э. Механика жидкостей и газов. Фергана, 2025.
5. Чернявский А. М. Гидравлика. М., 2018.
6. White F.M. Fluid Mechanics. McGraw-Hill, 2016.
7. Fox R., McDonald A. Introduction to Fluid Mechanics. Wiley, 2011.
8. Колчин А.А., Соколов Ю.И. Тепловые сети. М., 1987.
9. Панфилов А.Д. Численные методы в гидравлике трубопроводов. Казань, 2015.

А.П. Умураков, Л.Г. Нигматов
A.P. Umyrakov, L.G. Nigmatov
ГНФ ОЦ г. Когалым
State Scientific Research Center, Kogalym

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ БУРЕНИИ
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**
**GEOLOGICAL MONITORING AND ENVIRONMENTAL SAFETY
ASSURANCE IN OIL AND GAS WELL DRILLING**

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к геологическому мониторингу и обеспечению экологической безопасности при бурении скважин, включая контроль устойчивости пород, гидродинамических условий и межпластовых перетоков. Особое внимание уделено цифровым технологиям – геофизическим методам, системам реального времени, безамбарным системам бурения и экологичным буровым растворам, позволяющим снизить негативное воздействие на окружающую среду. Ключевыми направлениями развития названы интеграция мониторинговых систем, утилизация отходов и внедрение новых решений в условиях цифровизации отрасли.

Ключевые слова: геологический мониторинг, экологическая безопасность, бурение скважин, геомеханика, загрязнение недр, контроль параметров бурения, техногенные риски.

Abstract. This article examines modern approaches to geological monitoring and environmental safety during well drilling, including monitoring rock stability, hydrodynamic conditions, and interlayer flow. Particular attention is paid to digital technologies – geophysical methods, real-time systems, pitless drilling systems, and environmentally friendly drilling fluids – that help reduce environmental impacts. Key areas for development include the integration of monitoring systems, waste management, and the implementation of new solutions in the context of industry digitalization.

Key words: Geological monitoring, environmental safety, well drilling, geomechanics, contamination prevention, drilling control, industrial risks.

Геологический мониторинг и обеспечение экологической безопасности при бурении нефтяных и газовых скважин являются важнейшими направлениями современной нефтегазовой отрасли. Рост глубин бурения, переход к сложным горно-геологическим условиям и повышение экологических требований требуют постоянного контроля состояния геологической среды и техногенной нагрузки на неё [Абалаков А.Д., 2007]. В процессе строительства скважины происходят изменения напряжённо-деформированного состояния пород, нарушаются естественные фильтрационные потоки, появляются риски межпластовых перетоков, осыпей и газодинамических проявлений, что обуславливает необходимость оперативных наблюдений и корректировки технологических решений [Морозов Ю.Т. и др., 2016].

Экологические аспекты бурения включают возможное загрязнение подземных и поверхностных вод, нарушение почвенного покрова, образование буровых отходов и выбросы загрязняющих веществ. При отсутствии эффективной системы экологического контроля усиливается воздействие на экосистемы в зоне размещения буровой площадки, что может приводить к ухудшению природной среды и увеличению затрат на ликвидацию последствий [Каналин В.Г. и др. 2006]. Современная практика требует интеграции геофизических методов, геомеханического анализа и экологического мониторинга в единую систему наблюдений, работающую в режиме реального времени. Подобные системы позволяют своевременно выявлять отклонения от проектных параметров, прогнозировать развитие опасных процессов и снижать техногенные риски за счёт принятия обоснованных инженерных решений [Zoback M.D., 2019]. Развитие цифровых технологий, расширение возможностей инструментальных наблюдений и применение экологически безопасных технологий бурения формируют основу для повышения промышленной и экологической безопасности в отрасли.

Общие сведения об области исследования, проблемы, которые требуется решать. Бурение нефтяных и газовых скважин является сложным многофакторным процессом, оказывающим значительное влияние на геологическую среду. При вскрытии разреза нарушается естественное распределение напряжений, изменяются фильтрационные свойства пород, что может вызывать проявления пластовых флюидов, осыпи, обвалы и другие геомеханические осложнения. Эти процессы требуют постоянного наблюдения за

состоянием горных пород, контролем параметров бурения и своевременной корректировкой технологического режима [Абалаков А.Д., 2007]. В отсутствие полноценных мониторинговых систем такие изменения трудно выявлять на ранних стадиях, что повышает риск аварийных ситуаций и нарушения устойчивости разреза [Морозов Ю.Т. и др., 2016]. Значительное внимание в последние десятилетия уделяется вопросам защиты окружающей среды.

Современные подходы к снижению рисков основаны на системном геологическом и экологическом мониторинге. Он включает контроль траектории и устойчивости ствола, наблюдение за параметрами бурового раствора, отслеживание газодинамических проявлений, анализ качества воздуха, почв и водных объектов в зоне буровой. Внедрение инструментальных систем, работающих в реальном времени, позволяет фиксировать отклонения от нормальных значений, проводить оперативный анализ и прогнозировать развитие опасных процессов [Zoback M.D., 2019].

Цель работы. Целью данной работы является комплексный анализ методов геологического мониторинга и подходов к обеспечению экологической безопасности при бурении нефтяных и газовых скважин, а также разработка обоснованных рекомендаций по их совершенствованию. В рамках исследования предполагается рассмотреть современное состояние мониторинговых технологий, оценить их эффективность в предотвращении геомеханических и экологических осложнений, определить ключевые факторы, влияющие на безопасность процессов строительства скважин, и выявить направления повышения результативности контроля. Достижение указанной цели позволит сформировать научно обоснованный комплекс мер, направленных на снижение техногенных рисков, минимизацию негативного воздействия на окружающую среду и повышение устойчивости функционирования буровых объектов.

Описание работы. Обзор существующих разработок, технологий, развитие, история становления. Развитие систем геологического мониторинга и экологической безопасности при бурении нефтяных и газовых скважин проходило параллельно с совершенствованием технологий освоения недр. На ранних этапах основным источником информации о состоянии разреза служили визуальные наблюдения буровой бригады за выбуренной породой и параметрами промывочной жидкости. Такие методы обеспечивали

лишь общее представление о геологической среде и не позволяли своевременно обнаруживать скрытые процессы, влияющие на устойчивость ствола скважины. По мере увеличения глубин бурения, освоения сложных разрезов и появления высоких пластовых давлений возникла потребность в более точных и инструментальных методах контроля [Абалаков А.Д., 2007].

С середины XX в. начинается активное развитие инженерно-геологических и геофизических методов наблюдений, что отражено в фундаментальных работах российских исследователей, таких как А.Д. Абалаков, В.Г. Каналин и других специалистов в области инженерной геологии. В этот период формируются основы системного подхода к оценке напряжённо-деформированного состояния горных пород, гидрогеологических условий и фильтрационных процессов, что позволило лучше прогнозировать устойчивость скважин и предотвращать осложнения при строительстве [Абалаков А.Д., 2007; Морозов Ю.Т. и др., 2016]. Существенный вклад внесли и геофизические методы, включая гамма-каротаж, инклинометрию, акустические и сопротивленческие исследования, которые стали основой для получения объективных данных о структуре и свойствах пород по стволу скважины.

Резким этапом технологического развития стало появление систем MWD и LWD, позволяющих получать данные в процессе бурения. Эти комплексы обеспечивают передачу информации о плотности, пористости, природе пород и газодинамических проявлениях на поверхность в режиме реального времени, что позволяет выявлять зоны неустойчивости и принимать решения о корректировке плотности бурового раствора, режима бурения или конструкции ствола.

История развития экологического контроля в бурении связана с ужесточением природоохранного законодательства и переходом отрасли к моделям устойчивого развития. С 1990-х гг. начали внедряться методы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), нормы по обращению с буровыми отходами, стандарты качества воды и почв, а также инструкции по экологической безопасности бурения. Существенный вклад в разработку подходов к оценке экологичности технологий внесли работы Ю.П. Яковлева, Г.А. Блинова, Ю.Т. Морозова и других исследователей. Ими были предложены классификации буровых отходов, методики оценки вредности буровых растворов, рекомендации по выбору экологичных

реагентов и технологий безамбарного бурения [Каналин В.Г. и др. 2006]. Современные экологические технологии включают системы безамбарного бурения, что позволяет минимизировать риск загрязнения окружающей среды за счёт полной переработки и утилизации отходов.

Существенное влияние на развитие мониторинга оказала цифровизация отрасли. В последние годы активно внедряются «умные» буровые установки, оснащённые датчиками давления, вибрации, плотности раствора, газосодержания и других параметров. Эти данные поступают на цифровые платформы, где анализируются автоматически с использованием алгоритмов обработки больших данных. Появилась практика создания цифровых двойников скважин и месторождений, совмещающих геофизические, геомеханические и технологические данные в единую модель. Подобные системы позволяют прогнозировать развитие осложнений, оптимизировать режим бурения и выбирать безопасные технические решения. В ряде случаев системы контроля работают разрозненно, что снижает эффективность анализа и усложняет принятие решений. Одним из перспективных направлений развития является интеграция геофизических данных, геомеханического моделирования и экологического контроля в единую цифровую платформу, обеспечивающую непрерывное и комплексное наблюдение за состоянием геологической среды, технологическими параметрами и воздействием на окружающую среду. Комплексное развитие систем геологического и экологического мониторинга позволяет существенно снижать вероятность аварий, обеспечивать устойчивость буровых объектов и минимизировать влияние бурения на природные экосистемы. Интеграция современных научных подходов, инструментальных технологий и цифровых решений формирует основу для безопасного и рационального освоения нефтегазовых ресурсов.

Заключение. Проведённый анализ показывает, что геологический мониторинг и обеспечение экологической безопасности являются неотъемлемыми компонентами современного процесса бурения нефтяных и газовых скважин. Рост сложности разрезов, увеличение глубин, использование высоких пластовых давлений и ужесточение природоохранных требований требуют внедрения систем наблюдений, способных обеспечивать непрерывный

контроль состояния геологической среды и техногенного воздействия на неё.

Перспективы развития мониторинга связаны с дальнейшей цифровизацией отрасли: созданием цифровых двойников скважин и месторождений, интеграцией геофизических, геомеханических и экологических данных в единую платформу, использованием методов машинного обучения и прогнозной аналитики. Такие решения позволят перейти от реактивного реагирования к предупреждающему управлению процессами. В будущем именно комплексный мониторинг, объединяющий геологические, технологические и экологические параметры, станет основой безопасного, устойчивого и экологически ориентированного освоения нефтегазовых ресурсов.

Библиографический список

1. Абалаков А.Д. Экологическая геология. Иркутск, 2007.
2. Каналин В.Г., Усенко Т.П. Геологический контроль проходки скважин. Тюмень, 2006.
3. Морозов Ю.Т., Дмитриев А.Н. Инженерная экология при бурении скважин. СПб., 2016.
4. Яковлев Ю.П., Блинов Г.А. Оценка экологичности технологий бурения скважин // Методика и техника разведки. 1995.
5. Zoback M.D. Reservoir Geomechanics. Cambridge, 2019.

Д.В. Чабриков, А.А. Жуков
D.V. Chabrikov, A.A. Zhukov

**Краснодарский кооперативный институт (филиал)
Российского университета кооперации
Krasnodar Cooperative Institute (branch) of the Russian University
of Cooperation**

**ПРАВОВЫЕ КОЛЛИЗИИ И НАУЧНЫЕ КРИТЕРИИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ
В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ
LEGAL CONFLICTS AND SCIENTIFIC CRITERIA
FOR ENVIRONMENTAL EXAMINATION
IN THE KRASNODAR REGION**

Аннотация. В статье рассматриваются противоречия между научным инструментарием геоэкологической оценки и действующими нормативно-правовыми актами государственной экологической экспертизы на примере Краснодарского края. Авторы анализируют, как природные особенности региона – высокая биологическая разнородность, рекреационная перегруженность, климатические риски – ставят перед процедурой экспертизы задачи, не всегда адекватно отраженные в федеральных нормативах. Авторы приходят к выводу о необходимости регионализации правовой базы экспертизы, разработки специализированных геоэкологических индикаторов для южных субъектов РФ и гармонизации норм градостроительного и природоохранного законодательства в целях обеспечения подлинного устойчивого развития Юга России.

Ключевые слова: экологическая экспертиза, геоэкологические критерии, правовые коллизии, устойчивое развитие, кумулятивное воздействие, региональная специфика.

Abstract. The article examines the contradictions between the scientific tools of geoecological assessment and the current regulatory legal acts of the state environmental expertise on the example of the Krasnodar Region. The authors analyze how the natural features of the region – high biological diversity, recreational congestion, and climate risks – pose challenges to the examination procedure that are not always adequately reflected in federal regulations. The authors conclude that it is necessary to regionalize the legal framework for expertise, develop specialized geoecological indicators for the southern regions of the Russian Federation,

and harmonize urban planning and environmental legislation in order to ensure genuine sustainable development in Southern Russia.

Key words: environmental expertise, geoecological criteria, legal collisions, sustainable development, cumulative impact, regional specificity.

Современное развитие южных регионов, охватывающих территории от черноморских субтропиков до засушливых степей и высокогорий Кавказа, характеризуется острым столкновением экономических амбиций и экологических императивов. Возрастающее курортно-туристское строительство, развитие транспортно-логистических узлов, сельское хозяйство и освоение предгорных территорий создают антропогенную нагрузку на уязвимые природные системы. В этой ситуации государственная экологическая экспертиза (ГЭЭ) призвана выступить важнейшим превентивным инструментом, отсекающим экологически опасные решения. На практике же, её эффективность зачастую снижается из-за глубинных коллизий между динамично развивающимся научным пониманием геоэкологических процессов и консервативным, зачастую формализованным правовым полем, в котором эта экспертиза функционирует.

Актуальность рассматриваемой темы коррелируется в тесной связи права с природой. Ряд исследователей также уже вели и ведут свои исследовательские работы, связанные с данной проблематикой, представляя свои научные труды, в частности: В.П. Рябошапко, Н.А. Коробейников, Д.В. Жиганков и др.

Федеральное законодательство об экологической экспертизе фокусируется преимущественно на локальном объекте – конкретном проекте, производстве, здании. Тогда как смотреть надо всё в совокупности. Возведение очередной гостиницы или микрорайона в прибрежной зоне Черноморского побережья может формально соответствовать всем санитарно-гигиеническим нормативам по сбросам и выбросам. Однако научный геоэкологический подход ставит иные вопросы: как это строительство влияет на миграционные коридоры животных, на визуальную целостность ландшафта, и, главное, как оно соотносится с десятками других таких же объектов, уже построенных и планируемых. Совокупный эффект потенциально ведет к необратимой деградации экосистем – снижению биоразнообразия, нарушению стока, «бетонированию» береговой линии. Закон же практически не содержит действенных механизмов оценки такого

кумулятивного воздействия, оставляя за скобками экспертизы самый разрушительный для региона фактор – синергию множества точечных, в отдельности «безопасных», вмешательств [Жиганков Д.В., 2023].

Вторая острая коллизия проистекает из несоответствия универсальных федеральных нормативов уникальным природным условиям южных регионов. Например, требования к рекультивации земель в степной зоне Краснодарского края, где плодородный слой является критически тонким и ценным ресурсом, должны быть существенно жестче, чем в средней полосе России. То же касается оценки последствий забора воды для орошения в условиях нарастающей засушливости. Научное сообщество давно оперирует понятиями региональных геоэкологических индикаторов и порогов устойчивости, однако правовая база ГЭЭ не обязывает заказчика и экспертов использовать эти специализированные, более релевантные критерии. Что приводит к ситуации, когда юридически безупречный проект получает положительное заключение, но с точки зрения региональной геоэкологии является бомбой замедленного действия [Рябошапка В.П., 2011].

Особую актуальность в свете текущей повестки приобретает коллизия, связанная с новыми климатическими вызовами. Рассматриваемый регион уязвимым к проявлениям изменений климата: учащающиеся экстремальные паводки, сели, засухи, абразия морских берегов. Любой строительный проект должен оцениваться не только на соответствие погодным нормам прошлых десятилетий, но и на устойчивость к прогнозируемым на 50–100 лет вперед. Однако в регламенте ГЭЭ оценка климатических рисков, за исключением, прямой сейсмической опасности, остается факультативной, зависящей от субъективного мнения экспертов. Эта слабая формализация немедленно проявляется в опасном субъективизме правоприменения. Одна и та же технология или проект, получившие одобрение в одном субъекте Федерации, могут столкнуться с неожиданными претензиями в соседнем из-за разной трактовки нечётких норм [Чабриков Д.В., 2025]. Например, система шумоподавления для компрессорной станции, успешно принятая в промышленной зоне Ростова-на-Дону на основе стандартных санитарных нормативов, может быть подвергнута дополнительным, не прописанным в законах требованиям при рассмотрении в Адыгее – если эксперт сочтёт, что необходимо дополнительно обосновать сохранение естественного акустического режима близлежащих предгорий. Отсутствие чётких, научно

обоснованных региональных критериев для таких параметров, как «экологический шум» или «ландшафтно-визуальная совместимость», создает «размытое» правовое поле. В таких условиях решение зависит не столько от объективных показателей проекта, сколько от географической случайности и усмотрения конкретного чиновника, что формирует идеальную среду для правовой неопределённости и коррупционных рисков, отпугивая ответственных инвесторов. В результате в паводкоопасных долинах горных рек или на нестабильных черноморских склонах продолжается масштабная жилая и туристская застройка, что уже приводит к регулярным человеческим жертвам и колоссальным экономическим убыткам. Право отстает от науки, не переводя ее тревожные выводы в обязательные для исполнения правовые предписания [Коробейников Н.А., 2022].

Наконец, правовая неувязка возникает на стыке экологического и градостроительного законодательства. В регионах юга, особенно в Краснодарском крае, наблюдается стремительная урбанизация и освоение новых территорий под коттеджные поселки. Градостроительная документация: генпланы, правила землепользования и застройки – принимается часто без полноценной, интегрированной экологической оценки, что, по сути, является следствием узкого, сугубо технического подхода, закреплённого в Градостроительном кодексе РФ [Градостроительный кодекс..., 2004]. Кодекс, фокусируясь на вопросах застройки и планировки территорий, не содержит действенных механизмов обязательной и ранней экологической оценки на стадии стратегического планирования. В результате последующая ГЭЭ отдельных проектов в рамках уже утвержденного плана вынуждена действовать в заранее заданных, потенциально опасных рамках.

Получается правовое безумие: проект, который может быть признан экологически небезопасным при комплексной ландшафтной оценке, легко проходит экспертизу, так как «вписывается» в разрешенный вид использования территории, установленный муниципалитетом под давлением экономической конъюнктуры.

Для решения вышеобозначенных проблем, видится необходимым разработка и законодательное закрепление для Краснодарского края пакета обязательных к применению региональных геоэкологических нормативов и методик оценки, учитывающих кумулятивный эффект, климатические риски и

специфику местных экосистем. Требуется внедрение в правовое поле понятия «экологическая ёмкость территории» как научно рассчитанного лимита антропогенной нагрузки, который не может быть превышен суммой всех проектов. Крайне важна законодательная интеграция процедур стратегической экологической оценки (СЭО) на уровне регионального и муниципального планирования, которая бы предшествовала и задавала рамки для последующей проектной ГЭЭ. Помимо этого, видится важным создание для критически важных объектов (крупные курортные комплексы, инфраструктурные узлы) режима «цифрового экологического следа». В этом случае положительное заключение ГЭЭ становится не конечной точкой, а стартом для постоянного мониторинга. Предприятие-природопользователь обязано в режиме, близком к реальному времени, передавать ключевые показатели (качество сбрасываемых вод, состояние почв на склонах, уровень шума) в единую региональную цифровую платформу. Если система на основе встроенных научных моделей фиксирует, например, что совокупный сток с нескольких построенных объектов ведёт к превышению допустимой нагрузки на водоток (то самое кумулятивное воздействие), она не ждёт плановой проверки. Алгоритм генерирует сигнал для контролирующего органа о необходимости оперативного вмешательства и корректировки режима эксплуатации. Таким образом, разрешительный документ превращается в «живой» цифровой регламент, действующий до тех пор, пока объект укладывается в заданные экологические рамки. Этот подход напрямую снимает коллизии со сроком действия экспертизы, кумулятивным эффектом и отставанием нормативов, переводя всю систему из плоскости бюрократической отчётности в плоскость научно обоснованного управления в реальном времени.

Только через такую гармонизацию – перевод точных научных критериев устойчивости на язык обязательных правовых норм – экологическая экспертиза сможет трансформироваться из формального административного барьера в действенный инструмент обеспечения настоящего, а не декларативного устойчивого развития уникальных и крайне уязвимых регионов Юга России.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 31.07.2025) // Российская газета. № 290, 30.12.2004.
2. Жиганков Д.В. О правовых коллизиях использования техники и технологии в контексте реализации государственной экологической экспертизы // Вестник науки. 2023. № 7(64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-pravovyh-kolliziyah-ispolzovaniya-tehniki-i-tehnologii-v-kontekste-realizatsii-gosudarstvennoy-ekologicheskoy-ekspertizy>.
3. Коробейников Н.А. Проблемы в экологическом законодательстве // Столыпинский вестник. 2022. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problems-v-ekologicheskom-zakonodatelstve>.
4. Рябошапка В.П. Рекреационный потенциал регионов юга России // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 2011. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekreatsionnyy-potentsial-regionov-yuga-rossii>.
5. Чабриков Д.В. Проблемные аспекты земельного права в контексте новых экономических реалий: актуальные инструменты и методы управления // Новые вызовы для экономики России: актуальные подходы и перспективные решения. Краснодар, 2025.

С.Г. Аксенов, Н.У. Габбасов
S.G. Aksenov, N.U. Gabbasov

Уфимский университет науки и технологий
Ufa University of Science and Technology

ПРОБЛЕМА ПЛАСТИКОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИНИЦИАТИВЫ THE PROBLEM OF PLASTIC POLLUTION: GLOBAL TRENDS AND REGIONAL INITIATIVES

Аннотация. В тексте рассматривается проблема пластикового загрязнения в XXI веке, обусловленная ростом производства пластика и его низкой биоразлагаемостью. Описаны негативные последствия накопления пластиковых отходов в экосистемах. Кратко охарактеризованы меры по борьбе с пластиковым загрязнением в разных странах.

Ключевые слова: пластик, экосистема, окружающая среда, здоровье, загрязнение, вред.

Abstract. The text discusses the problem of plastic pollution in the 21st century, caused by the increasing production of plastic and its low biodegradability. It describes the negative consequences of the accumulation of plastic waste in ecosystems. The text also provides a brief overview of measures taken by different countries to combat plastic pollution.

Key words: plastic, ecosystem, environment, health, pollution, harm.

Актуальность проблемы пластикового загрязнения в XXI в. обусловлена стремительным ростом производства пластика, его долговечностью и низкой биоразлагаемостью, что приводит к накоплению отходов в окружающей среде. Пластик проникает в экосистемы, угрожая биоразнообразию, здоровью человека и экономике. По данным отчета The Pew Charitable Trusts, ежегодно в окружающую среду попадает около 130 млн тонн пластика, а к 2040 г. этот объем может удвоиться. Микропластик обнаружен даже в

Марианской впадине, на вершине Эвереста и в человеческих тканях [Бердыева А., 2024].

Пластиковое загрязнение – это накопление в природе изделий из пластика, которые долго не разлагаются и вредят окружающей среде. Проблема возникает из-за того, что люди производят большое количество пластиковых вещей, однако не перерабатывают и утилизируют неправильно.

В океанах пластик скапливается в огромных мусорных пятнах, например, в Большом тихоокеанском и Североатлантическом. Это происходит из-за круговых течений, которые затягивают отходы в центр таких зон. Со временем пластик распадается на очень мелкие частицы – микропластик. Он попадает в пищу рыбам и другим морским обитателям, накапливает вредные вещества и нарушает работу природных экосистем. Это угрожает и здоровью человека: микропластик обнаруживают в воде, пище и даже в организме людей [Аксенв С.Г., 2019].

На сегодняшний день применяются несколько основных методов переработки пластиковых отходов:

- Механический рециклинг – наиболее распространенная технология. Включает сортировку, дробление, очистку и плавление пластика для производства новых изделий. Подходит для PET, HDPE, PP, LDPE, но ограничен 2–3 циклами переработки.

- Химический рециклинг, позволяющий расщеплять полимеры на исходные компоненты для создания новых материалов или топлива. Включает гидролиз, гликолиз, сольволиз и метанолиз – методы, требующие чистого сырья и специализированного оборудования.

- Пиролиз – термическое разложение пластика без доступа кислорода при температуре 300–900 °С. В результате получают пиролизное масло, газ и кокс. Метод эффективен для смешанных и загрязненных отходов, но энергозатратен [Переработка...].

В Европейском союзе активно внедряются меры по ограничению использования одноразового пластика и регулированию микропластика. С 2021 г. в ЕС запрещён оборот ватных палочек, пластиковых трубочек и одноразовой посуды. Также введены ограничения на производство оксоразлагаемого пластика и контейнеров для фастфуда из полистирола. К 2025 г. планируется достичь 90 % уровня переработки ПЭТ-бутылок и снизить количество отходов от табачной продукции на 50 %.

В Канаде перерабатывается до 50 % образующихся отходов. Установлены штрафы за несвоевременный вывоз и неверную сортировку мусора. В крупных городах супермаркеты отказываются от продажи пластиковых пакетов, а в заведениях фастфуда - от одноразовых контейнеров и трубочек.

С 2024 г. в России внедряется принцип «загрязнитель платит», который предполагает финансовую ответственность производителей за утилизацию их продукции. Также действуют ограничения на отдельные виды упаковки. В стране работает около 500 предприятий по переработке пластика, но уровень переработки остаётся низким – от 7 до 12,5 % от общего объёма.

В России переработка пластика осуществляется преимущественно механическими методами, хотя развиваются и химические технологии. Основные этапы включают сбор, сортировку, измельчение, мойку, гранулирование и производство новых изделий. Химические методы, такие как пиролиз или гидролиз, пока применяются ограниченно, в основном в лабораторных условиях или на пилотных проектах [Аксенов С.Г., 2023].

Таблица 1

Примеры использования переработанного пластика [Проблема...]

Продукт	Предприятие
Уличная мебель (лавки, скамейки)	Компания «Умная среда» (Калининград)
Полимерный профиль для детских площадок и заборов	Завод «Уралтермопласт» (Екатеринбург)
Шпалы для трамвайных путей	Компания «Аксион Рус» (Москва)
ПЭТ-волокно для текстиля	Компания ТЕХНОНИКОЛЬ «РБ Групп» (производство 30 000 тонн волокна в год)

Переработка пластика в России находится в стадии развития, но уже сейчас существуют успешные примеры производства из вторичного сырья. Ключевыми факторами роста отрасли станут совершенствование инфраструктуры, повышение осведомлённости населения и государственная поддержка. Эффективное решение возможно лишь при сочетании жёсткого регулирования, технологических инноваций, экономических стимулов и изменения потребительских привычек – только так удастся сократить поток отходов и минимизировать вред для планеты.

Библиографический список

1. Бердыева А. Экологические последствия использования пластика и пути борьбы с пластиковым загрязнением окружающей среды // Инновационная наука. 2024. № 5-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-posledstviya-ispolzovaniya-plastika-i-puti-borby-s-plastikovym-zagryazneniem-okruzhayuschey-sredy>.
2. Аксенов С.Г. Геоэкологическая оценка городских водных объектов // Веб-конференция E3S. Международная научная конференция по бизнес-технологиям для устойчивого городского развития 2018, 10–12 декабря 2019 г. EDP Sciences. Веб-конференция E3S. 2-номер 0-85070920145.P.-RELX. Группа.
3. Переработка пластика // Свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Переработка_пластика.
4. Аксенов С.Г. Экологическая безопасность как фактор устойчивого развития страны // Научный аспект. 2023. Т. 1, № 3
5. Проблема пластикового загрязнения: пути решения // Дзен. URL: <https://dzen.ru/a/ZMdNOMQnIVg4u3A9>.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА: ГЛОБАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И ЛОКАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ CLIMATE CHANGE: GLOBAL IMPACTS AND LOCAL SOLUTIONS

Аннотация. Изменение климата – одна из самых глобальных проблем человечества XXI века. Деятельность человека, такая как: вырубка лесов, сжигание топлива, сельское хозяйство, вызвало рекордный рост уровня углекислого газа в атмосфере. Именно это приводит к глобальному потеплению и изменению климата, в целом.

Ключевые слова: климат, температура, влияние, изменение, метод, защита.

Abstract. Climate change is one of the most global challenges facing humanity in the 21st century. Human activities such as deforestation, fossil fuel combustion, and agriculture have caused record levels of carbon dioxide in the atmosphere. This is what leads to global warming and climate change in general.

Key words: climate, temperature, impact, change, method, protection.

Рассмотрим глобальные последствия изменения климата:

1. В первую очередь – это рост средней температуры планеты.

По данным Межправительственной панели по изменению климата, начиная с конца XIX века температура планеты выросла на 1,2 °C [Межправительственная..., 2021]. Тем самым, это изменение температуры приводит к следующему:

- экстремальные погодные явления усилились и стали происходить намного чаще (к примеру, ураганы, наводнения, засухи);
- изменение сезонных циклов, нарушение естественного баланса экосистем;
- уровень Мирового океана поднялся из-за таяния ледников и теплового расширения водных масс.

2. Повышение уровня моря.

К 2100 году уровень моря может повыситься на 0,3-1,2 метра [Всемирная..., 2020]. Данные изменения влекут за собой большие

риски для прибрежных территорий и экосистем (например, коралловые рифы или мангровые леса). Возможные последствия:

- затопление низменных районов;
- уничтожение прибрежных экосистем;
- проникновение соленой воды в пресноводные источники.

3. Угроза для биологического разнообразия.

Изменение климата также имеет большое влияние на биоразнообразие. Далеко не все виды животных и растений могут быстро адаптироваться к меняющимся условиям среды. К чему это приводит:

- риски вымирания многих видов растений и животных повышаются;
- изменение ареалов обитания. Это влияет на ключевые функции экосистемы – фильтрация воды, опыление;
- пищевые цепи нарушаются, а также нарушение взаимодействий внутри экосистем.

4. Экономические и социальные последствия.

Изменение климата затрагивает не только природу, но и общество тоже. К одним из самых основных экономических и социальных последствий можем отнести:

- число, так называемых, «климатических» мигрантов, увеличивается из-за потери жилья и каких-либо источников дохода;
- снижение урожайности приводит к росту цен на многие продукты питания;
- увеличение затрат на здравоохранение из-за роста заболеваний, которые связаны с климатом.

Несмотря на глобальный характер проблемы изменения климата, многие локальные сообщества принимают меры по борьбе с изменением климата. Эти решения варьируются от инициатив по сокращению углеродного следа, до проектов по адаптации к новым климатическим условиям.

1. Устойчивость сельского хозяйства.

Внедрение устойчивых агротехнологий способно сократить выбросы парниковых газов и повысить адаптацию к климатическим изменениям. Рассмотрим на конкретных примерах:

- органическое земледелие – использование натуральных удобрений и методов борьбы с вредителями для снижения воздействия на окружающую среду;

- севооборот – систематическая смена культур на земельных участках, что способствует улучшению плодородия почвы и снижению потребности в химических удобрениях.

2. Энергетический переход и энергоэффективность.

Снижение углеродного следа в основном обеспечивается за счет двух направлений: внедрения возобновляемых источников энергии и системного повышения энергоэффективности производства и потребления. К таким мерам могут относиться: солнечные панели (установка солнечных панелей на зданиях для производства чистой «электроэнергии») (рис. 1), энергосберегающие технологии (внедрение технологий, которые сократят энергопотребление в домах и на предприятиях), общественный транспорт (расширить систему общественного транспорта, в особенности трамваев, для уменьшения зависимости людей от автомобилей и снижения выбросов углекислого газа).



Рис. 1. Солнечные панели на здании

3. Защита и сохранение природных экосистем.

Сохранение, восстановление и защита природных экосистем – это один из самых эффективных способов снизить последствия климатических изменений [Экологические..., 2024]. К примеру:

- восстановление лесов. Программы по высадке деревьев и восстановлению лесных массивов, что усилит поглощение атмосферного углекислого газа;

- защита водно-болотных угодий. Сохранение этих экосистем повысит защиту от наводнений;

- создание особо охраняемых природных территорий (заповедников). Охрана территорий для защиты ключевых местообитаний и сохранения популяций редких и вымирающих видов.

4. Вовлечение общества и образование.

Информирование и вовлечение населения – одни из самых основных элементов климатической политики.

Образовательные программы, организация курсов, лекций и тренингов для повышения осведомленности о проблемах изменения климата, а также для повышения экологической грамотности.

Климатические изменения выступают в качестве одной из наиболее существенных угроз для существования человеческой цивилизации [Причины...]. Последствия данного процесса оказывают влияние на все сферы жизнедеятельности. Воздействие этой проблемы ощущается во всех сферах – от экосистем до экономики. Тем не менее, существуют эффективные решения, которые способны сыграть ключевую роль в смягчении последствий и адаптации к новым условиям. Сообщества по всему миру разрабатывают инновационные подходы для создания устойчивого будущего, вовлекая общественность в процесс преобразований.

Для успешной борьбы с изменением климата необходимы совместные усилия всего общества. Только так мы сможем обеспечить экологическую безопасность будущим поколениям.

Библиографический список

1. Межправительственная панель по изменению климата (IPCC). 2021. Шестой оценочный отчет. URL: https://documents.ats.aq/ATCM45/fr/ATCM45_fr001_r.pdf.

2. Глобальный климатический отчет. Всемирная метеорологическая организация (WMO). 2020. URL: <https://ru.oliveoiltimes.com/world/2019-second-hottest-year/77714>.

3. Экологические последствия лесных пожаров // Инициативы молодых - науке и производству. Пенза, 2024.

4. Причины и последствия изменения климата. URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/science/causes-effects-climate-change>.

А.А. Гандалипова
A.A. Gandalipova
Башкирский государственный
педагогический университет им. М. Акмуллы
Akmulla Bashkir State Pedagogical University

**ОТ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПИРОГЕННОЙ КАТАСТРОФЫ
К ГЛОБАЛЬНЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ: РОЛЬ ЛЕСНЫХ
ПОЖАРОВ СИБИРИ В ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА
FROM REGIONAL PYROGENIC DISASTER TO GLOBAL
CONSEQUENCES: THE ROLE OF SIBERIAN WILDFIRES
IN CLIMATE CHANGE**

Аннотация. В статье анализируется усиление лесных пожаров в Сибири как фактора глобального климатического изменения. Рассматриваются причины роста пожарной опасности и формирующиеся обратные связи в системе «климат–пожар», включая выбросы углерода и деградацию вечной мерзлоты. Обосновывается необходимость адаптации стратегий управления рисками.

Ключевые слова: сибирские пожары, изменение климата, углеродный цикл, вечная мерзлота, аэрозоли, пирогенная обратная связь.

Abstract. The article analyzes the intensification of Siberian wildfires as a factor in global climate change. It examines the causes of increasing fire danger and the emerging feedbacks in the “climate-fire” system, including carbon emissions and permafrost degradation. The necessity of adapting risk management strategies is substantiated.

Key words: Siberian wildfires, climate change, carbon cycle, permafrost, aerosols, pyrogenic feedback.

Лесные пожары, традиционно рассматриваемые как естественный элемент динамики бореальных экосистем, в современных условиях приобретают масштабы региональной катастрофы с однозначными глобальными последствиями. Сибирь, обладающая колоссальными запасами углерода в биомассе лесов и в толщах вечной мерзлоты, становится эпицентром формирования мощной пирогенной обратной связи в климатической системе планеты [Попова Л., 2024].

Учащение и усиление мега-пожаров – это не только следствие, но и все более значимая причина дальнейших климатических изменений, воздействие которой выходит далеко за пределы региона, влияя на атмосферу и здоровье населения целых континентов [Comprehensive Impact..., 2024].

Методологическую основу исследования составили комплексный анализ данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) за последние два десятилетия, реконструкции палеопожаров по донным и торфяным отложениям за последние 16 тысяч лет [Пупышева М.А. и др., 2025], а также результаты глобального климатического моделирования с использованием системы MIROC5 для оценки сценариев будущего воздействия [Comprehensive Impact..., 2024]. Такой многоуровневый подход позволяет установить исторические аналоги современных процессов, количественно оценить текущие тенденции и смоделировать их развитие.

Основным драйвером contemporary пирогенной катастрофы является беспрецедентно быстрое изменение климата, особенно выраженное в Арктике, где температура растет в 2–2.5 раза быстрее среднемирового темпа. Это приводит к целому каскаду последствий [Харук В.И. и др., 2017; Пономарёв Е.И., Кхарук В.И., 2021]. Наблюдается увеличение засушливости и грозовой активности: рост температур, учащение волн жары и изменение режима осадков повышают частоту и суровость пожароопасных условий. Палеоданные подтверждают устойчивую связь между периодами потепления и всплесками пирогенной активности на протяжении тысячелетий [Пупышева М.А. и др., 2025].

В современных условиях это выражается в росте числа сухих гроз – основных источников природных возгораний. Происходит деградация лесов и накопление горючих материалов: на юге Сибири потепление вызывает водный стресс и усыхание влаголюбивых хвойных пород (кедр, пихта), что увеличивает объем мертвой древесины – готового топлива.

Одновременно на севере и в горах происходит продвижение лесов и увеличение плотности древостоев, также ведущее к росту пожарной опасности [Харук В.И. и др., 2017]. Важным следствием является снижение предсказуемости: в экстремально засушливые годы, когда пожары охватывают более 1 % территории региона, их распространение становится практически непредсказуемым для

современных моделей, что радикально затрудняет управление рисками [Пономарёв Е.И., Кхарук В.И., 2021].

Последствия сибирских пожаров носят глобальный характер и формируют несколько мощных петель обратной связи, усугубляющих изменение климата. Пожары приводят к мгновенному выбросу в атмосферу огромных объемов CO_2 , сокращая потенциал крупнейшего на планете лесного поглотителя углерода. В экстремальные годы сибирская тайга может временно превращаться из стока в источник парниковых газов.

Наиболее опасны пожары в зоне вечной мерзлоты: уничтожение растительного покрова и сажистый налет на поверхности приводят к более глубокому протаиванию грунтов летом и высвобождению древнего органического углерода, тысячелетиями накопленного в мерзлоте [Попова Л., 2024]. Этот процесс, однажды запущенный, становится необратимым в человеческих масштабах времени.

Пожары также выбрасывают в атмосферу колоссальное количество аэрозольных частиц. С одной стороны, они ухудшают качество воздуха на гигантских пространствах Евразии, приводя к росту респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний и увеличению преждевременной смертности. С другой стороны, эти аэрозоли отражают солнечную радиацию, создавая региональный эффект охлаждения. Моделирование показывает, что усиление пожаров может приводить к частичному подавлению потепления в Северном полушарии, создавая сложную и противоречивую картину воздействия [Comprehensive Impact..., 2024]. Этот «маскирующий» эффект носит временный характер, в то время как выброшенный CO_2 продолжает нагревать планету столетиями.

Климатические и экологические последствия тесно переплетены с социально-управленческими проблемами. Традиционные практики контролируемого выжигания для профилактики катастрофических пожаров и обновления пастбищ, столетиями использовавшиеся коренными народами, сегодня законодательно запрещены [Попова Л., 2024]. Это, наряду с расширением хозяйственной деятельности (линии электропередач, дороги, добыча ресурсов), увеличивает риски возникновения пожаров и лишает экосистемы естественного механизма саморегуляции. В условиях, когда службы пожаротушения физически не могут охватить всю территорию, требуется стратегический пересмотр политики, направленный на управление, а не тотальное подавление огня в отдаленных районах.

В заключение необходимо подчеркнуть, что усиление лесных пожаров в Сибири – это яркий пример перехода количественных изменений в качественно новое состояние системы. Локальная экологическая проблема превратилась в фактор глобального климатообразования. Прогнозы однозначны: при сохранении текущих климатических трендов частота, интенсивность и площадь пожаров будут увеличиваться [Comprehensive Impact..., 2024], делая их последствия все более тяжелыми и непредсказуемыми [Пономарёв Е.И., Кхарук В.И., 2021]. Устойчивость сибирских экосистем и стабильность глобального климата в значительной степени будут зависеть от того, насколько быстро и адекватно научные знания о комплексной связи «климат–пожар» будут трансформированы в адаптивные стратегии управления, учитывающие как экологические, так и социальные аспекты этой масштабной проблемы.

Библиографический список

1. Пономарёв Е.И., Кхарук В.И. Закономерности мега-лесных пожаров в Восточной Сибири станут менее предсказуемыми при потеплении климата // *Environmental Research Letters*. 2021.
2. Попова Л. Растущая проблема в Сибири: климат и человек способствуют учащению лесных пожаров // Международная ассоциация по борьбе с лесными пожарами (IAWF). 2024. URL: <https://www.iawfonline.org/article/a-growing-problem-in-siberia-climate-and-humans-contribute-to-rise-in-wildfires/>.
3. Пупышева М.А., Бляхарчук Т.А. Реконструкция истории природных пожаров в Западной Сибири по палеоархивам голоцена // ИМКЭС СО РАН. 2025. URL: <https://4s-info.ru/2025/02/20/tomskie-uchenye-vosstanovili-istoriyu-prirodnih-pozharov-v-zapadnoj-sibiri-so-vremen-poslednego-lednikovogo-perioda/>.
4. Харук В.И., Пономарёв Е.И., Им С.Т. Связь усыхания темнохвойных лесов и динамики пожаров на юге Сибири с глобальным потеплением // *Journal of Mountain Science*. 2017.
5. Comprehensive Impact of Changing Siberian Wildfire Severities on Air Quality, Climate, and Economy: MIROC5 Global Climate Model's Sensitivity Assessments // *Earth's Future*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1029/2023EF004129>.

**ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА МОРЕ
ENVIRONMENTAL PROTECTION
WHEN CARRYING OUT GEOPHYSICAL RESEARCH AT SEA**

Аннотация: в статье рассмотрены ключевые экологические риски и современные методы их минимизации при проведении морских геофизических исследований.

Ключевые слова: геофизические исследования на море, экологические риски, оценка воздействия на окружающую среду.

Abstract: the article discusses key environmental risks and modern methods of minimizing them when conducting geophysical research at sea.

Key words: geophysical research at sea, environmental risks, environmental impact assessment.

Геофизические исследования на море – важнейший инструмент изучения геологического строения дна, поиска полезных ископаемых, мониторинга подводных инженерных сооружений и оценки экологических рисков. [ГОСТ Р 53241-2008.] Однако проведение таких работ сопряжено с потенциальным воздействием на морскую экосистему.

К основным методам морских геофизических исследований относятся [ГОСТ Р 53241-2008.]:

- сейсморазведка (в том числе с использованием пневматических источников);
- магнитометрическая съёмка;
- гравиметрическая съёмка;
- электрическая разведка;
- гидролокационная съёмка дна.

Каждый из этих методов имеет специфические экологические последствия, требующие особого контроля.

Экологические риски и воздействие на морскую среду [Богословский В.А. и др., 2000] делятся на несколько видов.

1. Акустическое воздействие.

Наиболее значимое воздействие оказывает сейсморазведка с использованием пневматических источников (пневмопушек). Генерируемые ими звуковые волны:

- нарушают коммуникацию морских млекопитающих (китов, дельфинов);
- вызывают временное или постоянное повреждение органов слуха у гидробионтов;
- изменяют миграционные пути и кормовое поведение рыб;
- влияют на распределение планктона.

2. Физическое воздействие.

- механическое повреждение донных биоценозов при постановке оборудования;
- взмучивание донных отложений, приводящее к ухудшению прозрачности воды;
- изменение рельефа дна при установке тяжёлых конструкций.

3. Химическое загрязнение.

- утечки ГСМ при работе судов-носителей;
- сброс технических вод;
- попадание в воду компонентов антикоррозионных покрытий оборудования.

4. Визуальное и световое загрязнение.

- нарушение естественных световых режимов в ночное время;
- привлечение и дезориентация морских птиц.

Для уменьшения рисков на окружающую среду применяются следующие методы минимизации экологического воздействия.

1. Организационные меры:

- предварительная экологическая оценка (ОВОС — оценка воздействия на окружающую среду) перед началом работ;
- выбор оптимальных сезонов проведения исследований с учётом периодов нереста, миграции и размножения биоты;
- создание буферных зон вокруг особо охраняемых природных территорий и мест концентрации биоресурсов;
- мониторинг биоты до, во время и после работ для оценки реального воздействия.

2. Технические решения:

- использование «тихих» источников возбуждения сигналов (например, виброисточников вместо пневмопушек);

- постепенное наращивание мощности акустических импульсов («мягкий старт») для предупреждения морских животных;
- применение направленных антенн для минимизации рассеивания энергии;
- использование экологически чистых ГСМ и замкнутых систем охлаждения;
- оснащение судов системами очистки сточных вод и сбора отходов.

3. Оперативные меры контроля [Дембицкий С.И. и др., 2014]:

- наблюдение за морскими млекопитающими с борта судна и с воздуха (включая использование дронов);
- автоматизированные системы обнаружения китов и дельфинов по акустическим сигналам;
- приостановка работ при обнаружении скоплений уязвимых видов;
- регистрация и анализ всех случаев взаимодействия с биотой.

4. Реабилитационные мероприятия:

- восстановление повреждённых донных сообществ;
- мониторинг долгосрочных последствий;
- компенсационные выплаты на природоохранные проекты.

Охрана окружающей среды при морских геофизических исследованиях требует комплексного подхода, сочетающего: строгое соблюдение нормативно-правовых требований; внедрение передовых технологий снижения воздействия; постоянный экологический мониторинг; прозрачность и открытость данных для общественности. [Богословский В.А. и др., 2000]

Только такой подход позволяет обеспечить баланс между научно-техническим прогрессом и сохранением биоразнообразия морских экосистем. В перспективе развитие инновационных геофизических методов станет ключевым фактором устойчивого освоения морских ресурсов.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 53241-2008. Геологоразведка морская. Требования к охране морской среды при разведке и освоении нефтегазовых месторождений континентального шельфа, территориального моря и прибрежной зоны. М., 2009.

2. Федеральный закон №187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации». М., 2024.

3. Богословский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К. Экологическая геофизика. М., 2000.

4. Дембицкий С.И., Панина О.В., Корнев А.А. Геолого-геофизические методы оценки техногенного воздействия нефтепоисковых работ на природную среду морских акваторий. Краснодар, 2014.

Е.И. Захарченко¹, М.А.Захарченко¹, Н.Г. Андрейко²
E.I. Zakharchenko¹, M.A. Zakharchenko¹, N.G. Andreyko²

¹Кубанский государственный университет

²Кубанский государственный технологический университет

¹Kuban State University

²Kuban State Technological University

**ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ВРЕДНЫХ
ВЫДЕЛЕНИЙ, НАБЛЮДАЮЩИХСЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ
НА ЧЕЛОВЕКА (НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНО-ОКТЯБРЬСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ)**

**CHARACTERISTICS OF SOME HARMFUL EMISSIONS
OBSERVED DURING OPERATION OF OIL AND GAS DEPOSIT
AND THEIR IMPACT ON HUMAN (BY EXAMPLE
OF THE WESTERN OKTYABRSKY DEPOSIT)**

Аннотация: в статье рассматриваются характеристики некоторых вредных выделений, наблюдающихся при эксплуатации нефтегазового месторождения и их воздействие на человека (на примере Западно-Октябрьского месторождения).

Ключевые слова: нефтегазовое месторождение, эксплуатации месторождений, добыча углеводородов, вредные воздействия, метан, пары углеводородов, метанол, углекислый газ, азот, предельно-допустимые концентрации, требования безопасности, воздействие на человека.

Abstract: The article discusses the characteristics of some harmful emissions observed during the operation of an oil and gas field and their impact on humans (using the example of the Zapadno-Oktyabrskoye field).

Keywords: oil and gas field, field operation, hydrocarbon production, harmful effects, methane, hydrocarbon vapors, methanol, carbon dioxide, nitrogen, maximum permissible concentrations, safety requirements, and human impact.

Российская Федерация, благодаря достаточно высокому объёму добычи нефти и газа, занимает значимое место в мировой нефте- и газодобыче, что позволяет получать значительные доходы от экспорта сырья и, как следствие, формировать существенную часть валютных поступлений в федеральный бюджет за счёт отчислений нефтяных

компаний. В современных условиях увеличение добычи нефти и газа даёт тысячи рабочих мест не только на предприятиях, эксплуатирующих и разрабатывающих месторождения, но и в нефтегазоперерабатывающей промышленности, нефтяном машиностроении и т.д.

Увеличение добычи нефти, в первую очередь, становится возможным от ввода в эксплуатацию новых месторождений нефти и газа, оптимизации работы действующего фонда скважин, проведения геолого-технических мероприятий, направленных на увеличение притока на малодебитных скважинах; вывод из консервации скважин; проведение ремонтно-изоляционных работ на скважинах.

При длительной эксплуатации месторождений нефти и газа возможны вредные выделения, связанные с загрязнением атмосферы, водных объектов, почвы и воздействием на живые организмы. Это связано с токсичностью природных углеводородов, химических реагентов, применяемых в технологических процессах, и другими факторами.

Рассмотрим характеристики некоторых вредных выделений, наблюдающихся при эксплуатации Западно-Октябрьского нефтегазового месторождения и их воздействие на человека.

Западно-Октябрьское нефтегазовое месторождение находится в северной части Ставропольского края. В 1972 г. месторождение введено в промышленную разработку. В настоящее время на месторождении перебивало в разработке 42 скважины. При разработке месторождения применялись следующие способы эксплуатации: фонтанный (99,2 % скважин от общего фонда), газлифтный (0,6 %), ЭЦН (0,2 %). При всех этих способах эксплуатации возможны вредные выделения горючих взрывоопасных, токсичных и агрессивных веществ на скважинах.

Ниже приведен перечень горючих взрывоопасных, токсичных и агрессивных веществ, встречающихся на скважинах Западно-Октябрьского месторождения и способы защиты сотрудников от воздействия этих веществ:

- 1) Метан – газ, являющийся составной частью добываемого природного газа. Метан не имеет ощутимого запаха, но при содержании его в воздухе около 10 % человек испытывает недостаток кислорода, при большем содержании может наступить удушье. Предельно допустимая концентрация (ПДК) метана в воздухе рабочей зоны составляет 300 мг/м³.

Основные меры предупреждения, следующие: герметизация производственного оборудования, вентиляция, контроль за содержанием природного газа в воздухе рабочей зоны.

2) Пары углеводородов – поступают в организм человека главным образом через дыхательные пути. При легких отравлениях в начале наблюдается период возбуждения, характеризующийся беспричинной веселостью, сонливостью, затем появляется головная боль, головокружение, усиленное сердцебиение, тошнота. При тяжелых отравлениях парами углеводородов наступает потеря сознания, судороги, ослабление дыхания. Некоторые пары углеводородов и нефтяные газы, так же как и сероводород, тяжелее воздуха, вследствие чего они «стекаются» и скапливаются в плохо вентилируемых углублениях, внутри аппаратов и помещений.

При отравлении парами углеводородов пострадавшего нужно немедленно вывести на свежий воздух, освободить тело от стесняющей одежды, согреть тело. При отсутствии дыхания немедленно необходимо сделать искусственное дыхание. При работе в загазованных участках, помещениях при концентрации выше ПДК и недостатке кислорода для индивидуальной защиты, необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

3) Метанол (метиловый спирт) – сильный яд, действующий на нервную и сосудистую систему, слизистую оболочку дыхательных путей. Из-за его схожих свойств с этиловым спиртом часто происходят тяжелые отравления. Небольшое количество метанола (до 10–15 г) приводит к тяжелым отравлениям, ведущим к слепоте и даже к смерти. Отравление происходит не только при попадании жидкости внутрь, но и при вдыхании паров и при проникновении их через кожу тела. ПДК метанола в воздухе рабочих помещений – не более 5 мг/м³.

Метанол медленно накапливается в организме и еще медленнее выводится. Хроническое отравление наступает медленно при вдыхании паров и сопровождается раздражением слизистых оболочек, головными болями, шумом в ушах, общим стрессом, расстройством зрения, вплоть до слепоты. При острых отравлениях метанолом следует произвести промывание желудка в течение двух часов 5 % раствором пищевой соды.

Средства индивидуальной защиты при работе с метанолом – спецодежда, резиновые сапоги, резиновые фартуки, резиновые перчатки и противогазы с фильтрующей коробкой марки «А» или изолирующие – марки ПШ – 1 или ПШ – 2.

4) Углекислый газ – бесцветный газ кисловатого вкуса и запаха. Оказывает наркотическое воздействие в малых дозах, в больших – действует удушающе. Вызывает головную боль, раздражение верхних дыхательных путей, учащение сердцебиения, повышение давления.

При высоком содержании углекислого газа и нормальном содержании кислорода необходимо использовать шланговые противогазы типа ПШ – 1, ПШ – 2.

5) Азот – бесцветный газ. Растворим в воде, в обычных условиях химически инертен. Оказывает наркотическое действие.

При работе с жидким азотом необходимо пользоваться защитными очками, перчатками.

Пределы образования взрывоопасных смесей и санитарно-допустимые концентрации перечисленных веществ [Холмская С.В. и др., 2024] приведены в (табл. 1).

Некоторые нормативные документы, регламентирующие требования безопасности на нефтяных и газовых скважинах:

- Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №534 от 15.12.2020 г. «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» [Приказ № 534..., 2020] (устанавливают требования к бурению, эксплуатации и ремонту скважин, а также к обустройству месторождений). Документ действует до 1 января 2027 года;

- Федеральный закон №116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [№116-ФЗ от 21.07.1997 г....];

- Федеральный закон №123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (устанавливает требования пожарной безопасности к объектам нефтегазодобывающих производств) [№123-ФЗ от 22.07.2008 г...].

Некоторые организационные меры по обеспечению безопасности на скважинах Западно-Октябрьского месторождения:

- разработка инструкции по предупреждению газонефтеводопроявлений и открытых фонтанов, она учитывает специфику эксплуатации месторождений и технологию проведения работ при бурении, реконструкции, ремонте скважин; инструкцию согласовывают с противofонтанной службой;

Таблица 1

Санитарно-допустимые концентрации веществ

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Температура, °С			Пределы взрыв. с воздухом, % вес.		Относительная плотность по воздуху	Краткая характеристика вещества, специфические свойства	Характер воздействия на организм
		кипения	вспышки	самовоспламенения	нижний	верхний			
Природный газ	300	- 161,6	—	537	4,5	15	0,5543	горючий, взрывоопасный газ, легче воздуха	удушающее действие из-за недостатка кислорода
Метанол	5,0	64,7	80	436	5,5	36,5	1,1	бесцветная легко воспламеняющаяся жидкость	сильный яд, отравление при приёме внутрь и при вдыхании паров
Одорант	1,0	35	- 30	250	2,8	18,2	—	прозрачная легко воспламеняющаяся жидкость	действует на центральную нервную систему

— ведение учёта людей на скважинах (всех прибывших и убывающих лиц независимо от сроков их пребывания); не допускается нахождение на скважине лиц без разрешения ответственного лица эксплуатирующей организации;

— ознакомление работников с правилами внутреннего распорядка, сигналами тревог и обязанностями по различным видам тревог;

— создание резервных источников энергоснабжения, вентиляции и водоснабжения, систем связи и материалов для ликвидации последствий аварий на объекте;

— обустройство контрольно-пропускных пунктов для оперативной аварийной эвакуации работников;

— заключение договоров с аварийно-спасательными формированиями на выполнение комплекса работ по противоданной безопасности;

— осуществление работ в местах, где имеется или может возникнуть повышенная производственная опасность (газоопасных, огневых и ремонтных работ), по наряду-допуску.

Для обеспечения безопасности на скважинах Западно-Октябрьского нефтегазового месторождения используются:

- системы автоматического регулирования, блокировок, сигнализации и безаварийной остановки производственных процессов;

- средства автоматического непрерывного газового контроля и анализа с сигнализацией, срабатывающей при достижении предельно допустимых величин; все случаи загазованности регистрируются приборами с автоматической записью и документируются;

- превенторы, которые устанавливаются на устье скважины при вскрытии пластов с аномально высоким пластовым давлением и объёмным содержанием сернистого водорода более 6 %; рабочее давление превенторов должно превышать не менее, чем на 15 % ожидаемое давление на устье скважины, при закрытии во время фонтанирования;

- герметизированная система сбора и транспортирования продукта с полным использованием нефти, газа и сопутствующих компонентов, их утилизацией из мест аварийных утечек;

- автономная система аварийной связи и оповещения – обеспечивает оперативное информирование работников и населения о возможной опасности;

- индивидуальные газоанализаторы (газосигнализаторы, дозаторы) – используются для контроля воздушной среды рабочей зоны, а также индивидуальные и коллективные средства защиты от вредных веществ;

- взрывозащищённое исполнение оборудования, средств измерений и систем автоматики, устройств освещения, сигнализации и связи – для использования во взрывоопасных зонах.

Нарушение требований безопасности на скважинах нефтяных и газовых месторождений может стать причиной аварийных ситуаций, которые могут привести к травмам работников и загрязнению окружающей среды. Поэтому организации, эксплуатирующие объекты нефтегазодобывающих производств, обязаны обеспечивать функционирование систем контроля, автоматического и дистанционного управления технологическими процессами, сигнализации и противоаварийной автоматической защиты.

Библиографический список

1. Холмская С.В., Макаров А.Б. Анализ доработки Западно-Октябрьского месторождения. Ставрополь, 2024.
2. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №534 от 15.12.2020 г. «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230594>.
3. Федеральный закон №116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». URL: <https://docs.cntd.ru/document/9046058>.
4. Федеральный закон №123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644>.

**АНАЛИЗ ПОЖАРООПАСНОСТИ ООПТ РЕГИОНАЛЬНОГО
ЗНАЧЕНИЯ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ
«ДЖАНХОТСКИЙ БОР СОСНЫ ПИЦУНДСКОЙ»
ANALYSIS OF FIRE HAZARD ON THE REGIONAL
NATURAL RESERVE "DZHANKHOTSKY BOR OF THE
PITSUNDSKY PINE"**

Аннотация. В этой статье обозначены результаты анализа пожароопасности ООПТ регионального значения памятник природы «Джанхотский бор сосны пицундской». На основе данных обозначен период наибольшей частоты возникновения пожаров в регионе и установлен класс пожароопасности для ООПТ. Особое место в появлении возгорания играет антропогенный фактор, обусловленный несоблюдением норм пожарной безопасности в моменты аномальной засухи.

Ключевые слова: пожароопасность, сосна пицундская, возгорание, памятник природы.

Abstract. This article outlines the results of the fire hazard analysis of protected areas of regional significance: the natural monument "Dzhankhotsky Pine Pine Forest". Based on the data, the period of the highest frequency of fires in the region is indicated and the fire hazard class for protected areas is established. A special place in the appearance of fire is played by the anthropogenic factor due to non-compliance with fire safety standards at times of abnormal drought.

Key words: fire hazard, Pitsunda pine, fire, natural reserve.

Лесные пожары – старейшая опасность для лесов. Они представляют угрозу не только для самих лесных ресурсов, но и для всей экосистемы: оказывая значительное воздействие на биоразнообразие и окружающую среду.

Природные лесные пожары являются обычным явлением для засушливых территорий. Высокая температура воздуха, низкое количество осадков и ветровой режим – главные погодные критерии для возникновения этого стихийного бедствия. Однако, в наши дни

пожары по большей части возникают по вине человека, его халатного отношения к природе. Разведение костров в аномально засушливые периоды, неосторожное обращение с огнём, выжигание лесной подстилки или хвороста являются прямым нарушением требований пожарной безопасности. А в связи с возросшей рекреационной нагрузкой человеческий фактор стал играть ключевую роль в возникновении возгораний.

ООПТ регионального значения «Джанхотский бор сосны пицундской» было создано для сохранения реликтового вида – сосна пицундская – занесённого в Красную книгу. Это закреплено в Постановлении губернатора Краснодарского края от 23.12.2024 № 951. На территории памятника природы «Джанхотский бор сосны пицундской» неоднократно фиксировались пожары ГБУ КК «Краевой лесопожарный центр». В таблице 1 отображены основные характеристики лесных возгораний.

Таблица 1

Характеристика пожаров

№	Дата возгорания	Дата ликвидации	Лесничество	Площадь
1	25.11.2025	25.11.2025	Геленджикское лесничество Кабардинское участковое лесничество	0,1 га
2	11.07.2025	11.07.2025	Геленджикское лесничество Кабардинское участковое лесничество	0,04 га
3	07.07.2024	08.07.2024	Геленджикское лесничество Кабардинское участковое лесничество	5 га
4	06.07.2024	06.07.2024	Геленджикское лесничество Кабардинское участковое лесничество	0,02 га
5	29.06.2024	30.06.2024	Геленджикское лесничество Кабардинское участковое лесничество	1 га
6	29.08.2023	29.08.2023	Геленджикское лесничество Кабардинское участковое лесничество	1,3 га
7	22.08.2022	22.08.2022	Геленджикское лесничество Кабардинское участковое лесничество	0,01 га

На основе этих данных в программном продукте «QGIS» был создан картографический материал, где были обозначены точки возгораний, а посредством тепловой карты (цветовой гаммой от

бледно-красного до тёмно-красного) отражены площади пожаров (рис. 1). Зелёным цветом обозначена территория ООПТ.

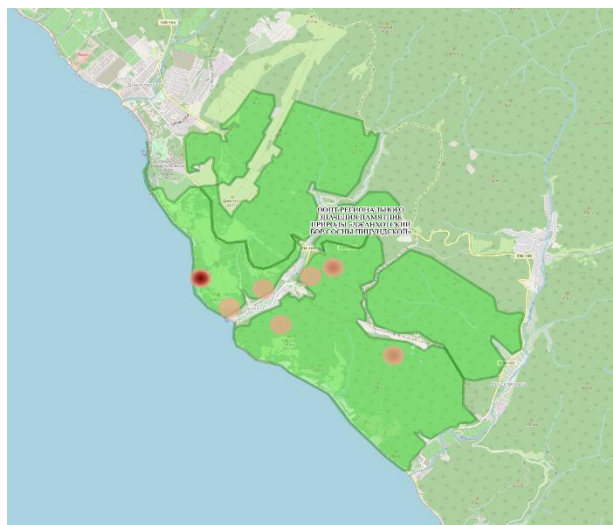


Рис. 1. Отображение площадей пожаров в программном продукте «QGIS»

Как можно заметить на карте, одним из крупнейших пожаров было возгорание в районе пляжа Голубая бездна. На тушение лесного пожара было задействовано 104 человека и 26 единиц техники (по данным ГБУ КК «Краевой лесопожарный центр»). В результате на территории бедствия погибли как представители флоры, так и фауны. А нахождение очага в нескольких сотнях метрах от села представляло прямую угрозу для населённого пункта (рис. 2).



Рис. 2. Последствия лесного пожара на территории памятника природы «Джанхотский бор сосны пицундской»

Следует акцентировать внимание, что Сосновый бор относится к высокому уровню пожароопасности согласно шкале природной пожарной опасности:

1 класс: хвойные молодняки всех типов леса; сосняки вересковые и лишайниковые; сплошные вырубki из-под сосняков. Уровень пожароопасности «очень высокий».

2 класс: сосняки мшистые и брусничные с сосновым подростом или густым подлеском из можжевельника. Уровень пожароопасности «высокий».

3 класс: ольшанники и березняки на осушенных торфяниках; сосняки брусничные, орлякорвые, кисличные и мшистые; ельники мшистые, кисличные, брусничные и орлякорвые. Уровень пожароопасности «средний».

4 класс: сосняки багульниковые, осоковые, сфагновые; дубравы, ясенники, липняки, кленовики, сероольшаники; ельники папоротниковые, черничные, крапивные и снытевые; сплошные вырубki на мокрых и сырых местах. Уровень пожароопасности «низкий».

5 класс: черноольшаники всех типов лесов; березняки, осинники, сероольшаники долгомошные; ельники долгомошные, приручейно-травяные, осоковые, сфагновые. Уровень пожароопасности «очень низкий» [Проект Приказа, 2024].

Класс пожарной опасности также определяется по условиям погоды, которые вскользь были упомянуты ранее. Для анализируемой территории время минимального количества осадков приходится на май-сентябрь. Максимум осадков выпадает на зимние месяцы (декабрь-февраль), что и является временем максимальной влажности. На основе этого можно сделать заключение, что для региона характерен длительный пожароопасный сезон.

Стоит также подчеркнуть, что практически все обозначенные лесные пожары произошли в летнее время – пик рекреационной нагрузки (рис.3).

Проанализировав график можно увидеть, что самое большое число возгораний приходится на июль месяц (три пожара), а периодом частых лесных пожаров – июнь-август.

Также стоит отметить, что степень влияния лимитирующего фактора «Пожароопасность» на развитие туризма на ООПТ регионального значения памятник природы «Джанхотский бор сосны пицундской» равна 2 баллам (высокая).

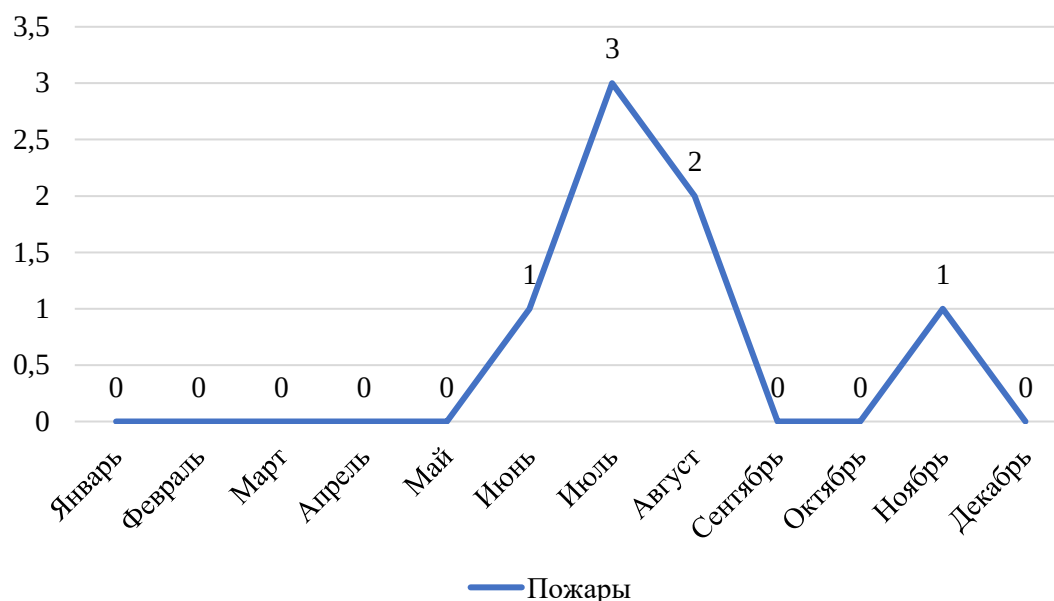


Рис. 3. Динамика пожаров за 2022–2025 гг. на территории памятника природы «Джанхотский бор сосны пицундской»

На основе проведённого анализа можно сделать следующие выводы:

- 1) регион имеет высокий класс опасности возникновения пожара согласно шкале природной пожарной опасности (1-2 класс);
- 2) наибольшее число возгораний относится к летнему времени (июнь-август), а самым «воспламеняемым» месяцев является июль;
- 3) на основе климатических показателей (температура воздуха, количество осадков, уровень влажности) ООПТ регионального значения памятник природы «Джанхотский бор сосны пицундской» имеет длительный пожароопасный сезон с мая по сентябрь.

Библиографический список

1. Проект Приказа Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56902440/>.

Ф.З. Кассиров, Х.Х. Алимов
F.Z. Kassirov, KH.KH. Alimov
Башкирский государственный
педагогический университет им. М. Акмуллы
Bashkir State Pedagogical
University named after M. Akmulla

**ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: АНАЛИЗ,
МЕТОДЫ ПОИСКА ПУТЕЙ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ
WATER ISSUES IN CENTRAL ASIA: ANALYSIS, METHODS
FOR FINDING SOLUTIONS**

Аннотация. В статье рассматривается широко известная проблема Центрально-Азиатского региона, которая продиктована реалиями, связанными с географическими, метеорологическими, гидрогеологическими условиями. Огромное влияние на кризисное состояние этого региона оказала сельскохозяйственная и промышленная деятельность человека. Экологическое состояние территории усугубляется противоречиями интересов различных стран. Их взаимодействия имеют вид водных войн. В статье предлагается создать имитационную систему, включающую в себя достижения современных информационных технологий, системного анализа, гидрогеологии и других научных дисциплин, с помощью которой при объединении интеллектуальных усилий высококвалифицированных специалистов, элиты и бизнеса заинтересованных стран разработать мероприятия, способствующие выводу этой территории из состояния экологического бедствия.

Ключевые слова: Центральная Азия, экологические бедствия, сельское хозяйство, промышленность, подземные и наземные воды, трансграничные воды, экономические и политические взаимодействия, водные войны, имитационные системы, разработка мероприятий против экологических действий.

Abstract. The article addresses the well-known problem of the Central Asian region, which is dictated by realities related to geographical, meteorological, and hydrogeological conditions. The crisis state of this region has been greatly influenced by human agricultural and industrial activity. The ecological condition of the territory is further exacerbated by conflicting interests of different countries. Their interactions take the form of water wars. The article proposes creating a simulation system that

incorporates the achievements of modern information technologies, systems analysis, hydrogeology, and other scientific disciplines, through which, by combining the intellectual efforts of highly qualified specialists, elites, and businesses of the interested countries, measures can be developed to help bring this territory out of ecological disaster.

Key words: Central Asia, environmental disasters, agriculture, industry, underground and surface waters, transboundary waters, economic and political interactions, water wars, simulation systems, development of measures against environmental actions.

Во все времена из-за специфических климатических условий население республик Центральной Азии (далее – ЦА) при ведении сельскохозяйственной деятельности применяло обильный полив. Для этого строилась сложная оросительная система, однако из-за низкого уровня научно-технического прогресса, гидрологической сложности и прочих факторов эффективность этих систем была невелика. Строились длинные магистральные каналы, испарения и впитывания воды в которых приводили к её большим потерям.

Важным элементом водных систем являются водохранилища региона, с помощью которых регулируются паводковые стоки рек, создаются запасы воды, вырабатывается электрическая энергия, ведётся рыбное хозяйство и т. д. Однако они могут стать источником различных дополнительных проблем. Специфика региона ЦА состоит в том, что водохранилища здесь целесообразно размещать в горах, т. к. это позволяет снизить потери из-за впитывания воды в землю. Хотя в равнинной части водохранилища тоже есть, например, Капчагайское водохранилище на реке Или. Его функционирование вряд ли можно считать успешным: выработка электроэнергии Капчагайской ГЭС небольшая, а водопотери за счёт испарения и фильтрации огромные. Совокупное воздействие этого водохранилища и ряда других факторов на озеро Балхаш может сделать его вторым Аралом [Назарбаев..., 2025].

Водоохранилища в горных регионах часто тоже приносят немало проблем, прежде всего социальных. Они связаны с переселением жителей с затопляемых территорий, с переводом этих земель и населения на другие виды хозяйственной деятельности. Примеров много: Нурекская ГЭС, Фархадское и Кайраккумское водохранилища. В соответствии с планом строительства Рогунской гидроэлектростанции планировалось

затопить шестьдесят два кишлака, переселить двести пять семей. После протестов населения проект был скорректирован, но не существенно [Бушков В., 2011].

Основные водные ресурсы формируются на территориях Кыргызстана и Таджикистана. Они должны накапливаться в водохранилищах и в нужное время проходить по Сырдарье на территории стран, находящихся ниже по течению. Зимой в Таджикистан и Кыргызстан должны поставляться электрическая энергия, финансы для ремонтно-восстановительных работ водохранилищ Кайраккума и Токтогула и на эксплуатацию плотин. Увы, с распадом СССР это правило перестало действовать. По словам директора Кайраккумской ГЭС Ф. Авазова, водохранилище ГЭС может осуществлять отпуск воды расходом не более 5 тысяч кубометров в секунду. Это объясняется необходимостью сбрасывать избыток воды для снижения рисков, связанных с переполнением водохранилища. Как следствие, летом страны, находящиеся ниже по течению, в частности Казахстан, Узбекистан и Туркменистан, испытывают нехватку воды [Подземные воды..., 2008].

Для увеличения урожайности в странах ЦА применяют химические удобрения и ядохимикаты в огромном количестве. Следствием этого становится резкое ухудшение качества воды. Землю, загрязненную химическими удобрениями и ядохимикатами, промывают чистой водой, которую в последующем сбрасывают в коллекторно дренажную сеть, идущую в реки. К ней добавляются сточные воды, загрязненные промышленными сбросами, канализационные воды жилищно-коммунального хозяйства. Системы очистки вод практически отсутствуют. В конце восьмидесятых годов в республике Таджикистан в коммунальном хозяйстве до нормативного уровня очищалось не более 5 % сбрасываемых вод. С конца шестидесятых до середины восьмидесятых годов минерализация воды Сырдарьи в районе Ферганы возросла вдвое, что сделало экологическое состояние её среды кризисным [Калет Алмаз..., 2012].

Добавим, что в технологически едино работающей системе должны быть единые денежные расчёты.

Решать водные проблемы можно только на основе методов системного анализа. В состав разработчиков проектов должны войти политологи, экономисты, технологи соответствующих направлений, гидрогеологи, географы, геофизики, специалисты по промышленности

и сельскому хозяйству, экологи, метеорологи, математики – специалисты по системному анализу, разработчики программного обеспечения и др.

В целом объять все стороны проблемы можно только на основе имитационной системы. Её основными задачами должны быть:

1) прогноз мест роста населения, расчёт оптимального развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства с учётом существующего состояния, наличия источников сырьевых ресурсов, расчёт водопотребления этих субъектов экономики;

2) анализ источников воды, расчёт затрат в зависимости от мощности добычи воды, оценка влияния на окружающую среду, на приграничные субъекты экономики соседних стран;

3) анализ источников воды в соседних регионах;

4) определение способов доставки воды до потребителей;

5) расчёт мощности, качества и затрат на водоподготовку;

6) определение способов возврата использованных вод в естественный круговорот (водоподготовка и канализация воды), мест переработки и утилизации образовавшихся отходов;

7) комплексная оценка влияния на окружающую среду;

8) расчёт основных экономических показателей функционирования системы.

Эти задачи должны решаться на основе:

– статистического материала по водопотреблению и водоотведению;

– анализа экспертных оценок;

– геофизической и географической информации по территории.

В основу разрабатываемой имитационной модели должны быть положены методы таких дисциплин, как статистический анализ, гидрогеология и геоэкология, оптимизация и системный анализ, региональное программирование, анализ сетей, теория гидравлических сетей, теория рассредоточенных рынков. Приведём перечень математических задач, входящих в имитационную систему:

1) размещение сельскохозяйственных культур по площадям;

2) размещение пунктов переработки сырья;

3) транспорт выпускаемой продукции;

4) размещение городов и посёлков;

5) проектирование схем промышленной и социальной инфраструктуры.

Библиографический список

1. Бушков В. Водные проблемы Центрально-Азиатского региона. URL: [http:// kungrad.com/arak/ekology/water/](http://kungrad.com/arak/ekology/water/).
2. Джамалов Р.Г., Хасиев Р.С. Современные проблемы водного треугольника Россия–Китай–Казахстан // Природа. 2012. №. 4. URL: [http://rosgidrogeo.com/optimos/pages/sovremennyye problemyi vodnogo_treugolnika_368.pdf](http://rosgidrogeo.com/optimos/pages/sovremennyye_problemyi_vodnogo_treugolnika_368.pdf).
3. Папырин Л.П. Сарезское озеро. Сарезская катастрофа: геофизический прогноз. URL: http://sarez-lake.ru/water_problems.
4. Подземные воды – стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана. Алматы, 2008.
5. Калет Алмаз. Водные проблемы центральной Азии // RELGA. 2012. № 11 (249). URL: [http:// www.relga.ru..](http://www.relga.ru..)
6. Коваленко А.Г., Сатпаев А.Г., Хачатуров В.Р. О задачах, входящих в ТЭО по формированию рынка воды Центральной Азии, и методах их решения // Московская международная конференция по исследованию операций. М., 2010.
7. Назарбаев попросил у Медведева воды // Диапазон. URL: [http://www.diapazon.kz/kazakhstan/kaz-politics/31725-nazarbaev-poprosil -u-medvedeva- vody.html](http://www.diapazon.kz/kazakhstan/kaz-politics/31725-nazarbaev-poprosil-u-medvedeva-vody.html).

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВВЕДЕНИЯ ПЛАТЫ
ЗА УГЛЕРОДНЫЕ ВЫБРОСЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF A PRICE FOR
CARBON EMISSIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION**

Аннотация. Изменение климата является одной из глобальных экологических проблем. Государства стремятся предпринять все возможные способы стимулирования промышленного сектора к снижению углеродного следа. Ключевой мерой становится введение углеродного налога или иных платежей в разных странах мира. В России подобный налог отсутствует, в связи с чем авторами статьи рассматриваются возможности и потенциальные риски его введения. На основе анализа зарубежной практики приводятся соответствующие выводы.

Ключевые слова: углеродный налог; парниковые газы; квотирование выбросов

Abstract. Climate change is one of the global environmental challenges. States seek to do everything possible to encourage the industrial sector to reduce its carbon footprint. The key measure is to introduce a carbon tax or other payments around the world. In Russia there is no such tax, therefore the authors of the article consider the possibilities and potential risks of its introduction. Based on the analysis of foreign practice, relevant conclusions are given.

Key words: carbon tax; greenhouse gases; emission quotas.

Нормативное определение парниковых газов дано в Федеральном законе от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», которое раскрывает их как газообразные вещества природного или антропогенного происхождения, которые поглощают и переизлучают инфракрасное излучение [Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ...]. Такие вещества образуются при сжигании ископаемого топлива: угля, нефти, газа. В результате высвобождается тепловая энергия и углекислый газ, которые поднимаются в верхние слои атмосферы и остаются там столетия, что в конечном итоге

приводит к так называемому «парниковому эффекту». Он задерживает тепло, излучаемое земной поверхностью и становится одним из ключевых факторов глобального потепления.

В целях борьбы с изменением климата и его негативными последствиями 12 декабря 2015 г. страны приняли Парижское соглашение на 21 сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. В качестве одной из целей соглашения в соответствии с п. с. ч. 1 ст. 2 устанавливается «приведение финансовых потоков в соответствие с траекторией в направлении развития, характеризующегося низким уровнем выбросов и сопротивляемостью к изменению климата» [Парижское соглашение]. Введение углеродного налога -- одна из мер, которая получила широкое распространение в мире. Сбор уже действует в США, Дании, Германии, Индии, Китае и многих других странах. Сингапур также применяет углеродный налог. В настоящее время в размере 25 сингапурских долларов за тонну выбросов (для тех, кто производит 25000 т или более CO₂ в год), который повысится до 45 сингапурских долл. в 2026 г. Несмотря на то, что налог покрывает около 70 % выбросов в Сингапуре, Национальный центр климатических исследований не раскрывает точную сумму сокращения выбросов, вызванного введением налога на выбросы углерода. В отчёте говорится, что «сложно определить точную сумму сокращения выбросов» и что дополнительная информация будет предоставлена «в надлежащее время». Бремя налога на выбросы углерода в наибольшей степени ложится на глобальные энергетические компании, такие как ExxonMobil, которая управляет крупнейшим нефтеперерабатывающим заводом Сингапура на острове Джурон; Shell, которая управляет старейшим нефтеперерабатывающим заводом страны на острове Пулау-Буком; Chevron, которой принадлежит 50 % акций Singapore Refining Co [Налоговые системы...].

Российская Федерация также является стороной конвенции ООН и участницей Парижского соглашения 2015 г., поэтому также проводит политику в данном направлении. В 2022 г. был принят Федеральный закон «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации» (далее - ФЗ № 34). Эксперимент был введен на территории Сахалинской области на срок с 1 сентября 2022 г. по 31 декабря 2028 г. включительно. По информации на 2023 г., кроме Сахалинской

области, желание участвовать в эксперименте изъявляли Республика Башкортостан, Хабаровский край, Иркутская и Калининградская области. Однако Минэкономразвития объявило, что до завершения Сахалинского эксперимента эти регионы не будут включены в проект. В соответствии со ст. 3 ФЗ № 34 «целью эксперимента является достижение углеродной нейтральности» (на территории Сахалинской области - до 31 декабря 2025 г.). Задачами эксперимента являются: 1) стимулирование внедрения технологий сокращения выбросов парниковых газов и увеличения их поглощения; 2) формирование системы независимой верификации; 3) создание системы обращения углеродных единиц и единиц выполнения квоты [Федеральный закон от 06.03.2022 № 34-ФЗ...]. Сведения о результатах инвентаризации выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов включаются уполномоченным органом в региональный кадастр парниковых газов. Региональный кадастр парниковых газов подлежит согласованию с федеральным органом исполнительной власти в области гидрометеорологии и смежных с ней областях в части описания выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов. По состоянию на 2025 г. ключевым результатом Сахалинского эксперимента стало досрочное достижение углеродной нейтральности региона уже в 2024 г. [Островной регион...]. Как это было достигнуто? Во-первых, в 2025 г. уровень газификации вырос до 64,34 %: переведено 39 муниципальных и ведомственных котельных с угля и дизеля на природный газ, завершена газификация трех асфальтобетонных заводов; переведено на газомоторное топливо более 6100 автомобилей, закуплены 367 газовых автобусов; внедрена система «умного» мониторинга лесных пожаров с видеокамерами и квадрокоптерами, что позволило тушить пожары в течение суток [Уровень газификации...]. Однако это лишь отелые промежуточные результаты эксперимента. На данный момент отсутствуют четко определенные показатели и критерии оценки результата.

Как отмечалось ранее в ФЗ № 34, в основе эксперимента лежала система квотирования выбросов для крупнейших предприятий региона: 35 компаний-участников, выбросы которых превышают 50 тыс. тонн CO₂-эквивалента в год, обязаны были предоставлять углеродную отчетность. С 2024 г. действовал рынок квот, то есть компании могли продавать излишки квот или покупать их, если выбросы превышали лимит. Итак, Правительство РФ в тестовом режиме избрало в качестве одного из возможных вариантов платы за

выбросы углерода квотирование выбросов парниковых газов. Данное решение, по сути, обусловлено стремлением создать в России механизм, аналогичный европейской системе торговли квотами, поскольку наличие внутренней системы платежей освободят государство от планируемого в 2026 г. введения Евросоюзом механизма пограничной углеродной корректировки (Carbon Border Adjustment Mechanism) (далее – СВАМ) [Гершинкова Д.А., 2024]. В этой связи ключевым аргументом сторонников введения платы за выбросы парниковых газов в России виделось как возможность обеспечить платежи не в европейский, а в российский бюджет. Однако в настоящее время вопрос негативных последствий от СВАМ для России теряет актуальность. РФ оспаривает в ВТО введение трансграничного углеродного налога [РФ оспаривает СВАМ...]. Минэкономики направило запрос о проведении консультаций (это первый этап спора), в котором трансграничное углеродное регулирование признают как попытку «переложить на другие государства проблемы собственной экономической политики». Разрешение данного спора в ближайшее время не представляется возможным, поскольку работа апелляционного органа ВТО приостановлена в США, и до окончательного разрешения спора российские экспортеры в ЕС не намерены выполнять требования СВАМ.

Исходя из всего вышесказанного, введение платы за выбросы углерода в РФ в ближайшее время не представляется возможным. Несмотря на то, что Международный валютный фонд полагает, что потенциальные доходы российского бюджета от введения углеродного ценообразования могут составить до 4,3-4,4 % ВВП в 2030 году, потенциальных рисков гораздо больше: снижение углеродоёмкого производства, увеличение себестоимости продукции и капитальных затрат предприятий, а также рост цен на товары, к чему экономика и общество не готовы. В этой связи РФ целесообразнее пересмотреть действующие и планируемые программы энергосбережения, газификации, развития чистого транспорта, возобновляемой и атомной энергетики, вторичного использования отходов, результатами которых будет сокращение выбросов парниковых газов, и только после этого обсуждать целесообразность платы за выбросы.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» // СПС КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388992/.
2. Парижское соглашение (заключено в г. Париже 12.12.2015) // СПС Контур.Норматив. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=410791#h7>.
3. Налоговые системы Гонконга и Сингапура в 2025 году: Сравнительный анализ для бизнеса // Global Corporate Solutions - офшоры, иностранные счета, налоги, право. URL: <https://www.eltoma-global.ru/knowledge-base/nalogovye-sistemy-gonkonga-i-singapura-v-2025-godu-sravnitelnyy-analiz-dlya-biznesa>.
4. Федеральный закон от 06.03.2022 № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации» // СПС КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_411051/.
5. Островной регион добился углеродной нейтральности в рамках климатического эксперимента // Российская газета. URL: <https://rg.ru/2025/08/07/zelenye-sahalin-i-kurily.html>.
6. Уровень газификации Сахалина увеличился до 64,34 % в 2025 году // Новости в России и мире – ТАСС. URL: <https://tass.ru/ekonomika/24613149>.
7. Гершинкова Д.А. О плате за выбросы парниковых газов в России // Научный журнал Обозрение. Воронеж, 2024.
8. РФ оспаривает СВМ в ВТО - запрос Минэкономики по трансграничному углеродному налогу // газета Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7735688?ysclid=mivjom65ic709782182>.

М.С. Кобзева, Д.Е. Кузюр
M.S. Kobzeva, D.E. Kuzyur

Саратовская государственная юридическая академия
Saratov State Law Academy

**К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ
НА ПОПУЛЯЦИИ РЫБ В ЧЕРНОМ МОРЕ
ON THE ISSUE OF THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC
FACTORS ON FISH POPULATIONS IN THE BLACK SEA**

Аннотация. В статье проведен анализ воздействия антропогенных факторов на популяции рыб в Черном море и исследована результативность правовых механизмов, призванных защитить и восстановить рыбные ресурсы. На основе анализа статистических данных об уловах, состояния ихтиофауны и правоприменительной практики выявлены как положительные результаты правового регулирования, так и его недостатки. Обсуждаются факторы, препятствующие эффективной реализации правовых мер, и предлагаются рекомендации по совершенствованию законодательства для более эффективной защиты популяций рыб в Черном море.

Ключевые слова: экосистема, антропогенные, меры, законодательство, Черное море

Abstract. The article analyses the impact of anthropogenic factors on fish populations in the Black Sea and examines the effectiveness of legal mechanisms designed to protect and restore fish resources. Based on the analysis of statistical data on catches, the state of ichthyofauna and law enforcement practice, both the positive results of legal regulation and its shortcomings have been identified. The factors hindering the effective implementation of legal measures are discussed, and recommendations for improving legislation to more effectively protect fish populations in the Black Sea are proposed.

Key words: ecosystem, anthropogenic, measures, legislation, Black Sea.

Антропогенное воздействие на экосистему Черного моря за последние десятилетия достигло критических значений, что особенно заметно на примере деградации рыбных популяций. Многообразие трансграничных факторов – от промышленного рыболовства до

загрязнения акватории – требует скоординированных международных усилий, однако эффективность существующих правовых механизмов остается предметом острой научной дискуссии [Чумаченко В.А., 2020; Физиолого-биохимическая..., 2017].

Ключевые антропогенные угрозы, подрывающие устойчивость рыбных ресурсов, включают промышленные загрязнения и их последствия: потоки сточных вод от коммунальных служб, использование токсичных материалов для защиты днища судов, судоходство и портовая деятельность; а также браконьерство, незаконный промысел и др. Так, существуют правовые меры, направленные на защиту популяций рыб, включают:

- законодательные акты, регулирующие рыболовство и ограничивающие вылов определенных видов;
- нормы, направленные на сокращение сброса загрязняющих веществ в море;
- международные соглашения (например, Бухарестскую конвенцию о защите Черного моря от загрязнения), обязывающие страны-участницы принимать меры по охране экосистемы;
- программы мониторинга состояния морской среды и популяций рыб.

При этом эффективность мер по устранению проблем, вызванных антропогенными факторами, нередко ограничивается только вышеуказанными положениями, т.е. федерального законодательства. При этом стоит отметить, что оно накладывает определенные ограничения на права субъектов, ответственных за реализацию природоохранных мероприятий.

Проанализировав положения федерального и регионального законодательства, отметим, что ограничения прав субъектов проявляются в различных формах. Например, жесткие рамки бюджетных ассигнований, не позволяющие оперативно реагировать на экстренные ситуации; отсутствие полномочий для принятия самостоятельных решений в условиях, требующих немедленных действий; регламентированные процедуры контроля и отчетности, замедляющие процесс реализации необходимых мер.

В экстренных ситуациях, когда требуется быстрое реагирование для устранения угроз популяциям рыб, такие ограничения могут стать критическими. Например, при внезапном сбросе промышленных отходов или распространении вредоносных организмов время на принятие решений ограничено, а бюрократические процедуры могут

привести к значительной задержке в реализации необходимых мер. Для повышения эффективности правовых мер предлагаем рассмотреть следующие направления:

1. Упрощение процедур получения разрешений на проведение природоохранных мероприятий в экстренных ситуациях разработка механизмов оперативного финансирования мер по устранению угроз морским экосистемам.

2. Расширение полномочий региональных властей в сфере охраны морской среды при сохранении общего контроля на федеральном уровне.

3. Усиление межведомственного взаимодействия и координации между различными уровнями власти для быстрого реагирования на возникающие проблемы.

4. Совершенствование законодательства с учетом современных вызовов и угроз для морских экосистем.

Анализ действующих нормативных документов выявляет существенное расхождение в подходах к сохранению биоразнообразия на федеральном и региональном уровнях.

На федеральном уровне Экологическая доктрина фокусируется на охране отдельных редких видов и эксплуатируемых биологических ресурсов. При этом ее положения не актуализированы с учетом современных международных обязательств (в частности, требований Парижского соглашения). В то же время субъекты РФ демонстрируют значительный потенциал в реализации природоохранной политики через собственные нормативные акты. При этом существует показательный пример – закон Астраханской области (2014 г.), закрепляющий обязательства по сохранению биологического разнообразия в целом, не повторяющий положения федерального законодателя. С принятием в 2023 г. Климатической доктрины, которая вводит понятие «климатическая политика», федеральная власть должна была озаботиться проблемой наделения полномочиями субъектов РФ.

Таким образом, субъекты Российской Федерации обладают реальным инструментарием для проведения самостоятельной экологической политики, однако их полномочия требуют четкой регламентации в контексте новых климатических обязательств государства, что предполагает:

1. Уточнение компетенций регионов в сфере охраны биоразнообразия.

2. Разработку унифицированных критериев оценки эффективности региональных экологических программ.

3. Создание механизмов координации между федеральными и региональными органами власти при реализации климатической и экологической политики.

Кроме того, важно учитывать международный аспект проблемы, поскольку Черное море – трансграничный водоем, и эффективность мер по его защите зависит от сотрудничества всех прибрежных государств [Бекашев Д.К., Ашуба Д.Б., 2022]. Базовыми соглашениями, регулирующими охрану биоресурсов Черного моря, являются: Бухарестская конвенция о защите Черного моря от загрязнения (1992 г.), соглашения Генеральной комиссии по рыболовству в Средиземном море; Конвенция ООН по морскому праву. Анализ практики применения указанных норм выявляет системные проблемы:

- отсутствие единых квот и санкций – государства устанавливают собственные лимиты вылова, что ведет к «гонке за ресурсом»; например, популяции хамсы сократились на 40 % за 2010–2020 гг. из-за несогласованных промысловых усилий [Дудкин С.И., Леонтьев С.Ю., Мирзоян А.В., 2024];

- слабый контроль за трансграничным загрязнением – несмотря на обязательства по Бухарестской конвенции, сброс питательных веществ из речных бассейнов снижается незначительно: концентрация фосфатов в прибрежных зонах остается в 2–3 раза выше предельно допустимых значений [Характеристики..., 2023];

- дефицит данных для управления – мониторинговые программы стран используют разные методики, что затрудняет оценку популяций.

Эффективность международных правовых мер по защите рыбных популяций Черного моря остается ограниченной из-за фрагментарности регулирования и недостатка механизмов принуждения. Успех возможен лишь при условии перехода от декларативных соглашений к конкретным действиям.

Необходимо активизировать обмен опытом и лучшими практиками в области охраны морских ресурсов, а также обеспечить гармонизацию национального законодательства с международными стандартами и соглашениями; создать единую систему квотирования с независимым аудитом уловов и спутниковым контролем судов; ввести трансграничные экологические платежи за сброс биогенных веществ, средства от которых направлялись бы на очистку речных бассейнов;

разработать общий протокол мониторинга с унифицированными методиками оценки запасов рыб.

Библиографический список

1. Бекашев Д.К., Ашуба Д.Б. Актуальные проблемы международно-правового регулирования экологической безопасности черного моря // Актуальные проблемы российского права. 2022.

2. Дудкин С.И., Леонтьев С.Ю., Мирзоян А.В. Состояние запасов и уловов промысловых видов рыб Азовского и Черного морей за период 2000–2020 гг.: динамика и тенденции // Труды ВНИРО. 2024.

4. Физиолого-биохимическая характеристика рыб Азово-Черноморского бассейна в условиях современной антропогенной нагрузки / Корниенко Г.Г., Дудкин С.И., Сергеева С.Г. [и др.] // Вестник КамчатГТУ. 2017.

2. Характеристики состояния и эволюции гидрохимической структуры вод Черного моря / Вареник А.В., Кондратьев С.И., Медведев Е.В. [и др.] // Морской гидрофизический журнал. Севастополь, 2023.

5. Чумаченко В.А. Современные правовые проблемы международного сотрудничества в области защиты и сохранения морской среды от загрязнения и пути их преодоления // Океанский менеджмент. 2020.

**АРХИТЕКТОРЫ ЗЕМЛИ: РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА
В РАЗВИТИИ ГЕОИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
БУДУЩЕГО**

**ARCHITECTS OF THE EARTH: THE ROLE OF ARTIFICIAL
INTELLIGENCE AND ENVIRONMENTAL LEGISLATION IN
THE DEVELOPMENT OF FUTURE GEOTECHNOLOGIES**

Аннотация. Данная статья рассказывает об архитектуре Земли, роли искусственного интеллекта и экологического законодательства в развитии геоинженерных технологий будущего. Раскрываются взаимосвязи между прогрессом в области геоинженерных технологий, правовым регулированием и внедрением искусственного интеллекта для решения экологических проблем. Рассматриваются методы пользования геоинженерными технологиями и искусственным интеллектом. Анализируется взаимосвязь между прогрессом в области геоинженерных технологий, правовым регулированием и внедрением искусственного интеллекта (ИИ) для решения экологических проблем.

Ключевые слова: геоинженерия, экологическое законодательство, искусственный интеллект (ИИ), правовое регулирование, международное право, мониторинг окружающей среды, беспилотные летательные аппараты, цифровая трансформация, изменение климата, устойчивое развитие, рациональное природопользование.

Abstract. This article discusses the architecture of the Earth, the role of artificial intelligence and environmental legislation in the development of future geotechnical technologies. It explores the relationship between progress in geotechnical technologies, legal regulation, and the use of artificial intelligence to address environmental challenges. The article examines the use of geotechnical technologies and artificial intelligence to solve environmental problems. It analyzes the relationship between progress in geotechnical technologies, legal regulation, and the use of artificial intelligence (AI) to address environmental challenges.

Key words: geoengineering, environmental legislation, artificial intelligence (AI), legal regulation, international law, environmental monitoring, drones, digital transformation, climate change, sustainable development, environmental management.

Сегодняшний мир переживает эпоху значительных перемен, каждодневно нас окружают новые технологические инновации, предназначенные для упрощения повседневной жизни. Блогеры, например, активно используют дроны и продвинутое осветительное оборудование для создания своих видеоматериалов. Однако основное внимание следует уделить более весомым вопросам, таким как правовые аспекты геоинженерии, цифровизация и внедрение искусственного интеллекта в сфере экологического законодательства.

Международное правовое регулирование геоинженерии не принимает определенной формы, поскольку универсальное соглашение, охватывающее эту область, отсутствует [Коданева С.И., 2024]. Дебаты между учеными и политиками фокусируются на вопросах легитимности использования подобных технологий и на неотложности создания соответствующих правовых норм.

В контексте глобальных стратегий и политических документов, точки зрения сильно различаются. Примером служит Конвенция о биоразнообразии, проведенная в 2010 г. в Нагое, где было принято решение критиковать геоинженерные проекты по изменению климата из-за непредвиденных экологических последствий. Однако реалистично оценивая, через десятилетия мнения должны эволюционировать вместе с технологиями и общественными взглядами. Несмотря на быстрые технологические изменения, многие по-прежнему считают, что использование технологий для защиты окружающей среды не нужно. Тем не менее, современные технологии могли бы значительно помочь в реставрации поврежденной экологии. Все это подводит нас к необходимости обсуждения развития правового регулирования. Если бы существовали механизмы для коллективного решения экологических и геополитических вопросов, связанных с геоинженерией, на основе действующих международных конвенций. Также можно было бы разработать систему международного координации научных исследований в области геоинженерии. Однако геоинженерия сталкивается с многочисленными осложнениями. Не существует общепринятого мнения о приемлемости и регулировании данного направления, и

технологии из-за их непредсказуемости осложняют создание действенного законодательства. К тому же, различия в национальных подходах и законодательстве усугубляют сложность формирования универсальных норм. Следовательно, законодательная основа геоинженерии еще формируется, и ее прогресс определяется будущими глобальными обсуждениями, исследовательскими проектами в данной области и политическими решениями на уровне государственных структур [ФЗ № 181-ФЗ..., 2025].

Допуская, что геоинженерные методы справятся с вышеописанными экологическими вызовами, общество получит возможность сконцентрироваться на дальнейших инновациях, таких как цифровая трансформация и развитие искусственного интеллекта. Эти технологии находят все большее применение в экологическом законодательстве, революционизируя методы мониторинга, контроля и управления природопользованием. Применение искусственного интеллекта и соответствующих инструментов улучшает точность экологических анализов, ускоряет обработку экологических данных и повышает качество прогнозов экологических изменений. Кроме того, важно отметить роль дронов, которые стали неотъемлемым инструментом для эффективного мониторинга труднодоступных и отдаленных зон. Они применяются для:

- мониторинг лесных угодий и природных зон: беспилотники обнаруживают вариации в флоре;
- контроль состояния водных ресурсов и их загрязнения [Как БПЛА..., 2025];
- мониторинг промышленных территорий, беспилотники обнаруживают неисправности и контролируют объем загрязнений.

Таким образом, беспилотные летательные аппараты, или дроны, могли бы эффективно применяться для экологического мониторинга лесных массивов, особенно в целях выявления локализации лесных пожаров и других экологических угроз. Кроме того, не стоит упускать из виду возможности использования искусственного интеллекта, в частности нейронных сетей. Они могут быть задействованы в анализе экологической отчетности, прогнозировании изменений климата, оптимизации расхода ресурсов и энергетики, а также в детекции и пресечении нелегальных экологических нарушений.

В 2025 г. Росприроднадзор совместно с Национальным исследовательским университетом «Высшей школы экономики» проведено исследование, показавшее, что искусственный интеллект

эффективно помогает экологическим специалистам в интерпретации экологических законов, ускоряет процесс составления экологической отчетности и предоставляет стратегические экологические рекомендации. В свою очередь, законодательная сфера России прогрессивно приспособляется для интеграции цифровых инноваций в сферу экологической защиты. Итоговое резюме позволяет утверждать, что применение геоинженеринга и нейросетевых технологий является важным в рамках экологического законодательства и экологической науки.

Библиографический список

1. Как БПЛА и мобильные тепловизоры KARNEEV SYSTEMS могут быть использованы для экологического мониторинга? URL: <https://www.karneev.com/stati/bpla-i-mobilnye-teplovizory-dlya-ehkologicheskogo-monitoringa>.

2. Коданева С.И. Правовые подходы к регулированию климатической инженерии // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 4. Государство и право, 2024.

3. ФЗ № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» от 24 ноября 1995 г. (с изм. и доп. от 29 декабря 2025 г.). URL: <https://base.garant.ru/10164504>.

С.В. Леонтьева, Ю.А. Сергеева
S.V. Leontyeva, Yu.A. Sergeeva
Казанский государственный аграрный университет
Kazan State Agrarian University

**ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ (РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)
GLOBAL AND REGIONAL ENVIRONMENTAL ISSUES
(REPUBLIC OF TATARSTAN)**

Аннотация. В статье рассматриваются глобальные экологические проблемы-изменение климата, загрязнение пластиком и утрата биоразнообразия, их конкретные проявления в промышленном пространстве на примере Республики Татарстан. Изучено комплексное влияние промышленности, транспорта и изменения климата на атмосферу, водные ресурсы и состояние почв республики. Несмотря на существующие проблемы, сектор фокусируется на положительных изменениях, связанных с реализацией крупномасштабных экологических проектов и инвестиций, подчеркивая необходимость принятия более широких мер для достижения устойчивого экологического баланса.

Ключевые слова: глобальные экологические проблемы, изменение климата, загрязнение пластиком, биоразнообразие, загрязнение атмосферы.

Abstract. The article examines global environmental issues such as climate change, plastic pollution, and biodiversity loss, as well as their specific manifestations in the industrial space of the Republic of Tatarstan. It explores the complex impact of industry, transportation, and climate change on the atmosphere, water resources, and soil conditions in the region. Despite the challenges, the article highlights the positive changes associated with the implementation of large-scale environmental projects and investments, emphasizing the need for broader measures to achieve sustainable environmental balance.

Key words: global environmental issues, climate change, plastic pollution, biodiversity, air pollution.

Глобальная экологическая проблема формируется под влиянием целого комплекса процессов, которые затрагивают все регионы мира и оказывают долгосрочное воздействие на природные системы. Одной

из наиболее значимых угроз является изменение климата. Рост концентрации парниковых газов, связанный с использованием ископаемого топлива, приводит к устойчивому повышению среднегодовых температур. За последние полтора столетия глобальная температура увеличилась примерно на 1,2 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем. Наблюдаемое потепление сопровождается ускоренным таянием ледников, усилением частоты аномальных погодных явлений и постепенным повышением уровня Мирового океана. Последние годы демонстрируют последовательные температурные рекорды: 2023, 2024 и 2025 гг. фиксируются как наиболее теплые за всю историю наблюдений, что подчеркивает устойчивость тенденции [Отчеты Министерства..., 2020–2024].

Не менее серьезной проблемой является глобальное загрязнение окружающей среды пластиком. Объемы его производства росли стремительными темпами: если в середине XX в. в мире ежегодно выпускалось около 2 млн т пластика, то к 2015 г. производство превысило 400 млн т. Большая часть отходов попадает в окружающую среду, где пластик разлагается крайне медленно – от ста до тысячи лет, формируя микропластик. Эти частицы массово накапливаются в морях, реках и почвах, оказывают токсическое воздействие на обитателей и проникают в пищевые цепи. Исследования последних лет подтверждают присутствие микропластика в организме человека, что вызывает дополнительные опасения относительно долгосрочных последствий для здоровья.

Современная мировая экологическая ситуация осложняется также деградацией экосистем и утратой биоразнообразия. Интенсивное сельское хозяйство, урбанизация, промышленное освоение территорий и изменение климата приводят к сокращению ареалов многих видов растений и животных. Всемирная организация охраны природы сообщает о стабильной тенденции к уменьшению численности популяций по большинству групп живых организмов [Астафьева О.Е., 2025].

Суммарное воздействие перечисленных факторов формирует глобальные риски, которые требуют комплексных мер международного сотрудничества. Ведущие мировые организации подчеркивают необходимость сокращения выбросов парниковых газов, перехода к циркулярной экономике, развития технологий ресурсосбережения и внедрения новых стандартов обращения с отходами. Только системная работа на глобальном уровне способна

обеспечить сохранение природных ресурсов и стабильность экосистем в долгосрочной перспективе.

Экологическая ситуация Татарстана формируется под воздействием как глобальных тенденций, так и местных факторов. Республика является крупным промышленным регионом с развитой нефтяной, нефтехимической, автомобилестроительной и энергетической отраслью. Высокая концентрация производственных объектов и плотность населения усиливают нагрузку на природную среду. Одним из ключевых вопросов остается состояние атмосферного воздуха. В ряде крупных городов, особенно в Казани, Нижнекамске и Набережных Челнах, фиксируются превышения концентраций загрязняющих веществ. Наиболее значимый вклад вносит промышленность, однако доля автотранспорта остается стабильно высокой. За последние годы в атмосферу республики ежегодно выбрасывается более 400 тыс. т загрязняющих веществ. К основным загрязняющим веществам республики относят: тяжелые металлы (свинец), оксид серы, оксид азота, углекислоту, угарный газ, диоксины, хлор, бензол. Попадая в атмосферу, эти вещества при взаимодействии с водой образуют кислоты, которые впоследствии выпадают на поверхность земли в виде осадков (кислотных дождей), оказывая губительное воздействие на живые организмы.

Загрязнение водных ресурсов также вызывает беспокойство. Основные реки Татарстана – Волга, Кама и их притоки – подвергаются воздействию как промышленных, так и коммунальных стоков. В рамках федеральной программы «Оздоровление Волги» было построено и реконструировано 123 очистных сооружения. За последние годы на территории республики введено более 10 объектов водоочистки, что позволило снизить объем загрязняющих сбросов. Тем не менее локальные экологические инциденты, связанные с аварийными сбросами, продолжают наносить ущерб водным экосистемам. Малые реки, играющие важную роль в поддержании водного баланса, остаются наиболее уязвимыми.

Почвенно-климатические особенности Татарстана в целом благоприятны для получения качественного зерна, однако фактические показатели урожайности от года к году заметно колеблются. Такая нестабильность снижает эффективность животноводства, поскольку увеличивает расход кормов на единицу продукции. На территории северных районов Предволжья, в зоне Предкамья, а также вдоль правого берега Камы преобладают дерново-

подзолистые почвы. Значительная часть таких земель – около 38 % площади республики – относится к слабоподзолистым. Лесные массивы занимают лишь примерно 16 % территории Татарстана, а в северных районах и по мелководьям водохранилищ нередко встречаются заболоченные участки.

Для улучшения состояния сельскохозяйственных угодий и повышения их устойчивости государственные структуры проводят комплексные мероприятия по восстановлению земель. Министерство лесного хозяйства Республики Татарстан реализует проекты по созданию защитных лесных насаждений на деградированных участках, подверженных эрозии или другим видам негативного воздействия [В Татарстане..., 2025].

Регион уже ощущает последствия глобального изменения климата. Среднегодовая температура за последние десятилетия выросла более чем на 1,5 °С. Зимы стали мягче и короче, уменьшается продолжительность снежного покрова. Летом все чаще фиксируются периоды аномальной жары, достигающие до 35 °С и выше. Количество ливневых осадков возрастает, что приводит к увеличению числа паводков и подтоплений. Эти изменения отражаются на сельском хозяйстве, биоразнообразии и инфраструктуре. Для устойчивой адаптации требуются долгосрочные программы, включающие переработку агротехнологий, развитие систем мониторинга и повышение энергоэффективности.

Положительная динамика и экологические проекты. Несмотря на значительный набор экологических проблем, Татарстан последовательно реализует ряд инициатив, направленных на улучшение экологической обстановки. За последние пять лет объем инвестиций в природоохранные мероприятия превысил 50 млрд руб. Эти средства направлены на строительство очистных сооружений, внедрение технологий по снижению выбросов, развитие зеленой инфраструктуры и повышение экологической культуры населения. В рамках национального проекта «Экология» реализуются проекты по очистке водных объектов, преобразованию территорий, рекультивации старых полигонов и переходу на новые стандарты обращения с отходами. Благодаря этому за последние годы в регионе отмечено снижение объемов выбросов в атмосферу и уменьшение загрязнения водных ресурсов [Национальный проект..., 2025].

Таким образом, экологическая ситуация в Республике Татарстан формируется под воздействием сочетания глобальных процессов и

региональных факторов. Несмотря на сохраняющиеся проблемы, республика демонстрирует положительные тенденции в снижении вредных выбросов, повышении качества воды и в развитии систем природоохранных мероприятий. Однако достижение устойчивого экологического баланса требует дальнейшей модернизации промышленности, расширения природоохранной инфраструктуры, повышения эффективности экологического контроля и вовлечения гражданского общества. Только комплексные меры способны обеспечить сохранение природы региона для будущих поколений.

Библиографический список

1. Астафьева О.Е., Авраменко А.А., Питрюк А.В. Экологические основы природопользования. М., 2025.
2. В Татарстане успешно реализуются программы по развитию мелиорации и благоустройству водоохраных зон. URL: <https://inform-raduga.ru/about/news/145974?ysclid=ml8bwdeska239635179>.
3. Национальный проект «Экология». URL: <https://www.mnr.gov.ru/activity/npecology>.
4. Отчеты Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан за 2020–2024 гг.

Н.С. Папакина, Е.В. Щербина
N.S. Papakina, E.V. Shcherbyna

Херсонский государственный педагогический университет
Kherson State Pedagogical University

**ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОЧНОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ**
**PRODUCTIVITY OF CATTLE UNDER CLIMATE CHANGE
CONDITIONS IN THE KHERSON REGION**

Аннотация. Представлены результаты наблюдений особенностей показателей продуктивности молочных коров племенного предприятия в условиях изменяющегося климата Херсонской области. Установлено проявление теплового стресса у коров, в период 4,5 месяцев в году, что приводит к снижению молочной продуктивности на 3–5 %, а воспроизводства на 10–15 %.

Ключевые слова: климат, скотоводство, молочная продуктивность, сельское хозяйство, животноводство.

Abstract. The results of observations of the characteristics of the productivity indicators of dairy cows in the changing climate of the Kherson region are presented. The manifestation of thermal stress in cows has been established for 4,5 months a year, which leads to a decrease in milk productivity by 3–5 %, and reproduction by 10–15 %.

Key words: climate, cattle breeding, dairy productivity, agriculture, animal husbandry.

Условия содержания животных в специализированных помещениях обеспечивают удовлетворение их основных природных потребностей. Продолжительное хозяйственное использование дойных коров невозможно без поддержаний их физиологического здоровья. Ветеринарные специалисты отмечают, что природно-климатические условия имеют большое значение, оказывая непосредственное влияние на формирование микроклимата помещения.

К основным параметрам, влияющим на физиологическое состояние коров, относят температуру, относительную влажность и газовый состав воздуха помещений. Нормативная документация устанавливает технологические и санитарные стандарты: температура воздуха в коровнике должна составлять 10 °С, при относительной

влажности воздуха 40–75 %. Допускается колебания температуры воздуха в холодный период на 2,5 °С, в теплый период допускается повышение температуры воздуха в коровнике не более чем на 5 °С [Кудрин М.Р. и др., 2012; РД-АПК..., 2018; Ястребова Е.А. и др., 2011]. Длительные периоды повышенных летних температур обуславливают тепловой стресс [Белявский В.Н., 2023] который проявляется в изменениях физиологических показателей: частота дыхания, частота сердцебиения, изменения показателей давления, нарушения пищеварения, что в итоге приводит к изменениям в поведение животных, снижению молочной продуктивности и показателей воспроизводства.

Такие результаты выявлены не только для южных регионов, но и Удмуртии и Сахалина [Второй С.В. и др., 2019], падение температуры воздуха с +16,6 °С до +14,3 °С (с 14 апреля по 22 апреля) характеризуется ростом продуктивности животных на 11,9 % и наоборот с ростом температуры с +17,9 °С до +24,9 °С (9 мая по 15 мая) происходит падение продуктивности на 5,3 %.

Продуктивность молочных коров, содержащихся в типовых коровниках, в климатических условиях Херсонской области, стали предметом наших исследований. Работа была выполнена в период 2020–2021 гг., в условиях предприятия «Асканийское», Херсонской области, на поголовье молочной породы. Так же было оценено влияния повышенных летних температур на молочную продуктивность и поведение животных.

Наблюдения за животными проводили в период с июня по август. Оценивали показатели температуры и влажности воздуха на территории выгульных площадок для животных, в коровнике, так же наблюдали за поведением животных: двигательной активностью. Для фиксации температуры и влажности воздуха использовали стационарные термометры и психрометры, так же электронные аналоги данных приборов. Учет продуктивных показателей проводился зоотехническими методами, поведенческие особенности оценивали по данным круглосуточного видеонаблюдения. Также фиксировали физиологические показатели: температуру тела, частоту дыхательных движений и сердцебиения.

Оценка особенностей климатических изменений Херсонской области, согласно официальных данных (климат, погода по месяцам, средняя температура в Россия – Weather Spark) за период с 1979 до

2024 гг. (рис. 1), демонстрирует рост среднегодового показателя более чем на 3,0 °С.

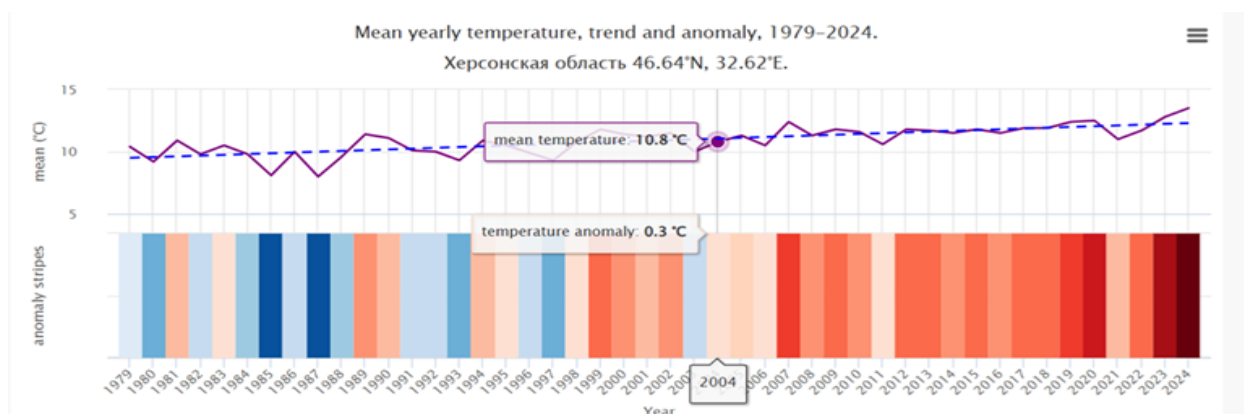


Рис 1. График среднегодовых температур Херсонской области

По данным метеорологической службы до 1999 г. среднегодовая температура не превышала +10 °С. В последующие годы, показатель, был отмечен в 2003 г., но в 2004 г., он составил +10,8 °С. За период до 2024 г. показатель возрос еще, и в 2023–2024 гг. превышал +12,0 °С. Детальный анализ продемонстрировал, что за указанный период увеличилась продолжительность вегетационного и пастбищного периода, в последние 5 лет наблюдения стали более продолжительными, с марта до конца октября. При этом жаркий сезон длится 3,3 месяца, с 28 мая по 7 сентября, с максимальной среднесуточной температурой выше +25 °С. Самый жаркий месяц в году – июль, со средним температурным максимумом +30 °С и минимумом +16 °С. При этом метеорологи отмечают, что число тропических ночей возросло от 3–4 до 25–27.

Холодный сезон длится 3,7 месяца, с 19 ноября по 11 марта, с минимальной среднесуточной температурой ниже +7 °С. Самый холодный месяц в году – январь, со средним температурным максимумом -6 °С и минимумом +2 °С. Зимы становятся малоснежными. Рост температурного режима приводит к увеличению транспирации влаги, при этом, по данным метеорологической службы число выпадающих на данной территории осадков, так же значительно сокращается: с 433,8 мм до 313,3 мм, за период до 2024 г.

Херсонская область традиционно считается зоной рискованного земледелия, с активной потерей влаги из грунта в жаркий период. В последние десятилетия активно растет среднегодовая температура, и среднесуточные летние температуры.

Перечисленные факторы обуславливают быстрое развитие признаков теплового стресса у крупного рогатого скота. У животных находящихся в условиях предприятия наблюдалось снижение двигательной активности, угнетенная поза, стремление укрыться в тени. Они плохо потребляли корм, сократилось время жвачки, при этом повысилась температура тела с 38,5 °С до 39,2 °С. При измерении пиротермометром установлено, что части тела с темной окраской нагреваются интенсивнее, их температура достоверно превышает температуру светлых участков на 1,5 °С. Частота дыхания возрастает, до 40–42 дыхательных движений в минуту. При этом дыхание поверхностное. С целью снизить температуру и стабилизировать состояние животные ложатся, ищут влажные холодные места, для охлаждения и улучшения кровообращения.

Даже при условиях свободного доступа к воде, внедрения технологий интенсивного воздухообмена в помещениях животные демонстрировали признаки теплового стресса. В условиях среднесуточных температур 25–28 °С у молочных коров проявляются признаки теплового стресса. Результатом является снижение молочной продуктивности.

По данным учета продуктивности предприятия, снижение валового производства молока на предприятие совпадает с высокими показателями среднесуточной температуры. При учете индивидуальной продуктивности установлено, что повышение среднесуточной температуры на 3,0 °С сопровождается снижением индивидуальной продуктивности на 3–5 %. У высокопродуктивных коров снижение суточных удоев происходит более стремительно. У высокопродуктивных коров, суточные удои сокращаются с 20,–22,5 кг до 15,0–17,0 кг. У коров I лактации, при отелах в весенний период, лактационные кривые неустойчивые. У полновозрастных коров наблюдается склонность к укороченным лактациям.

Так же высокие среднесуточные температуры провоцируют повышение температуры в половых путях коров в охоте, что приводит к низкой оплодотворяющей способности сперматозоидов. В целом, снижение показателей воспроизводства в период с мая по сентябрь составляет 10–15 %.

Необходимо проводить дальнейшие исследования по оценке влияния высоких среднесуточных температур на показатели здоровья, воспроизводства и продуктивности крупного рогатого скота. Выявление более адаптированных животных будет способствовать

сохранению экономической эффективности предприятий, работающих в различных климатических условиях.

Библиографический список

1. Белявский В.Н. Патологическая физиология сельскохозяйственных животных. Гродно, 2023.
2. Вторый С.В., Ильин Р.М. Влияние внешних погодных условий на продуктивность коров при привязном содержании // АгроЭкоИнженерия. 2019.
3. Кудрин М.Р., Ижболдина С.Н., Бахтияров А.Ю. Влияние микроклимата на молочную продуктивность коров // Аграрная Россия. 2012.
4. РД-АПК 1.10.01.01-18 Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота. М., 2018.
5. Ястребова Е.А., Мартынова Е.Н. Влияние влажности воздуха на молочную продуктивность и физиологическое состояние коров в СХПК Колхоз «Колос» Вавожского района Удмуртской Республики // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2011.

**ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ
В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
PROSPECTS FOR USING WOOD WASTE IN THE SVERDLOVSK
REGION**

Аннотация. Текущее состояние лесопромышленного комплекса Свердловской области характеризуется большим количеством не утилизируемых древесных отходов. В статье на основе сравнительного анализа экспериментальных и теоретических исследований в сфере переработки древесных отходов рассмотрены некоторые доступные для внедрения в практику варианты их использования в качестве сорбционных материалов.

Ключевые слова: древесные отходы, сорбент, лесопромышленный комплекс.

Abstract. The current state of the timber industry in the Sverdlovsk region is characterized by a large amount of non-recyclable wood waste. Based on a comparative analysis of experimental and theoretical studies in the field of wood waste processing, the article examines several feasible options for using sawdust as sorption materials.

Key words: wood waste, sorbent, timber industry.

Согласно стратегии развития лесного фонда Свердловской области на период до 2035 г., утвержденной 02.04.2020 г. Постановлением правительства Свердловской области №205-ПП [Стратегия..., 2020] заготовка древесины является одним из основных видов использования лесов на территории Свердловской области. Общий запас древесины на землях лесного фонда по состоянию на 01.01.2019 г. составлял 1 983,88 млн м³, в т.ч. лесных насаждений с преобладанием хвойных древесных пород – 1 206,95 млн м³. Допустимый ежегодный объем изъятия древесины составляет 24,8 млн м³ (1,3 % от общего запаса древесины), в т.ч. 10,8 млн м³ по хвойным (0,9 % от общего запаса древесины хвойных насаждений). При этом количество древесных отходов, оставляемых в лесосеках, составляет

100–130 тыс. м³, в отвалах лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий – 130–160 тыс. м³. Среди регионов РФ Свердловская область выделяется мощным потенциалом лесного комплекса, занимая высокие позиции по объемам заготовки древесины, производства пиломатериалов и фанеры. Практически каждое лесозаготовительное и деревообрабатывающее производство теряет около 30 % сырья в виде отходов на каждом этапе выпуска продукции. Основную часть отходов составляют опилки, кора, древесная зелень.

В сфере переработки древесных отходов наибольшее распространение получили традиционные производства прессованных изделий различных типов (древесные плиты ДСП, ДВП, МДФ и OSB) и топлива (пеллеты, брикеты, древесная щепа). В то же время в научной литературе активно обсуждается применение древесных отходов в качестве сорбентов для очистки сточных вод от поллютантов. Подтверждением актуальности данного направления исследований является поиск решения рационального использования древесных отходов различными авторами.

Так, в работе [Шибека Л.А., Протас М.В., 2020] представлены результаты применения в качестве сорбентов древесных отходов для очистки модельных сточных вод загрязненных ионами тяжелых металлов (ИТМ) – Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} . В качестве объектов исследований были взяты образцы нативных древесных опилок с размером частиц до 30 мм, образцы тех же древесных опилок, но обработанных карбамидом $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и образцы смеси 1:1 торфа и древесных опилок, обработанных карбамидом $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. В результате исследований установлено, что необработанные древесные опилки имеют невысокую сорбционную емкость по отношению к ИТМ в возрастающей последовательности $\text{Cu}^{2+} < \text{Zn}^{2+} < \text{Ni}^{2+}$. Модификация древесных опилок карбамидом $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ увеличивает коэффициент поглощательной емкости к ИТМ в несколько раз, в то время как при добавлении торфа к модифицированным опилкам происходит уменьшение поглощательной емкости образцов. В результате авторами предложено применение модифицированных карбамидом $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ древесных опилок в качестве этапа доочистки гальванических сточных вод, а отработанные древесные опилки использовать как биоразлагаемую добавку при производстве органических удобрений.

Важной проблемой загрязнения окружающей среды являются разливы нефти и нефтепродуктов. Авторами [Денисова Т.Р., Шайхиев И.Г., Сиппель И.Я., 2015] выполнено исследование поглотительной нефтеемкости отходов лесопроизводства из опилок ясеня высокого (*Fraxinus excelsior*), модифицированных различными кислотами. Авторы отмечают, что наибольшая нефтеемкость достигнута у опилок, обработанных 3 % раствором HNO_3 (5,93 г/г и 6,6 г/г для двух видов нефти), которые и были предложены в качестве сорбционных материалов для удаления из водных объектов нефти и нефтепродуктов.

Авторами [Семенович А.В., Шапченкова О.А., Анискина А.А., Лоскутов С.Р., 2016] рассмотрена утилизация древесных отходов, представленных в виде коры хвойных пород древесины, модифицированием их растворами H_2SO_4 HNO_3 NaOH с целью получения сорбционных материалов. Изучалась сорбционная емкость сорбентов по отношению к ионам меди(II), цинка(II), хрома(III), свинца(II) и никеля(II). Установлено, что при извлечении ионов меди(II), цинка(II), свинца(II) наибольшую эффективность проявляет модифицированная кора сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), к ионам хрома(III) – модифицированная кора лиственницы сибирской (*Larix sibirica*). Также было отмечено, что максимальная сорбционная емкость по ИТМ достигается в случае сорбентов, полученных при модификации коры хвойных растворами NaOH .

Предложения по использованию древесных отходов в качестве сорбционных материалов следуют принципам рационального использования древесного сырья и соответствует вектору развития лесопромышленного комплекса Свердловской области.

Библиографический список

1. Денисова Т.Р., Шайхиев И.Г., Сиппель И.Я. Увеличение нефтеемкости опилок ясеня обработкой растворами кислот // Вестник технологического университета. 2015.
2. Семенович А.В., Шапченкова О.А., Анискина А.А., Лоскутов С.Р. Извлечение катионов Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} из водных растворов модифицированной корой древесных пород // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016.

3. Стратегия развития лесного фонда Свердловской области на период до 2035 года: постановлением правительства Свердловской области №205-ПП от 02.04.2020 г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/570723208>.

4. Шибека Л.А., Протас М.В. Модифицированные сорбенты на основе древесных отходов для извлечения тяжелых металлов из сточных вод // Труды Кольского научного центра РАН. 2020.

Н.Л. Рогалева

N. L. Rogaleva

**Камчатский филиал Российского
университета кооперации
Kamchatka Branch of the Russian
University of Cooperation**

**АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ КАМЧАТСКОГО КРАЯ: ОЦЕНКА
СОСТОЯНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
ATMOSPHERIC AIR IN THE KAMCHATKA REGION:
ASSESSMENT OF THE STATE AND IMPACT ON THE
ENVIRONMENT**

Аннотация. Проведен анализ качества атмосферного воздуха в Камчатском крае. Рассматриваются природные и антропогенные факторы, способствующие загрязнению воздуха, включая климатические условия, вулканическую активность, работу предприятий и автомобильные выбросы. Приводится подробный анализ динамики выбросов загрязняющих веществ, демонстрирующий изменения в уровнях загрязнения воздуха за последние годы. Подчеркивается особая роль региона в обеспечении экологической устойчивости и предлагаются конкретные меры по снижению отрицательного воздействия на атмосферу.

Ключевые слова: Камчатский край, экология, атмосферный воздух, природные источники загрязнения, антропогенная нагрузка.

Abstract. The article analyzes the quality of atmospheric air in the Kamchatka Region. It examines the natural and anthropogenic factors contributing to air pollution, including climate conditions, volcanic activity, industrial operations, and vehicle emissions. The article provides a detailed analysis of the dynamics of pollutant emissions, demonstrating changes in air pollution levels over the past few years. The article emphasizes the region's importance in ensuring environmental sustainability and suggests specific measures to reduce the negative impact on the atmosphere.

Key words: Kamchatka Region, ecology, atmospheric air, natural sources of pollution, anthropogenic load.

Атмосферный воздух выступает одним из важнейших элементов биосферы, играющим ключевую роль в поддержании жизнеобеспечения человечества. Его уровень чистоты и наличие

токсичных соединений напрямую влияют на эпидемиологическую ситуацию и общее самочувствие людей. Основные показатели качества воздуха определяются уровнем содержания вредных частиц природного происхождения и техносферных выбросов, поступающих как от промышленных объектов, так и от транспортных средств.

Для Камчатского региона характерна уникальная ситуация, обусловленная рядом особенностей. Природные факторы, такие как экстремальные погодные условия и активная вулканическая деятельность, накладываются на проблему локального загрязнения, связанного с деятельностью предприятий и использованием личного автотранспорта. Географическое положение региона, сложный рельеф местности и ограниченная транспортная инфраструктура дополнительно усложняют процессы распространения загрязняющих веществ [Манжелей И.А., Шуликов А.О., 2024].

Основными источниками антропогенной нагрузки на воздушный бассейн населенных пунктов Камчатского края выступают объекты энергетики и транспортные средства. Так, удельный вес автомобилей в общем объеме атмосферных выбросов составил около трети общего количества загрязнений в 2024 г. (33,0 %). Данный показатель демонстрирует динамику сокращения роли транспорта в совокупном уровне загрязнения по сравнению с предыдущими годами, когда его доля составляла 35 %, 36,7 %, 36,6 %, 39%, 40%, 57,1%, 58,4%, 64,8% соответственно по годам во временной период 2023–2016 гг. и достигала пика в 67,9 % в 2015 г. Тем не менее, несмотря на позитивную динамику последних лет, автотранспорт продолжает оставаться значимым источником поступления загрязняющих веществ в атмосферу, требующим особого внимания и комплексных мероприятий по снижению негативной нагрузки на окружающую среду [Доклад..., 2025].

В результате анализа суммарных объемов фактических выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Камчатского края в 2024 г. установлено, что наибольший объем приходится на жидкие и газообразные соединения – 41711 т, тогда как количество твердых веществ составило 10122 т. Эти значения демонстрируют рост показателей по сравнению с предшествующим периодом (2023 г.): ранее объемы составляли 37466 т жидких и газообразных и 9135 т. твердых веществ. Полученные данные свидетельствуют о тенденции увеличения уровня техногенного загрязнения атмосферного воздуха

региона, подчеркивая необходимость усиления контроля и реализации мер по сокращению вредных выбросов.

Анализ структуры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Камчатского края за 2024 г. показал следующее распределение удельного веса различных видов деятельности организаций [Доклад..., 2025]:

- Наибольшее относительное значение имеют предприятия, занятые добычей полезных ископаемых (22,1 %), общий объем выбросов которых увеличился на 5902 т по сравнению с показателями предыдущего периода. Основная масса выбрасываемых ими веществ представлена газообразными и жидкими соединениями (6991 т).

- Организации, занимающиеся водоснабжением, канализационными услугами, утилизацией отходов и ликвидацией загрязнений, обеспечивают примерно одну десятую часть общего объема выбросов (8,6 %) с небольшим приростом (+23 т) по сравнению с предыдущим годом. Основным объемом составляют газообразные и жидкие компоненты (4460 т).

- Государственные учреждения и организации, обеспечивающие военную безопасность и социальную защиту, занимают небольшую долю (5,03 %) и продемонстрировали уменьшение общих выбросов на 48 т. Преимущественно выделяются газообразные и жидкие выбросы (1274 тонны).

- Отмечается незначительный вклад сельскохозяйственного сектора, составляющего всего лишь 1,9 %. Общий объем зафиксированных здесь выбросов снизился на 40 т по отношению к прошлому году, преимущественно представлены газообразные и жидкие формы (667 т).

Полученные данные подтверждают важность целенаправленных действий для минимизации негативного воздействия предприятий различных отраслей на качество атмосферного воздуха региона.

Исследование динамики удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на душу населения выявило значительные изменения в течение рассматриваемого периода. По итогам 2024 г., на каждого жителя административного центра Камчатского края приходилось в среднем 108,2 кг вредных веществ, исходящих от стационарных источников. Эта цифра отражает ежегодный тренд роста показателя, увеличившегося почти вдвое за последние семь лет: с 31,3 кг в 2018 г. до текущих значений.

Несмотря на лидерские позиции Петропавловска-Камчатского по объему выбросов в абсолютных цифрах (17,61 тыс. т), относительно густонаселенной агломерации региона столица оказывается наименее уязвимой территорией с точки зрения средней интенсивности загрязнения воздуха на душу населения. Наиболее высокие уровни наблюдаются в Быстринском районе (136,1 кг) и Елизовском районе (196,9 кг), что свидетельствует о значительных различиях внутри региона по уровню экологической опасности.

Таким образом, наиболее подвержены риску негативные эффекты от атмосферных загрязнений жители территорий, расположенных близко к крупным промышленным объектам и магистралям с активным транспортным движением [Доклад..., 2025].

За исследуемый период динамика выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в Камчатском крае показывает разнонаправленные изменения. В первой половине десятилетия (2010–2018 гг.) средний объем выбросов стабилизировался на отметке 50,0–55,0 тыс. т ежегодно. Затем последовал резкий спад вплоть до отметки 25,0 тыс. т в год в последующие годы (2019–2024 гг.), несмотря на значительное увеличение числа зарегистрированных транспортных средств - с 153,0 тыс. ед. в 2010 г. до 239,1 тыс. ед. в 2024 г. [Манжелей И.А., Шуликов А.О., 2024].

Это изменение объясняется рядом превентивных мер, предпринятых правительством Камчатского края, направленных на сокращение экологической нагрузки от автомобильных выхлопов. Среди них стоит выделить программы по развитию транспортной инфраструктуры, улучшению условий движения и модернизации автопарка посредством перехода на автомобили с двигателями европейского стандарта, повышением качества используемого топлива и переходом некоторых типов транспорта на альтернативные виды энергоресурсов.

Однако важно отметить, что эффект данных мер пока ограничен, и дальнейшее снижение объемов выбросов потребует продолжения внедрения инновационных решений и расширения масштабов программ экологически ориентированного обновления транспортного парка региона.

Климатические особенности Камчатки определяют высокую вероятность накопления загрязняющих агентов в нижних слоях атмосферы, особенно в периоды метеорологических аномалий, таких как слабые ветры, инверсионные слои и повышенная влажность

воздуха. Это создает неблагоприятные условия для жизнедеятельности местных жителей и увеличивает риск негативного воздействия на здоровье.

Значительную угрозу представляют природные источники загрязнения, включающие парогазовые и пепловые выделения активных вулканов. Однако благоприятная роза ветров позволяет минимизировать негативное воздействие вулканических выбросов на большинство населенных пунктов.

Проведенный анализ состояния и перспектив адаптации Камчатского края к изменениям климата позволил сделать вывод о важности своевременного реагирования на происходящие изменения природно-климатических условий. Исследование подтвердило низкую интенсивность эмиссии парниковых газов в регионе (всего 0,2 % от общероссийского уровня), что обусловлено спецификой географии и преобладанием естественных процессов, таких как лесные массивы, выступающие основным поглотителем углекислого газа [Экологические проблемы...].

Тем не менее, реализация региональной политики в сфере охраны окружающей среды потребовала введения комплекса мер, направленных на оптимизацию использования природных ресурсов и снижение рисков от неблагоприятных климатических проявлений. Разработанная стратегия социально-экономического развития региона включает программу адаптации к изменению климата, охватывая ключевые направления защиты инфраструктуры, промышленности и населения от потенциальных угроз, вызванных изменениями климата.

Одним из центральных инструментов реализации данной стратегии стал Региональный план адаптации, разработанный в тесной координации с федеральными органами власти и рекомендациями Минэкономразвития России. Важнейшими элементами этого документа стали определение критически уязвимых объектов, формирование адаптивного потенциала регионов и создание механизма оценки эффективности принятых мер.

Итогом проведенной работы стало предложение по утверждению разработанного проекта Плана адаптации на заседании Экологического совета при губернаторе Камчатского края. Принятие указанного плана позволит региону своевременно реагировать на возникающие климатические вызовы и повысить устойчивость экономики и социальной сферы к последствиям изменений климата.

Изучение характеристик атмосферного воздуха Камчатского края помогает выявить реальные масштабы негативных воздействий на природу и население, разработать действенные стратегии борьбы с проблемами экологического характера и создать эффективные механизмы управления качеством окружающей среды в регионе.

Библиографический список

1. Манжелей И. А., Шуликов А. О. Эффективность реализации национального проекта «экология» в Камчатском крае и его экологическое воздействие на окружающую среду региона // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами. 2024. № 13.

2. Доклад о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2024 году. Петропавловск-Камчатский, 2025.

3. Экологические проблемы Камчатки. URL: <https://kamchatkaland.ru/note/ekologicheskie-problemyi-kamchatki?ysclid=mj3izporfu422289110>.

С.С. Сафарова, М. Рамазони
S.S. Safarova, M. Ramazoni
Бохтарский государственный университет
им. Носири Хусрава
Bokhtar State University
named after Nosiri Khusrav

**ИНИЦИАТИВЫ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ
ТАДЖИКИСТАН ЭМОМАЛИ РАХМОНА ПО ВОПРОСАМ
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЙ
INITIATIVES OF THE PRESIDENT OF THE REPUBLIC OF
TAJIKISTAN EMOMALI RAHMON ON CLIMATE CHANGE
AND ITS CONSEQUENCES**

Аннотация. Республика Таджикистан, 93 % территории которой занимают горы, является одним из основных источников водных ресурсов Центральной Азии: 60 % вод региона формируется за счет ее ледников. Быстрое таяние ледников в результате изменения климата представляет серьезную угрозу для обеспечения благоприятных условий жизни населения и сохранения водных ресурсов. Следует отметить, что из 14 тыс. ледников Таджикистана, имеющих жизненно важное значение для региона, более 1 000 уже исчезли.

Ключевые слова: ледник, интеллектуальная способность, изменение климата, антропогенный фактор, концентрация, загрязнение окружающей среды, мировой океан, радиоактивные вещества, экологические факторы, искусственное загрязнение.

Abstract. The Republic of Tajikistan, 93 % of whose territory is mountainous, is one of the main sources of water in Central Asia: 60 % of the region's water is formed by its glaciers. Rapid melting of glaciers as a result of climate change poses a serious threat to ensuring favorable living conditions for the population and preserving water resources. It is worth noting that of Tajikistan's 14 000 glaciers, which are vital to the region, more than 1 000 have already disappeared.

Key words: glacier, intellectual capacity, climate change, anthropogenic factor, concentration, environmental pollution, world ocean, radioactive substances, environmental factors, artificial pollution.

В современный период экологический кризис охватил всю планету, и его последствия заметно проявляются во всех странах мира.

Такая экологическая ситуация является следствием воздействия множества факторов, в т.ч. противоречий между социальными и экономическими целями. В первую очередь это касается экстенсивных методов хозяйствования, которые экономически затратны, а экологически приводят к разрушению природных экосистем, неэффективному использованию природных ресурсов и загрязнению окружающей среды. Кроме того, тенденции роста технического вооружения и демографического взрыва также способствуют загрязнению среды. Для регулирования экологического равновесия, изучения состояния экосистем, предотвращения экологических кризисов и аварий этим вопросом занимаются не только ученые и специалисты, но и государственные деятели, политики и представители различных отраслей хозяйства [Бердиев Ж.Б., 2015].

Бурное развитие науки и техники привело к тому, что в окружающей нас природе все больше накапливаются загрязнения, вызванные современной техникой и обусловленные антропогенными факторами. Современные технологии загрязняют окружающую среду радиоактивными, химическими и биологическими веществами, что приводит к гибели живых организмов. В льдах Антарктиды накоплено более 2 000 т пестицидов, которые широко использовались в 1950–1960-е гг. Можно сказать, что воды всех мировых океанов в разной степени загрязнены. Только нефтяная пленка покрывает от 15 до 25 % поверхности Мирового океана. Кроме того, серьёзную опасность представляет радиоактивное загрязнение в результате испытаний ядерного оружия, использования атомных двигателей и др. Поэтому необходимо определить взаимосвязь между организмом и окружающей средой и внести вклад в сохранение экологического равновесия, поскольку человек является частью природы и не может существовать вне нее. Его здоровье, умственные и физические способности, а также сама возможность существования зависят от природы [Давлатов А.Д., 2005].

Использование природных ресурсов приводит к накоплению дополнительной энергии в приземной атмосфере, что вызывает глобальное потепление. Нарушение теплового баланса биосферы вызывает запыленность атмосферы, изменение испарения растений, водоемов и поверхности земли.

Недостаток воды, пищи и других жизненно необходимых ресурсов стал реальностью и усугубляется ростом населения. Человек может прожить без пищи 4–5 дней, без воды до 3 дней, без воздуха –

не более 5 мин. По мнению учёных, современные условия планеты способны обеспечить пищей до 10–11 млрд чел. Однако из-за неравномерного распределения биоресурсов около 1,5 млрд чел., особенно в Юго-Восточной Азии и некоторых странах Африки, испытывают нехватку еды. Ежегодно население Земли увеличивается на 80–90 млн чел., что усиливает потребность в продовольствии.

Республика Таджикистан в международных организациях принимает активные меры для улучшения экологической ситуации в стране и мире. Гуманитарные инициативы Основоположника мира и национального единства – Лидера нации, Президента Республики Таджикистан уважаемого Эмомали Рахмона, озвученные с высокой трибуны ООН в области воды и климата, являются примером миролюбия и стремления к сотрудничеству таджикского народа. В частности:

1. 20 декабря 2000 г. резолюцией № 55/196 Генеральной Ассамблеи ООН объявлен «Международный год пресной воды – 2003».

2. 23 декабря 2003 г. резолюцией № 58/217 объявлено «Международное десятилетие действий «Вода для жизни», 2005–2015 гг.».

3. 20 декабря 2010 г. резолюцией № 65/154 объявлен «Международный год сотрудничества в области водных ресурсов – 2013».

4. 21 декабря 2016 г. резолюцией № 71/222 объявлено «Международное десятилетие действий «Вода для устойчивого развития», 2018–2028 гг.».

5. 14 декабря 2022 г. резолюцией № 77 Генеральной Ассамблеи ООН объявлен «Международный год сохранения ледников – 2025».

Эти инициативы были приняты ООН и поддержаны более чем 193 странами мира. Рациональное использование пресной воды является одной из важнейших проблем XXI в. не только для Таджикистана, но и для всего мира.

Другой тревожащей человечество проблемой является таяние ледников из-за глобального потепления. Бурное таяние ледников приводит к увеличению числа природных катастроф и деградации водных экосистем. Это ежегодно вызывает разрушение инфраструктуры и значительные экономические потери.

Таджикистан, 93 % территории которого занимают горы, является одним из главных источников водных ресурсов Центральной

Азии, и 60 % вод региона формируется из его ледников. Быстрое таяние ледников создает серьезную угрозу условиям жизни населения и запасам воды. Из 14 тыс. ледников, имеющих жизненно важное значение, более 1 000 уже исчезли [Эмомали Р., 2024].

Развитие промышленности и транспорта приводит к увеличению содержания различных газов и пыли в воздухе. Основными источниками антропогенного загрязнения воздуха являются транспорт, тепловые электростанции, военные действия, цементная и металлургическая промышленность. Природное загрязнение связано с вулканами, ветром, смерчами и пожарами. Около 80 % загрязнений поступает в атмосферу от транспорта. Современный автомобиль, преодолевая 1 000 км, сжигает такое количество кислорода, которое сам водитель потребляет в течение года. В атмосфере присутствуют водяной пар и углекислый газ, которые удерживают тепловое излучение и создают парниковый эффект [Давлатов А.Д., 2005].

Сжигание топлива увеличивает содержание CO_2 и уменьшает количество кислорода. Повышение температуры поверхности Земли вызывает таяние ледников Антарктиды и Северного Ледовитого океана, что приводит к повышению уровня мирового океана и риску возникновения экологических мигрантов. Токсичные выбросы, такие как оксиды серы (SO_2), азота (NO_2), углерода (CO_2), а также разнообразные аэрозоли, наносят вред атмосфере. Наблюдения показывают, что ежегодно содержание метана (NH_4) увеличивается до 1 %, углекислого газа до 0,4 %, оксида азота до 0,2 %. Все эти загрязнения являются результатом деятельности человека и ухудшают качество окружающей среды [Эмомали Р., 2009].

Загрязняющие вещества могут воздействовать на здоровье ребенка с момента его рождения. Многие химические вещества влияют на иммунную, эндокринную и другие защитные системы организма, что приводит к развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Исследования показывают, что даже низкие концентрации загрязнителей могут вызывать хронические заболевания, особенно у людей с ослабленным иммунитетом, пожилых, беременных женщин и больных. Наиболее опасными считаются тяжелые металлы, нитраты, нитросоединения и пестициды.

Среди наиболее токсичных веществ для организма – соединения ртути, свинца и кадмия. Отравление часто происходит через продукты питания. Загрязнение почвы, сточные воды, промышленные отходы и применение фосфорных удобрений приводят к попаданию кадмия в

сельскохозяйственные продукты, особенно растительного происхождения.

Одной из важнейших задач современности является сокращение количества отходов, их обезвреживание и переработка. Необходимо принимать меры для предотвращения разрушительных последствий изменения климата в Таджикистане и Центральной Азии. В качестве предложений можно выделить:

- создание и восстановление лесов в зонах формирования рек;
- использование строительных материалов и дорожных покрытий, способствующих поглощению CO₂;
- озеленение территории вечнозелёными растениями;
- расширение использования «зелёной» энергии.

Перечисленные выше проблемы являются актуальными, и в случае бездействия могут привести к упадку национальной экономики.

Библиографический список

1. Бердиев Ж.Б. Практическая экология и охрана природы. Душанбе, 2015
2. Давлатов А.Д. Основы экологии. Душанбе, 2005.
3. Выступление Основателя мира и национального единства – Лидера нации, Его Превосходительства Эмомали Рахмона на пленарном заседании 29-й Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. 2024. URL: <https://mfa.tj/ru/moscow/poslaniya-i-vystupleniya-prezidenta>.
4. Выступление Основателя мира и национального единства – Лидера нации, Его Превосходительства Эмомали Рахмона на Пятом Всемирном водном форуме. 2009. URL: <https://mfa.tj/ru/ufa>.

Т.Б. Солтагиреев

T.B. Soltagireev

**Грозненский государственный нефтяной технический
университет им. академика М.Д. Миллионщикова
Grozny State Petroleum Technical University named after
academician M.D. Millionshchikov**

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ
RECONSTRUCTION OF CULTURAL HERITAGE SITES OF
REGIONAL SIGNIFICANCE: ECOLOGICAL ASPECT**

Аннотация. В статье рассматривается проблема соблюдения требований к охране окружающей среды на примере реконструкции башенных сооружений Чеченской Республики. Обозначаются вопросы безопасности как для группы архитекторов-реставраторов, так и для горной местности в месте расположения объектов культурного наследия регионального значения. Предложено комплексное экологическое решение, направленное на возможность реконструкции объекта без необходимости его переноса в другую локацию.

Ключевые слова: реконструкция, окружающая среда, башенное сооружение, объект культурного наследия, экология.

Abstract. The article discusses the problem of complying with environmental protection requirements on the example of the reconstruction of tower structures in the Chechen Republic. It highlights the safety issues for both the group of architects and the mountainous terrain where the cultural heritage sites of regional significance are located. The article proposes a comprehensive environmental solution aimed at the possibility of reconstructing the site without the need to relocate it.

Key words: reconstruction, environment, tower structure, cultural heritage site, ecology.

Реконструкция объектов осуществляется двумя основными методами – без изменения или с изменением конструктивной схемы. В зависимости от выбора конструктивного решения архитекторами-реставраторами проводится перечень работ, предполагающих частичное или полное изменение строительного объема. Влияние на окружающую среду в процессе реконструкции дифференцировано,

однако оно может оказаться деструктивным как при частичной, так и при полной реконструкции. Изменение строительного объема объекта культурного наследия зачастую подразумевает пристройку или надстройку объемов, оказывающих влияние на технические параметры сооружения или здания.

Таким образом, экологический аспект при реконструкции объекта культурного наследия проявляется путем снижения уровня комфортного проживания местных жителей. К таковым необходимо отнести: шум и вибрацию на строительной площадке, возможную непривлекательность ландшафта, увеличение влажности воздуха в результате колебаний уровня подземных вод [Колпаков А.А., 2021].

Обозначенные деструктивные экологические проявления реконструкции наблюдаются в случае, если объект культурного наследия расположен на территории города. Реконструкция объектов в сельской местности или на иной территории, не предполагающей близлежащую инфраструктуру, провоцирует образование последствий, к примеру, возникновение пывучести, осадку поверхности земли или опасных склоново-оползневых явлений. Кроме того, реконструкция объекта культурного наследия вне городского поселения при условии нарушения требований безопасности деструктивно отражается на почвенном слое и биоразнообразии [Павлова-Борисова Т.В. и др., 2023]. В частности, на территории Чеченской Республики в ряде районов расположены башенные сооружения, признанные объектами культурного наследия федерального и регионального значения.

Проблема состоит в том, что данные объекты локализованы в горной местности и вблизи рек. Часть объектов находится в руинированном состоянии, реставрация которых невозможна. В случае принятия решения о реконструкции таких объектов с высокой вероятностью возникнет необходимость сохранения архитектурного облика башенных сооружений путем надстройки и одновременно пристройки объемов с учетом теплотехнических характеристик, не свойственных оригиналу по причине возведения обозначенных объектов в основном в средние века.

Неизбежное перепрофилирование башенного сооружения, в случае принятия такого архитектурного решения, означает, что строительные работы будут отличаться высоким уровнем шума. Использование техники подразумевает приспособление пространства объекта культурного наследия с учетом обеспечения безопасности

строительной группе. Особенности природно-ландшафтного рельефа на территории расположения башенных сооружений не позволяют выполнение отверстий под воздуховоды или использование иных решений применения оборудования и техники в целях реализации мероприятий в рамках реконструкции.

Необходимость обеспечения безопасности как условие соблюдения требований предполагает установку инженерного оборудования, а значит, сопутствующие организационные мероприятия затронут почвенный слой [Попов А.О., 2023]. При этом мероприятия по обеспечению безопасности строительной группе на объектах культурного наследия регионального значения могут провоцировать спящие вулканы. Соответственно, реконструкция башенных сооружений в подобных локациях невозможна по причине потенциального отсутствия условий безопасности.

Вероятное решение проблемы базируется на восстановлении архитектурного облика башенного сооружения с иной функциональностью в экологически безопасном месте, однако реализации такого решения препятствует правило, установленное в конвенциях и хартиях в сфере архитектуры и направленное на недопустимость переноса объекта культурного наследия в другое место, так как ценностью обладает не только объект, но и место. Тем не менее, Министерством культуры РФ предусмотрена подобная возможность путем сбора согласованной документации с уполномоченными региональными организациями. Данный перечень не включает документацию экологической направленности, формируемую с учетом действительной оценки экологического состояния окружающей среды и влияния на нее планируемых строительных работ в рамках реконструкции.

Включение в перечень документации в случае принятия решения о переносе объекта культурного наследия результатов экспертной оценки по экологической обстановке и потенциальному влиянию строительных работ на окружающую среду может частично урегулировать существующую проблему. Ее комплексное решение базируется на отсутствии необходимости переноса башенного сооружения, подлежащего реконструкции. Такой подход возможен, если реконструкция будет осуществлена без использования подземного пространства. Ввиду того, что многие башенные сооружения не имеют фундамента и подземного пространства, решение экологической проблемы при реконструкции таких объектов

существенно упрощается путем создания временных конструкций и строительных лесов [Насуханов Ш.А., 2023].

Архитектурно-планировочное переустройство внутреннего пространства башенных сооружений может создать дополнительные риски при соблюдении требований к экологии. В данном случае решением выступают экологически безопасные строительные материалы, технологии и инженерные решения, направленные на долговечность эксплуатации восстановленного объекта культурного наследия. Необходимо отметить, что временные конструкции предполагают активное использование автоматизированного и роботизированного оборудования, что исключает необходимость взаимодействия с почвенным слоем.

На рисунке 1 представлена концепция экологического решения при реконструкции объектов культурного наследия регионального значения на примере башенных сооружений Чеченской Республики.



Рис. 1. Концепция экологического решения при реконструкции объектов культурного наследия регионального значения

Как показано на рисунке 1, комплекс мер, объединенных в единое экологическое решение, подлежащее реализации в рамках реконструкции объектов культурного наследия регионального значения, предполагает инициацию действий в сфере нормотворчества, цифровых и управленческих решений. Стандартно подобные решения применяются при достижении целей промышленного назначения. Адаптация в процесс реконструкции объектов культурного наследия обозначенных мер возможна ввиду

схожести ожиданий в сфере безопасности и охраны окружающей среды [Солтагиреев Т.Б., 2023].

На данный момент отсутствуют цифровые решения, позволяющие применить роботизированные и автоматизированные временные конструкции. Обозначенные решения являются ядром реализации предлагаемого экологического инструмента и подразумевают создание специализированных производственных предприятий с научным потенциалом в сфере машинного обучения. Внедрение автоматизированных и роботизированных временных конструкций позволит разработать на основе имеющихся возможностей технический регламент по проведению экспертной оценки на территории объекта предполагаемой реконструкции.

Среди наиболее реализуемых подходов в рамках предлагаемого экологического решения следует обозначить экологически безопасные строительные материалы, технологии и инженерные решения.

Совокупность мер является практикоориентированной, однако ее реализация невозможна без проведения исследований в сфере цифровизации экологически безопасного оборудования. Положительной стороной предлагаемого экологического решения выступает высокая степень адаптации с учетом интенсивности научных достижений и их внедрения на практике.

Библиографический список

1. Колпаков А.А. Оценка воздействия на окружающую среду при реконструкции зданий // Потаповские чтения. М., 2021.

2. Насуханов Ш.А. Особенности формирования объемно-пространственной композиции жилых башен чеченцев на Северном Кавказе // Инновации и инвестиции. 2023. № 10.

3. Павлова-Борисова Т.В., Борисов А.А. Письменные памятники исторического и культурного наследия Якутии: проблемы сохранения и интерпретации // Философия и культура. 2023. № 5.

4. Попов А.О. Использование аналитических методов при исследовании свайных оснований объектов историко-культурного наследия // Инженерный вестник Дона. 2023. № 10(106).

5. Солтагиреев Т.Б. Цифровые технологии в сфере сохранения объекта культурного наследия «башенные комплексы Чечни». Практика и перспективы // Цифровые технологии в сфере объектов культурного наследия. СПб., 2023.

А.А. Шматко, В.К. Середя, Ю.А. Рыкачев
A.A. Shmatko, V.K. Sereda, Yu.A. Rykachev
Кубанский государственный университет
Kuban State University

**ПОДБОР ДЕРЕВЬЕВ ДЛЯ ПОЛЕЗАЩИТНОГО
ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ
КУРГАНИНСКОГО РАЙОНА
SELECTION OF TREES FOR SHELTER AFFORESTATION
USING THE EXAMPLE OF THE KURGANINSKY DISTRICT**

Аннотация. В статье проведен анализ породного состава и оценка эффективности существующих полезащитных лесных полос в агроландшафтах Курганинского района Краснодарского края для определения наиболее устойчивых древесных пород.

Ключевые слова: полезащитное лесоразведение, агролесомелиорация, агроландшафты, лесные полосы, устойчивость насаждений.

Abstract. The article analyzes the rock composition and evaluates the effectiveness of existing protective forest belts in the agro-landscapes of the Kurganinsky district of the Krasnodar Region to determine the most stable tree species.

Key words: protective afforestation, agroforestry, agrolandscapes, forest strips, plant stability.

Полезащитное лесоразведение в системе комплексных мероприятий по борьбе с деградиционными процессами агроландшафтов выступают гарантом продовольственной безопасности страны. На территории Краснодарского края состояние полезащитного лесоразведения за последние годы отражены в работах Н.В. Примакова, А.С. Латифова, Е.Ю. Дубровина [Примаков Н.В., 2016, 2002; Примакова Н.В. и др., 2022]. В работах Н.В. Примакова [Примаков Н.В., 2007, 2008.; Примаков Н.В. и др., 2022] исследователем установлено, что для повышения долговечности и надежности полезащитного лесоразведения необходимо грамотно подбирать древесные растения.

Цель работы – проанализировать состав древесных пород в агролесоландшафтах Курганинского района, определить наиболее эффективные для полезащитного лесоразведения.

Исследования проводились по общепринятым методикам и рекомендациям [Примаков Н.В. и др., 2017]. Район исследований расположен в юго-восточной части Краснодарского края. Схема расположения лесных полос представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема расположения лесных полос защитных полос района исследований

Из рисунка следует, что изучено было пять основных и две вспомогательные лесные полосы. Главными древесными породами в защитных лесополосах являются робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia*), ясень зелёный (*Fraxinus lanceolata*), также встречались гледичия трехколючковая (*Cleditsia triacanthos*) и алыча (*Prunus cerasifera*). Состав насаждений по лесным полосам: 1-6 Яз4Рлж ед. Гл; 2-5 10Рлж; 6-10 Яз ед. Ао; 7-7 Яз2Рлж1А ед. Гл.

Выбор более устойчивой древесной породы осуществлялся по наименьшему количеству фауных деревьев в лесонасаждении, представленных на рисунке 2.

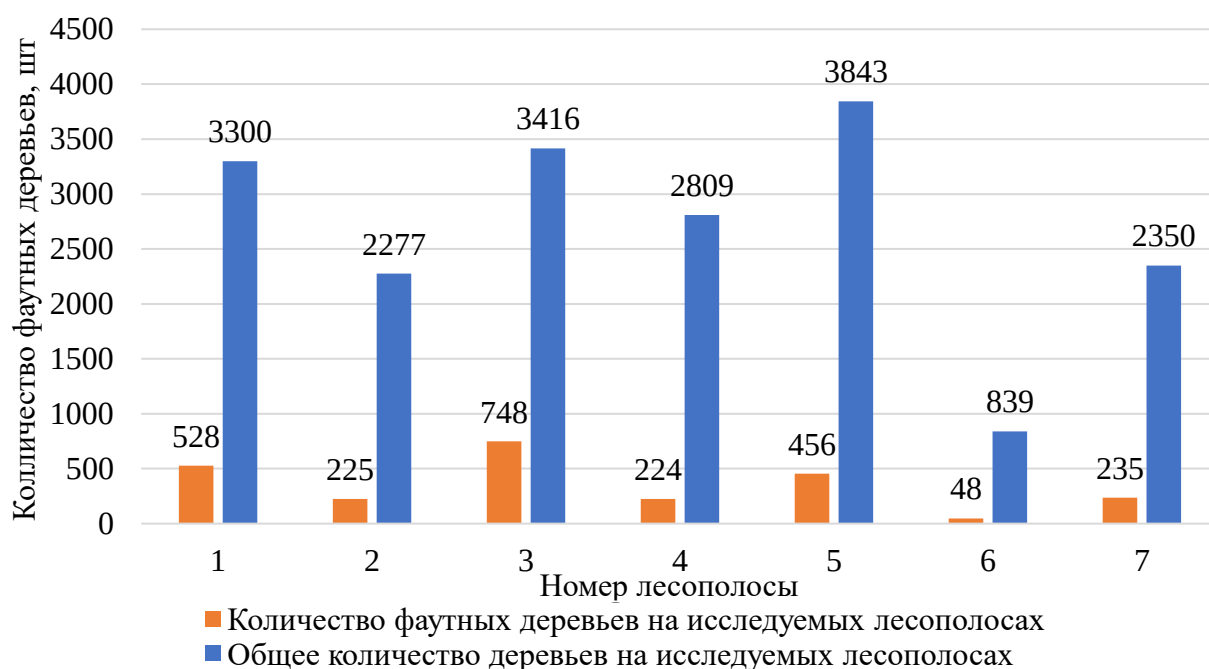


Рис. 2. Количество фаутных деревьев на исследуемых лесополосах

Как видно из рисунка 2, самое большое количество фаутных деревьев, наблюдается в лесополосе № 3 – 748 шт. (21 % от общего числа деревьев на лесополосе), наименьшее – в лесополосе № 6 – 48 шт. (5,7 % от общего числа деревьев на лесополосе). Большое количество фаутных деревьев наблюдается также в лесополосе № 1 – 528 шт., что от общего количества составляет 16 %. В лесополосе № 2, 4, 5 и 7 количество фаутных деревьев составляет от 7,9 до 12 % от общего количества деревьев (от 224 до 456 шт.).

Таким образом, для повышения экологической и экономической эффективности системы полезащитного лесоразведения в Курганинском районе и аналогичных агроландшафтах края рекомендуется: при создании новых и реконструкции существующих лесных полос увеличивать долю ясеня зелёного как наиболее устойчивой основной породы, проводить дифференцированный подход к подбору пород с учетом детальной оценки условий местопроизрастания, обеспечивать регулярный мониторинг состояния защитных насаждений для своевременного выявления проблем и проведения необходимых лесоводственных уходов.

Проведенное исследование состояния эффективности состояния полезащитных лесных полос в агроландшафтах Курганинского района Краснодарского края подтверждает их ключевую роль в системе мер

по борьбе с деградацией земель и обеспечению продовольственной безопасности.

Библиографический список

1. Примаков Н.В. Экологическая устойчивость почвенного покрова под защитой лесных насаждений // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации. Волгоград, 2016.

2. Примаков Н.В., Латифова А.С., Дубровин Е.Ю. Эффективность конструкции полезащитных лесных насаждений Краснодарского края // Успехи современного естествознания. 2022.

3. Примаков Н.В. Состояние защитных лесных насаждений Азовского побережья Краснодарского края // Известия высших учебных заведений. 2023.

4. Примаков Н.В. Влияние массивных и полосных лесных насаждений на водный режим и плодородие чернозема обыкновенного Ростовской области. Новочеркасск, 2002.

5. Примаков Н.В. Почвопреобразующее воздействие лесных насаждений степной зоны. Ростов н/Д, 2007.

6. Примаков Н.В. Биоэнергетическая эффективность агроландшафтов Ростовской области. Лесное хозяйство. 2008.

7. Примаков Н.В., Гвоздецкая С.В. Методика проведения учебных практик в лесных фитоценозах // Теория и методика проведения практик по географическим дисциплинам. 2017.

**УТИЛИЗАЦИЯ И ВТОРИЧНЫЙ РЫНОК ОБОРУДОВАНИЯ
ВИЭ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ОТРАСЛИ
DISPOSAL AND SECONDARY MARKET OF RENEWABLE
ENERGY SOURCE EQUIPMENT: ECONOMIC AND
ENVIRONMENTAL ASPECTS OF NEW INDUSTRY
FORMATION**

Аннотация. Рассмотрены экологические и экономические предпосылки формирования новой отрасли по обращению с отходами возобновляемой энергетики. На основе анализа морфологического состава отходов и моделирования финансовых потоков доказана экономическая целесообразность глубокой переработки оборудования, ключевым фактором которой является рекуперация драгоценных металлов. Обоснована необходимость формирования комплексной нормативной базы и рыночных механизмов для обеспечения устойчивого развития данной сферы деятельности.

Ключевые слова: ВИЭ, экология, утилизация, металлы, ветрогенераторы.

Abstract. The article discusses the environmental and economic prerequisites for the formation of a new industry for the management of renewable energy waste. Based on the analysis of the morphological composition of waste and the modeling of financial flows, the article proves the economic feasibility of deep recycling of equipment, the key factor of which is the recovery of precious metals. The article also substantiates the need for the development of a comprehensive regulatory framework and market mechanisms to ensure the sustainable development of this industry.

Key words: RES, ecology, recycling, metals, wind turbines.

Возникновение и формирование любой инновационной отрасли или подотрасли неизбежно приводит к новой волне технологических и инфраструктурных вызовов. Несмотря на формирование позитивной риторики вокруг возобновляемых источников энергии (ВИЭ),

возникают проблемы в части утилизации отходов. Массированное внедрение ветрогенераторов, солнечных панелей, накопителей энергии, достигших или приближающихся к концу проектного срока службы, создает значительную нагрузку на окружающую среду и требует разработки экономически целесообразных механизмов обращения с отходами. Таким образом, утилизация и формирование вторичного рынка оборудования для объектов ВИЭ трансформируются из периферийной темы в самостоятельную отрасль, комплексное развитие которой детерминировано как экологической ответственностью, так и экономической целесообразностью.

Экологический императив формирования системы утилизации оборудования ВИЭ обусловлен специфическим морфологическим составом отходов. Ветроэнергетические установки, конструкции которых в значительной степени состоят из стали, бетона и композитных материалов, представляют проблему в части утилизации лопастей. Лопасти современных турбин, изготавливаемые из стекла- и углепластиков, обладают высокой прочностью и химической стойкостью, что исключает их простое захоронение и делает процесс переработки технологически сложным и энергоемким. Аналогичный вызов связан с фотоэлектрическими модулями. Несмотря на то, что основную массу панели составляют стекло и алюминий, в ее состав входят потенциально опасные вещества: свинец, кадмий, галлий, селен, а также полимерные пленки. Бесконтрольное захоронение или нерегламентированная переработка таких отходов могут привести к выщелачиванию токсичных элементов в почву и грунтовые воды. Проектный срок службы солнечных панелей оценивается в 25–30 лет, ветрогенераторов – 20–25 лет. Учитывая экспоненциальный рост введенных мощностей в период с 2000-х по 2020-е гг., объемы выводящегося из эксплуатации оборудования приобретают масштабный характер. По оценкам Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), к 2030 г. глобальный ежегодный объем отходов от фотоэлектрических модулей может достичь 8 млн т, а к 2050 г. – 78 млн т. Для ветроэнергетики прогнозируемый объем отходов композитных материалов к 2050 г. оценивается в 43 млн т [IRENA, 2024]. Эти цифры указывают на необходимость опережающего создания инфраструктуры переработки, поскольку лавинообразный рост отходов в будущем

может нивелировать экологические преимущества «зеленой» энергетики.

Экономический аспект формирования отрасли утилизации и вторичного использования представляется не менее значимым. Прямые затраты на демонтаж, транспортировку и переработку оборудования являются существенной статьей расходов для операторов и инвесторов, особенно в условиях снижения государственных субсидий и роста конкуренции на энергорынке [Щедрин Е.Е., 2025]. Однако при комплексном подходе эти затраты могут быть трансформированы в источник добавленной стоимости и основу для новых бизнес-моделей. Экономическая целесообразность закладывается на нескольких уровнях. Первичным является извлечение и возврат в хозяйственный оборот ценных вторичных материальных ресурсов. Например, в солнечных панелях содержится до 90 % стекла и алюминия, пригодных для рециклинга [Чикалов А.В, 2021]. Особую ценность представляют редкие и драгоценные металлы, такие как серебро, индий, теллур, используемые в тонкопленочных технологиях. Более комплексную экономическую оценку можно провести на примере переработки кристаллических кремниевых фотоэлектрических модулей. Упрощенная модель затрат и доходов при переработке одной тонны отработавших модулей, с учетом среднеевропейских цен на вторичные материалы и технологических процессов, представлена в таблице 1.

Данные из таблицы 1 иллюстрируют, что основным фактором, обеспечивающим рентабельность, является извлечение драгоценных и цветных металлов, в первую очередь серебра. Без его рекуперации экономика переработки становится отрицательной или близкой к нулевой, что подчеркивает критическую важность развития высокоэффективных технологий сепарации и химико-металлургической обработки. Кроме того, в данном расчете не учтен потенциальный доход от избежания экологических платежей за размещение отходов, который в условиях ужесточения нормативной базы становится существенным фактором, улучшающим финансовый баланс предприятия-утилизатора.

Вторым экономическим драйвером является формирование вторичного рынка оборудования и компонентов. Отрасль ВИЭ характеризуется быстрым технологическим прогрессом, в результате которого происходит не только физический, но и моральный износ активов. Оборудование, выводимое из эксплуатации на

промышленных объектах первого поколения, зачастую сохраняет значительный ресурс и может быть использовано в менее требовательных сегментах: для автономного энергоснабжения, в гибридных системах, в образовательных и исследовательских целях. Развитие рынка бывших в употреблении инверторов, контроллеров заряда, механических компонентов ветроустановок, а также панелей с незначительной деградацией (в пределах 10–15 %) создает возможность для удешевления внедрения ВИЭ-технологий в странах с развивающейся экономикой и для частных домохозяйств.

Таблица 1

Модель затрат и доходов

Статья расходов/доходов	Сумма, тыс. руб.	Примечания
Затраты на переработку		
Транспортировка и логистика	15–20	Зависит от расстояния и плотности потока
Демонтаж и предварительная сортировка	10–15	Ручной и механизированный труд
Непосредственно процесс переработки (дробление, сепарация, химическое извлечение)	40–50	Энергия, реагенты, амортизация оборудования
Итого затрат	65–85	–
Доход от реализации вторичных материалов		
Алюминий (рама, ~18 кг)	3,2–3,5	Из расчета ~180 руб./кг
Стекло (дробленое, ~700 кг)	7–10	Низкобюджетный продукт, ~10–14 руб./кг
Медь (кабели, контакты, ~5 кг)	3,5–4,0	Из расчета ~700 руб./кг
Кремний (техн. чистоты, ~35 кг)	10,5–14	Из расчета ~300–400 руб./кг
Серебро (паста, ~0,5 кг)	300–350	Из расчета ~600–700 тыс. руб./кг
Итого доходов	324–381	–
Чистый экономический эффект	239–316	–

Таким образом, формирование отрасли по утилизации и вторичному использованию оборудования ВИЭ представляет собой комплексную междисциплинарную задачу, успешное решение которой зависит от консолидации усилий законодателей, бизнеса и научного сообщества. Необходима разработка и внедрение четкой нормативно-правовой базы, устанавливающей обязанности производителей и операторов по утилизации, стандарты процессов и экологические требования.

Библиографический список

1. Солнечная энергетика / под ред. В.А. Марченко. Новосибирск, 2020.
2. Чикалов А.В., Тихонова Е.Н. Современные технологические решения по утилизации фотоэлектрических модулей: экономика и экология // Альтернативная энергетика и экология. 2021. № 5.
3. Щедрин Е.Е. Экономическая эффективность использования солнечных электростанций в России // Актуальные исследования. 2025. № 22-3(257).
4. International Renewable Energy Agency (IRENA). End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels. Abu Dhabi, 2024.

Е.В. Щербина, Н.С. Папакина
E.V. Shcherbyna, N.S. Papakina

Херсонский государственный педагогический университет
Kherson State Pedagogical University

**АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ
НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**
**ANTHROPOGENIC IMPACT OF AQUACULTURE
ON ECOLOGICAL SYSTEMS**

Аннотация. В статье рассматривается антропогенное воздействие аквакультуры на экологические системы. Показано, что стремительное развитие рыбоводческой отрасли, призванной компенсировать сокращение природных рыбных запасов, порождает ряд серьёзных экологических проблем.

Ключевые слова: аквакультура, ихтиофауна, гидробионты, природные экосистемы, экологические требования.

Abstract. The paper examines the anthropogenic impact of aquaculture on ecological systems. It shows that the rapid development of the fish farming industry, which is intended to compensate for the decline in natural fish stocks, is causing a number of serious environmental problems.

Key words: aquaculture, ichthyofauna, hydrobionts, natural ecosystems, and environmental requirements.

Ихтиофауна, как совокупность видов рыб, играет важную роль в водных биоценозах. Изучение ихтиофауны имеет большое значение для определения возможностей использования водоемов в хозяйственных целях, таких как водоснабжение, рекреация, рыбоводство и рыболовство [Калюжная Н.С. и др., 2017].

Современный рынок рыбы в значительной степени зависит от аквакультуры – искусственного разведения водных организмов. Несмотря на высокий интерес бизнеса к развитию этого направления, увеличение масштабов аквакультуры может угрожать существованию отдельных видов.

Аквакультура стала ответом человечества на уменьшение рыбных запасов. Так называют разведение и выращивание водных организмов, также известных как гидробионты, в водоемах и на морских плантациях. Долгое время данный вид деятельности играл второстепенную роль в российском рыбохозяйственном комплексе

[Семенова И.В., 2024]. Однако она позволила заменить вылов рыбы на её разведение в искусственных условиях.

Несмотря на потенциал аквакультуры в решении проблемы голода, считать её панацеей нельзя. Более того, эта отрасль может оказывать деструктивное воздействие на водные экосистемы – вызывать загрязнение, распространять патогены, вытеснять местные виды и приводить к генетическому «загрязнению».

Сектор товарной аквакультуры лидирует по скорости развития в мировой продовольственной отрасли. Примерно половина рыбной продукции, используемой в пищу, производится благодаря выращиванию рыбы в искусственных условиях, и эта доля на международном рынке будет продолжать расти.

Однако радужные перспективы продовольственной безопасности омрачаются сообщениями о проблемах на аквакультурных предприятиях и острой критикой со стороны ученых-экологов.

Влияние аквакультуры на природную среду очень велико [Моисеев А., 2025]. Особенно значительно влияние тех объектов выращивания, которым удастся «убегать» из искусственной среды обитания в природную. Есть несколько видов аквакультуры, различающихся по воздействию на природные экосистемы. Аквакультура в искусственных водоемах при отсутствии аварий, теоретически исключает контакт искусственно выращиваемых и диких организмов, но влияет на среду за счет ее загрязнения и распространения заболеваний. Но в реальности случаи побега рыб с рыбоводных хозяйств нередки [Семенова И.В., 2024].

Один из типов аквакультуры – выращивание рыбы в море в садках (клетках) до достижения товарного размера. В этом случае часто происходят побеги «одомашненных» особей, которые вытесняют дикие популяции, неспособные противостоять болезням. Кроме того, рыбы, разводимые в неволе, приобретают генетические изменения, снижающие их выживаемость в естественных условиях. Эти мутации передаются новым поколениям диких рыб, негативно влияя на их генофонд [Поддубная И.В. и др., 2022].

Другой тип аквакультуры – пастбищная, включает рыборазводные заводы, где из икры выращивают мальков анадромных рыб, таких как лососевые и осетровые. Подращенную молодь выпускают в реки, откуда она мигрирует в моря и океаны для нагула. Через несколько лет взрослые особи возвращаются в реки для

размножения, где у них забирают икру, и цикл повторяется [Поддубная И.В. и др., 2022].

Такой тип аквакультуры в подавляющем большинстве случаев является не эффективным ни биологически, ни экономически и в основном имеет целью сохранить уничтожаемые браконьерским прессом дикие популяции. Эти заводы требуют квоты на вылов производителей для закладки икры и постоянных государственных дотаций на свою работу. Выпущенная молодь, обитая некоторое время в реке, создает конкуренцию потомству диких популяций, что снижает их численность, вытесняет из родных экосистем.

Изучение изменений в природных системах сложно, и еще труднее доказать связь этих изменений с конкретным фактором. Оценка воздействия аквакультуры на окружающую среду крайне важна. В индустрии аквакультуры этот навык необходим для поддержания здоровья водных экосистем и соблюдения экологических норм.

Аквакультура является самым быстрорастущим пищевым сектором в мире. На сегодняшний день более 53 % потребляемых морепродуктов в мире производится аквакультурными хозяйствами [Баранова Н.В., 2012].

За последние десятилетия воздействие аквакультуры на окружающую среду стало актуальной темой, часто вызывающей негативные оценки. В СМИ регулярно появляются сообщения о экологических проблемах, связанных с деятельностью лососевых ферм.

Стоит заметить, что воздействие аквакультуры на окружающую среду полностью зависит от выращиваемых видов, интенсивности производства и расположения фермы. Кроме того, появились новые стратегии и технологии, которые доказали возможность устойчивого развития аквакультуры без истощения природных ресурсов [Семенова И.В., 2024].

В прошлом, когда аквакультура только начинала развиваться, её главной целью было повышение продовольственной безопасности, что привело к экологическим проблемам. Они включали накопление органических веществ и отходов, воздействие на местный рыбный промысел и ухудшение состояния окружающей среды из-за расположения ферм.

Для устойчивого развития аквакультуры необходимо соблюдать экологические требования. Аквакультурные хозяйства должны

соответствовать международным стандартам экологической безопасности и проходить сертификацию, например, по стандартам ASC [Баранова Н.В., 2012].

Политика государства должна быть направлена на сохранение естественных запасов рыбы и их устойчивое использование. Развитие аквакультуры неизбежно, но её негативное воздействие на окружающую среду должно быть минимизировано.

Библиографический список

1. Баранова Н.В. Эколого-биологические особенности *Posthodiplostomum cuticola* и постодиплостомоз рыб в условиях Центрально-черноземной зоны (на примере Курской области): автореферат дис. канд. биол. наук: 03.02.11. Курск, 2012.

2. Калюжная Н.С., Калюжная И.Ю., Хоружая В.В. Опыт изучения состояния нерестилищ Верхнего плёса Цимлянского водохранилища с использованием ГИС // Мат. Межд. конф. «ИнтерКарто/ИнтерГИС». 2017. № 1(23).

3. Моисеев А. Бизнес против экологии. Чем опасна искусственно выращенная рыба // FORBES. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/362-305-biznes-protiv-ekologii-chem-opasna-iskusstvenno-vyrashchennaya-ryba>.

4. Поддубная И.В., Васильев А.А., Сучков В.В. Эффективность выращивания гибридов осетровых рыб с использованием в рационе биологически активных веществ // Аграрный научный журнал. 2022. № 2.

5. Семенова И.В. Аквакультура в структуре агропромышленного комплекса РФ: современное состояние правового регулирования // Сельское хозяйство. 2024. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/-akvakultura-v-strukture-agropromyshlennogo-kompleksa-rf-sovremen-noe-sostoyanie-pravovogo-regulirovaniya/viewer>.

А.А. Гандалипова

A.A. Gandalipova

Башкирский государственный
педагогический университет им. М. Акмуллы
Akmulla Bashkir State Pedagogical University

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СТРУКТУРУ И ФУНКЦИИ ЗАПОВЕДНЫХ ЭКОСИСТЕМ THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE STRUCTURE AND FUNCTIONS OF PROTECTED ECOSYSTEMS

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты влияния глобального изменения климата на структурную организацию и функциональные характеристики особо охраняемых природных территорий (ООПТ). На примере конкретных заповедников анализируются наблюдаемые и прогнозируемые изменения температурного режима, гидрологического цикла, видового состава и фенологических процессов. Подчеркивается необходимость усиления комплексного мониторинга и разработки адаптивных стратегий управления для сохранения биоразнообразия и экосистемных услуг в условиях меняющегося климата.

Ключевые слова: изменение климата, заповедные экосистемы, биоразнообразие, адаптация, мониторинг.

Abstract. The article examines the key aspects of the impact of global climate change on the structural organization and functional characteristics of specially protected natural areas. Using specific nature reserves as examples, it analyzes observed and projected changes in temperature regimes, hydrological cycles, species composition, and phenological processes. The necessity of enhancing comprehensive monitoring and developing adaptive management strategies to preserve biodiversity and ecosystem services in a changing climate is emphasized.

Key words: climate change, protected ecosystems, biodiversity, adaptation, monitoring.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ), созданные в качестве эталонов природы и рефугиумов биоразнообразия, перестали

быть изолированными от глобальных антропогенных воздействий. Наиболее масштабным из них является изменение климата, проявляющееся в долгосрочном росте средних температур, трансформации режима и интенсивности осадков, а также в учащении экстремальных метеорологических явлений. Эти процессы оказывают прямое и опосредованное влияние на фундаментальные основы заповедных экосистем: их видовую и пространственную структуру, а также на ключевые функции, такие как продуктивность, регуляция биогеохимических циклов и поддержание устойчивости.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью систематизации знаний о наблюдаемых эффектах и разработки научно обоснованных подходов к адаптивному управлению ООПТ в условиях нестабильного климата, что является критически важным для выполнения ими своих природоохранных миссий.

Методологической основой исследования послужили анализ и синтез данных из научных публикаций, посвященных климатическим изменениям на охраняемых территориях, а также материалов долгосрочного мониторинга – «Летописей природы» ряда заповедников России. Применялись методы сравнительного анализа для выявления общих трендов и специфики реакции различных типов экосистем (лесных, островных, горных) на изменение климатических параметров. Особое внимание уделялось работам, содержащим ряды наблюдений за последние 30–50 лет, что позволяет отследить динамику процессов.

Результаты анализа свидетельствуют о неоднозначном, но значительном воздействии климатических изменений на заповедные комплексы. Наблюдаемый тренд на потепление подтверждается данными с многих ООПТ. Например, в островных заповедниках Дальнего Востока (Командорский, Курильский) отмечается регионально специфичное усиление потепления в разные сезоны, что уже влечет за собой смещение фенологических дат у ряда видов [Иванов А.Н., Моисеев А.И., 2018]. В Европе, на примере заповедника Урбан-Огор, фиксируется изменение режима осадков и температур, приводящее к инвазии новых видов и нарушению сложившихся межвидовых взаимодействий [Urban-Ogor Reserve, 2025].

Эти изменения климатического базиса являются первичным драйвером трансформации структуры экосистем. В первую очередь это выражается в смещении ареалов видов, когда более теплолюбивые таксоны начинают осваивать новые территории, в том числе в границах

ООПТ, а холодоадаптированные виды испытывают давление и сокращают области обитания. Параллельно происходят фенологические сдвиги: более раннее наступление весенних событий (распускание листьев, прилет птиц, начало вегетации) и смещение осенних фаз.

Подобная десинхронизация может разрывать трофические связи, например, между периодами цветения растений и активностью опылителей. Учащение и интенсификация экстремальных явлений (волны жары, засухи, катастрофические осадки, штормовые ветра) становятся факторами прямого нарушения целостности экосистем, вызывая повышенную смертность организмов, повреждение древостоев и эрозию почв.

Трансформация структурных компонентов закономерно влечет за собой изменение функционирования экосистем. Процессы первичной продукции и деструкции органического вещества, лежащие в основе углеродного цикла, могут как интенсифицироваться, так и угнетаться в зависимости от локальных условий. Нарушение водного баланса, связанное с изменением соотношения осадков и испаряемости, влияет на продуктивность и видовой состав, особенно в болотных и приречных комплексах, которые играют ключевую роль в регуляции стока и качестве воды [Писарчук Н.М. и др., 2016].

Важнейшей функцией, находящейся под угрозой, является поддержание биоразнообразия. Климатический стресс, накладываясь на другие факторы (фрагментация ландшафта, инвазии), может снижать устойчивость экосистем, делая их более уязвимыми к нарушениям. Таким образом, сами ООПТ, являясь буфером против антропогенного пресса, требуют особых мер защиты от климатических воздействий.

Ответом на эти вызовы должна стать модернизация системы управления и мониторинга на ООПТ. Климатическая составляющая должна быть органично интегрирована в программы долгосрочных экологических наблюдений [Рыбак Е.А., 2021]. Это подразумевает не только стандартные метеонаблюдения, но и отслеживание биоиндикаторов (фенология, состояние популяций ключевых видов), а также применение методов дистанционного зондирования и ГИС-технологий для оценки динамики растительного покрова. Научные данные должны лечь в основу адаптивных стратегий управления. К ним можно отнести мероприятия в перемещении особо уязвимых видов, восстановление нарушенных естественных экологических

коридоров для облегчения миграций, активное управление пожарным режимом в условиях повышенной горимости, а также регулирование рекреационной нагрузки.

Принципиально важным является прогнозное моделирование сценариев развития экосистем при разных климатических траекториях, что позволит принимать упреждающие управленческие решения.

В заключение необходимо констатировать, что изменение климата выступает как мощный трансформирующий фактор для заповедных экосистем, ставя под вопрос сохранение их эталонного состояния в неизменном виде. Наблюдаемые изменения в структуре и функциях носят комплексный характер и требуют адекватного ответа со стороны научного и природоохранного сообщества. Стратегическими направлениями деятельности должны стать интенсификация комплексного мониторинга с акцентом на климатические реакции, углубление исследований механизмов адаптации, а также разработка и внедрение гибких управленческих планов, учитывающих климатическую изменчивость. Реализация этих мер, соответствующих общемировым подходам, изложенным в оценочных докладах МГЭИК [IPCC, 2022], позволит повысить устойчивость заповедной системы и выполнить ее основную задачу – сохранение биологического и ландшафтного разнообразия для будущих поколений в условиях антропоцена.

Библиографический список

1. Иванов А.Н., Моисеев А.И. Изменения климата островных заповедников Дальнего Востока и ответная реакция экосистем за последнее столетие // Биота и среда природных территорий. 2018. № 1.
2. Писарчук Н.М., Новенко Е.Ю., Козлов Д.Н., Шилов П.М. Влияние климатических изменений на лесные экосистемы и процессы заболачивания в Центрально-Лесном заповеднике // Проблемы экологии и географии. 2016.
3. Рыбак Е.А. Климатические исследования на ООПТ как неотъемлемая часть комплексного мониторинга // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 5.
4. IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment

Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

5. Изменение климата и будущие условия в заповеднике Урбан-Огор в Словении. 2025. URL: <https://vnz.si/blogs/news/>.

Е.А. Пивоварова, Т.Ф. Бочко
E.A. Pivovarova, T.F. Bochko
Кубанский государственный университет
Kuban State University

**ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ТЕРРИТОРИИ УЧЕБНО-НАУЧНОЙ БАЗЫ
ФГБОУ ВО «КубГУ» «ПОЛИГОН»
SOIL AND PLANT CHARACTERISTICS OF THE
EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC BASE «POLYGON»**

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного почвенно-растительного обследования территории учебно-научной базы «Полигон». На основе результатов полевых исследований, камерального изучения почв, геоботанического описания растительных сообществ дана их характеристика.

Ключевые слова: почвенно-растительная характеристика, учебно-научная база «Полигон», серые почвы, широколиственный лес.

Abstract. The article presents the results of a complex soil and plant survey of the area of the educational and scientific base «Polygon». Based on the results of field research, desk study of soils, geobotanical description of plant communities, their characteristics are given.

Key words: soil and plant characteristics, educational and scientific base «Polygon», grey soils, broadleaf forest.

Учебно-научная база ФГБОУ ВО «КубГУ» «Полигон» входит в состав баз полевых практик университета, расположена в Краснодарском крае в муниципальном округе г. Горячий Ключ в пос. Промысловый. Поселок расположен в центральной части края, на северных склонах западной части Главного Кавказского хребта, у рек Шкелюк и Апчас. Территория описываемого района относится к Западному Предкавказью, к геоморфологической провинции Большой Кавказ, которая в свою очередь включает геоморфологическую область высокие и средние горы на складчатых структурах. Рельеф пересечен неглубоко врезанными долинами рек и балками [Атлас..., 1996; Нагалецкий Э.Ю., Нагалецкий Ю.Я., Голубятникова Е.В., 2023].

Климат района умеренно-континентальный. Ведущая роль в его формировании принадлежит особенностям физико-географических

условий: близость Черного моря и Кавказских гор. Среднегодовая температура воздуха составляет $+10,6^{\circ}\text{C}$, средняя зимняя $+0,3^{\circ}\text{C}$, средняя летняя $+20,8^{\circ}\text{C}$. Самым теплым месяцем является июль со средней температурой воздуха $+21,5^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц – январь, средняя температура которого -1°C .

Среднегодовое количество выпадающих осадков составляет 911 мм. Осадки в течение года распределены неравномерно. Наибольшее количество осадков выпадает в период с ноября по февраль в виде дождя и снега. Снег выпадает во второй половине декабря, иногда в первой декаде ноября. Снежный покров обычно сходит к концу марта и бывает до 30–50 см [Агроклиматические..., 1975; Соляник Г.М., 2004].

В соответствии с почвенно-географическим районированием территория исследования относится к западной буроземно-лесной области, входит в широколиственно-лесную зону бурых лесных почв, Северо-Кавказскую провинцию бурых лесных, серых лесных, серых лесостепных почв [Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш., 2002].

Непосредственно в зоне учебно-научной базы «Полигон» почвенный покров представлен серыми лесными почвами различной видовой и родовой принадлежности. Серые лесные почвы относятся к южно-европейской фации. Они не промерзают, а почвенные процессы в них протекают в течение всего года. Основные почвообразующие процессы, следующие: лессиваж, выщелачивание солей за пределы почвенного профиля, накопление насыщенного фульватно-гуматного и гуматно-фульватного гумуса, оглинивание.

На территории обследования представлены два подтипа серых лесных почв: темно-серые и серые лесные почвы. Темно-серые лесные почвы характеризуются темно-серой окраской или черной окраской горизонта A_1 , отсутствием признаков лессивированности, рыхлым сложением, комковато-зернистой структурой. В нижних горизонтах оструктуренность ухудшается, становится крупно-ореховатой или глыбисто-ореховатой. Гумусовый слой часто превышает 25 см, содержание гумуса в этом слое около 3–4 % и более.

Гумусово-элювиальный горизонт серых лесных почв менее гумусирован, имеет меньшую мощность и ясные признаки лессивированности. Мощность гумусового слоя составляет 15–25 см. Содержание гумуса в нем равно примерно 2–3 %. Часто лессивирование начинается с поверхности. Структура горизонта А

зернисто-комковатая или листовато-комковатая, менее прочная, в горизонте В – комковато-ореховатая. В составе гумуса серых лесных почв отношение $C_{гк}:C_{фк}$ около 1,0. Реакция среды солевой вытяжки у темно-серых лесных возрастает от рН 5,5 в горизонте А до 6,3 в почвообразующей породе, у серых лесных почв от рН 5,0 до 5,8 [Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш., 2002].

В районе исследования были заложены и изучены 2 почвенных разреза, составлены их морфологические описания. Морфологическое описание серой лесной среднемошной среднегумусной среднесуглинистой почвы на элювии-делювии осадочных пород (рис. 1).



Рис. 1. Серая лесная среднемошная среднегумусная среднесуглинистая почва на элювии-делювии осадочных пород

Местоположение: Краснодарский край, муниципальный округ г. Горячий Ключ, 1,5 км на юго-запад от учебно-научной базы ФГБОУ ВО «КубГУ» «Полигон».

Координаты: 44°31'08,189" с. ш. 39°17'42,953" в. д.

Высота над уровнем моря: 194 м

Рельеф: склон в юго-восточной экспозиции, угол уклона 30°.

Растительность: широколиственный лес, лесообразующие породы: дуб черешчатый, граб, грабинник, встречаются клены (полевой, татарский); подрост: клён, граб, боярышник; травяной покров практически отсутствует, обильны лианы; сомкнутость крон 70 %.

A₀ (0–3 см) – серовато-светло-бурый, свежий, состоит из опада различной степени разложения.

A₀A₁ (3–5 см) – темно-серый, влажный, порошистый, неплотный, тонкопористый, слабо пронизан корнями травянистых растений.

A₁ (6–29 см) – буровато-серый, влажный, плотный, комковато-зернистый, тонкопористый, имеются темно-серые затеки гумусовых соединений вышележащего слоя, пронизан корнями древесных пород, червороины, корневина диаметром 6 см, среднесуглинистый, не вскипает от HCl.

AB (29–35 см) – серовато-бурый, влажный, плотный, комковато-зернистый, тонкопористый, корни древесных растений, червороины, корневина, граница неровная с затеками гумусовых соединений, среднесуглинистый, не вскипает от HCl.

B (35–70 см) – буровато-светло-охристый, влажный, плотный, комковато-глыбистый, тонкопористый, затеки гумусовых соединений, корни древесных растений, продолжение корневины 4 см, глинистый, очень слабо вскипает от HCl.

BC (70–81 см) – светло-бурый, сизые пятна, влажный, тонкопористый, плотный, нож входит с трудом, корни древесных пород, обильно охристо-серые пятна, нижняя граница волнистая, глинистый, очень слабо вскипает от HCl.

C (81–117 см) – неоднородный по окраске и составу с неявно выраженной слоистостью, сизо-бурый со светло-серыми включениям породы и темно-коричневыми включениям преобразованных органических остатков, плотный, слабовыраженная комковато-мелко-глыбистая структура, тонкопористый, влажный, встречаются единичные корни древесных пород (единичные), включения породы 1–3 мм, тонкодисперсные включения органических остатков, глинистый, бурно вскипает от HCl.

Морфологическое описание серой вторично-луговой среднемошной среднегумусной тяжелосуглинистой почвы на элювии карбонатных пород (Рис. 2).

Местоположение: Краснодарский край, муниципальный округ г. Горячий Ключ, 700 м на север от учебно-научной базы ФГБОУ ВО «КубГУ» «Полигон».

Координаты: 44°34' 22,058" с. ш. 39°19' 3,865" в. д.

Высота над уровнем моря: 172 м

Рельеф: склон юго-восточной экспозиции, угол уклона 5°.

Растительность: послелесный разнотравно-злаковый луг; пырейно-бобовое сообщество, преобладают чина луговая, горошек мышиный, девясил высокий, пырей ползучий, единичные плодовые деревья.



Рис. 2. Серая вторично-луговая среднемошная среднегумусная тяжелосуглинистая почва на элювии карбонатных пород

A_0 (0–2 см) – степной войлок, серо-бежевый, сухой, состоит из опада травянистых растений разной степени разложения, преобладают слаборазложившиеся остатки.

A_1 (2–30 см) – буровато-темно-серый, свежий, плотный, комковато-ореховатый, тонкопористый, тяжелосуглинистый, в верхней части обильно пронизан живыми корнями растений, с глубиной их количество убывает, встречаются червoroины, тяжелосуглинистый, не вскипает от HCl .

AB (30–37 см) – серо-бурый, неоднородный по окраске с охристыми пятнами окислов Fe^{3+} , плотный, влажный, тонкопористый, тяжелосуглинистый, обильные железистые конкреции, слабо пронизан живыми корнями растений, встречаются червoroины, слабо вскипает от HCl .

B (37–45 см) – светло-бурый, плотный, влажный, бесструктурный, тонкопористый, тяжелосуглинистый, встречаются единичные корни и червoroины.

Зональным типом растительности района обследования являются горные широколиственные леса. Серые лесные почвы образуются под широколиственными дубовыми лесами (Рис. 3) с примесью клена

полевого (*Acer campestre*), граба обыкновенного (*Carpinus betulus*), ясеня высокого (*Fraxinus excelsior*).



Рис. 3. Дуб черешчатый (*Quercus robur*)

В подлеске часто встречаются боярышник однопестичный (*Crataegus monogyna*), лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) (Рис. 4), кизил мужской (*Cornus mas*), ежевика сизая (*Rubus caesius*).



а)



б)

Рис. 4. Растительность подлеска: а) боярышник однопестичный (*Crataegus monogyna*); б) лещина обыкновенная (*Corylus avellana*)

Также присутствуют остатки садов, представленные такими дикорастущими деревьями, как лесная яблоня (*Malus sylvestris*), груша обыкновенная (*Pyrus communis*) и вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris*).

Травянистый покров представлен разнотравно-луговой растительностью: клевер луговой (*Trifolium pratense*), пупавка красильная (*Anthemis tinctoria*), подорожник большой (*Plantago major*), белокопытник гибридный (*Petasites hybridus*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), чина луговая (*Lathyrus pratensis*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), девясил высокий (*Inula helenium*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*).

Проведённое комплексное почвенно-растительное обследование территории учебно-научной базы «Полигон» позволило получить актуальные характеристики почвенного и растительного покрова района исследования. Результаты обследования дополняют и уточняют имевшиеся ранее сведения о природных условиях объекта исследования.

Библиографический список

1. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края / Под ред. З.М. Русеева, Ш.Ш. Народецкая. Л., 1975.
2. Атлас «Краснодарский край. Республика Адыгея», Минск, 1996.
3. Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Почвы Юга России: классификация и диагностика. Ростов н/Д., 2002.
4. Нагалецкий Э.Ю., Нагалецкий Ю.Я., Голубятникова Е.В. Физическая география Краснодарского края. Краснодар, 2023.
5. Соляник Г.М. Почвы Краснодарского края. Краснодар, 2004.

У.У. Рахимов
U.U. Rakhimov

Каршинский государственный технический университет
Karshi State Technical University

**ОПЛОДОТВОРЕНИЕ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ,
ОТНОСЯЩИХСЯ К СЕМЕЙСТВУ AMARANTHACEAE JUSS, В
УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРИЙ
КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ**
**FERTILIZATION OF SEEDS OF SOME PLANTS BELONGING
TO THE AMARANTHACEAE JUSS FAMILY IN THE
CONDITIONS OF THE HILLS OF KASHKADARYA REGION**

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований качества посадки, лабораторной и полевой всхожести семян пустынных кормовых растений.

Ключевые слова: пастбища, продуктивность, деградация, кормовые растения, фиторемедиация, сорта, семена, всхожесть.

Abstract. This article presents the results of studies on planting quality, laboratory and field germination of seeds of desert forage plants.

Key words: pastures, productivity, degradation, forage plants, phytoremediation, cultivars, seeds, germination.

Kashkadarya of the region Qamashi and Guzor districts pastures mountain took half desert , that is hill pastures to himself special plant cover have and pastures productivity different in years to be precipitation quantity and spring of the season warm or cool to come looking sharp changed stands Especially the next one in years often repeated coming arid years as a result pasture in animal husbandry food shortage strengthened , field efficiency own negative effect is holding Meadows plant cover basis grass harvest doer ephemera and ephemerooids organize so they relatively short in term own vegetation finish and write to the season come pasture food shortage surface will come Therefore, it is an urgent task to establish multi-component high-yield pasture agrophytocenoses in the region, in which it is appropriate to widely use high-yield desert nutritious plant varieties created in our country.

The purpose of the research is to study the quality indicators of seeds of desert edible plant species, their laboratory and field performance under local conditions. The results of this research will be of practical importance

in determining the criteria of seed consumption in the establishment of pasture agrophytocenoses.

The sources of the study are hill pastures of Qamashi and Guzor districts, desert nutritious plant species: black saxophone – *Haloxylon aphyllum* – «Nortuya», izen – *Kochia prostrata* – «Otavniy», chogon – *Halothamnus subaphyllus* – «Jaykhun» and teresken – *Ceratoides ewersmanniana* – «Tulkin» varieties were served.

Research methods. In carrying out research, we used generally accepted methods in seed science (Leurda, Belskikh, 1974), «Methodological recommendations for the introduction and selection of desert nutritious plants» [Rabbimov A., Khamraeva G.U., 2016] and B.A. Dospehov in the biostatistical analysis of the obtained data [Dospehov B.A., 1979], «Metodika polevogo opyta» techniques were used.

Analysis of research results. Purity of seeds. Nutritious species adapted to grow in the unfavorable climatic conditions of the desert region have unique characteristics of seed formation, and stress factors such as atmospheric and soil dryness, high solar insolation, low relative humidity have a negative effect on the flowering and seed formation processes of plants, and this situation results in relatively low seed quality. causes it to happen. In seed science, the most important features indicating the quality of seeds are purity of seeds, absolute mass of 1 000 grains of seeds, and their fertility indicators in laboratory conditions.

Table 1

Purity of plant species, %

Species and varieties	Purity of seeds, %				
	2020	2021	2022	2023	Average in 4 years
<i>Haloxylon aphyllum</i> – «Nortuya»	46,0	54,0	52,0	43,0	48,7±2,5
<i>Halothamnus subaphyllus</i> – «Jaykhun»	52,0	52,0	42,0	26,6	43,1±5,9
<i>Kochia prostrata</i> – «Otavniy»	40,0	32,0	32,0	29,4	33,3±2,3
<i>Ceratoides ewersmanniana</i> – «Tulkin»	36,0	26,0	34,0	22,5	29,6±3,2

The level of economic suitability of seeds is determined, and then the amount of seeds used per hectare is determined. In conventional (hand-powered) seed harvesting technology, seed purity was found to vary between species from 22,5 % to 54,0 % (tabl. 1). It was observed that the purity of the seeds produced in the extremely dry year 2023 was

significantly lower than the purity of the seeds produced in other years. In this case, an increase in the weight of the fraction of flower buds in the dry state, which did not develop to the formation of seeds, was observed in the seed samples. On average, in 4 years, the purity of the seeds of the «Nortuya» variety of the black saxophone was 48,7 %, in the «Jayhun» variety – 43,1 %, in the «Otavnyy» variety of the izen – 33,3 %, and in the «Tolkin» variety – 29,6 %. % was determined. Analyzing the data in the table, it can be said that the purity of the seeds can vary depending on the climate characteristics that occur in different years.

1 000 dona seeds massi. The 1 000-donasi mass of the tribes is one of the defining indicators of the tribe's characteristics. The availability of information in the scientific literature [Balyan G.A., 1972], the large tribes are divided into forests, the vitality of the species obtained from them and the usefulness of plants are shown (tabl. 2).

Table 2

Desert edible plant varieties tribes 1 000-grain weight, g
Kamashi Experimental Field, 2020–2023, 2-spear

Tours	2020	2021	2022	2023	4 years old
<i>Haloxylon aphyllum</i> – «Nortuya»	3,45	3,5	3,6	3,7	3,56
<i>Halothamnus subaphyllus</i> – «Jaykhun»	16,9	16,8	14,7	14,3	15,6
<i>Kochia prostrata</i> – «Otavniy»	2,05	2,4	2,2	1,83	2,12
<i>Ceratoides ewersmanniana</i> – «Tulkin»	6,34	7,0	7,5	6,8	6,91

According to the information of V. Yu. Shegay (1978), who conducted special research in this direction, the diameter of the ice is 1,5–2.5 mm; Fertilization of the 2,5–3,0 mm and 3–4 mm seed fractions was a convincing difference in turfgrass development and plant productivity, with laboratory and field fertility of large seeds up to 2,5 times that of small seeds, and plant productivity of 1,3–1 It was found to be up to 6 times higher. As can be seen from the data in the table, the mass of 1 000 grains of seeds is specific for each type of plant, and this indicator may vary to some extent depending on the climatic characteristics that occur in different years. This can be clearly observed in the seeds of Izen and Teresken varieties, the mass of 1 000 grains of seeds produced in the dry year 2023 is significantly lower than in previous years.

Field germination of seeds is directly related to external environmental conditions and varies depending on climatic features that occur in different

years. There are data that field germination of seeds of desert nutritious plant species can vary from 0,5 % to 25,0 % in different years [Shamsutdinov Z.Sh., 1975]. In the study of the field fertility of seeds, we conducted special field experiments in the experimental fields of Guzor and Qamashi districts at the optimal time of sowing seeds. In the experiments, we sowed 100 seeds from the seeds of each species in 3 repetitions and determined the number of grasses that sprouted in the spring [Abaturov B.D., 2006]. The data obtained from the experiments are presented in table 3. As can be seen from the data in the table, the field fertility of seeds was different in the years of the study, depending on the climatic conditions that occurred in different years, it varied from 10,6 % to 30,6 % in Qamashi district, and from 7,6 % to 25,3 % in Guzor district. In all types and varieties, the lowest fertility was observed in 2023, the highest fertility (16,0 %) was observed in the teresken «Tolkin» variety in Qamashi district, and this variety was also observed in Guzor district (10,6 %).

Table 3

Fertility of seeds of species and varieties of desert food plants under field conditions, %

Kamashi and Guzor experimental fields, 2021–2023

Tours	Kamashi			Guzar		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
«Otavniy»	26,3±3,2	22,6±2,7	14,3±2,7	17,3±2,3	18,0±1,1	9,0±1,5
«Jaykhun»	19,3±2,0	26,0±3,5	10,6±1,2	17,0±0,6	18,0±2,3	8,6±2,1
«Tulkin»	30,6±3,4	29,3±3,6	16,0±1,1	21,0±1,7	25,3±2,3	10,6±0,9
«Nortuya»	25,0±2,1	26,6±2,9	12,3±3,0	19,6±1,7	20,0±2,3	7,6±1,2

Relatively high results of field fertility of seeds in Qamashi district can be explained by the relatively higher amount of precipitation in this area compared to Guzor district.

The desert is nutritious varieties of plant species purity of seeds is relatively low (29,6–48,7 %), which can be explained by the formation of seeds in the extreme conditions of the desert. The seeds of these plant species are small seeds can be introduced (mass of 1 000 seeds is 2,12–15,6 g). The field fertility of the seeds is also relatively low and can vary from 7,6 % to 30,6 % in different varieties, depending on the climate characteristics that occur in different years.

References

1. Abaturov B.D. Pasture type functioning of steppe and desert ecosystems. Achievements of Modern Biology. 2006.
2. Balyan G.A. Prutnyak prostertyy and its culture in Kyrgyzstan. Kyrgyzstan, 1972.
3. Dospekhov B.A. Field experience methodology. M., 1979.
4. Rabimov A., Khamraeva G.U. Methodological recommendations for the introduction and selection of desert food plants. Samarkand, 2016.
5. Shamsutdinov Z.Sh. Creation of long-term pastures in arid zones of Central Asia. Tashkent, 1975.

И.В. Руденко

I.V. Rudenko

Российский университет дружбы народов
Peoples' Friendship University of Russia

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ INATURALIST
ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ
БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
USING THE INATURALIST PLATFORM TO PLAN AND
CONDUCT BOTANICAL RESEARCH**

Аннотация. Освещаются методические особенности проведения полевых исследований с использованием платформы iNaturalist, сформулированные на основе личного опыта автора и апробированные на протяжении 2022–2025 гг. Акцентируется внимание на положительных аспектах использования online-ресурса для увеличения скорости и эффективности выполнения работы, повышения охвата территории и качества собираемых данных. Общедоступность получаемой информации позволяет наладить диалог с учеными всего мира, повысить точность определения и ускорить введение в научный оборот новых данных о распространении живых организмов.

Ключевые слова: флора. биоразнообразие. география растений. GBIF. iNaturalist.

Abstract. The paper outlines a methodology for field studies based on the iNaturalist platform, developed from the author's first-hand experience and validated from 2022 through 2025. It focuses on the resource's benefits for boosting the pace and productivity of research, enabling more extensive area surveys, and ensuring higher-quality data collection. By making information publicly available, the platform promotes engagement with the international scientific community, leads to more precise species determinations, and allows for the rapid integration of new biodiversity data into science.

Key words: flora. biodiversity. plant geography. GBIF. iNaturalist.

Развитие человеческой цивилизации неизменно сопровождается увеличением численности населения, урбанизацией, ростом промышленности и антропогенной трансформацией всё большего количества территорий. Итогом такого прессинга на естественные экосистемы является сокращение биоразнообразия – проблема,

приобретающая глобальный характер. Но есть и положительное влияние такого развития: вслед за научно-технической революцией происходит трансформация фундаментальной биологии. Появляются новые технологические платформы, цифровые инструменты, которые не только облегчают проведение мониторинговых исследований, но и делают более доступным глобальный анализ состояния компонентов экосистем.

Самой крупной такой платформой, объединяющей в качестве единой точки доступа наблюдения с более чем 50 000 баз данных (таких как цифровые гербарии, online-определители с использованием искусственного интеллекта и др. массивы электронных данных о биоразнообразии), является Global Biodiversity Information Facility (GBIF) [Global..., 2025]. Например, за десятилетний период (2011-2021 гг.) в GBIF сделано 60 % записей по точкам встреч живых организмов Земли [Серёгин А.П., 2021]. По состоянию на 14.12.2025 система предоставляет информацию, основанную на 3,569 млрд наблюдений. На третьем месте по количеству поставляемых в GBIF данных после Cornell Lab of Ornithology и UAR PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD), Paris находится ставшая популярной в последнее время в России платформа iNaturalist [iNaturalist..., 2025], на текущий момент передавшая данные о 135 405 305 наблюдениях, из которых 79 615 585 находок животных, 51 653 812 находок растений, 3 873 474 находок грибов. Целью данной работы является анализ и систематизация методических особенностей применения платформы iNaturalist на двух ключевых этапах: планирования полевых исследований и обработки полученных экспедиционных данных.

Платформа iNaturalist изначально создавалась как магистерский проект студентов Калифорнийского университета в Беркли (University of California, Berkeley), а сейчас представляет собой, по сути, ботаническую «социальную сеть», в которой реализуется не только накопление и систематизация наблюдений, но и происходит прямой контакт между натуралистами и учёными со всего мира. Поскольку основу пользователей iNaturalist составляют любители (непрофессиональные биологи), формируется отдельная сфера научной деятельности, именуемая «citizen science», или «гражданская наука» [Bonney R. et al., 2009]. Гражданская наука, в первую очередь, спонсирует учёных большим количеством новых данных, в результате обработки и осмысления которых происходит получение научных

знаний. Таким образом, гражданская наука не заменяет профессиональную науку, а дополняет её [Серёгин А.П. и др., 2020].

При проведении полевых исследований платформа iNaturalist позволяет ускорить процесс сбора первичных данных и увеличить объём выполненных работ, что особенно актуально при исследовании растений в контексте фенологической сжатости полевого сезона. Главным лимитирующим фактором ботанических исследований выступает сбор и первичное документирование гербарных образцов. При стандартной гербаризации требуется подробно описать не только местообитание и численность, но и географические координаты, высоту, указать дату и номер сбора, экспозицию склона и др. Использование фотографии с выгрузкой в iNaturalist позволяет ограничиться записью лишь номера гербарного сбора и указанием базовых примечаний (например, данных о численности). Остальную информацию можно получить при обработке выгруженных на платформу фотоматериалов, выполненных с помощью фотоаппарата или телефона. Для массового фотографирования удобно использовать мобильный телефон, а для фиксации редких видов – фотоаппарат, даже если он без встроенного GPS-навигатора (при дублировании фотографий на телефон и первичной выгрузке наблюдения с мобильного устройства координаты автоматически добавляются на платформу, а более качественные материалы можно догрузить с фотоаппарата в уже созданное наблюдение). Дата, время и координаты автоматически привязываются к наблюдению. Сбой GPS-навигации в конкретных фотографиях (отсутствие, неверное указание координат или слишком большой диапазон точности геопривязки) легко устраняется за счёт выгрузки соседней фотографии в качестве основной (для экспорта координат с последующим удалением фотографии перед добавлением наблюдения) или же введением геопривязки вручную (по времени наблюдения легко вычисляется примерное местоположение). Такой механизм ускоряет процесс геоботанического описания пробных площадок и сбора других ботанических сведений примерно в 2-3 раза. Помимо этого, фотографирование позволяет получить более полную информацию о пространственном распространении видов в рамках маршрута, которые легко определяются по фотографиям. При этом нет необходимости отбирать большое количество гербарных образцов и записывать координаты каждого местонахождения, достаточно «на ходу» сделать фотографию. Помимо быстрой фокусировки и

фотографирования, ещё одним плюсом использования телефона для работы является возможность выгрузки находок в дороге после маршрута. Таким образом, в горно-предгорной зоне за световой день удаётся охватить маршрут до 30 км, а выгрузка данных занимает от получаса (при автоматической выгрузке по 100 фотографий) до нескольких часов (при выгрузке каждого наблюдения вручную).

Чтобы наблюдение было доступно для экспортирования в GBIF, оно должно приобрести «Исследовательский уровень». Для этого должны соблюдаться формальные требования: наличие даты; наличие координат (с диапазоном точности геопривязки); должны быть сфотографированы дикие организмы (для животных могут быть записаны аудиофайлы). После выгрузки наблюдения становятся видны экспертам. При наличии минимум двух подтверждений видовой принадлежности (или более крупных таксономических единиц с дополнительным указанием, что по представленным фотографиям точнее определить невозможно) наблюдение экспортируется в GBIF, при условии, что автором выбрана свободная лицензия (CC0, CC-BY или CC-BY-NC) [Серёгин А.П. и др., 2020].

Особенностью платформы iNaturalist является использование самообучающегося искусственного интеллекта (ИИ), предлагающего наиболее подходящие виды по внешнему облику и распространению в качестве подсказки [Серёгин А.П. и др., 2020]. Важно отметить, что чем больше верифицированных (подтверждённых экспертами) фотографий выгружено на платформу, тем выше точность идентификаций ИИ: чтобы вид начал распознаваться, необходимо не менее 100 фотографий и 60 наблюдений «Исследовательского уровня», сделанных на несколько устройств. Например, ещё в 2023 г. тот же *Tanacetum poteriifolium* (Ledeb. ex Nordm.) Grierson, типичный для Черноморского побережья вид, не распознавался искусственным интеллектом, а по состоянию на 14.12.2025 в iNaturalist выгружено 339 наблюдений исследовательского уровня (из которых 55 выполнены автором). Это стало возможно в том числе благодаря проекту «Копилка флоры России» в рамках проекта «Флора России», в котором обновляется информация о видах, не узнаваемых ИИ, но наиболее приближенных к преодолению минимальных требований (при проведении исследований автором такие виды больше фотографируются для обучения системы распознавания). Таким образом, использование самообучаемого искусственного интеллекта позволяет и натуралистам без отклика экспертов первично определить

видовую принадлежность (для большинства регионов России точность превышает 95 % [Серёгин А.П., 2020]), и экспертам по отдельным группам растений помочь с помощью фильтров легче найти наблюдения определённых видов, родов, семейств для подтверждения или опровержения.

Помимо этого, iNaturalist обладает удобной системой обработки полученных полевых исследований. Верифицированные данные обо всех находках растений в России объединяются в проекте «Флора России», а также 85 региональных проектах. Благодаря фильтрам можно не только получить информацию о пространственном распространении любой таксономической группы (подвида, вида, рода и др.), но и проанализировать данные о периоде вегетации, чужеродных видах, выявить охраняемые таксоны (например, включённые в Красную книгу Российской Федерации, региональные красные книги) и т.д. Также платформа позволяет создавать собственные проекты с произвольными границами, в которые включаются объединённые по любому критерию наблюдения. Для создания достаточно загрузить контур границы в виде kml-файла, выбрать таксономические группы и категории верификации.

Большим плюсом общедоступности выгружаемых данных является возможность использования в online-формате информации о новых находках всеми пользователями платформы, причём выгрузка фотографий в общий доступ сохраняет авторское право (при соблюдении, конечно, принципов научной этики). Например, в 2023 году автором совместно с Крыленко В.В. на г. Западный Ачешбок впервые для Северо-Западного Кавказа была обнаружена популяция *Diarthron caucasicum* (Pobed.) Kit Tan, на что Д.С. Шильниковым оставлена соответствующая ссылка в издании Красной книги Российской Федерации (2024) [Красная..., 2024]. В том же 2023 г. на острове Кунашир (Сахалинская область) автором статьи был сфотографирован включённый в Красную книгу РФ (2024) можжевельник *Juniperus chinensis* var. *sargentii* A. Henry с нетипичным морфологическим строением: на одной ветви сформировались одновременно игольчатые и чешуйчатые листья. Специалист по хвойным растениям С.Ж. Earle (США) использовал эти фотографии с указанием авторства для иллюстрации видового очерка в авторитетной базе данных о голосеменных [The Gymnosperm ..., 2025].

Помимо очевидных плюсов, стоит отметить и обратную сторону размещения в свободном доступе информации о пространственном

распространении, в первую очередь, редких и охраняемых таксонов: недобросовестные пользователи могут использовать данные с платформы для выявления и последующего незаконного сбора (браконьерства) редких видов (например, в Краснодарском крае у орхидных выкапывают корневища). Но эта проблема успешно нивелируется настройками приватности, позволяющими скрывать точные координаты редких видов. Для некоторых наиболее уязвимых таксонов (например, *Asphodeline tenuior* (Fisch. ex M.Bieb.) Ledeb.) координаты скрываются автоматически, местообитание указывается произвольное в радиусе нескольких километров, а также скрывается дата и время наблюдения (остаётся только месяц). В случаях, когда система не скрыла координаты редкого вида автоматически, это можно сделать вручную (при необходимости – оставить доступ определённым проектам на усмотрение автора наблюдения).

Таким образом, использование платформы iNaturalist для полевых исследований позволяет увеличить скорость и эффективность выполнения работы, охват территории и качество собираемой информации. Общедоступность получаемых данных позволяет наладить диалог с учеными всего мира, повысить точность определения и ускорить введение в научный оборот новых данных о распространении и особенностях живых организмов.

Библиографический список

1. Bonney R., Cooper C.B., Dickinson J., Kelling S., Phillips T. et al., 2009. Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy // BioScience. Vol. 59, № 11.
2. GBIF. *Hypopitys monotropa* Crantz.
URL: www.gbif.org/species/2888342.
3. iNaturalist. URL: <https://www.inaturalist.org>.
4. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Д.В. Гельтман. М., 2024.
5. «Флора России» на платформе iNaturalist: большие данные о биоразнообразии большой страны / Серегин А.П., Бочков Д.А., Шнер Ю.В. и др. // Журнал общей биологии. 2020. Т. 81, № 3.
6. Серегин А.П. «Флора России» на inaturalist: вклад в документацию флоры степных регионов России // Степи Северной Евразии. Оренбург, 2021.
7. The Gymnosperm Database: Conifers and allied lineages.
URL: <https://www.conifers.org/zz/gymnosperms.php>.

И.В. Руденко¹, Н.А. Пикалова²

I.V. Rudenko¹, N.A. Pikalova²

¹ **Российский университет дружбы народов**

² **Кубанский государственный университет**

¹ **Peoples' Friendship University of Russia**

² **Kuban State University**

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ *HELLEBORUS ORIENTALIS* LAM. В
КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ
DISTRIBUTION OF *HELLEBORUS ORIENTALIS* LAM. IN THE
KRASNODAR REGION**

Аннотация. Актуализируется информация о произрастании охраняемого *Helleborus orientalis* Lam. в Краснодарском крае, региональная популяция которого самая крупная на Кавказе. Несмотря на то, что основным лимитирующим фактором остаётся антропогенная нагрузка (сбор цветов на букеты и выкапывание корневищ в лекарственных целях), состояние вида в регионе оценивается как стабильное. Это подтверждается выявлением новых крупных локальных популяций на территориях с низкой рекреационной нагрузкой (в Лабинском и Отрадненском районах). Данные могут быть использованы для дополнения информации об охраняемом виде в новом издании региональной Красной книги.

Ключевые слова: *Helleborus orientalis*, Красная книга, редкие виды Краснодарский край, Скалистый хребет, Пастбищный хребет

Abstract. Data on the distribution of the protected *Helleborus orientalis* Lam. in the Krasnodar Region are being updated, as its regional population is the largest in the Caucasus. Although the main limiting factor remains anthropogenic pressure (collection of flowers for bouquets and digging up of rhizomes for medicinal purposes), the species' status in the region is assessed as stable. This is confirmed by the discovery of new, large local populations in areas with low recreational impact (in the Labinsky and Otradnensky districts). This data can be used to supplement information on the protected species in the new edition of the regional Red Book.

Key words: *Helleborus orientalis*. Red Book. Rare species. Krasnodar Region. Skalisty Range. Pastbishchny Range.

Helleborus orientalis Lam. 1789 [*Helleborus caucasicus* A. Braun 1853] – морозник (зимовник) восточный (морозник кавказский):

многолетнее короткокорневищное травянистое растение высотой до 50 см (рис. 1). Прикорневые листья тёмно-зелёные, кожистые, зимующие. Цветки крупные, до 6 см в диаметре, листочки околоцветника лепестковидные, зеленоватые или кремовые, остаются при плодах [Красная книга..., 2024]. Плод – многолистовка, образованная кожистыми листовками с длинным носиком [Красная книга..., 2013]. Цветёт с февраля по март, размножается вегетативно и семенами. Крптофит, мезофит, произрастает в светлых лиственных и смешанных сообществах и на опушках от нижнего до верхнего горного пояса [Красная книга..., 2017].



Рис. 1. Надземные генеративные и вегетативные органы *Helleborus orientalis*, Краснодарский край, Туапсинский район, окрестности посёлка Ольгинка

H. orientalis описан для Закавказья. Общий ареал охватывает Грецию и Юго-Западную Азию (север Турции, север Ирана, Кавказ) [Конспект..., 2008; Красная книга..., 2017]. На территории Российской Федерации произрастает и охраняется во всех регионах Кавказа - от Дагестана до Краснодарского края (9 субъектов). Главным лимитирующим фактором является сбор цветов на букеты и выкапывание корневища в лекарственных целях.

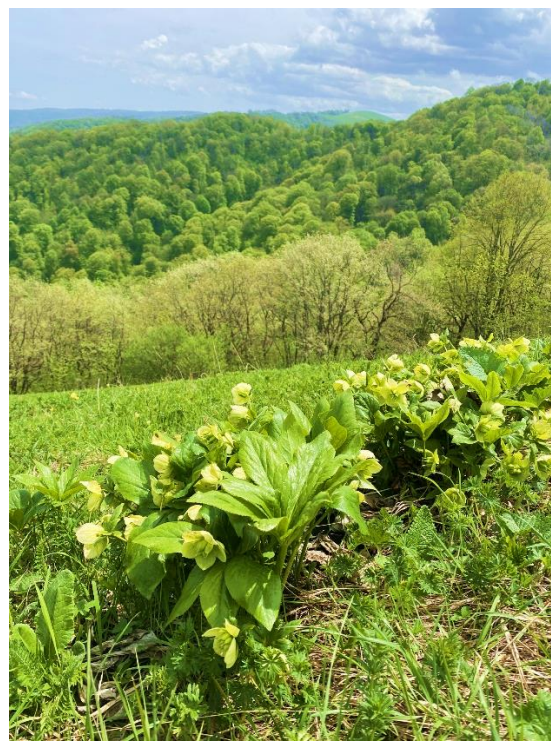
Основной ареал вида приходится на Краснодарский край и Республику Адыгея. Он произрастает в лесных сообществах, где способен образовывать практически монодоминантный подлесок, а также на лугах, где приурочен к скальным останцам, одиночным деревьям или кустарникам и увлажнённым склонам. От Карачаево-Черкесской Республики до Республики Дагестан встречается спорадично, небольшими группами, популяции зачастую изолированы.

По данным Красной книги, вид произрастает в окрестностях г. Новороссийска, от пос. Джубга до г. Туапсе, в окрестностях г. Сочи, а также в окрестностях г. Горячий Ключ, восточной части Северского р-на, Апшеронском (пос. Мезмай и Гуамское ущелье) и Мостовском (хр. Герпегем и Капустина балка) р-нах [Красная книга..., 2017]. Согласно нашим исследованиям, проведённым с 2022 по 2025 гг. в основном в горно-предгорной зоне, *H. orientalis* распространён значительно шире. Популяции на юго-востоке региона многочисленные и полночленные, вид встречается не только в лесной зоне, где часто выступает в роли доминанта подлеска (рис. 2), но и в составе луговых сообществ, на опушках и в антропогенно трансформированных ландшафтах. Например, в Мостовском р-не, в окрестностях х. Кизинка, на используемых под выпас коров лугах часто встречается совместно с шиповником (использует шиповник для защиты от поедания крупным рогатым скотом).

Для сбора информации о пространственном положении локальных популяций использовалась платформа iNaturalist, куда в формате наблюдений выгружались все выявленные местообитания (www.inaturalist.org/observations/). Поскольку для морозника характерны тёмно-зелёные, зимующие листья легко различимой формы, это растение часто выступает основным видом для маркировки маршрута при проведении полевых исследований. Практика использования дикорастущего *H. orientalis* для составления «ботанического трека» привела к тому, что вид стал самым фиксируемым растением в проекте «Флора России» для Краснодарского края на платформе iNaturalist (по данным на 13.12.2025 г. – 928 подтверждённых наблюдений «Исследовательского уровня», из которых 212 наблюдений выгружено авторами статьи).



а



б

Рис. 2. *Helleborus orientalis* на Западном Кавказе:

- а) буково-грабовое сообщество, подлесок, Отрадненский район, Пастбищный хребет, окрестности хутора Ильич;
- б) луговое сообщество, Мостовской район, восточный склон хр. Шахан

Согласно полученным результатам, вид широко распространён в лесных сообществах Крымского и Абинского р-нов вплоть до с. Кабардинка. Также отмечена высокая плотность популяции и практически сплошной ареал от пос. Джубга до г. Сочи вдоль Черноморского побережья (в Сочи обычен вплоть до пос. Красная поляна). Зафиксированы крупные популяции на востоке Северского р-на, в окрестностях г. Горячий Ключ, от Хадыженска до Туапсе, а также на юге Апшеронского р-на, в окрестностях пос. Мезмай и пос. Отдалённый (каждая отмеченная локальная популяция насчитывает более 1000 особей). В юго-восточной части Краснодарского края обычен на Пастбищном, Скалистом и Передовом хребтах в Мостовском р-не (в окрестностях ст-цы Баракаевская, х. Кизинка [Пикалова Н.А. и др., 2023], пос. Никитино, пос. Псебай), где часто отмечается в составе луговых сообществ под скальными останцами и одиночными деревьями. Также образует почти монодоминантный подлесок в лесных биогеоценозах на юге Лабинского (ст-ца Ахметовская, с. Горное) и Отрадненского (х. Ильич) районов [iNaturalist, 2025] (рис. 3).



Рис. 3. Распространение *Helleborus orientalis* в Краснодарском крае: зелёной заливкой отмечены районы, для которых местонахождения указаны в Красной книге Краснодарского края; красной обводкой показаны районы, для которых приводятся новые места произрастания

В результате проведённых исследований дополнен ареал охраняемого в Краснодарском крае *Helleborus orientalis*. Региональная популяция – самая крупная на Кавказе. Несмотря на то, что основным лимитирующим фактором остаётся антропогенная нагрузка (сбор цветов на букеты и выкапывание корневищ в лекарственных целях), состояние вида в регионе оценивается как стабильное. Это подтверждается выявлением новых крупных локальных популяций на территориях с низкой рекреационной нагрузкой (в Лабинском и Отрадненском р-нах). Данные могут быть использованы для дополнения информации об охраняемом виде в новом издании региональной красной книги.

Библиографический список

1. Конспект флоры Кавказа: в 3 т. / А.Л. Тахтаджян и др. СПб.; М. 2008. Т. 3, ч. 1.:
2. Красная книга Карачаево-Черкесской Республики. Черкесск, 2024.
3. Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы: III издание. Краснодар, 2017.
4. Красная книга Ставропольского края. Самара, 2013. Т. 1.
5. Пикалова Н.А., Руденко И.В., Бочко Т.Ф., Захарченко Е.И. Редкие виды растений в окрестностях хутора Кизинка (Краснодарский край) // Комплексное изучение экосистем горных территорий. Грозный, 2023.
6. Руденко И.В., Пикалова Н.А., Криворотов С.Б. Новые и редко встречающиеся в Краснодарском крае виды сосудистых растений в окрестностях х. Ильич (Отраденский район) // Естественные и технические науки. 2024. № 8 (195).
7. iNaturalist. URL: <https://www.inaturalist.org>.

О.А. Шумкова¹, Н.А. Пикалова², Е.С. Кравцова²
O.A. Shumkova¹, N.A. Pikalova², E.S. Kravtsova²

¹Научно-исследовательский институт прикладной и
экспериментальной экологии Кубанский государственный
аграрный университет им. И.Т. Трубилина

²Кубанский государственный университет

¹Research Institute of Applied and Experimental Ecology, Kuban
State Agrarian University named after I.T. Trubilin

²Kuban State University

**ПОЗДНЕОСЕННЯЯ МИКОБИОТА ГОРЫ ПШАУ
(СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)
LATE AUTUMN MYCOBIOTA OF MOUNT PSHAU
(NORTH-WESTERN CAUCASUS)**

Аннотация. В позднеосенний период были проведены микологические исследования горы Пшау. Был выявлен их видовой состав, отмечены охраняемые виды.

Ключевые слова: грибы, охраняемые виды грибов, Красная книга, гора Пшау.

Abstract. In the late autumn period, mycological studies were conducted on Mount Pshau. Their species composition was identified, and protected species were noted.

Key words: mushrooms, protected mushroom species, Red Book, Mount Pshau.

Гора Пшау располагается на хребте Пшаф, который является частью Лесистого хребта. Протяженность хребта Пшаф составляет 28 км, он начинается от южной окраины ст. Ставропольской и тянется до автодороги Горячий Ключ – Джубга. Наивысшая точка хребта составляет 490,8 м, высота непосредственно горы Пшау 313,6 м.

В лесных сообществах горы преобладают формации дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и граба обыкновенного (*Carpinus betulus* L.), также формируется переходная формация дубово-грабовая. Помимо основных древесных видов также встречены бук восточный (*Fagus orientalis* Lipsky), клен полевой (*Acer campestre* L.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), вяз (*Ulmus*), черешня (*Cerasus avium* (L.) Moench), в северной части подножья горы сохранились старые сады из яблони домашней (*Malus domestica* (Suckow) Borkh.) и

груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.). Ярус кустарников в лесных сообществах выражен слабо, отмечены чубушник кавказский (*Philadelphus caucasicus* Koehne), бересклет европейский (*Euonymus europaeus* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), рододендрон желтый (*Rhododendron luteum* Sweet), куртинами произрастала клекачка перистая (*Staphylea pinnata* L.), вид имеющий охранный статус в Красной книги Краснодарского края, в садах преобладают заросли ежевики священной (*Rubus sanctus* Schreb.). Из лиан одичавший виноград культурный (*Vitis vinifera* L.) и плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.), они также отмечаются редко. Травянистый ярус в позднеосеннее время был отмечен в виде зеленых островков, из видов: трахистемон восточный (*Trachystemon orientalis* (L.) G. Don), фиалка (*Viola* sp.), охраняемые виды зимовник кавказский (*Helleborus caucasicus* C. Koch ex A. Braun) и шафран красивый (*Crocus speciosus* Bieb.), подлесник европейский (*Sanicula europaea* L.), очитник кавказский (*Hylotelephium caucasicum* (Grossh.) H. Ohba), эгонихон пурпурно-голубой (*Aegonychon purpureocaeruleum* (L.) Holub), папоротник щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott), а также озимые: яснотка пятнистая (*Lamium maculatum* (L.) L.), окопник (*Symphytum* sp.), дороникум восточный (*Doronicum orientale* Hoffm.) и охраняемый вид цикламен кавказский (*Cyclamen coum* Mill. subsp. *caucasicum* (C. Koch) O. Schwarz).

Микологические исследования проводились в ноябре 2025 г. маршрутным методом. Материалом для исследования послужили грибы, собранные в различных лесных сообществах на горе Пшау.

При исследовании использовались общепринятые методики [Воронов А.Г., 1973], а также методики, изложенные в работах Е.И. Коваленко А.А. Сопиной, Ф.В. Федорова и др. [Коваленко Е.И., 1978; Сопина А.А. и др., 2004; Федорова Ф.В., 1994], для определения охраняемых видов использовалась Красная книга Краснодарского края [Красная книга..., 2017] и Красная книга РФ [Красная книга..., 2024]. При определении растений использовался определитель растений Северо-Западного Кавказа [Косенко И.С., 1970].

Таким образом, было выявлено 19 видов грибов из 11 семейств одного класса (Agaricomycetes) и отдела (Basidiomycota). Список видов представлен ниже: отдел Basidiomycota класс Agaricomycetes семейство Agaricaceae:

1. *Lepiota clypeolaria* (Bull.) P. Kumm. – лепиота щитковая. Почвенный сапротроф, ядовитый.

2. *Lycoperdon perlatum* Pers. – дождевик шиповатый. Почвенный сапротроф, съедобен.

3. *Lycoperdon pyriforme* Schaeff. – дождевик грушевидный. Ксилотроф, съедобен.

Семейство *Amanitaceae*:

4. *Amanita phalloides* (Fr.) Link – бледная поганка. Микоризообразователь, ядовитый.

5. *Amanita rubescens* (Pers.) Fr. – мухомор серо-розовый. Микоризообразователь, условно-съедобный.

Семейство *Boletaceae*:

6. *Xerocomellus chrysenteron* (Bull.) Šutara – моховик трещиноватый. Микоризообразователь с буком, дубом, съедобен.

Семейство *Fomitopsidaceae*:

7. *Daedalea quercina* (L.) Pers. – дубовая губка. Ксилотроф, несъедобный.

Семейство *Hygrophoraceae*:

8. *Cuphophyllus pratensis* (Schaeff.) Bon – гигрофор луговой. Микоризообразователь, съедобен.

9. *Hygrocybe ceracea* (Wulfen) P. Kumm. – гигроцибе восковая. Почвенный сапротроф, съедобный.

10. *Hygrophorus eburneus* (Bull.) Fr. – гигрофор желтовато-белый. Микоризообразователь, съедобен.

Семейство *Inocybaceae*:

11. *Inocybe geophylla* (Sowerby) P. Kumm. – волоконица земляная. Микоризообразователь, ядовитый.

Семейство *Physalacriaceae*:

12. *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. – опенок осенний. Ксилотроф, съедобен.

Семейство *Polyporaceae*:

13. *Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J. Schröt. – трутовик бугристый. Ксилотроф, несъедобный.

14. *Fomes fomentarius* (L.) Fr. – трутовик настоящий. Ксилотроф, несъедобный, лекарственный.

15. *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. – трутовик лакированный. Ксилотроф, несъедобный, лекарственный.

Семейство *Pluteaceae*:

16. *Pluteus cervinus* (Schaeff.) P. Kumm. – плютей олений. Ксилотроф, съедобен.

Семейство *Psathyrellaceae*:

17. *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson – навозник мерцающий. Ксилотроф, условно-съедобный.

Семейство *Tricholomataceae*:

18. *Clitocybe nebularis* (Batsch) P. Kumm. – говорушка дымчатая. Сапрофит на опаде, условно-съедобный.

19. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke – рядовка фиолетовая. Почвенный сапротроф съедобен.

Было отмечено, что 8 видов являются несъедобными или условно-съедобными грибами, они не используются в пищу из-за низких вкусовых качеств или неприятного запаха. Ядовитых грибов в количестве 3 видов, сюда относятся смертельно ядовитые грибы бледная поганка, волоконница земляная, лепиота щитковая. Съедобные грибы на территории горы отмечены в количестве 8 видов, сюда отнесены как малоизвестные грибы на территории Краснодарского края, которые не собирают из-за их невысокой урожайности, а также массовые, которые традиционно собирают (опенок настоящий, рядовка фиолетовая).

При исследовании были выявлены экологические группы грибов. Следует отметить, что в процессе эволюции грибов сложились тесные связи с фототрофными организмами, это и определило их широкое распределение. В связи с этим грибы занимают самые разнообразные экологические ниши и играют значительную роль в биоценозах Северо-Западного Кавказа. По способу питания отмеченные грибы относятся к сапрофитам или микоризообразователям. Отмечены сапрофиты на почве, опаде и древесине (мертвая или живая), таких видов выявлено в количестве 13. На почве гигроцибе восковая, дождевик шиповатый, говорушка дымчатая и др., на опаде рядовка фиолетовая, ксилотрофы опенок настоящий, трутовики, плютей олений и др. Микоризообразователей отмечено в количестве 6 видов, таких как бледная поганка, мухомор серо-розовый, моховик трещиноватый и др.

Во время маршрутных исследований был выявлен один охраняемый вид – трутовик лакированный. Данный вид включен в Красную книгу Краснодарского края с категорией и статусом 3 УВ или «Уязвимый» и в Красную книгу РФ с категорией 3 или «Редкий». Данное местообитание является новым, так как по Красной книге Краснодарского края его ареал располагается в Апшеронском районе (окрестности г. Хадыженск, склон горы Белая) и МО г.-к. Сочи (Хостинский район).

Библиографический список

1. Воронов А.Г. Геоботаника. М., 1973.
2. Коваленко Е.И., Коваленко Н.Н., Коваленко А.Е. Съедобные и ядовитые грибы Кубани. Краснодар, 1978.
3. Косенко И.С. Определитель растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М., 1970.
4. Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы. Краснодар, 2017.
5. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). М., 2008.
6. Сопина А.А. Материалы к биоте агарикоидных базидиомицетов высокогорий Северо-Западного Кавказа // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38, № 1.
7. Федоров Ф.В. Грибы. М., 1994.

ПРИРОДНАЯ СРЕДА И ГЕОИНДИКАТОРЫ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЧЕЛОВЕКА

А.С. Жихарева, У.О. Усачева
A.S. Zhikhareva, U.O. Usacheva

Санкт-Петербургский государственный технологический
институт (технический университет)
Saint-Petersburg State Institute of Technology

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ OPERATION OF ARTIFICIAL RESERVOIRS: THE ENVIRONMENTAL ASPECT

Аннотация. Статья посвящена комплексному анализу экологических аспектов эксплуатации искусственных водоёмов (водохранилищ, прудов, технических бассейнов). Рассматривается негативное воздействие их создания и функционирования на окружающую среду, включая нарушение гидрологического режима, деградацию почв, загрязнение водных ресурсов и снижение биоразнообразия. На основе проведённого анализа обосновывается необходимость разработки и внедрения рациональных подходов к проектированию, строительству и эксплуатации данных объектов для минимизации их экологического ущерба.

Ключевые слова: искусственные водоема, плодородие почвы, экология.

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the environmental aspects of artificial reservoirs (reservoirs, ponds, and industrial pools). It examines the negative impacts of their construction and operation on the environment, including disruption of the hydrological regime, soil degradation, water pollution, and biodiversity loss. Based on this analysis, it substantiates the need to develop and implement sustainable approaches to the design, construction, and operation of these facilities to minimize their environmental damage.

Key words: artificial reservoirs, soil fertility, ecology.

Исследование экологических аспектов создания искусственных водоемов приобретает особую значимость в современных условиях нарастающего увеличения антропогенного воздействия на экосистемы, стремительного роста урбанизации и потребностью в эффективных способах управления водными ресурсами. Искусственные водоемы (водохранилища, пруды, технические бассейны) служат важными элементами инфраструктуры для водоснабжения, орошения сельскохозяйственных угодий, разведения рыбы и рекреации, однако их эксплуатация вызывает комплексные изменения в окружающей среде, требующие всестороннего анализа и разработки мер по снижению степени негативных экологических последствий.

Степень влияния содержания искусственного водоема во многом зависит от его объема; по количеству воды их подразделяют на три группы. Во-первых, это водохранилища, т.е. сооружения для хранения воды объемом более 1 млн м³ с дальнейшим использованием, например, для орошения, водоснабжения, разведения рыбы; во-вторых, пруды, где объем воды не превышает 1 млн м³. Третьей категорией являются бассейны, т.к. они представляют собой технические сооружения, отличающиеся абсолютным регулированием характеристик воды. Таким образом, напрямую такой вид искусственного водоёма не влияет на окружающую среду (обычно бассейн устанавливают на поверхности почвы, не зарывая его, что позволяет сохранить ландшафт). Таким образом, создание водоемов первых двух групп оказывает комплексное воздействие на окружающую среду, включая изменение гидрологического режима территории; изменение естественного стока, регулирование уровней грунтовых вод и затопление плодородных земель приводит к деградации экосистем, ландшафта.

Искусственные водоемы, при неправильном выборе материалов для гидроизоляции или установке нерациональных систем очистки воды, могут служить источником загрязнения почв и водных ресурсов. Так, разрушение цементной гидроизоляции в искусственных водоёмах приводит к вымыванию гидроксида кальция из цемента и интенсификации коррозии арматуры в бетоне. Описанные процессы вызывают изменения кислотности почвы и ускоряют деградацию конструкции. В дальнейшем это может спровоцировать обрушение чаши водоёма, размыв прилегающих почв и загрязнение грунтовых вод токсичными веществами. Особую опасность представляют

накопления токсичных и тяжёлых металлов (Be^{2+} , As^{3+} и As^{5+} , Cd^{2+} , ртути, свинца и др.), которые также приводят к ухудшению плодородия земель [Шаврак Е.И., 2001].

Для минимизации вышеописанных негативных рисков требуется ужесточение и систематизация экологического законодательства, включая обязательные меры по модернизации производственных объектов. В частности, предприятия, использующие искусственные водоёмы для технологических нужд, должны пройти переоборудование с внедрением замкнутых циклов водоподготовки и систем рециркуляции [Маран Н.Н., 2018]. Инновационные технологии (наиболее актуальные системы очистки, обеззараживающее оборудование, современные датчики мониторинга качества воды и т.д.), позволяют не только снизить концентрацию загрязнителей, но и более эффективно использовать искусственные водоёмы.

Создание искусственных водоёмов часто сопряжено с антропогенными процессами дефорестации и опустынивания, усугубляя дисбаланс в гидрологическом и биотическом циклах [Галушко И.Г. и др., 2017]. В частности, при вырубке лесов под сельскохозяйственные угодья или инфраструктурные проекты (например, в бассейне Амазонки или в регионе Центральной Африки) интенсивность удаления древесной растительности многократно превышает её естественную возобновляемость: по данным FAO, глобальные темпы дефорестации достигают 10 млн га/год, в то время как регенерация составляет менее 5 млн га/год [FAO Global Forest..., 2025]. Дефорестация приводит к эрозии почв, снижению влагоудерживающей способности и формированию искусственных водоёмов, что маскирует начальные этапы опустынивания.

Сокращение биоразнообразия, связанное с обустройством природных территорий под агроценозы, усиливает эти эффекты через фрагментацию экосистем. Конверсия лесных массивов в монокультурные плантации (например, соя или пальмовое масло) провоцирует снижение биоразнообразия и вымирание эндемичных видов.

Таким образом, эксплуатация искусственных водоёмов, несмотря на их значимую социально-экономическую роль, сопряжена со сложным комплексом негативных экологических последствий. К наиболее существенным из них относятся кардинальное изменение гидрологического режима территорий, деградация и загрязнение почв, а также сокращение биоразнообразия. Минимизация данного ущерба

требует внедрения системного подхода на всех этапах: от научно обоснованного проектирования с тщательным подбором материалов до организации мониторинга и рациональной эксплуатации. Приоритетными направлениями являются совершенствование нормативно-правовой базы, экологизация производства и развитие экологического образования и сознания в обществе. Реализация этих мер является необходимым условием для обеспечения устойчивого функционирования искусственных водных объектов и сбалансированного управления водными ресурсами в условиях антропогенной нагрузки.

Библиографический список

1. Шаврак Е.И. Факторы формирования качества воды в искусственном водоеме // Вестник МГСУ. 2010. № 1.
2. Маран Н.Н. Экономические проблемы экологической безопасности в развитии современного общества и пути их решения / // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т. 1.
3. Галушко И.Г., Галушко А.В., Бабышева Е.В. Экологические проблемы современного общества и пути их решения // Образование и наука в современных реалиях. Чебоксары, 2017.
4. FAO Global Forest Resources Assessment: Global Deforestation Slows as Managed Forest Area Rises, India at 9th Position Globally in Total Forest Area // The Policy Edge. URL: <https://www.policyedge.in/p/fao-global-forest-resources-assessment>.

М.Ю. Карлова, Н.Ю. Яковлева
M. YU. Karlova, N. YU. Yakovleva

**Московский государственный университет технологий и
управления имени К.Г. Разумовского
(Первый казачий университет)**
**Moscow State University of Technologies and Management
named after K.G. Razumovsky (First Cossack University)**

**ОЦЕНКА МЕРОПРИЯТИЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
ОМСКОЙ ОБЛАСТИ**
**ASSESSMENT OF ACTIVITIES IN THE OMSK REGION'S
FORESTRY**

Аннотация. В данной статье проанализированы официальные данные мероприятий в лесоводстве, предоставленные территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Омской области за период с 2020 по 2024 гг. Оценены объемы лесовосстановления, выявлено снижение доли искусственного лесовосстановления и уменьшение площадей рубок ухода. Показана важность регулярного мониторинга, который позволяет своевременно реагировать на изменения в этом секторе, тем самым сохраняя лесной фонд региона.

Ключевые слова: лесоводство, лесовосстановление, рубка ухода, мониторинг.

Abstract. This article analyzes official data on forestry activities provided by the Territorial Department of the Federal State Statistics Service for the Omsk Region for the period from 2020 to 2024. The article assesses the volume of reforestation, identifies a decrease in the share of artificial reforestation, and a decrease in the area of thinning. The article highlights the importance of regular monitoring, which allows for timely response to changes in this sector, thereby preserving the region's forest resources.

Key words: forestry, reforestation, thinning, monitoring.

Согласно Конституции, каждый человек в РФ имеет право на благоприятную окружающую среду (статья 52). Охрана лесного фонда имеет важное значение для регионов и в стране в целом. Благодаря фотосинтезу лес поглощает углекислый газ и выделяет кислород, необходимый для живых существ [Моисеев Н. А., 2019].

Большую роль леса играют в предотвращении эрозии почв, наводнений, поддержании биологического разнообразия. Они являются главными регуляторами круговорота воды, энергии и углерода [Ellison D., 2017].

Леса Омской области преимущественно состоят из пород кедра, ели, пихты, осины и занимают 24 % территории, что равно 5878,5 тыс. га. Общий запас древесины на корню составляет 573,4 млн³. Возникновение больших очагов болезней леса, поражения его вредителями, в частности непарным шелкопрядом, а также масштабное ведение лесозаготовок на севере региона привело к возникновению обширных районов низкобонитетных лесов и ухудшению санитарного состояния лесных массивов [Омская область..., 2025].

Исследование лесных ресурсов в регионе помогает оценить их состояние, выявить существующие угрозы, а также определить качество и эффективность управления лесопользованием. Они важны для разработки стратегии по рациональному использованию и охране лесных угодий, обеспечивают контроль экологической обстановки.

Благодаря постоянному мониторингу состояния лесных ресурсов, в Омской области создан региональный проект «Сохранение лесов», который реализуется в рамках национального проекта «Экология». Так, в 2024 г. лесхозами заготовлено 204 кг семян лесных растений, успешно были проведены работы по лесовосстановлению и лесоразведению, агротехнический уход за лесными культурами выполнен на площади 4,3 тыс. га, подготовка почвы 930,51 га [Портал Правительства..., 2025].

Целью исследования был анализ динамики проводимых мероприятий в лесоводстве Омской области за период с 2020 по 2024 годы.

Результаты лесовосстановления в Омской области в 2020–2024 гг. показаны в (табл. 1), составленной по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Омской области [Территориальный орган..., 2025].

Данные таблицы демонстрирует динамику лесовосстановления в регионе. Общий объем лесовосстановления за весь период варьировался от минимальных значений в 2022 г. – 3847 до максимальных в 2020 г. – 5082 га. Искусственное лесовосстановление занимало небольшую долю в общем объеме лесовосстановления, составляя менее четверти от общего объема ежегодно. Наибольший

объем искусственного лесовосстановления пришелся на 2020 г. – 1055 га, что на 37,6 % выше в сравнении 2024 г.

Таблица 1

Лесовосстановление в Омской области в 2020–2024 гг., га		
Год	Лесовосстановление, всего	из него искусственное лесовосстановление
2020	5082	1055
2021	4962	850
2022	3847	568
2023	3997	594
2024	4748	661

Динамика проведения санитарно-оздоровительных мероприятий в лесоводстве Омской области представлена на (рис. 1).

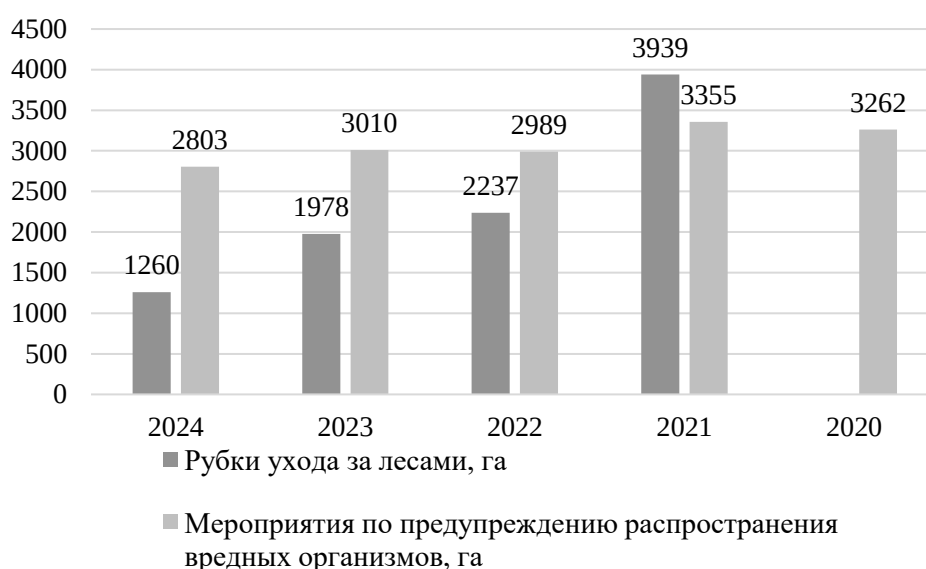


Рис. 1. Санитарно-оздоровительные мероприятия в лесоводстве Омской области в период 2020–2024 гг., га

Рубки ухода повышают качественные характеристики деревьев, что необходимо для формирования высокопродуктивного древостоя. Эти мероприятия способствуют улучшению экономических характеристик лесных насаждений [Захаров А. Ю. и др., 2013]. На графике показано, что на протяжении четырех лет площади лесов, подвергающихся рубкам ухода, регулярно снижаются. По сравнению с 2020 г. в 2024 г. было проведено их на 68 % меньше.

Динамика проведения санитарно-оздоровительные мероприятия по предупреждению распространения вредных организмов в лесах

региона незначительно колеблется. Максимально площадей было обработано в 2021 г. – 3355 га, а меньше всего в 2024 – 2803 га.

Таким образом, несмотря на предпринятые правительством региона меры по реализации программ лесовосстановления, проведенный анализ выявил наличие проблем, влияющих на экологию и требующих принятия мер для развития лесоводства Омской области. Необходимо увеличить мероприятия по предотвращению распространения вредных организмов в лесах, а также повысить интенсивность ухода за лесами посредством регулярного проведения рубок. Постоянный мониторинг состояния лесных массивов помогает своевременно реагировать на происходящие изменения и предпринимать необходимые меры для сохранения и защиты природных ресурсов.

Библиографический список

1. Моисеев Н.А. Роль лесов в создании экологически комфортной среды обитания и меры для ее реализации // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2019. №5 (371).
2. Ellison D. et al. Trees, Forests and Water: Cool Insights for a Hot World // Global Environmental Change. 2017. Vol. 43.
3. Омская область – Минприроды России. URL: <https://www.mnr.gov.ru>.
4. Портал Правительства Омской области. URL: <https://omskportal.ru>.
5. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Омской области. URL: <https://55.rosstat>.
6. Захаров А.Ю., Чибисов Г.А. Классификация деревьев при рубках ухода // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2013. №3 (95).

З.Г. Каурова, Т.В. Хяннинен,
Z.G. Kaurova, T.V. Hyanninen
Санкт-Петербургский государственный
университет ветеринарной медицины
Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine

**ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА УПЛОТНЕНИЕ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ
РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН СЕЛА НИКОЛЬСКОЕ И ДЕРЕВНИ
ПЕСТОВО В ВАЛДАЙСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ
ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON SOIL
COMPACTION AND VEGETATION COVER IN THE
RECREATIONAL ZONES OF NIKOLSKOYE AND PESTOVO IN
VALDAI NATIONAL PARK**

Аннотация: В работе проведена оценка уплотнения почвы и рекреационной нагрузки на почвенно-растительный покров в приграничных зонах села Никольское и деревни Пестово в Валдайском национальном парке. На основе данных пробных площадок установлено, что повышение коэффициента уплотнения почвы приводит к снижению участия лесных видов и формированию упрощённых сообществ, состоящих из устойчивых к нарушению лугово-рудеральных растений. Умеренное уплотнение сопровождается смешанным флористическим составом, отражающим начальные стадии трансформации фитоценозов. Минимальное уплотнение соответствует наиболее естественным и разносторонним сообществам.

Ключевые слова: рекреация, уплотнение, почва, растительность, фитоценоз, деградация, биоразнообразие.

Abstract: The study evaluates soil compaction and recreational pressure on the soil–vegetation cover in the border zones of the villages of Nikolskoye and Pestovo in Valdai National Park. Based on sample plot data, it was found that increasing soil compaction leads to a decline in forest species and the formation of simplified communities dominated by disturbance-tolerant meadow–ruderal plants. Moderate compaction is associated with a mixed floristic composition, reflecting the early stages of phytocenosis transformation. Minimal compaction corresponds to the most natural and diverse plant communities.

Key words: recreation, compaction, soil, vegetation, phytocoenosis, degradation, biodiversity.

Одним из основных факторов, приводящих к изменению структуры и состава фитоценозов, является рекреационное природопользование. В результате постоянного рекреационного воздействия происходит уплотнение почв, приводящее к деградации напочвенного покрова. Уплотнение почвы — это явление, при котором грунт становится более плотным из-за сжатия, в результате чего уменьшается объём пор между частицами [Юшкевич М.В. и др., 2013].

Уплотнение верхних горизонтов почвы нарушает её водно-воздушный режим, снижает проницаемость, что приводит к ухудшению условий аэрации и водоснабжения корневых систем растений. Это, в свою очередь, вызывает угнетение роста и развития видов, чувствительных к механическому воздействию и недостатку кислорода в почве. На месте подверженных антропогенному воздействию сообществ начинают формироваться упрощённые растительные группировки, состоящие преимущественно из видов, толерантных к нагрузке. В результате трансформации фитоценозов снижается их биологическая продуктивность, ослабляются функции естественного самовосстановления, что отрицательно сказывается на устойчивости экосистем в целом. Повреждение нижних ярусов фитоценоза, разрушение мохово-лишайникового и травяного покрова приводит к усилению эрозионных процессов, повышению температурных колебаний почвы и уменьшению её влагоёмкости [Егоров А.Г., 2010, Закамский В.А. и др. 2007, Юшкевич М.В. и др., 2013].

Для оценки уровня рекреационной нагрузки на почву и растительный покров использовался метод пробных площадок. Пробные площадки были заложены в пределах приграничных зон между селитебными территориями и природными участками села Никольское и деревни Пестово. Каждая площадка имела одинаковую площадь 1×1м и каждой площадке был присвоен индивидуальный номер, а также определены и зафиксированы географические координаты с использованием GPS-навигатора.

На каждой пробной площадке проводилось определение видового состава растительного покрова и измерение коэффициента уплотнения почвы, характеризующего степень её физической деградации под влиянием рекреационной нагрузки. Уплотнение

определялось при помощи динамического плотномера методом пенетрометрии.

Результаты и обсуждение.

Таблица 1

Коэффициент уплотнения почвы на пронумерованных пробных площадках с координатами

№ Пробной площадки	Координаты	Коэффициент уплотнения (к. у.)
1	57.726967 32.974725	0,98
2	57.729095 32.995823	0,90
3	57.729593 32.998476	0,80
4	57.730687 33.000101	1,00
5	57.731712 32.999759	0,90

На площадках № 1 и № 4 с высокими значениями к.у. 0,98 и 1,00, соответственно (см. табл. 1), отмечено преобладание видов, устойчивых к механическому воздействию и уплотнению почвы. Так, на этих площадках доминировали Манжетка желто-зелёная (*Alchemilla vulgaris*), Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), Клевер ползучий (*Trifolium repens*), Подорожник большой (*Plantago major*) и Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*) (см. табл. 2) — виды, характерные для нарушенных местообитаний, лугов и обочин дорог.

На площадках № 2 и № 5 с умеренным уплотнением 0,90 и 0,98 (см. табл. 1) наблюдается смешанный характер растительного покрова. Здесь встречаются как лесные виды — Кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), Хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*), Ель обыкновенная (*Picea abies*), Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), так и лугово-опушечные — Горошек мышиный (*Vicia cracca*), Мятлик Сплюснутый (*Poa compressa*), Черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris*) (см. табл. 2). Это свидетельствует о начальных стадиях трансформации растительного сообщества в сторону более устойчивых к антропогенным нагрузкам форм.

Площадка № 3 с минимальным коэффициентом уплотнения 0,80 (см. табл. 1) характеризуется разнообразным и естественным растительным покровом. Преобладают Хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*), Лютик едкий (*Ranunculus acris*), Герань болотная (*Geranium palustre*) (см. табл. 2), что указывает на более оптимальный

водно-воздушный режим почвы [Никулина Е. Ф. и др, 2025, Рысин С.Л., 2011].

Таблица 2

Видовой состав растительного покрова на пробных площадках

№ Пробной площадки	Видовой состав растительного покрова
1	Мниум годовалый (<i>Mnium hornum</i>), Плагиомниум остроконечный (<i>Plagiomnium cuspidatum</i>), Манжетка желто-зеленая (<i>Alchemilla vulgaris</i>), Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i>), Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>), Ежа обыкновенная (<i>Dactylis glomerata</i>)
2	Кислица обыкновенная (<i>Oxalis acetosella</i>), Хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i>), Ель обыкновенная (<i>Picea abies</i>), Марьянник дубравный (<i>Melampyrum nemorosum</i>), Подмаренник белый (<i>Galium album</i>), Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i>), Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i>), Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i>)
3	Ежа обыкновенная (<i>Dactylis glomerata</i>), Герань болотная (<i>Geranium palustre</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i>), Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>), Лютик едкий (<i>Ranunculus acris</i>), Мятлик сплюснутый (<i>Poa compressa</i>), Звездчатка злаковая (<i>Stellaria graminea</i>), Василек луговой (<i>Centaurea jacea</i>)
4	Манжетка желто-зеленая (<i>Alchemilla vulgaris</i>), Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i>), Подорожник большой (<i>Plantago major</i>), Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>), Плеврозиум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>), Лютик едкий (<i>Ranunculus acris</i>), Герань болотная (<i>Geranium palustre</i>), Ежа обыкновенная (<i>Dactylis glomerata</i>)
5	Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i>), Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>), Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i>), Черноголовка обыкновенная (<i>Prunella vulgaris</i>), Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>), Мятлик сплюснутый (<i>Poa compressa</i>), Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i>)

Установлено, что при увеличении коэффициента уплотнения до 0,98–1,00 на площадках наблюдается снижение участия лесных и опушечных видов, а также возрастание доли устойчивых к антропогенному воздействию растений.

На участках с умеренным уплотнением 0,90–0,98 выявлены переходные сообщества, включающие как лесные, так и лугово-

рудеральные виды, что указывает на начальные стадии деградации и трансформации растительного покрова.

Минимальные значения коэффициента уплотнения 0,80 соответствуют участкам с наиболее естественным и разносторонним флористическим составом, где доминируют теневыносливые виды, чувствительные к нарушению структуры почвы.

Полученные результаты указывают, что увеличение рекреационной нагрузки приводит к упрощению структуры растительных сообществ, снижению биологического разнообразия и формированию устойчивых, но бедных лугово-рудеральных комплексов.

Библиографический список

1. Егоров А.Г. Изменение твердости почв прибрежных территорий среднего течения реки томи в условиях рекреационного воздействия // Современные проблемы науки и образования. 2010. № 2.

2. Закамский В.А., Крылова А.А., Власова Н.А. Лесоводственно-рекреационная оценка устойчивости лесных фитоценозов при массовой рекреации в водоохранно-рекреационных лесах Марийского Заволжья // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2007. № 1.

3. Никулина Е.Ф., Наквасина Е.Н., Никулин С.В., Цветков И.В. Влияние рекреационной нагрузки на биоразнообразие живого напочвенного покрова в лесопарковых насаждениях // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова. 2025. № 3 (80).

4. Рысин С.Л. Фитоиндикация при мониторинге лесов на урбанизированных территориях // Региональные геосистемы. 2011. № 9–1 (104).

5. Юшкевич М.В., Петрашкевич А.А. Трансформация живого напочвенного покрова при рекреационном воздействии // Труды БГТУ. Сер. 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2013. № 1.

**АНАЛИЗ АЭРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ
ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ANALYSIS OF THE AIROGENIC IMPACT OF A MINING
ENTERPRISE BASED ON REMOTE SENSING DATA**

Аннотация. В работе исследуется влияние открытой добычи железной руды на альbedo снежного покрова. На основе анализа серии разновременных спутниковых снимков Landsat доказано, что пространственное распределение альbedo формируется под комплексным воздействием природных и антропогенных факторов. Ключевым техногенным фактором является загрязнение снега минеральной пылью, формирующее устойчивый градиент снижения альbedo по мере удаления от карьеров. С помощью методов машинного обучения установлено, что расстояние до источника является наиболее значимой переменной для прогнозирования альbedo.

Ключевые слова: альbedo, снежный покров, загрязнение, горнодобывающее предприятие, дистанционное зондирование.

Abstract. The impact of open-pit iron ore mining on snow albedo is investigated. Based on an analysis of a series of Landsat satellite images from different periods, it is demonstrated that the spatial distribution of albedo is shaped by the combined influence of natural and anthropogenic factors. The key anthropogenic factor is snow pollution with mineral dust, which creates a stable gradient of albedo decrease with distance from the quarries. Using machine learning methods, distance to the source is found to be the most significant variable for predicting albedo.

Key words: albedo, snow cover, pollution, mining, remote sensing.

В зонах влияния открытых горных разработок в атмосферу поступают значительные объемы минеральной пыли, которая может переноситься на десятки километров [Профилактика..., 2023]. Поскольку минеральная пыль является одним из основных светопоглощающих примесей [Mineral..., 2024], даже ее

незначительные концентрации на поверхности снега существенно снижают альбедо в видимом диапазоне [The remote..., 2019; Donahue et al., 2022]. На спектральные характеристики снежного покрова, помимо антропогенного фактора, также комплексно влияют климатические, топографические и физико-химические условия [Spectral..., 2020]. Измерения альбедо служат индикатором для оценки масштабов распространения промышленного загрязнения [Pozhitkov et al., 2021], а дистанционное зондирование предоставляет для этого объективные пространственно-временные данные на обширных территориях [The remote..., 2019]. В данной работе проведен анализ динамики изменения альбедо снежного покрова в зоне влияния горнодобывающего предприятия и определена роль факторов, оказывающих влияние на отражательную способность снега.

Исследуемый район объединяет Костомукшское, Корпангское и Южно-Корпангское железорудные месторождения и расположен на севере Республики Карелия в Арктической зоне Российской Федерации. Территория исследования в значительной мере покрыта лесом, что не позволяет напрямую изучать пространственную динамику изменения снежного альбедо. Однако для исследования остаются открытые участки, покрытые снегом. К ним относятся замерзшие поверхности водоемов, а также вырубки и болотные угодья. Для исследования определена сеть случайных точек. Широкополосное видимое альбедо определено для трех изображений Landsat (11/03/1993, 22/03/2000, 06/04/2020) по формуле Liang (2001). Средние значения альбедо между группами по подстилающим поверхностям «лед» и «земля» статистически различимы. Снег на земле имеет пониженные значения альбедо, и в некоторых случаях может иметь значительный размах значений.

Для анализа факторов, оказывающих влияние на пространственное распределение альбедо снежного покрова, были изучены топографические, климатические и антропогенные параметры среды. В качестве антропогенного фактора используется расстояние от карьеров. Из *топографических* факторов изучено влияние высоты над уровнем моря, определены формы рельефа. *Климатические* факторы основаны на данных реанализа и включают средние температуры марта (апреля), количество осадков за март (апрель). По данным архивов погоды (www.rp5.ru), рассчитаны многолетние усредненные значения повторяемости ветров в зимний период по ближайшей метеостанции.

Анализ данных показал, что расстояние от карьера влияет на альбедо снежной поверхности. Так, в 1993 г. обнаруживается более резкое возрастание альбедо от карьера. Возрастание альбедо на 0,01 на 10 км может свидетельствовать об уменьшении содержания пыли примерно на 4–7 ppm [Measurements..., 2017; He C., 2022]. Для 2000 и 2020 гг. наблюдается более плавный рост альбедо, примерно 0,002 на 10 км. Это может свидетельствовать как о меньшем разносе пыли, так и о ее маскировке свежим снегом. При этом для снега на земле уменьшение альбедо более значительно. Это может быть связано более высокой температурой из-за теплового потока из почвы [Liang S., 2001; Warren S.G., 1984] и влиянием растительного опада. Также выявлена неравномерность распределения альбедо по направлениям от карьера. Наиболее выраженные тенденции увеличения альбедо определены для северного, северо-восточного, южного и юго-восточном направлений для снега на ледовых поверхностях. Топографические и климатические факторы усиливают пространственную неоднородность альбедо. Пониженные участки рельефа характеризуются более выраженным снижением альбедо, обусловленным мягкими температурными условиями и повышенной влажностью.

Для оценки важности факторов, оказывающих влияние на динамику снежного альбедо использованы алгоритмы статистического моделирования random forest (RF) и Bagged Multivariate Adaptive Regression Splines (bagged MARS). Для этого исходные выборки по датам были разделена на две части. 80 %наблюдений были использованы для обучения, а оставшиеся 20 % – для тестовой проверки. Качество моделей оценивалось по перекрестной кросс-проверке и по тестовым выборкам.

Использование различных алгоритмов показало различную точность как по моделям, так и по датам (табл. 1). Лучшим образом описываются модели 1993 и 2000 гг. Из всех созданных моделей нет единого алгоритма, который бы наилучшим образом описывал всю изменчивость признаков. Однако обе модели определяют расстояние до карьера как важнейшую переменную для прогнозирования всех моделей. Климатические и топографические признаки менее важны и для различных алгоритмов имеют разный уровень важности. Для моделей RF повторяемость ветров более значимый фактор, тогда как bagged MARS ориентируется больше на высоту.

Таблица 1

Производительность моделей по перекрестной проверке и тестовым выборкам

Дата	Алгоритм	Кросс-валидация		По тестовой выборке	
		RMSE	R ²	RMSE	R ²
1993/03/11	Random forest	0,018	0,63	0,021	0,66
	Bagged MARS	0,019	0,57	0,019	0,74
2000/03/22	Random forest	0,012	0,43	0,005	0,67
	Bagged MARS	0,010	0,57	0,007	0,51
2020/04/06	Random forest	0,010	0,71	0,018	0,42
	Bagged MARS	0,014	0,56	0,017	0,46

Проведенное исследование позволило установить, что пространственное распределение альbedo снежного покрова носит неоднородный характер и определяется сложным взаимодействием природных и антропогенных факторов. Ключевую роль играет техногенное воздействие горнодобывающего предприятия, через загрязнение снега минеральной пылью. Установлено, что градиент снижения альbedo четко коррелирует с расстоянием карьера. Полученные количественные закономерности создают научную основу для организации системы мониторинга и оптимизации расположения точек наблюдения с учетом выявленных факторов.

Библиографический список

- 1.Профилактика загрязнения воздушной среды при открытой разработке рудных месторождений / Панфилов И.А., Антамошкин О.А., Федорова Н.В. [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023.
- 2.Donahue C., Skiles S.M., Hammonds K. Mapping liquid water content in snow at the millimeter scale: an intercomparison of mixed-phase optical property models using hyperspectral imaging and in situ measurements // The Cryosphere. 2022.
- 3.He C. Modelling light-absorbing particle–snow–radiation interactions and impacts on snow albedo: fundamentals, recent advances and future directions // Environmental Chemistry. 2022.
- 4.Liang S. Narrowband to broadband conversions of land surface albedo I // Remote Sensing of Environment. 2001.
- 5.Mineral dust optical properties for remote sensing and global modeling / Castellanos P., Colarco P., Espinosa W.R. [et al.] // Remote Sensing of Environment. 2024.

6. Measurements of light-absorbing particles in snow across the Arctic, North America, and China / Dang C., Warren S.G., Fu Q. [et al.] // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 2017.

7. Pozhitkov R.Yu., Tigeev A.A., Moskovchenko D.V. Estimation of Dust Depositions in Snow Cover Using Earth's Remote Sensing Data: Example of Nizhnevartovsk // Atmospheric and Oceanic Optics. 2021.

8. Spectral albedo measurements over snow-covered slopes: theory and slope effect corrections // Picard G., Dumont M., Lamare M. [et al.] // The Cryosphere. 2020.

9. The remote sensing of radiative forcing by light-absorbing particles (LAPs) in seasonal snow over northeastern China // Pu W., Cui J., Shi T. [et al.] // Atmospheric Chemistry and Physics. 2019.

10. Warren S.G. Impurities in Snow: Effects on Albedo and Snowmelt (Review). Annals of Glaciology. 1984.

**НОВЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОР ИЗМЕНЕНИЯ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ УРБАНИЗАЦИИ
A NEW GEOLOGICAL INDICATOR OF CHANGES IN THE
NATURAL ENVIRONMENT UNDER THE INFLUENCE OF
URBANIZATION**

Аннотация. В этой статье рассмотрена проблема влияния урбанизации на природную среду. Данная проблема в этой статье рассмотрена с точки зрения геотектоники. Анализ карт и их сопоставление позволило определить, что урбанизация приводит к движению земной коры. На основе этого выделен индикатор изменения природной среды.

Ключевые слова: урбанизация, движения земной коры, застроенная территория, изостазия.

Abstract. This article explores the issue of urbanization's effect on the environment. This issue is approached from the perspective of geotectonics. Analysis of maps and their comparison made it possible to determine that urbanization leads to movement of the earth's crust. Based on this, an indicator of changes in the natural environment was identified.

Key words: urbanization, movements of the Earth's crust, built-up area, isostasy.

Выделение нового индикатора изменения природной среды возможно лишь после доказательства существования условий и процессов, ведущих к их образованию. Таким процессом является изостазия – процесс, состоящий в том, что повышение или уменьшение масс на поверхности Земли должно компенсироваться другим по знаку распределением масс на глубине [Аплонов С.В., 2001]. Таким образом в результате этого явления происходят вертикальные движения земной коры, образуются различные поднятия или впадины. Данное явление называется изостатической компенсацией.

Примеров этого явления достаточно много. К примеру, после того как пересохло озеро Бонневиль на месте впадины образовался

свод в связи со снижением нагрузки на земную кору [Короновский Н.В., 2001]. Однако необходимо отметить, что проявление, изостатической компенсации далеко не всегда связано с естественными явлениями. Примером этого является создание человеком водохранилищ, так как вода, находящаяся в них, приводит к проседанию земной поверхности в связи с её значительной массой [Короновский Н.В., 2001; Allen С., 2013]. Кроме того, существуют исследования, результаты которых свидетельствуют о том, что крупные города могут приводить к проседанию земной коры в связи с их большой массой [Романов и др., 2019; Parsons Т., 2021]. К такому выводу также можно прийти, анализируя карту современных вертикальных движений земной коры. На данной карте (рис. 1) видно, что вокруг города Москвы отрицательные вертикальные движения.

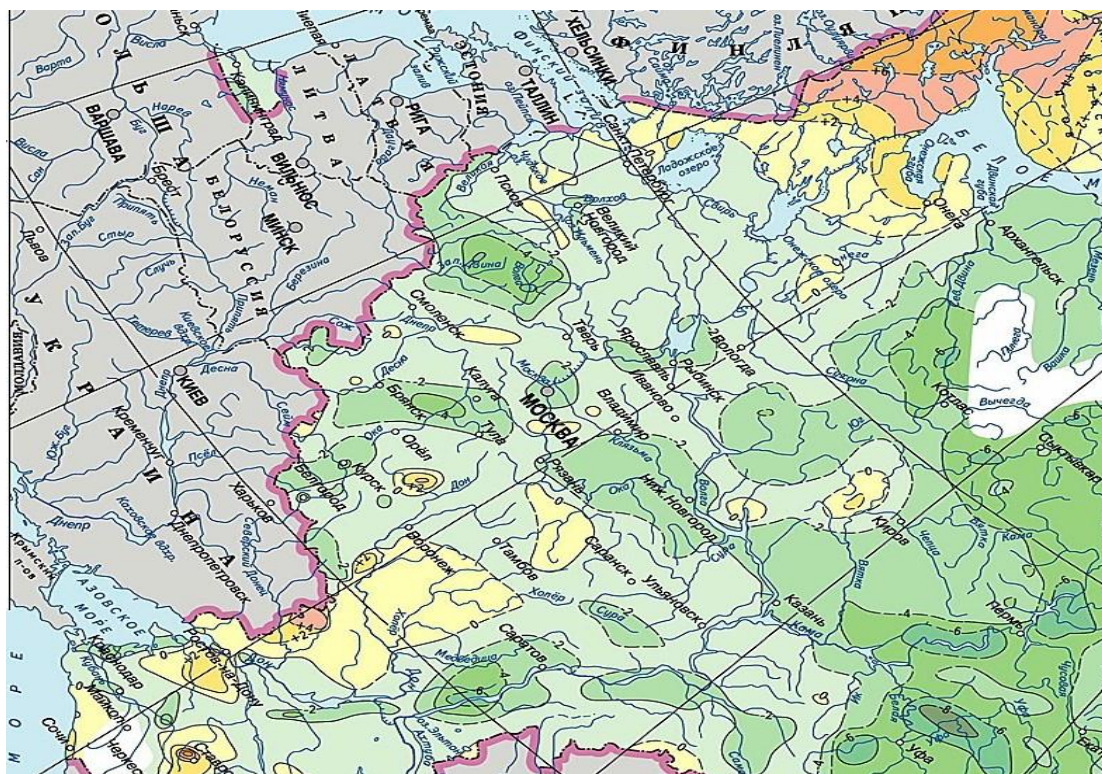


Рис. 1. Фрагмент карты «Современные вертикальные движения земной коры» [Национальный..., 2007]

Таким образом, урбанизация в сочетании с явлением изостазии приводит к проседанию земной коры, так как, нельзя отрицать, что население Москвы постоянно увеличивается за счёт различных миграций, в том числе и за счёт урбанизации. Однако, по мнению автора настоящей статьи, данный тезис применим не только для таких крупных городов как Москва. Его можно применить к совокупности городов на определённой территории. При сопоставлении карты

распределения застроенных территорий (рис. 2) и карты вертикальных движений земной коры (рис. 3) можно заметить, что зоны опускания земной коры тяготеют к наиболее застроенным территориям.

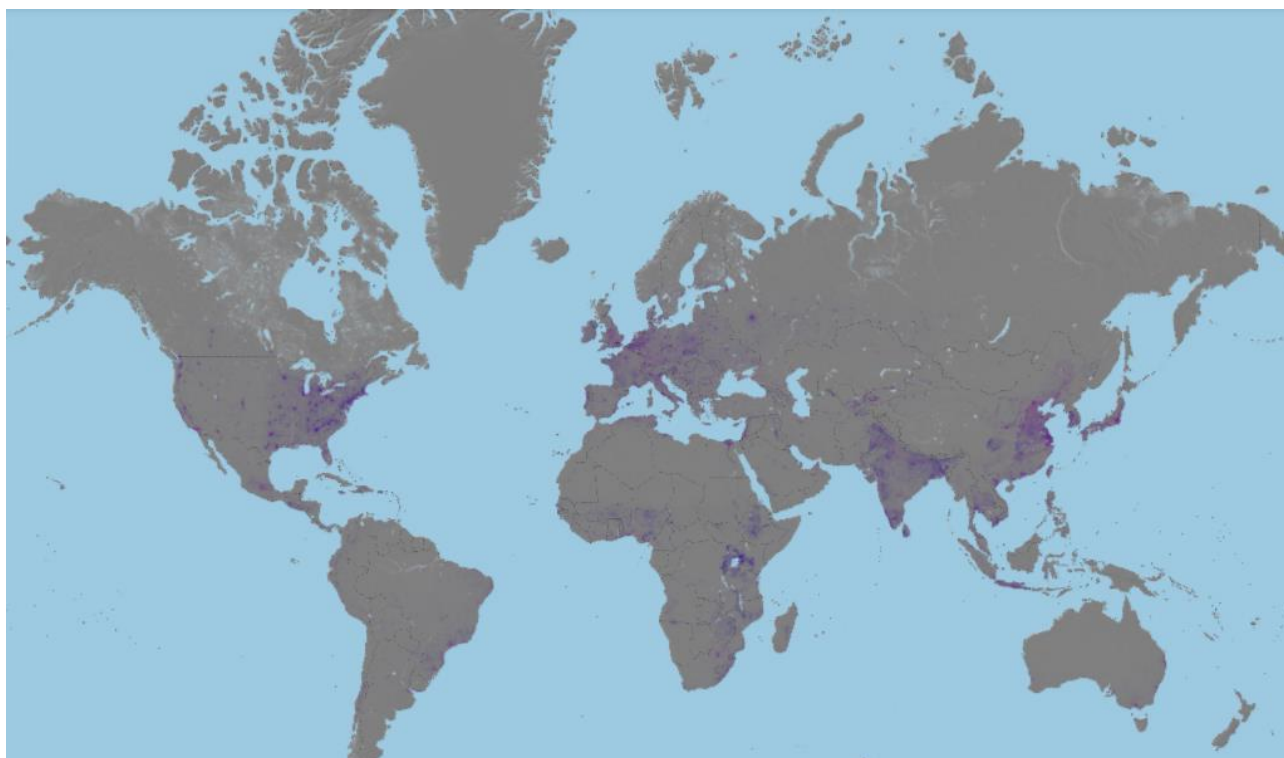


Рис. 2. Карта распределения застроенных территорий (фиолетовым цветом показаны наиболее застроенные территории) [Pesaresi M. and Politis P., 2023]

При изучении карты распределения застроенных территорий можно выделить несколько наиболее застроенных зон. Ими являются: восток США, Западная Европа, территория около Гвинейского залива, восток Африки, западная и южная окраины полуострова Индостан, территория около Жёлтого моря. Согласно карте тектоники Земли, которая показывает вертикальные движения земной коры, большинство этих зон соответствуют зонам опускания земной коры, из чего следует, что интенсивная застройка территории приводит к отрицательным вертикальным движениям земной коры. Очевидно, что урбанизация приводит к повышению плотности населения на определённых территориях, что в свою очередь приводит к повышению интенсивности застройки. Именно таков механизм влияния процесса урбанизации на природную среду. Стоит отметить, что, согласно этому механизму, любые формы массовой миграции на определённую территорию способны привести к отрицательным движениям земной коры.

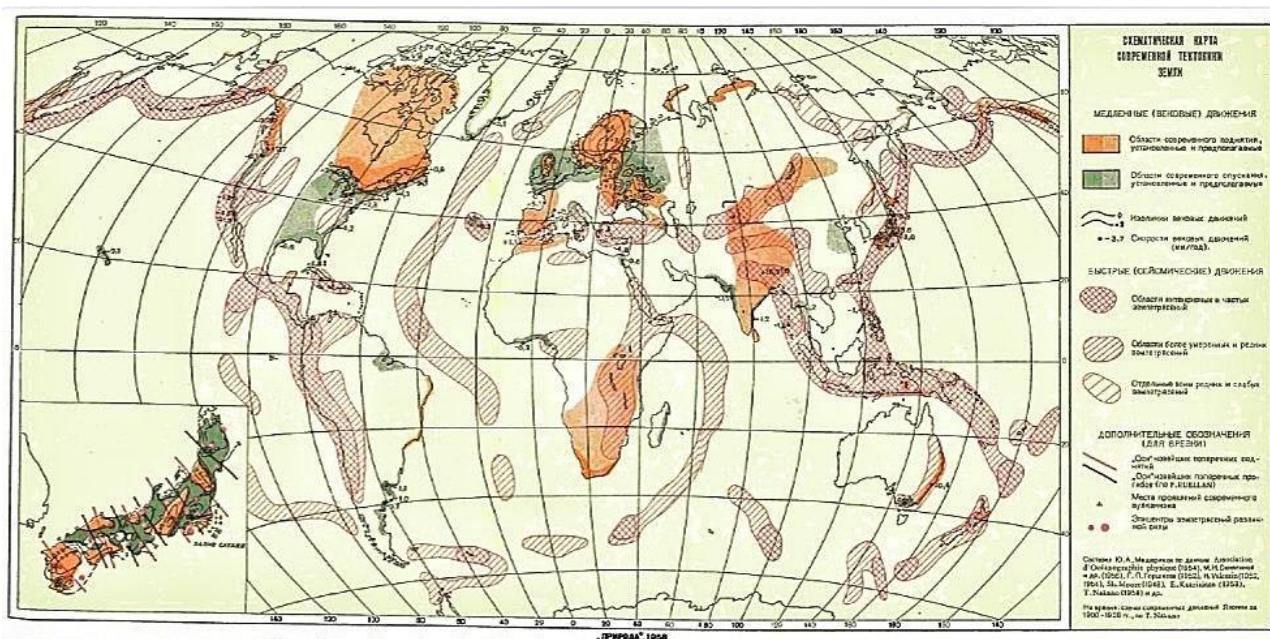


Рис. 3. Схематическая карта современной тектоники Земли
(Мещеряков Ю.А., 1958)

Однако южная часть полуострова Индостан и восток Африки не являются зонами опускания земной коры, в связи с чем возникает необходимость пояснить причину этого. Причины кроются в геологии данных регионов. Восток Африки – область распространения Восточно-Африканской рифтовой долины [Pavitt N., 2001], тектоническая активность которой нивелирует влияние застроенной территории, оказывающей давление на земную кору. А южная часть полуострова Индостан примыкает к Гималаям – молодым горам, образовавшимся во время последнего цикла Уилсона – альпийского, а значит процесс коллизии ещё не завершён [Catlos E.A. et al, 2001] и территория будет интенсивно подниматься.

В связи с этим предлагается использовать количественный показатель вертикальных движений земной коры в качестве индикатора изменения природной среды под влиянием урбанизации. Однако стоит отметить, что данный индикатор будет достаточно объективно показывать урбанизированную территорию в платформенных областях или же других территориях, на которых тектоническая активность достаточно слабая. Соответственно, данный индикатор нельзя будет учитывать в складчатых поясах, зонах распространения континентальных рифтов и других областях с повышенной тектонической активностью, обусловленной природными геологическими причинами.

Однако, стоит отметить, что некоторые аспекты данного явления,

вызванного урбанизацией, такие как, например, способность (или неспособность) более мелких городов вызывать локальное понижение земной коры требуют проведения дополнительных исследований.

Учёт данного индикатора при исследованиях изменений природной среды на густонаселённых территориях позволит объективно судить об изменениях, вызванных деятельностью человека.

Библиографический список

1. Аплонов С.В. Геодинамика. СПб., 2001.
2. Короновский Н.В. Изостазия // Соросовский образовательный журнал. 2001. Т. 7, № 11.
3. Мещеряков Ю.А. Современные движения земной коры // Природа. 1958. № 9.
4. Национальный атлас России. Т. 2. Современные вертикальные движения земной коры. М., 2007.
5. Романов Э.В., Лелецкий А.В., Лабунин К.А. Антропогенное воздействие на литосферу // Достижения науки и образования. 2019. № 8-1(49).
6. Allen C. Antropogenic Earth-change: We are on a slippery slope, breaking new ground and it's our fault – a multidisciplinary review and new unified Earth-system hypothesis // Journal of Earth Science and Engineering. 2013, 4.
7. Catlos E.A., Harrison T.M., Kohn M.J., Grove M., Ryerson F.J., Manning C.E., Upreti B.N. Geochronologic and thermobarometric constraints on the evolution of the Main Central Thrust, central Nepal Himalaya // Journal of geophysical research. 2001. Vol. 106, Iss. 88.
8. Parsons T. The weight of cities: urbanization effects on Earth's subsurface // AGU Advances. 2021. Vol. 2.
9. Pavitt N. Africa's Great Rift Valley.: Harry N. Abrams Inc. Publishers. New York, 2001.
10. Pesaresi M., Politis P. GHS-BUILT-S R2023A – GHS built-up surface grid, derived from Sentinel2 composite and Landsat, multitemportal (1975-2030). European Commission, Joint Research Centre (JRC). 2023.

**ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ
TECHNOGENIC TRANSFORMATION OF ECOSYSTEMS OF
KRASNODAR REGION IN MODERN CONDITIONS**

Аннотация. В статье рассматривается влияние промышленности Краснодарского края на экосистемы, а также существующие меры, необходимые для минимизации техногенного воздействия на окружающую среду региона.

Ключевые слова: техногенная трансформация, Краснодарский край, промышленность, отраслевая структура, экологическая обстановка.

Abstract. The article examines the impact of industry on ecosystems in the Krasnodar Region, as well as existing measures necessary to minimize man-made impacts on the region's environment.

Key words: technogenic transformation, Krasnodar region, industry, sectoral structure, environmental situation.

В последние годы в России реализуется масштабная программа по импортозамещению, в целях повышения экономической и технологической независимости страны. В промышленности Краснодарского края соответственно взят курс на создание высокотехнологичных и импортозамещающих производств. Предприятия края расширяют и модернизируют производства, выходят на новые внутренние рынки, благодаря государственной и региональной поддержке.

С 2012 г. Краснодарский край занимает ведущие позиции в Южном федеральном округе по объему промышленного производства. В этом секторе экономики региона сосредоточено свыше 7 тыс. предприятий различных направлений. В условиях возрастающей роли промышленности в экономике региона, безусловно, увеличивается нагрузка на экосистемы края. Структура основных промышленных отраслей Краснодарского края представлена на диаграмме (рис. 1).

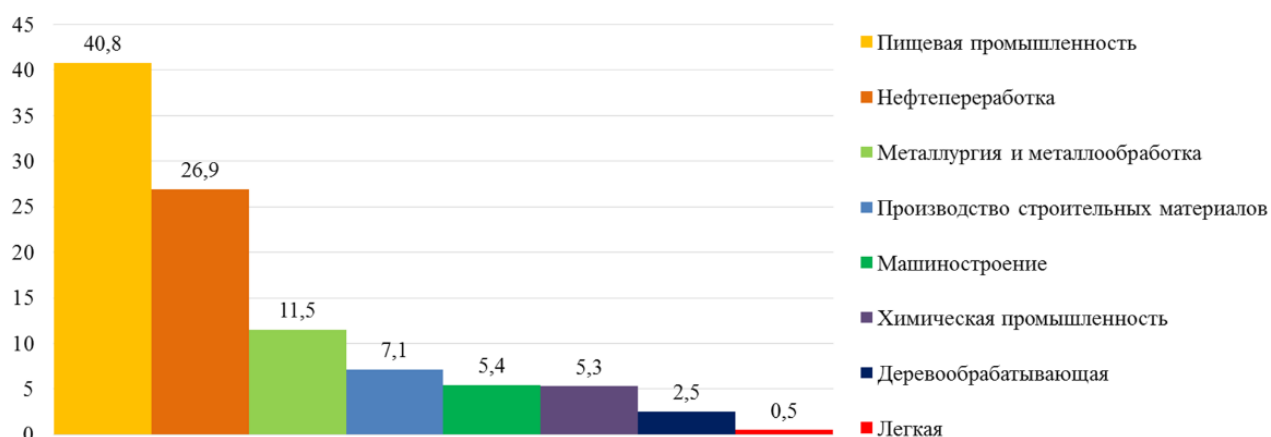


Рис. 1. Структура основных отраслей промышленности Краснодарского края 2024 г., в % [Федеральная служба..., 2025]

Как видно из диаграммы, в структуре промышленности преобладает пищевая, на её долю приходится 41 %, в данной отрасли функционируют более 2 500 предприятий, 200 из них относятся к категории крупных и средних. Для предприятий пищевой промышленности характерно образование больших объемов сточных вод и их дальнейший сброс в водоёмы. Например, на предприятиях сахарной, винодельческой, крахмало-паточной и консервной отраслей основной объём сточных вод образуется при гидротранспортировке и мойке сырья; сточные воды мясоперерабатывающих предприятий содержат большое количество минеральных и органических примесей. Сточные воды с высокими биохимическим и химическим потреблением кислорода увеличивают нагрузку на очистные сооружения, что приводит к эвтрофикации водоёмов. Чтобы предупредить подобные последствия, предприятия переходят на более чистые и безопасные способы производства. Например, внедрение систем очистки выбросов, как на сахарном заводе АО «Успенский Сахарник», где достигнута проектная эффективность удаления аммиака – не менее 90 %; винодельческое предприятие ОАО АПФ «Фанагория» в 2022 г. ввела в эксплуатацию новый комплекс очистных сооружений для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных стоков, а также активно использует «зеленую энергию» (собственная солнечная электростанция мощностью 1 МВт).

Нефтепереработка занимает второе место с долей 27 %, это пять нефтеперерабатывающих заводов: ЗАО «Краснодарский НПЗ – Краснодарэконепфть», ООО «РН-Туапсинский НПЗ», ООО «Афипский НПЗ», ООО «Славянск ЭКО» и ООО «Ильский НПЗ». Что касается данной отрасли, загрязнение воздуха углеводородами и сернистым

газом происходит на всех этапах переработки нефти и её компонентов, а также велики риски аварийных разливов во время транспортировки нефтепродуктов. Например, разлив мазута в Керченском проливе в 2024 г. из-за разлома корпусов двух нефтяных танкеров класса «Волгонефть»: «Волгонефть-212» и «Волгонефть-239» во время шторма.

Далее металлургия и металлообработка с 11,5 %, предприятия данных отраслей также оказывают негативное влияние на экосистемы – это загрязнение воздуха в процессе переработки сырья и сжигания топлива, сброс загрязнённых сточных вод металлургических предприятий. Соответственно, в регионе принимаются меры по снижению негативного воздействия отрасли. Например, Абинский электрометаллургический завод (АЭМЗ), производящий сортовой прокат, стальную заготовку и метизную продукцию, использует системы безотходного производства и систему пылегазоочистки, уменьшая выбросы пыли и газов [На зеленый свет..., 2022].

Производство строительных материалов, которое составляет 7,1 %, также загрязняет окружающую среду через выбросы в атмосферу (пыль, взвешенные частицы, оксиды углерода, азота), сбросы сточных вод, образование твёрдых отходов и шумовое загрязнение. Регион занимает первое место по производству цемента, второе – по гипсокартонным листам и кирпичу, четвертое – по бетонным смесям и гипсу, шестое – по нерудным строительным материалам и седьмое – по железобетонным изделиям. Разумеется, предприятия стремятся минимизировать негативное влияние на экосистемы края, например, ОАО «Верхнебаканский цементный завод» в Новороссийске, в рамках национального проекта «Экология» применяет следующие методы: безотходное производство, озеленение и благоустройство территории предприятия, а также орошение водой производственных территорий для пылеподавления.

В структуре основных промышленных отраслей Краснодарского края химическая промышленность и машиностроение имеют равные доли – около 5,5 %.

Химическая промышленность загрязняет окружающую среду токсичными веществами в результате производственных процессов, неправильного обращения с отходами и применения токсичных веществ, оказывая влияние на атмосферу (газы, пыль, аэрозоли), гидросферу (сбросы сточных вод, содержащие химические отходы, и тяжелые металлы) и почву (загрязнения токсичными веществами), а

также на живые организмы. Безусловно, предприятия активно используют различные способы для устойчивого развития в области экологии, которые включают законодательные меры, внедрение технологий, повышение экологической культуры. Например, предприятие ООО «ЕвроХим-Белореченские минудобрения» в Белореченском районе, производящее фосфорные удобрения – побочным продуктом производства является фосфогипс. В рамках устойчивого развития и экологизации промышленности, на данном предприятии разработали методы вторичного использования отходов – для мелиорации земель и дорожного строительства.

Далее идет деревообрабатывающая промышленность – с 2,5 %, здесь на 2024 г. действует свыше 100 предприятий, и легкая – с незначительной долей в 0,5 %. Влияние предприятий данных отраслей на экосистемы края не столь велико, вследствие малых масштабов предприятий, так как, в основном, это представители малого и среднего бизнеса.

Сейчас Краснодарский край занимает первое место в ЮФО по количеству индустриальных (промышленных) парков и промтехнопарков (рис. 2).

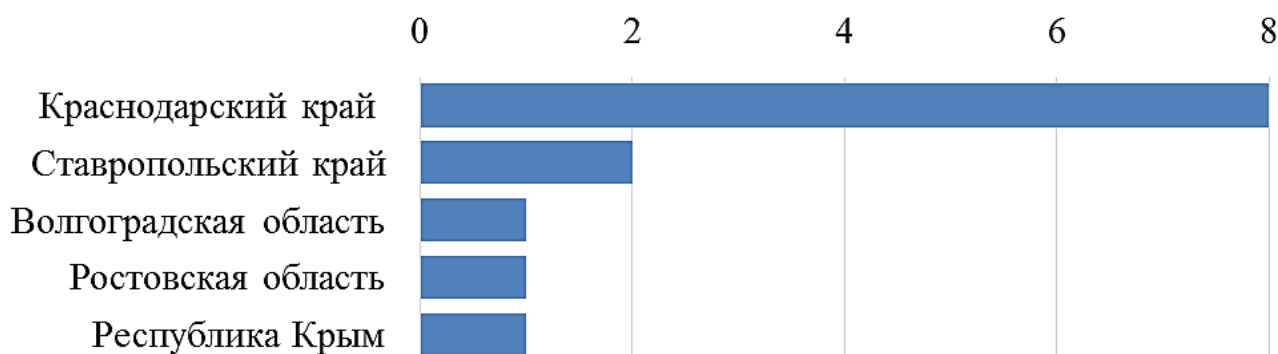


Рис. 2. Рейтинг регионов Юга России по количеству промпарков, внесенных в реестр Минпромторга [Промышленность..., 2025]

В реестр Минпромторга России уже включено 8 индустриальных парков и 2 промтехнопарка. В числе аккредитованных на федеральном уровне промышленных парков – «Краснодар», «Копанской», «Компрессорный», «ВБ Кубань», в краевой столице, «Русская Промышленная Корпорация» в Армавире, «Регион 23» в Мостовском районе, «Достояние» в Кавказском районе и «Кубань» в Усть-Лабинском районе. На территориях парков размещены промышленные производства более 50 резидентов, совокупная площадь территории действующих индустриальных (промышленных)

парков Краснодарского края превышает 380 га [Отрасли промышленности..., 2025].

Новые предприятия проектируются по современным стандартам с использованием новейших технологий в области экологии. Но, безусловно, для снижения негативного воздействия на окружающую среду, необходимо также проводить модернизацию на старых предприятиях, где зачастую не уделяется должного внимания экологическим аспектам. Для реализации данных действий необходимо скоординировать действия в области экологизации производств и сочетать законодательные меры, инвестирование и мониторинг состояния экосистем края.

Подводя итог вышесказанному, следует сказать, что в условиях возрастающей роли промышленности в экономике региона, увеличивается нагрузка и на экосистемы края, поэтому необходимо минимизировать риски возникновения зон накопительного воздействия, где техногенное влияние от разных производств усиливается, превышая расчётную устойчивость экосистем.

Библиографический список

1. На зеленый свет: как на Кубани ищут баланс между экологией и бизнесом. URL: <https://kuban.rbc.ru/>.
2. Отрасли промышленности Краснодарского края. URL: <https://promkuban.ru>.
3. Промышленность Краснодарского края. URL: <https://investkuban.ru/>.
4. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/>.
5. Экология Краснодарского края. URL: <https://ecoportal.info/>.

А.В. Шергина

A.V. Shergina

**Иркутский национальный исследовательский
Технический университет
Irkutsk National Research Technical University**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННЫХ ПОЧВ
И УЛУЧШЕНИЯ ИХ ПЛОДОРОДИЯ
USING BIOLOGICAL INDICATORS TO ASSESS MAN-MADE
SOILS AND IMPROVE THEIR FERTILITY**

Аннотация. Рассматривается загрязнение почвенно-растительного покрова в промышленной зоне «Усольехимпром» (Иркутская область). Особое внимание уделяется применению ботанических и химико-аналитических методов оценки почв, позволяющих оперативно выявлять экологические угрозы.

Ключевые слова: биоиндикация, виды-пионеры, эмбриоземы, фитотоксичность, восстановление почв.

Abstract. Contamination of the soil and vegetation cover in the industrial zone «Usoliekhimprom» (Irkutsk region) is considered. Particular attention is paid to the use of botanical and chemical-analytical methods for assessing soils, which make it possible to identify environmental threats.

Key words: bioindication, pioneer species, embryozems, phytotoxicity, soil restoration.

В современном мире проблема ухудшения состояния и загрязнения почв приобретает все большее значение, особенно в районах с развитой промышленностью. Отходы производства формируют особые техногенные насыпи на поверхности почв, которые превращаются в специфичные почвоподобные образования. Для них характерны низкая биологическая активность, повышенная концентрация вредных веществ и неблагоприятные условия для растений [Почвообразование..., 1991]. Одним из показательных примеров является индустриальная зона «Усольехимпром» в Иркутской области (рис. 1). Несмотря на остановку работы предприятия в 2010 г., последствия его негативной деятельности сохраняются. Поэтому восстановление нарушенных почв является очень важным моментом для улучшения экологической ситуации.

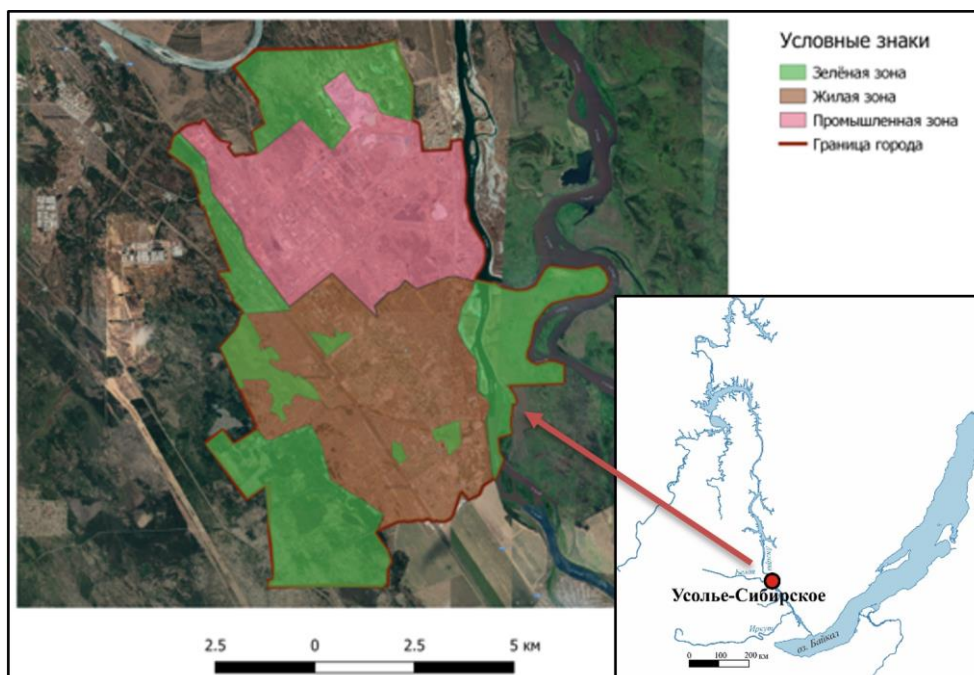


Рис. 1. Карта-схема с расположением промышленной зоны, жилых застроек и зеленых насаждений г. Усо́лья-Сиби́рского (автор: Шергина А.В.)

Целью работы послужило комплексное исследование состояния почв в промышленной зоне «Усо́льехимпром» ($52^{\circ}46'28''\text{N}$ $103^{\circ}36'10''\text{E}$) на основании применения биологических индикаторов, которые позволяют точно определить масштабы нарушений и своевременно принять меры по защите окружающей среды.

Исследования (2021–2024 гг.) показали, что в результате длительных естественных процессов в пределах отвалов твердых отходов сформировались техногенные почвы – эмбриоземы. В ходе полевых работ были выделены типы, соответствующие разным стадиям техногенного почвообразования: инициальные эмбриоземы, органо-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные [Андроханов В.А. и др., 2010]. Время формирования эмбриоземов колеблется от 20 до 40 лет. При этом наблюдается закономерный переход от начальной стадии почвообразования, без органических горизонтов в профиле почвы, до полного формирования зрелых гумусовых почв (рис. 2).

Полевые изыскания выявили, что для каждой фазы развития техногенных почв характерны определенные растительные сообщества. Например, для органо-аккумулятивных почв свойственно небольшое количество сорных и злаковых трав (всего девять видов), незначительные заросли кустарников и редкие экземпляры низкорослых деревьев, таких как сосна обыкновенная, береза повислая и тополь, находящихся в угнетенном состоянии.



Рис. 2. Фото почвенного агрегата эмбриозема, пронизанного гумусовыми потоками, с развивающимися на его поверхности живого покрова из пленок водорослей и мхов

Было обнаружено, что в естественных условиях на поверхности органо-аккумулятивного эмбриозема присутствует водоросль *Nostoc commune*, которая выполняет роль первичного почвообразователя. В лабораторных условиях был проведен эксперимент по изучению воздействия данного вида водоросли на фитотоксические свойства почвы. Работа включала посев семян пшеницы в контейнеры, содержащие как чистый органо-аккумулятивный эмбриозем, так и эмбриозем с добавлением *Nostoc commune* на поверхность. Уже на ранних этапах эксперимента наблюдались различия в темпах прорастания пшеницы на эмбриоземах, несмотря на идентичную предварительную обработку посевного материала. В дальнейшем было установлено, что пшеница, культивируемая в присутствии *Nostoc*, демонстрирует более интенсивное развитие и рост. Особое внимание привлекало усиленное образование корневой системы пшеницы вблизи талломов водорослей. Полученные данные позволили заключить, что присутствие *Nostoc* оказывает благоприятное воздействие на процессы почвообразования, по-видимому, способствуя ее обогащению питательными веществами, в частности подвижным азотом. Кроме того, зафиксировано снижение щелочности почвы с рН (водн.) 10,2 до 8,0 единиц в результате роста талломов *Nostoc* на поверхности эмбриозема (измерения проводились с использованием сканирующего рН-метра непосредственно под талломами водоросли).

Лабораторные анализы эмбриоземов показали, что содержание подвижного хлора и серы в водных вытяжках значительно выше фонового уровня (табл. 1). Так, в инициальном эмбриоземе превышение хлоридов составляет 14 раз, а превышение сульфатов – 9 раз. Исследование питательных элементов – азота, фосфора, калия, обнаружило повышение этих элементов по мере увеличения содержания органического вещества в почвах. Соответственно, наибольшее содержание N, P, K выявлено в гумусово-аккумулятивном эмбриоземе, а наименьшее – в инициальном. Однако при сравнении данных с фоновым уровнем, они значительно ниже.

Таблица 1

Содержание водоростворимых (N, P, K) и ионных (SO_4^{2-} , Cl^-) форм элементов в эмбриоземах

Почвы	N, мг/кг	P, мг/кг	K, мг/кг	SO_4^{2-} , мг/кг	Cl^- , мг/кг
Эмбриозем инициальный	1,02± 0,53	2,04± 0,53	1,52± 0,54	180,56± 10,14	220,52± 12,43
Эмбриозем органо-аккумулятивный	2,56± 0,51	3,59± 0,51	2,04± 0,52	120,35± 9,12	170,34± 10,13
Эмбриозем дерновый	5,54± 0,52	8,07± 1,06	10,55± 1,53	75,64± 5,17	97,68± 7,42
Эмбриозем гумусово-аккумулятивный	8,56± 1,02	10,57± 1,52	15,04± 1,51	64,34± 4,14	89,38± 6,42
Фоновая лесная почва	25,06± 2,02	40,04± 2,51	75,07± 3,02	20,36± 1,22	15,34± 1,12

Полученные данные важны для понимания процессов формирования плодородия и оценки потенциального риска загрязнения почв химическими веществами. При этом обнаруживается, что сложившаяся ситуация дополнительно усугубляется результатами исследования щелочности вытяжек из техногенных почв. Например, для инициального эмбриозема pH водн. составляет 13–14, при следующих стадиях почвообразования она постепенно снижается – от pH водн. 11–12 (органо-аккумулятивный) до pH водн. 8–9 (гумусово-аккумулятивный эмбриозем). Использование разного соотношения почв: раствор при приготовлении вытяжек, показал, что даже при их разбавлении щелочность эмбриоземов очень высока и ее снижение происходит очень медленно при развитии гумусового процесса.

Проведенные исследования техногенных почв в полевых условиях и аналитические работы позволили сформировать комплекс рекомендаций по их улучшению и восстановлению. Поскольку в естественных условиях первыми на техногенных почвах поселяются и произрастают такие виды травянистых растений, как донник белый, донник желтый, клевер гибридный, клевер ползучий, клевер луговой, горошек мышиный, люцерна посевная, осот полевой и иван-чай узколистный, именно их целесообразно рекомендовать для посева с целью активизации почвообразовательного процесса. Для повышения питательных свойств почв и увеличения содержания азота, фосфора и калия рекомендуется дополнительно вносить на поверхность гумусовый слой, обладающий высокими плодородными характеристиками. В целях сохранения талломов *Nostoc commune* и поддержания их экосистемной роли на техногенных территориях недопустимо нарушать поверхность уже сформированных органо-аккумулятивных эмбриоземов. Учитывая, что метод фитоэкстракции предусматривает очищение техногенных почв посредством скашивания надземной биомассы растений, в которой накапливаются тяжелые металлы, исследованные травянистые виды вполне пригодны для реализации этой технологии: их следует высевать, а затем удалять надземную часть с последующей утилизацией фитомассы. Кроме того, важно сохранять видовой состав «пионерной» травянистой растительности и поддерживать произрастание древесных растений – например, путем подсыпки плодородного слоя почвы под поврежденную корневую систему деревьев. Реализация данных мер позволит улучшить почвообразовательные процессы, повысить плодородие и биопродуктивность техногенных почв, снизить концентрацию тяжелых металлов за счет фитоэкстракции, стабилизировать экосистемные функции техногенных территорий и обеспечить постепенное формирование устойчивых растительных сообществ.

Библиографический список

1. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск, 2010.
2. Почвообразование и антропогенез: структурно-функциональные аспекты. Новосибирск, 1991.

С.Г. Аксенов, И.Р. Муракаев

S.G. Aksenov, I.R. Murakaev

Кубанский государственный университет

Kuban State University

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В МЕГАПОЛИСАХ: ПРИЧИНЫ И РЕШЕНИЯ AIR POLLUTION IN MEGACITIES: CAUSES AND SOLUTIONS

Аннотация. Загрязнение атмосферного воздуха – одна из наиболее актуальных экологических проблем мегаполисов. Стремительный рост численности горожан, расширение городских территорий и увеличение интенсивности движения транспорта способствуют достижению предельно высоких концентраций вредных веществ в городской атмосфере.

Ключевые слова: воздух, загрязнение, проблема, причины, мегаполис.

Abstract. Air pollution is one of the most pressing environmental problems facing megacities. Rapid population growth, urban expansion, and increased traffic contribute to extremely high concentrations of harmful substances in the urban atmosphere.

Key words: air, pollution, problem, causes, megacity.

Рассмотрим основные причины загрязнения воздуха в мегаполисах.

1. Автомобильный транспорт.

Транспорт является одной из главных причин загрязнения воздуха в городах. Автомобили, грузовики, автобусы и другие виды транспорта выбрасывают в атмосферу значительно количество вредных веществ, таких как оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), на долю транспорта приходятся свыше 50 % атмосферных загрязнений в крупных мегаполисах [Загрязнение...].

2. Промышленные объекты.

Промышленные предприятия также вносят значительный вклад в загрязнение воздуха. Выбросы от фабрик и заводов содержат токсичные вещества, такие как тяжелые металлы, летучие органические соединения (ЛОС) и диоксиды серы. В мегаполисах с развитой промышленностью уровень загрязнений может превышать допустимые нормы в несколько раз.

3. Строительство.

Строительные работы в городах также способствуют ухудшению качества воздуха. Пыль, которая возникает при строительстве, содержит вредные частицы, которые негативно сказываются и влияют на здоровье человека. Пылевое загрязнение представляет прямую угрозу респираторному здоровью людей.

4. Системы отопления.

В холодный сезон обогрев зданий становится дополнительным источником атмосферных выбросов. Сжигание твердого топлива (угля, древесины) и иных ископаемых видов топлива приводит к выбросам дыма и других вредных веществ. Особенно остро проблема стоит в регионах с низким уровнем дохода, где преобладают устаревшие отопительные технологии.

5. Источники загрязнения в быту.

В ухудшении качества воздуха заметную роль играют бытовые источники. Например, газовые плиты, печи, кондиционеры. В выбросах этих устройств нередко присутствуют углеводороды, оксиды азота и другие вредные соединения.

Загрязнение воздуха приводит к следующему [Основные причины...]:

1) Воздействие на здоровье людей.

Загрязненный воздух серьезно угрожает здоровью человека. По данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) ежегодно свыше 7 миллионов человек умирают из-за болезней, связанных с загрязнением атмосферы [Загрязнение...]. Среди ключевых проблем со здоровьем – это заболевания дыхательной системы (астма, бронхит), болезни сердечно-сосудистой системы, онкологические заболевания, нарушения в работе репродуктивной системы.

2) Влияние на природу.

Загрязнение атмосферы наносит ощутимый урон окружающей среде. Его последствия:

- кислотные дожди, разрушающие природные экосистемы;

- изменение климата, вызванное ростом концентрации парниковых газов;
- снижение биоразнообразия и ослабление устойчивости природных сообществ.

3) Экономический ущерб.

Загрязнение воздуха влечет серьезные экономические потери. Рост заболеваемости оборачивается:

- увеличение расходов на здравоохранение;
- падением производительности труда;
- снижением качества жизни населения.

Как решить проблему загрязнения воздуха [Проблемы...]:

1. Расширение сети общественного транспорта.

Эффективный способ уменьшить загрязнение воздуха – развить систему общественного транспорта. Если увеличить количество маршрутов, повысить качество и доступность услуг, это поможет сократить число личных автомобилей на дорогах.

2. Внедрение экологических технологий.

Предприятиям необходимо модернизировать производственные процессы, минимизируя выбросы в атмосферу. Эффективные решения:

- установка современных фильтров и очистных систем;
- переход на малоотходные технологии;
- использование альтернативных, менее токсичных материалов и энергоресурсов.

Такие меры позволяют существенно сократить поступление вредных веществ в окружающую среду.

3. Ужесточение норм и контроль за выбросами.

Для эффективного контроля качества воздуха необходимо ужесточить нормы по предельно допустимым выбросам, должен происходить систематический мониторинг промышленных объектов; ввести более строгие штрафные санкции за нарушение экологических стандартов. Государственные органы должны обеспечивать соблюдение требований всеми предприятиями.

4. Экологическое просвещение населения.

Повышение экологической грамотности также является ключевым фактором решения проблемы загрязнения воздуха. Образование и информирование населения о проблемах загрязнения воздуха и его последствиях могут способствовать изменению

поведения граждан, повышению общественного сознания по вопросам экологии и принятию ответственных решений на бытовом уровне.

Качество воздуха в современных мегаполисах – сложная экологическая проблема, которая требует разностороннего решения. С учетом неуклонного роста городов и численности их жителей, откладывать меры по оздоровлению атмосферы уже нельзя. Лишь объединив ресурсы государства и общества, мы сможем добиться значительных изменений в этой области и обеспечить устойчивое развитие городов будущего [Аксенов С.Г., 2023].

Библиографический список

1. Загрязнение атмосферного воздуха (воздуха вне помещений) и здоровье человек // Всемирная организация здравоохранения. URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

2. Основные причины загрязнения воздуха в российских городах URL: <https://ecologynow.ru/nowledge/priciny-zagraznenia-vozduha-v-rossiiskih-gorodah/>.

3. Проблемы загрязненного воздуха в большом городе и их решение URL: <https://www.el-vent.ru/articles/problemy-zagryaznennogo-vozdukha-v-bolshom-gorode-i-ikh-reshenie/>.

4. Аксенов С.Г. Экологическая безопасность как фактор устойчивого развития страны // Научный аспект. 2023.. Т. 1, № 3.

А.Д. Архангельский
A.D. Arkhangelskiy

Российский государственный гидрометеорологический
университет
Russian State Hydrometeorological University

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ASSESSMENT OF AIR POLLUTION IN ST. PETERSBURG

Аннотация. Данная статья посвящена оценке загрязнения атмосферного воздуха в городе Санкт-Петербург в 2024 году. Приводятся результаты мониторинга качества воздуха по ключевым загрязняющим веществам и выявляются приоритетные загрязняющие вещества.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, загрязняющее вещество, выбросы вредных веществ.

Abstract. This article is devoted to the assessment of atmospheric air pollution in the city of St. Petersburg in 2024. The results of air quality monitoring for key pollutants are presented and priority pollutants are identified.

Key words: air pollution, pollutants, emissions of harmful substances.

Загрязнение атмосферного воздуха представляет собой одну из наиболее актуальных проблем для таких больших городов, как Санкт-Петербург. Наибольший вклад (67,7 %) в загрязнение атмосферного воздуха города Санкт-Петербург вносит автомобильный транспорт, на стационарные источники приходится 32,3 %.

В 2024 г. на передвижные источники загрязнения пришлось 140,2 тыс. т вредных выбросов. Это объясняет высокий уровень загрязнения воздуха в районах, расположенных вблизи наиболее загруженных городских автомагистралей.

Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух города Санкт-Петербург от стационарных и передвижных источников в 2024 г. составили 207,1 тыс. т, в том числе (рис. 1) [Алексеев Д.К., 2011]:

- 1) твердых веществ – 4,0 тыс. т;
- 2) диоксида серы (SO_2) – 3,2 тыс. т;
- 3) оксида углерода (CO) – 141.1 тыс. т;

- 4) оксидов азота (NO_x) – 41,2 тыс. т;
- 5) углеводородов (CH_x) – 2,2 тыс. т;
- 6) летучих органических соединений (ЛОС) – 12,5 тыс. т.

По сравнению с 2023 годом суммарные выбросы от передвижных источников снизились на 0,3 % (140,6 тыс. т), хотя общее количество автотранспортных средств увеличилось на 1,2 %. Суммарные выбросы загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников в 2024 г., увеличились по сравнению с 2023 г. на 0,3 % (0,2 тыс. т) и составили 66,9 тыс. т.

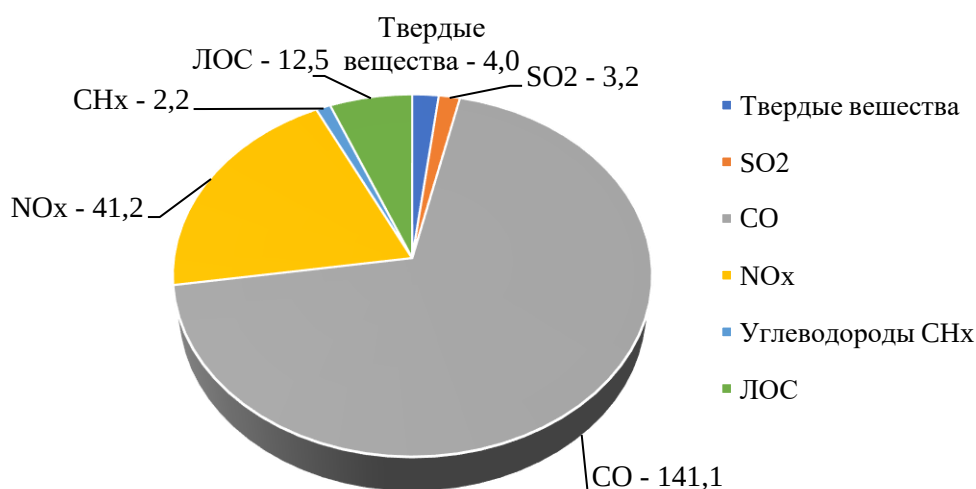


Рис. 1. Выбросы загрязняющих веществ от передвижных и стационарных источников в г. Санкт-Петербурге в 2024 г., тыс. т [Соловейчик К.А., 2025]

Концентрации загрязняющих веществ измеряются с помощью автоматизированных систем мониторинга, которые собирают, обрабатывают и передают данные о состоянии атмосферного воздуха [Алексеев Д.К, 2011]. В 2024 г. контроль за качеством атмосферного воздуха в г. Санкт-Петербурге осуществлялся с использованием стационарных постов ФГБУ «Северо-Западное УГМС» и 25 автоматизированных станций мониторинга (рис. 2). Эти станции равномерно установлены в различных районах города и позволяют проводить как общий анализ качества атмосферного воздуха в городской среде, так и более детальную оценку состояния воздуха в конкретных местах.

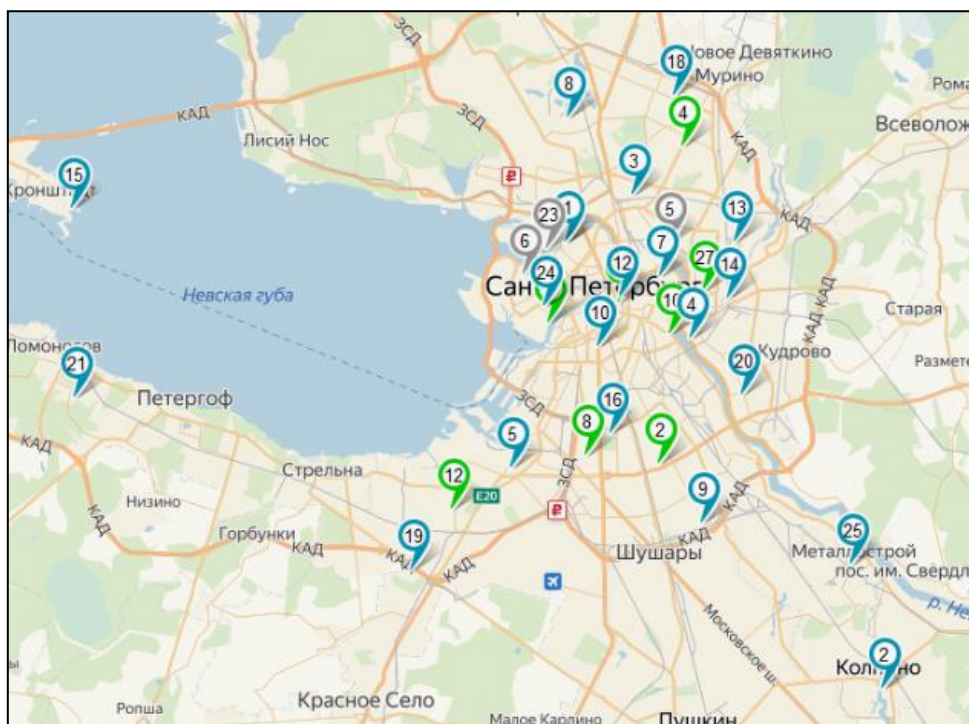


Рис. 2. Схема расположения постов мониторинга атмосферного воздуха на территории г. Санкт-Петербурга

Был проведен анализ показателей качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга. По результатам анализа было выявлено [Соловейчик К.А., 2025]:

1. Среднегодовые концентрации ключевых загрязняющих веществ (ЗВ), таких как диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота не превышают предельно допустимых уровней как в среднесуточном, так и в среднегодовом исчислении. В период с 2020 по 2024 гг. наблюдается незначительное возрастание среднегодовых концентраций данных ЗВ.

2. Согласно комплексному индексу загрязнения атмосферы (КИЗА) уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга классифицировался как низкий. Основной вклад в это вносили: взвешенные вещества, озон, формальдегид, аммиак и диоксид азота. В сравнение с 2023 годом, показатель КИЗА за 2024 г. уменьшился, что изменило уровень загрязнения с повышенного на низкий.

3. Среднегодовые концентрации диоксида азота в центральных районах города достигали 0,8 ПДК с.г., в периферийных частях – 0,4 ПДК с.г.

4. Средние концентрации оксида азота в периферийных районах (0,1 ПДК с.г.) Санкт-Петербурга ниже, чем в центральной части города (0,3 ПДК с.г.).

5. Средние концентрации оксида углерода и диоксида серы в центральной и периферийных частях города составила 0,1 ПДК с.г.

Библиографический список

1. Алексеев Д. К., Гальцова В.В., Дмитриев В.В. Экологический мониторинг: современное состояние, подходы и методы. Санкт-Петербург, 2011.

2. Соловейчик К.А., Серебрицкий И.А. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2024 году. Санкт-Петербург, 2025.

**ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
ПРОДУКТАМИ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА
PROBLEMS OF URBAN POLLUTION BY CHEMICAL
PRODUCTS**

Аннотация. Урбанизация и индустриализация привели к концентрации химических производств в городской среде, что создает серьезные экологические и социальные риски. Продукты химической промышленности имеют тенденцию к накоплению в городских экосистемах, угрожая здоровью населения и биоразнообразию.

Ключевые слова: химическое загрязнение, здоровье городского населения, поллютанты.

Abstract. Urbanization and industrialization have led to the concentration of chemical production in urban environments, which creates serious environmental and social risks. Chemical industry products tend to accumulate in urban ecosystems, threatening public health and biodiversity.

Key words: chemical pollution, urban health, pollutants.

Глобальная урбанизация, по прогнозам ООН, к 2050 г. приведет к тому, что 68 % населения будет проживать в городах. Современный город представляет собой сложную антропогенную экосистему, где сконцентрированы население, промышленность, транспорт и инфраструктура. Этот симбиоз обеспечивает экономическое развитие и комфорт, но одновременно создает «горячие точки» экологического риска [EEA Report No. 05/2022]. Продукты химического производства, будучи неотъемлемой частью промышленных процессов, строительства, энергетики, сельского хозяйства и быта, становятся источником устойчивого загрязнения атмосферного воздуха, почв, водных объектов и биоты [The Lancet..., 2018].

Современные исследования в основном фокусируются на локальных проблемах, но систематический анализ взаимодействия химических выбросов с урбанистическими системами отсутствует. Ключевые проблемы включают такие факторы:

1. Недооценка хронического воздействия смесей химических соединений, которые постоянно присутствуют в незначительных количествах в городской среде.

2. Недостаток данных о трансграничном переносе ПОЗ в мегаполисах.

3. Слабую интеграцию экологических и социо-экономических индикаторов в оценке рисков.

Цель работы – анализ источников поступления, пространственно-временного распределения и трансформации продуктов химической промышленности в окружающей среде, воздействия на экосистемы и здоровье человека, а также оценка эффективности методов мониторинга городской среды.

Загрязнение городской среды химическими веществами носит многосторонний и распределенный характер [Wang, Z. et al., 2020]. Основные источники можно классифицировать следующим образом:

- Промышленные источники: крупные химические, металлургические, нефтеперерабатывающие заводы. Особую проблему представляют заброшенные промышленные территории с остаточным загрязнением почв и грунтовых вод.

- Рассредоточенные источники: автомобильный транспорт, энергетика (ТЭЦ, котельные); системы отопления частного сектора (особенно при использовании низкокачественного топлива).

- Диффузные бытовые и коммерческие источники: строительные материалы, чистящие средства, косметика; пластики; пестициды и удобрения, используемые в городском озеленении.

- Системы обращения с отходами: полигоны твердых коммунальных отходов (ТКО), мусоросжигательные заводы, канализационные стоки и очистные сооружения.

Вышеуказанные источники характеризуются высвобождением следующих групп поллютантов в окружающую среду:

- Тяжелые металлы и металлоиды (Pb, Cd, Hg, As, Zn, Cu): обладают способностью к аккумуляции в почвах и донных отложениях. В городах их распространение связано с выбросами промышленности, износом инфраструктуры и транспортным потоком. Современные исследования с использованием эко- и биомониторинга (например, анализ мха или хвои) показывают, что, несмотря на снижение выбросов от основных источников, фоновые уровни остаются повышенными [Jiaheng Y. et al., 2022].

– Стойкие органические загрязнители (СОЗ): полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), диоксины, полихлорированные бифенилы (ПХБ). Обладают высокой устойчивостью к разложению, липофильностью и способностью к биоаккумуляции в пищевых цепях. Основным источником ПАУ в городах – неполное сгорание органического топлива (транспорт, ТЭЦ). Даже низкие концентрации СОЗ связаны с канцерогенными и мутагенными эффектами.

– Летучие органические соединения (ЛОС): бензол, толуол, этилбензол, ксилолы (БТЭК), формальдегид. Широко используются как растворители и входят в состав множества продуктов. Вносят значительный вклад в образование смога. Концентрации внутри помещений часто превышают уличные, что создает дополнительные риски для здоровья [Huang, B. et. al., 2014].

– Пер- и полифторалкильные соединения (ПФАС): используются в антипригарных покрытиях, упаковке для пищевых продуктов, водоотталкивающих тканях, пожарной пене. Обнаруживаются в питьевой воде, пыли и тканях животных и человека. Обладают исключительной стойкостью и связаны с рядом неблагоприятных эффектов для здоровья (канцерогенный эффект, нарушения метаболизма, снижение иммунитета) [Effect of..., 2021].

Бурное развитие химической промышленности в последние десятилетия привело к взрывному росту новых выбросов в окружающую среду, многие из которых еще до конца не идентифицированы, в связи с недостаточной обеспеченностью контролирующих органов современными физико-химическими анализаторами. Стоит отметить, что большинство данных по выбросам основаны на самоотчетах предприятий, которые могут занижать показатели (например, в Китае в 2022 г. проверки выявили расхождения в 2,5 раза).

Редко учитываются нелегальные выбросы отходов химических предприятий. Так, например, в Мексике химические отходы часто смешивают с бытовыми отходами для упрощения утилизации [INECC, 2023]. Небольшие химические предприятия либо совсем не имеют систем очистки из-за высокой стоимости, либо используют устаревшие технологии 70-80 гг. XX века, что увеличивает удельные выбросы в 3-5 раз по сравнению с крупными химическими концернами.

Текущее состояние городской среды приводит к снижению биоразнообразия, эвтрофикации и токсификации водных объектов, обеспечивающих население пресной водой. Влияние поллютантов на

здоровье жителей городов носят комплексный характер и зависят от пути поступления (ингаляционный, пероральный, перкутанный), дозы и индивидуальной чувствительности [Jiaheng Y. et al., 2022]. Эпидемиологические исследования последовательно демонстрируют связь между воздействием городского химического загрязнения и повышением частоты следующих заболеваний:

- респираторные заболевания (астма, ХОБЛ, рак легких);
- заболевания сердечно-сосудистой системы;
- неврологические расстройства и нарушениями развития у детей (особенно в связи с воздействием свинца и некоторых ЛОС);
- эндокринными дисфункциями и нарушениями репродуктивного здоровья;
- онкологическими заболеваниями.

Особую озабоченность вызывает эффект синергизма при одновременном воздействии множества веществ, а также потенциальные мутагенные эффекты, связанные с эпигенетическими изменениями, происходящими в клетках человека и животных [Effect of..., 2021].

Для улучшения сложившейся экологической ситуации предлагается усилить внедрение следующих мер:

- внедрять принципы «зеленой» химии и проектирования химических веществ и материалов, безопасных на протяжении всего жизненного цикла;
- разрабатывать подходы по максимальному вовлечению вторичных ресурсов в хозяйственный оборот.
- Развивать технологию «умных» сетей мониторинга окружающей среды (использовать интернет вещей (IoT) и большие данные для оперативного контроля загрязнений);
- усиливать использование зеленых насаждений в городской среде для поглощения и фильтрации загрязняющих веществ;
- внедрять экологическое планирование при проектировании городской среды.

Загрязнение городов продуктами химического производства представляет собой комплексную и динамичную проблему, угрожающую устойчивости городских экосистем и здоровью миллионов людей [Fantke, P. et al., 2021]. Современная ситуация характеризуется переходом от доминирования классических загрязнителей (тяжелые металлы, ПАУ) к возрастающей роли новых,

малоизученных соединений (ПФАС, фармпрепараты, микропластик) в городской среде.

Библиографический список

1. Air quality in Europe 2022 report (EEA Report No. 05/2022) // The European Environment Agency. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-in-europe-2022>.
2. The Lancet Commission on pollution and health / Landrigan P.J., Fuller R., Acosta N. J. R. et al. // The Lancet. 2018. №. 391 (10119).
3. Wang Z., Walker G.W., Muir D.C., Nagatani-Yoshida K. Toward a global understanding of chemical pollution: A first comprehensive analysis of national and regional chemical inventories // Environmental Science & Technology. 2020. №. 54 (5).
4. Jiaheng Y., Jiansheng Ch., Wenqing Zh. Impact of land use and cover on shallow groundwater quality in Songyuan city, China: A multivariate statistical analysis // Environmental Pollution. 2022. №. 307.
5. Huang B., Lei C., Wei C., Zeng G. Chlorinated volatile organic compounds (Cl-VOCs) in environment—sources, potential human health impacts, and current remediation technologies // Environment International. 2014. №. 71.
6. Effect of exposure to phthalates on association of polycyclic aromatic hydrocarbons with 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine / Liu Q., Xu C., Ji G., et al. // Science of The Total Environment. 2021. №. 752.
7. Diagnóstico Nacional de Residuos Industriales Peligrosos 2023: Prácticas ilegales y brechas regulatorias // Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). URL: <https://www.inecc.gob.mx/publicaciones2/diagnostico-residuos-industriales-2023>.
8. Fantke P., Aurisano N., Jolliet O. Toward effective and sustainable solutions to address chemical pollution in our cities // Environmental Science & Technology. 2021. №. 55 (6).

А.А. Гандалипова
A.A. Gandalipova
Башкирский государственный
педагогический университет им. М. Акмуллы
Akmulla Bashkir State Pedagogical University

**СТРАТЕГИИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ УРБАНИЗАЦИИ:
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ
STRATEGIES FOR CONSERVING BIODIVERSITY IN
CONDITIONS OF INTENSIVE URBANIZATION:
METHODOLOGICAL APPROACHES AND PRACTICAL
IMPLEMENTATION**

Аннотация. В статье систематизируются стратегии сохранения биоразнообразия в условиях урбанизации на основе трех ключевых подходов: формирование экологического каркаса, внедрение биофильного дизайна и управление городом как социо-эколого-технической системой. Обосновывается необходимость перехода от фрагментарных мер к комплексному планированию для повышения устойчивости городских экосистем.

Abstract. The article systematizes biodiversity conservation strategies in the context of urbanization based on three key approaches: the formation of an ecological framework, the implementation of biophilic design, and the management of the city as a socio-ecological-technical system. The necessity of moving from fragmented measures to comprehensive planning to increase the resilience of urban ecosystems is substantiated.

Ключевые слова: городское биоразнообразие, экологический каркас, биофильный дизайн, урбоэкосистемы, градостроительное планирование.

Key words: urban biodiversity, ecological framework, biophilic design, urban ecosystems, urban planning.

Интенсивная урбанизация ведет к утрате биоразнообразия, делая его сохранение критической задачей для устойчивости городов [Оценка экосистемных услуг..., 2020]. Цель работы – систематизировать стратегии и методологические подходы к решению этой задачи.

Актуальность исследования связана с необходимостью разработки практических мер, которые позволят городам не только адаптироваться к климатическим изменениям, но и стать центрами сохранения живой природы.

Исторически подход к сохранению природы в городе эволюционировал от создания изолированных ООПТ через концепцию «зеленой инфраструктуры» к современному пониманию города как социо-эколого-технической системы (СЭТС), где биоразнообразие – системообразующий элемент [Соколова Е.П., 2008]. Каждый последующий этап отражает рост понимания сложности городских экосистем: от охраны отдельных территорий к управлению взаимосвязанными экологическими, техническими и социальными процессами.

Реализация подхода СЭТС на практике требует разработки конкретных инструментов, которые выступают «переводчиками» между экологическими целями и городским хозяйством. К таким инструментам относятся, например, стратегическая экологическая оценка (СЭО) градостроительных планов, которая позволяет прогнозировать и нивелировать их негативное воздействие на биоразнообразие на ранней стадии. Другим эффективным механизмом являются компенсационные меры, когда ущерб, неизбежный при застройке одной территории, компенсируется восстановлением или созданием новых ценных местообитаний в другом месте города. Это делает экономику проекта экологически ответственной.

Ключевые стратегические векторы:

Экологический каркас как пространственная основа. Каркас, состоящий из взаимосвязанных ядер и коридоров, обеспечивает связность местообитаний, что критически важно для миграции видов и поддержания здоровых популяций. Его планирование основано на ландшафтно-экологическом анализе и ГИС-моделировании, которое позволяет объективно оценивать степень фрагментации и проектировать оптимальные связи [ГИС-анализ в ландшафтном планировании, 2019]. Практическая реализация включает не только создание экодуков над магистралями, но и ревитализацию промзон и городских водоемов в качестве новых экологических коридоров, как это делается, например, в Казани [Толовёнок Д.В., 2022].

Биофильный дизайн. Этот подход предполагает интеграцию природных элементов в саму ткань застройки для создания вторичных местообитаний. Инструменты включают зеленые крыши и фасады,

которые становятся убежищем для членистоногих и птиц; дождевые сады и «дикие» луга с аборигенной растительностью, которые поддерживают насекомых-опылителей; а также установку искусственных гнездовий. Отказ от стриженных газонов и пестицидов в пользу сложных растительных сообществ напрямую способствует увеличению видового богатства на микроуровне.

Важно подчеркнуть, что биофильный дизайн – это не только экологическая, но и экономическая стратегия. Капитализация преимуществ такой застройки происходит через повышение привлекательности и стоимости недвижимости, снижение затрат на энергопотребление и уменьшение нагрузки на ливневую канализацию. Таким образом, первоначальные инвестиции в «озеленение» зданий и дворов окупаются за счет долгосрочной экономии и роста рыночной стоимости объектов, делая биофильный подход выгодным для девелоперов и муниципалитетов.

Управление городом как СЭТС. Эта стратегия основана на вовлечении горожан через гражданскую науку, когда жители участвуют в сборе данных о видах, и соуправление зелеными территориями [Трушина Т.П., Черных Н.А., 2022]. Эффективным механизмом также является закрепление конкретных экологических норм в строительных стандартах и градостроительных регламентах, что переводит благие намерения в обязательные для исполнения требования при проектировании и застройке.

Внедрению стратегий мешают ведомственная разобщенность, антропоцентрическое мышление и высокая стоимость решений. Ключевым инструментом для преодоления этих барьеров и обоснования инвестиций является экономическая оценка экосистемных услуг, переводящая выгоды от биоразнообразия в понятные финансовые показатели [Оценка экосистемных услуг..., 2020]. Перспективы развития связаны с цифровизацией планирования, развитием «зеленого» финансирования и реализацией пилотных проектов, наглядно демонстрирующих положительные социально-экологические эффекты.

Успех любой стратегии зависит от эффективной системы мониторинга и адаптивного управления. Недостаточно единожды спроектировать и создать экологический каркас или зеленую крышу. Необходимо отслеживать их состояние и функционирование с помощью системы ключевых показателей (KPI): например, динамики численности видов-индикаторов, степени связности местообитаний,

температуры поверхности. Полученные данные должны регулярно анализироваться, а управленческие решения – корректироваться. Такой циклический, научно обоснованный подход, известный как адаптивное управление, позволяет гибко реагировать на изменения и обеспечивает долгосрочную эффективность мер по сохранению биоразнообразия.

Сохранение биоразнообразия в условиях растущих городов требует перехода к системному экологическому планированию, объединяющему пространственный подход (экокаркас), объектный дизайн (биофилия) и инклюзивное управление (подход СЭТС). Только такая комплексная стратегия может стать основой для создания по-настоящему устойчивых, жизнестойких и биопозитивных городов будущего, где природные процессы гармонично вплетены в урбанистическую среду.

Библиографический список

1. Проказова С.В., Казакова Л.К. ГИС-анализ в ландшафтном планировании. СПб., 2019.
2. Оценка экосистемных услуг на урбанизированных территориях: методы и практики / под ред. А.В. Дроздова. М., 2020.
3. Соколова Е.П. Оценка экологического состояния города для целей градостроительного регулирования: на примере г. Москвы: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2008.
4. Толовёнок Д.В. Градоэкологический каркас как основа для создания здоровых городов // Социодиггер. 2022. Т. 3, Вып. 9 (21). URL: <https://sociodigger.ru/articles/articles-page/gradoehkologicheskii-karkas-kak-osnova-dlja-sozdanija-zdorovykh-gorodov>.
5. Трушина Т.П., Черных Н.А., 2022. Трушина Т.П., Черных Н.А. Гражданская наука в мониторинге городского биоразнообразия // Экология и промышленность России. 2022. Т. 26, № 3.

В.А. Громов

V.A. Gromov

**Российский государственный
гидрометеорологический университет
Russian State Hydrometeorological University**

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДОМ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ РОССИИ
ASSESSMENT OF FORMALDEHYDE AIR POLLUTION IN
RUSSIAN CITIES**

Аннотация. В данном материале представлена оценка загрязнения формальдегидом атмосферного воздуха в городах России в 2024 году. Приводятся результаты мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, а также сравнение с результатами таковых в предыдущие года.

Ключевые слова: формальдегид, атмосферный воздух, загрязнение атмосферного воздуха.

Abstract. This article presents an assessment of atmospheric air pollution by formaldehyde in Russian cities in 2024. The results of monitoring of atmospheric air pollution are presented, as well as a comparison with the results of those in previous years.

Key words: formaldehyde, atmospheric air, atmospheric air pollution.

В современном мире загрязнённый воздух является одним из основных факторов риска здоровью населения крупных городов. Летучие загрязняющие вещества воздействуют на легкие и сердечно-сосудистую систему, что вызывает хронические легочные заболевания, болезни сердца, инсульты и онкологические заболевания. Постоянное потобное воздействие загрязняющих веществ ведет к увеличению смертности среди населения. Для снижения риска здоровью населения в России проводится мониторинг загрязнения атмосферного воздуха.

Одним из основных (приоритетных) загрязняющих атмосферный воздух веществ, определяемых на государственной наблюдательной сети лабораторий Росгидромета, является формальдегид. Формальдегид – это органический бесцветный газ с сильным запахом. При концентрациях, превышающих уровень ПДК в несколько раз, способен действовать на органы зрения, слизистую оболочку верхних

дыхательных путей.

В атмосферу формальдегид поступает от автомобильного транспорта, химической промышленности, деревообрабатывающих предприятий. Также газ накапливается в атмосфере за счет фотохимических реакций. Согласно СанПиН 1.2.3685-21 формальдегид имеет максимальную разовую и среднесуточную предельно допустимые концентрации (ПДК_{м.р.} и ПДК_{с.с.}) 0,05 и 0,01 мг/м³ соответственно [СанПиН, Халиков И.С., 2029].

По данным Главной геофизической обсерватории «им. А.И. Воейкова» [Ежегодник, 2024], на момент 2024 года наблюдение за концентрациями формальдегида в воздухе проводится в 167 городах России на 461 пункте наблюдений. В среднем почти в 90 % городов России, где проводятся наблюдения, концентрации формальдегида в воздухе превышали значения ПДК более чем в 3 раза. На рисунке 1 сравниваются концентрации загрязняющих веществ, превысивших уровень ПДК:

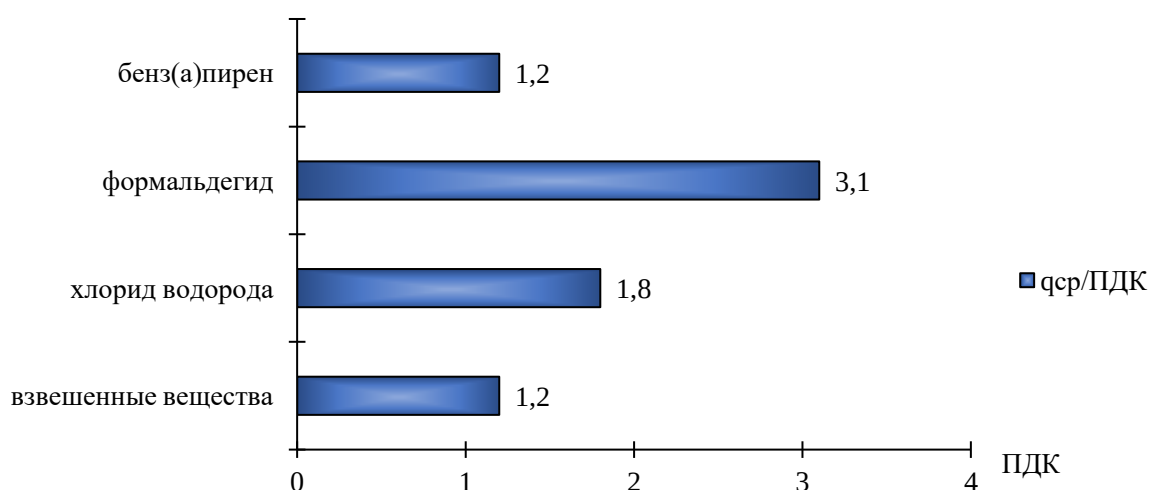


Рис. 1 Средние концентрации загрязняющих веществ, qср, ПДК, в городах России

Как видно из графика, наибольшее превышение ПДК идет у формальдегида. По данным ежегодников за период 2021–2024 гг. Тенденция среднегодовых концентраций и выбросов формальдегида в атмосферном воздухе идет на повышение. Средние концентрации увеличились на 7 %. Количество выбросов от стационарных источников и автотранспорта увеличилось на 13 % [Ежегодник, 2021–2024].

По итогам видно, что ситуация с загрязнением воздуха городов

России формальдегидом ухудшается. Значения среднегодовых концентраций увеличивается с каждым годом и уже превышают значения ПДК более чем в 3 раза. Это повышает риск здоровью населения крупных городов и требует проведения мероприятий по снижению выбросов формальдегида в атмосферу.

Библиографический список

1. Ежегодник. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2021 г. URL: <http://voeikovmgo.ru/index.php/deyatelnost/publikacii/40-perechen-materialov-izdannyykh-ggo>.

2. Ежегодник. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2022 г. URL: <http://voeikovmgo.ru/index.php/deyatelnost/publikacii/40-perechen-materialov-izdannyykh-ggo>.

3. Ежегодник. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2023 г. URL: <http://voeikovmgo.ru/index.php/deyatelnost/publikacii/40-perechen-materialov-izdannyykh-ggo>.

4. Ежегодник. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2024 г. URL: <http://voeikovmgo.ru/index.php/deyatelnost/publikacii/40-perechen-materialov-izdannyykh-ggo>.

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>.

6. Халиков И.С. Формальдегид в атмосферном воздухе: источники поступления и пути удаления // Экологическая химия, 2019. 28(6).

Р.А. Дьячковский, Е.Ю. Чебыкина
R.A. Dyachkovskiy, E.Y. Chebykina
Санкт-Петербургский государственный университет
St. Petersburg State University

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ
НАМЫВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
HYDROCHEMICAL FEATURES OF SURFACE WATER BODIES
IN THE RECLAIMED TERRITORIES OF ST. PETERSBURG**

Аннотация. Работа посвящена обследованию поверхностных водоёмов трёх намывных территорий города Санкт-Петербурга: Южно-Приморского парка, Василеостровского намыва и парка 300-летия Санкт-Петербурга. Выявлено, что в ряде случаев гидрохимический состав вод, вероятно, формируется под влиянием подземных вод. Загрязнение вод тяжёлыми металлами незначительное.

Ключевые слова: гидрохимия, намывные территории, тяжёлые металлы, экологический мониторинг

Abstract. The study is devoted to the investigation of surface water bodies located within three reclaimed areas of Saint Petersburg: Yuzhno-Primorsky Park, the Vasilievsky Island reclamation area, and the 300th Anniversary of Saint Petersburg Park. It was found that, in some cases, the hydrochemical composition of the waters is likely influenced by groundwater input. Heavy metal contamination of the waters is insignificant.

Key words: hydrochemistry, reclaimed territories, heavy metals, environmental monitoring.

В последние годы в Санкт-Петербурге интенсивно ведётся освоение намывных территорий, в результате чего возникают новые искусственно созданные местообитания организмов, которые представляют собой урбоэкосистемы [Дьячковский Р.А., Чебыкина Е.Ю., 2024]. Площадь таких земель колоссальна – за прошедшее десятилетие она достигла примерно 4 % от общей площади города [Дьячковский Р.А., Шилин М.Б., 2021]. Существенный научный интерес представляет исследование процессов естественной экологической трансформации этих территорий в условиях развития

крупного мегаполиса.

Анализ литературных источников показал недостаточную изученность малых водоёмов намывных территорий.

Данная работа посвящена изучению поверхностных водных объектов трёх намывных территорий: Южно-Приморского парка, Василеостровского намыва и парка 300-летия Санкт-Петербурга, в трёх районах города – Красносельском, Василеостровском и Приморском районе, соответственно.

Отбор проб осуществлялся в 2023 и 2025 гг. Для поверхностных водных объектов определялся основной макрокомпонентный состав: гидрокарбонаты, хлорид-ион, общая жёсткость, содержание ионов кальция и магния, перманганатная окисляемость (титриметрический метод), сульфаты (гравиметрический метод). Содержание нитратов определялось с помощью ионометрического преобразователя И-500. рН вод определялся при помощи портативного рН-метра HANNA HI 98127 рНер 4. Также определялось содержание тяжёлых металлов.

Комплекс гидрохимических обследований осуществлялся на базе лаборатории кафедры Гидрогеологии СПбГУ согласно методическим указаниям [Методические рекомендации..., 2003].

Количественный анализ содержания тяжёлых металлов в водных растворах осуществлялся в Ресурсном центре СПбГУ «Методы анализа состава вещества» методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на оптическом эмиссионном спектрометре ICPE-9000.

Водоёмы Южно-Приморского парка представляют собой пруды, мелиоративные каналы и Дудергофский канал. Визуальное состояние водоёмов показывает сильное эвтрофирование каналов, заболачивание и заиление, в отличие от водоёма накопителя близ Морского вокзала на Василеостровском намыве. С акватории Финского залива пробы были взяты в парке 300-летия Санкт-Петербурга и на Василеостровском намыве.

Расчетные значения минерализации вод малых водоемов Южно-Приморского парка и Василеостровского намыва находились в диапазоне 450–600 мг/л. Это значительно выше показаний для вод Финского залива – 70–90 мг/л, что может свидетельствовать о разгрузке подземных источников в этих водоемах.

Значения рН вод в межгодовой динамике изменились незначительно и имеют тенденцию к подщелачиванию относительно нейтральной среды.

Содержание гидрокарбонатов в водах Финского залива не превышало 60 мг/л, тогда как в водоёме Василеостровского намыва их содержание составило 170 мг/л. Почти во всех точках отбора Южно-Приморского парка содержание гидрокарбонатов было выше 250 мг/л.

Содержание хлорид-ионов в водах находилось в диапазоне 8–130 мг/дм³. Наименьшие значения характерны для водоёма, расположенного на открытом участке в северо-восточном углу Южно-Приморского парка близ пересечения ул. Маршала Захарова и ул. Доблести – тут содержание хлорид-ионов составило 13,0 мг/дм³. Схожие значения характерны для вод Финского залива. Самые высокие значения хлоридов – более 100 мг/дм³, отмечены в водах Дудергофского канала и водоёме Василеостровского намыва. Межгодовое изменение показателей незначительно.

Пробы вод на всех участках характеризуются как средне-жёсткие-жёсткие. Незначительное увеличение значений общей жёсткости наблюдается от парка 300-летия к Южно-Приморскому парку (от 2,4 мг-экв/дм³ до 7,5 мг-экв/дм³). Наибольшей общей жёсткостью характеризуются воды Дудергофского канала (6,0–6,8 мг-экв/дм³). Соотношение ионного состава Са/Mg фактически во всех пробах больше 1:1,2. В ряде точек Южно-Приморского парка наблюдается соотношение близкое 1:1.

Содержание сульфатов в водах Финского залива не превышает 10 мг/л. Водоёмы Южно-Приморского парка и пруд на Василеостровском намыве, в основном, характеризуются содержанием сульфатов в 30–50 мг/л. Только один водоём Южно-Приморского парка показывает значения выше 300 мг/л.

Содержание нитратов во всех водах, кроме вод Дудергофского канала, не превышает 30 мг/л, тогда как в канале значения подходят к границе ПДК в 45 мг/л.

Значения перманганатной окисляемости находятся, в основном, в промежутке 2–10 мг О/дм³. Только в одной пробе, взятой в слабопроточном водоёме Южно-Приморского парка с большим количеством листового опада, значения оказались равны 20,9 мг О/дм³. Там же был отмечен характерный сильный запах сероводорода.

Концентрация тяжёлых металлов: As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sn и V, во всех пробах воды оказалась ниже чувствительности обнаружения прибора. Отмечаются превышения установленных ПДК_{х.б} по Fe и Mn, что может считаться нормальным в рамках особенностей регионального геохимического фона Санкт-Петербурга.

Содержания Ва, Zn, Sr не превышают установленных ПДК [СанПиН 1.2.3685-21].

Представляется необходимым продолжение исследований для выявления особенностей гидрохимического режима малых водоемов. Исследование поможет лучше понять функционирование искусственных экосистем намывных территорий города Санкт-Петербурга.

Работа выполнена с использованием оборудования Ресурсного Центра «Методы анализа состава вещества» Научного парка СПбГУ.

Библиографический список

1. Дьячковский Р.А., Шилин М.Б. Оценка экологической благоприятности существования гидробиологических сообществ в Восточной части Финского залива // Экологически-дружественное развитие прибрежных зон и морских акваторий. СПб., 2021.

2. Дьячковский Р.А., Чебыкина Е.Ю. Результаты эколого-гидрогеохимических обследований водных объектов и снегового покрова намывных территорий Г. Санкт-Петербурга // Наука СПбГУ – 2023. СПб., 2024.

3. Методические рекомендации по определению химического состава подземных и поверхностных вод при инженерно-геологических изысканиях. М., 2003.

4. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>.

Н.М. Кравченко
N.M. Kravchenko

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
National Research University «Moscow Power Engineering»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА МОСКВЫ **ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CITY OF MOSCOW**

Аннотация. Статья посвящена анализу ключевых экологических проблем города Москвы, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, высокой транспортной нагрузкой и формированием теплового острова. Рассматриваются реальные данные мониторинга качества воздуха, приводимые Мосэкомониторингом и Департаментом природопользования и охраны окружающей среды (ДПиООС) Москвы. Дополнительно оценивается роль зелёных насаждений в снижении антропогенных нагрузок. Показано, что несмотря на внедрение природоохранных мероприятий, экологическая ситуация остаётся напряжённой и требует комплексного управления.

Ключевые слова: Москва, экология города, атмосферный воздух, транспортные выбросы, тепловой остров, зелёные насаждения.

Abstract. The article analyzes key environmental issues in Moscow related to air pollution, transport emissions, and the development of the urban heat island. Real monitoring data from Mosecomonitoring and the Moscow Department of Environmental Management are used. The role of green areas in reducing environmental pressures is also examined. Despite ongoing environmental measures, the ecological situation remains tense and requires integrated management approaches.

Key words: Moscow, urban ecology, air pollution, transport emissions, urban heat island, green areas.

Экологическое состояние Москвы формирует характерный для мегаполиса контраст: при высоком уровне озеленения город сталкивается с устойчивыми экологическими перегрузками, масштабной урбанизацией, большой концентрацией транспорта и промышленной инфраструктуры. В совокупности эти факторы формируют комплекс экологических проблем, среди которых наиболее значимыми являются загрязнение атмосферного воздуха, транспортные выбросы и развитие теплового острова мегаполиса.

Одним из ключевых показателей состояния окружающей среды в

Москве являются данные мониторинга атмосферного воздуха. Согласно ежегодному докладу Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы за 2023 г., наблюдается превышение ориентировочных безопасных уровней по ряду загрязняющих веществ, особенно вблизи крупных транспортных магистралей. Среди наиболее распространённых загрязнителей фиксируются диоксид азота (NO_2), взвешенные частицы $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} , а также формальдегид, уровень которого в отдельных районах приближается к нормативам, установленным санитарными правилами [Доклад..., 2024].

По данным Мосэкомониторинга, среднегодовая концентрация NO_2 в 2024 г. составила $0,04 \text{ мг/м}^3$, что близко к предельно допустимой концентрации (ПДК) 40 мкг/м^3 . В отдельных районах, таких как Пресненский, Таганский и Люблино, фиксируются эпизоды превышений.

Концентрации $\text{PM}_{2.5}$ в зимний период особенно высоки: среднегодовое значение составляет $0,013 \text{ мг/м}^3$, что выше рекомендуемого уровня ВОЗ (5 мкг/м^3). Частицы PM_{10} достигают $0,03 \text{ мг/м}^3$ (рис. 1). Основные источники образования мелкодисперсных частиц – транспорт, котельные и строительная деятельность.

Формальдегид в ряде районов Москвы фиксируется на уровне $0,003 \text{ мг/м}^3$, что составляет 60–90 % от ПДК. Данное вещество особенно чувствительно к интенсивности транспортного потока и температурным условиям [Мосэкомониторинг..., 2024; Росстат, 2024].

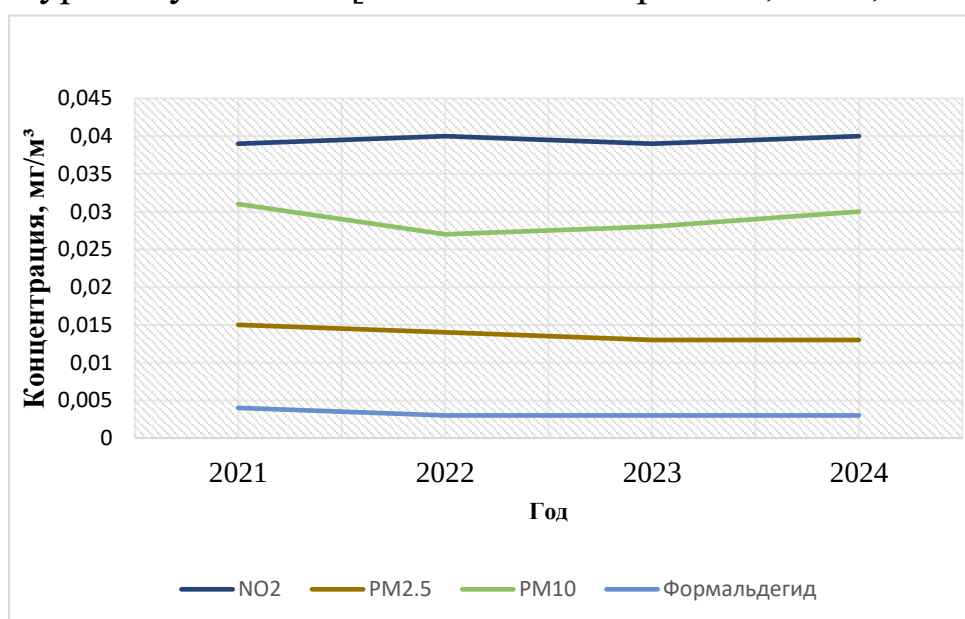


Рис. 1. Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в Москве в 2021–2024 гг., мг/м^3

Стойкость концентраций NO₂, PM_{2.5} и формальдегида демонстрирует пределы экологической устойчивости мегаполиса при существующей структуре урбанизации.

Транспорт продолжает оставаться ключевым источником загрязнения атмосферного воздуха в Москве. Согласно данным ДПиООС, автотранспорт формирует основной объём выбросов загрязняющих веществ, многократно превосходящий вклад стационарных источников: в 2024 г. транспортные выбросы составили 314,64 тыс. т, что примерно в 4,7 раза больше, чем выбросы всех стационарных объектов (66,5 тыс. т).

Количество транспортных средств в городе продолжает увеличиваться высокими темпами: только за 2024 г. автопарк вырос на 183,2 тыс. единиц, включая 124 тыс. легковых и 56 тыс. грузовых автомобилей. Темпы прироста в 2023-2024 гг. вернулись на уровень начала 2010-х годов после периода замедления.

Наибольший вклад в транспортные выбросы в 2024 г. приходился на грузовой транспорт - от 56 до 81 %, что связано с большим пробегом, повышенной мощностью двигателей и преобладанием дизельного топлива.

Для снижения воздействия транспорта на атмосферу город продолжает активно внедрять экологичные виды перевозок. В 2024 г. доля электробусов в парке ГУП «Мосгортранс» достигла 31 %, а общее количество машин, закупленных с 2018 г., превысило 2300 единиц. Только в 2024 г. эксплуатация электробусов позволила предотвратить 255 т выбросов загрязняющих веществ и 62 тыс. т парниковых газов.

Помимо электрификации транспорта, реализуются меры по развитию дорожной инфраструктуры и улучшению дорожных условий. В 2024 г. введено в эксплуатацию 100 км новых дорог, что является продолжением масштабного роста улично-дорожной сети в 2011–2024 гг.

Несмотря на позитивные изменения, масштаб транспортных выбросов фактически нейтрализует экологический потенциал городской инфраструктуры, поскольку рост автопарка и высокая доля грузового транспорта усиливают общую нагрузку.

Эффект городского теплового острова в Москве является следствием высокой плотности застройки, интенсивного использования транспортной инфраструктуры и ограниченной способности поверхности города отражать и рассеивать тепло. Согласно данным климатического раздела Доклада-2024,

среднегодовая разница температур между центральными районами Москвы и Подмосковьем составляет 2,2 °С, при этом в ночные часы интенсивность теплового острова возрастает до 3,5 °С. Наиболее выражено явление проявляется в летний период, когда средние температурные контрасты достигают 2,3 °С, а в условиях экстремальных погодных ситуаций разница между центром и периферией может составлять до 13,4 °С летом и до 15,5 °С зимой.

Зелёные территории Москвы выполняют ключевую функцию в регулировании микроклимата, снижении концентрации загрязняющих веществ, уменьшении шумовой и тепловой нагрузки, а также в поддержании биоразнообразия. В Докладе-2024 подчёркивается, что высокий уровень озеленения формирует экологический потенциал Москвы, однако его эффект ограничивается сохраняющейся токсичностью воздуха и высокой антропогенной нагрузкой, несмотря на вхождение города в топ-10 по Индексу пространственного и технологического развития.

В пределах города сохраняется обширная сеть природных комплексов - лесные массивы, водно-болотные угодья, парки и лесопарки, которые обеспечивают экологическую устойчивость территории и служат местом обитания множества видов животных и растений. Однако Доклад-2024 фиксирует высокую антропогенную нагрузку, которая приводит к фрагментации природных участков и риску снижения биоразнообразия.

Особое значение в 2024 г. получила разработанная Москвой Концепция зелёного каркаса, впервые рассматривающая природные и озеленённые территории как единую систему. Концепция направлена на повышение связности зелёных зон, расширение экологических коридоров и формирование отраслевой схемы развития зелёного фонда города, что соответствует стратегическим задачам адаптации мегаполиса к климатическим изменениям [Доклад..., 2024].

Таким образом, усиление теплового острова и давление на природные территории показывают ограниченность экологической устойчивости Москвы и подтверждают необходимость приоритетного развития зелёного каркаса. Сохранение, расширение и структурное развитие зелёного каркаса рассматриваются как ключевое условие повышения климатической устойчивости Москвы и поддержания качества городской среды.

Обобщая полученные данные, можно выделить ключевые выводы:

1. Концентрации NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀ и формальдегида остаются близкими к ПДК, что показывает устойчивое загрязнение воздуха Москвы.

2. Автотранспорт является основным источником выбросов (314,64 тыс. т в 2024 г.), а рост автопарка усиливает экологическую нагрузку.

3. Тепловой остров усиливается: температурные контрасты достигают 2,2–3,5 °С в среднем и до 13,4–15,5 °С в экстремальные периоды.

4. Несмотря на высокий уровень озеленения, экологическая ситуация остаётся напряжённой из-за давления на природные территории и фрагментации зелёных зон.

5. Комплексное развитие зелёного каркаса и снижение транспортных выбросов являются ключевыми условиями повышения экологической и климатической устойчивости Москвы.

Библиографический список

1. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2024 году. М., 2024. URL: <https://www.mos.ru/upload/content/files/ce91e7d457ac339d0b3ceb1fd881298e/DokladosostoniikryjausheisredivgorodeMokvev2024gody.pdf>.

2. Мосэкомониторинг. Официальные данные мониторинга атмосферного воздуха Москвы. URL: <https://mosecom.mos.ru/publications/>.

3. Росстат. Экологические показатели регионов Российской Федерации. – 2024. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>.

A.C. Muxatov, P.P. Валеева
A.S. Mikhatov, R.R. Valeeva

**Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ
Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI**

**КАК ДОРОЖНАЯ ПЫЛЬ И ИЗНОС ШИН ОТРАВЛЯЮТ
ВОЗДУХ РЯДОМ С ВАМИ
HOW ROAD DUST AND TIRE WEAR POISON
THE AIR NEAR YOU**

Аннотация. В статье рассматривается скрытая угроза городской среде – загрязнение воздуха микрочастицами, образующимися в результате износа дорожных покрытий, автомобильных шин и тормозных колодок. Автор показывает, что этот «маломасштабный» источник становится доминирующим с ростом электромобилей, и анализирует его опасное воздействие на здоровье человека, предлагая комплекс мер по снижению рисков на городском и личном уровнях.

Ключевые слова: частицы, выбросы, использование, износ шин, тормозных колодок, абразивная дорожная пыль, экология городов, здоровье, риски, электромобили, планирование, борьба, системы очистки воздуха.

Abstract. The article considers a hidden threat to the urban environment air pollution by microparticles formed because of wear on road surfaces, car tires and brake pads. The author shows that this «small-scale» source is becoming dominant with the growth of electric vehicles, and analyzes its dangerous impact on human health, suggesting a set of measures to reduce risks at the urban and personal levels.

Key words: particles, emissions, usage, tire wear, brake pads, abrasive road dust, urban ecology, health, risks, electric vehicles, planning, fighting, air purification systems.

Когда мы говорим о загрязнении воздуха в городе, первое, что приходит на ум, это выхлопные трубы автомобилей или дымящие трубы заводов. СМИ пестрят сообщениями о выбросах CO₂, оксидов азота и сажи [Концентрация..., 2025]. Борьба с ними ведется на законодательном уровне, ужесточаются экологические стандарты для двигателей, развивается электротранспорт, внедряются системы

фильтрации. Похоже, что основные враги определены и с ними ведется планомерная борьба.

Однако есть источник загрязнения, который часто остается в тени, не попадая в основные сводки и не всегда учитывается при стандартных измерениях. Он не выделяет черного дыма и не имеет конкретного источника выбросов. Она образуется при каждом ударе, повороте или торможении автомобиля. Это абразивная пыль, образующаяся в результате износа дорог, автомобильных шин и тормозных колодок. Эта невидимая глазу взвесь микроскопических частиц превращается в бесшумного, но чрезвычайно опасного убийцу, отравляющего воздух в вашем саду, на детской площадке и у открытого окна. В то время как все внимание сосредоточено на выхлопных газах, эта недостающая пыль проникает в наши легкие, накапливается в организме и наносит удар по здоровью граждан. Чтобы понять масштаб угрозы, нужно понять, что именно мы вдыхаем вместе с дорожной пылью. Это не просто безвредная грязь.

Современные шины представляют собой сложную смесь синтетического и натурального каучука, технического углерода, кремниевой кислоты, стального корда и различных химических добавок [Как Ikon Tyres..., 2025]. При контакте с асфальтом шина изнашивается, и в воздух выбрасывается мелкая пыль из резины. По разным оценкам, легковой автомобиль таким образом теряет от 1 до 2,5 кг резины в год, а грузовик гораздо больше. Эти частицы чрезвычайно стойкие и содержат целый букет токсичных органических соединений.

Асфальт и бетон также не долговечны. Под воздействием шин, перепадов температур и реагентов они разрушаются, образуя минеральную пыль. Он состоит из тяжелых металлов, десятилетиями накапливающихся в автомобильном транспорте из выхлопных газов старых автомобилей, а также полициклических ароматических углеводородов из битума. При каждом нажатии на педаль тормоза возникает трение. С диска и колодок отлетают металлические микрочастицы. Они легко поднимаются в воздух и обладают выраженным токсическим действием.

Основная опасность заключается в размере. В основном это частицы РМ 10 и, что еще хуже РМ 2,5. Они настолько малы, что не задерживаются естественными барьерами дыхательной системы. Частицы РМ 2,5 свободно проникают глубоко в легочные альвеолы, а оттуда непосредственно в кровоток. Их невозможно увидеть без

специальных приборов, но их концентрация особенно высока на обочинах дорог, на светофорах и в пробках, т.е. именно там, где мы каждый день ходим, ждем транспорт, проветриваем квартиры.

Парадоксальность ситуации заключается в том, что относительный вклад недоиспользуемых выбросов в общее загрязнение окружающей среды увеличивается с ужесточением экологических норм для двигателей внутреннего сгорания только в том случае, если ужесточаются экологические нормы для двигателей внутреннего сгорания. Исследования, проведенные в крупных европейских городах, показывают, что износ шин, тормозов и дорожного полотна уже сегодня может составлять от 50 до 60 % всех взвешенных в воздухе частиц, образующихся в результате дорожного движения, и эта доля будет увеличиваться с распространением электромобилей.

Электромобиль, безусловно, решает проблему выхлопных газов на месте, но он не становится легче, а зачастую даже тяжелее своих бензиновых аналогов из-за массы аккумуляторов. В результате сила трения шин об асфальт и энергия, необходимая для торможения, остаются прежними или даже увеличиваются. Кроме того, в электромобилях используется рекуперативное торможение, которое снижает износ колодок, но не исключает его полностью. Таким образом, переход на электротранспорт путем решения одной проблемы автоматически не решает другую, проблему абразивного износа.

Когда мелкодисперсная дорожная пыль попадает в организм, она запускает каскад негативных реакций. Мелкие частицы действуют как механические раздражители и переносчики токсинов, адсорбированных на их поверхности. Частицы вызывают хроническое воспаление в легочной ткани, что является прямым путем к развитию и обострению астмы, хронической обструктивной болезни легких, аллергического ринита и бронхита. Дети, живущие вблизи дорог с интенсивным движением, являются основной группой риска.

Когда частицы и связанные с ними тяжелые металлы попадают в кровь, они способствуют развитию системного воспаления, атеросклероза и повышают риск сердечных приступов, инсультов и аритмий. Ультрадисперсные частицы могут проникать через гематоэнцефалический барьер, что связано с нейровоспалительными процессами. Почки и печень, как основные фильтры организма, также подвергаются воздействию.

Важно понимать, что этот тип загрязнения не имеет безопасного порога. Каждое повышение концентрации РМ 2,5 увеличивает нагрузку на организм, и, в отличие от заводской трубы, этот источник расположен диффузно, на уровне дыхания человека, и удалиться от него в условиях плотной городской застройки практически невозможно.

Проблема сложна и требует действий на всех уровнях, от политики городского планирования до личных привычек. Развитие удобного, быстрого и недорогого общественного транспорта, создание пешеходных зон и объединение велосипедных дорожек важный путь. Меньше автомобилей, меньше общего износа. Не просто подметание, при котором поднимается пыль, а мытье улиц и тротуаров с помощью ирригационной и моечной техники. Это самый простой способ физически удалить опасную пыль с поверхностей, прежде чем она снова поднимется в воздух. Густые изгороди из кустарников вдоль дорог это не просто декор. Они служат эффективным физическим фильтром, который задерживает частички крупной пыли и предотвращает ее распространение по дворам и тротуарам. Необходимо разработать законы, регулирующие не только выхлопные газы, но и нормы износа шин и тормозов. Необходимо поощрять производителей к созданию более износостойких и менее токсичных материалов. Популяризация легких автомобилей и отказ от чрезмерно тяжелых внедорожников в городской среде. Пилотные проекты по установке специальных устройств для обнаружения частиц с шин и тормозов на бордюрах или фарах автомобилей. Любая поездка на метро, трамвае, велосипеде или пешком вместо поездки на автомобиле является прямым вкладом в решение проблемы. Плавный разгон и торможение, поддержание постоянной скорости, отказ от агрессивного вождения, значительное снижение износа шин и колодок. По возможности следует выбирать районы, расположенные вдали от основных магистралей, с хорошим ландшафтным дизайном для проживания (особенно с детьми). Регулярная влажная уборка, использование вентиляторов с фильтрами HEPA, особенно в квартирах, окна которых выходят на оживленные улицы [Очиститель..., 2025].

Борьба за чистый воздух в городе не может быть односторонней. Если мы победим выхлопные газы, то столкнемся с новой, менее очевидной, но не менее коварной угрозой. Тихий убийца в виде

уличной пыли требует такого же внимания со стороны ученых, законодателей, градостроителей и каждого из нас.

Осознание проблемы – первый шаг к ее решению. Мониторинг недоиспользуемых выбросов должен быть интегрирован во всю систему экологического контроля, необходимо финансировать исследования в области безопасных материалов и пересмотреть подходы к проектированию городского пространства. Чистый воздух – это не только отсутствие дыма из труб. Это микроскопическая, невидимая война, которая каждый день разворачивается на наших улицах, и мы можем выиграть эту войну только совместными, системными усилиями, наконец-то взглянув не только на смог в небе, но и под колеса своих автомобилей.

Библиографический список

1. Как Ikon Tyres повышает стандарты качества во всей шинной отрасли. URL: https://ikontyres.rbc.ru/?utm_source=rbc&utm_medium=main&utm_campaign=ikont25w-r-kausposyp-m.

2. Концентрация углекислого газа в атмосфере достигла нового максимума. URL: <https://news.un.org/ru/story/2025/10/1466614>.

3. Очиститель воздуха в виде столика. LG показала необычный гаджет для дома. URL: <https://www.rbc.ru/life/news/658d2b0c9a79476725584bcc>.

М.И. Морозова

M.I. Morozova

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СНОСЕ ЗДАНИЙ
В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА
ENVIRONMENTAL ISSUES IN BUILDING DEMOLITION IN
THE FAR NORTH**

Аннотация. Снос зданий в условиях Крайнего Севера характеризуется наличием проблем не только с технологией проведения работ, но и экологическим воздействием на окружающую среду. В статье рассмотрены основные факторы, оказывающие влияние на экологию Крайнего Севера.

Ключевые слова: демонтаж, экология, строительство, отходы.

Abstract. The demolition of buildings in the Far North is characterized by problems not only with the technology of the work, but also with the environmental impact on the environment. The article discusses the main factors affecting the ecology of the Far North.

Key words: dismantling, ecology, construction, waste.

Экстремальные условия окружающей среды оказывают серьезное влияние на объекты капитального строительства на всех этапах их жизненного цикла. При этом, рассматриваемые в работе районы Крайнего Севера характеризуются экстремумами температур, достигающих зимой -53°C и сохраняющих среднемесячные значения на уровне -38°C . Также можно отметить ветровую нагрузку, которая в зимние месяцы держится на средней отметке 7 м/с и относительную влажность в летние месяцы на уровне 78 %. Геологические и гидрогеологические условия отличаются наличием зон вечной мерзлоты и наличием торфяников, болот и паводковых вод. Ситуация осложняется наличием слаборазвитой инфраструктуры, в т.ч. системы утилизации отходов, сильной зависимостью технологии проведения работ от времени года и труднодоступностью территорий.

В то же время, в районах Крайнего Севера имеется необходимость демонтажа большого количества капитальных

сооружений, которые исчерпали свой ресурс и не подлежат капитальному ремонту. Несмотря на то, что в первую очередь при выполнении работ по сносу зданий в этих условиях основное внимание приковано к технологии проведения демонтажа, которая характеризуется наличием серьезных проблем, экологические проблемы требуют особого внимания, как непосредственно в процессе демонтажа, так и при утилизации образующихся отходов.

Одним из наиболее важных моментов, связанных с утилизацией строительных отходов является то, что в связи с геологическими условиями полигоны бытовых и производственных отходов в районах Крайнего Севера имеют серьезные ограничения по полезному объему, что создает сложности при утилизации строительных отходов, занимающих значительные объемы в общей доле всего мусора [Коркин А.Н. и др., 2020].

Проблема усугубляется отсутствием налаженной системы переработки отходов, образующихся при демонтаже зданий. В таких условиях строительный мусор становится одним из факторов засорения окружающего природного ландшафта. Несортированные и необработанные строительные отходы представляют из себя источник вредных химических, биологических и прочих соединений, представляющих опасность как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе [Банникова А.С. и др., 2018].

Следует добавить, что в результате исхода населения из северных районов многие заброшенные здания, подлежащие демонтажу, сами стали местом складирования разнообразных отходов. В связи с этим, в процессе демонтажа требуется решение проблем не только со строительным мусором, но и с широкой номенклатурой отходов, находящихся на территории сносимых зданий, которые только ухудшают ситуацию при попадании на площадки ТБО вместе со строительными отходами, образующимися в процессе демонтажа зданий [Томилова А.А., 2024].

Также на процесс негативного влияния отходов на полигонах на экологию влияют особенности климата, которые не позволяют сформировать на них почвенно-растительный покров, который бы обеспечил консервацию мусора в пределах мест захоронения. Одним из факторов выступает и тепловое воздействие больших объемов отходов на нижележащие почвенные слои.

Еще одним существенным фактором, негативно влияющим на экологию Крайнего Севера, относится непосредственно проведение

работ по демонтажу зданий, которые характеризуются комплексным загрязняющим действием на окружающую среду. В данном случае негативное воздействие на экологию идет по следующим каналам:

– применение тяжелой строительной техники. В условиях демонтажа здания на достаточно ограниченной территории активно работает строительное оборудование и техника, которые в процессе своей работы оказывают шумовое, вибрационное воздействие и выделяют в воздух значительное количество вредных веществ от работы двигателей внутреннего сгорания. В первую очередь, вредные факторы оказывают воздействие непосредственно на рабочих, выполняющих работы на объекте, но также на живущих или работающих в непосредственной близости людей. К основным загрязняющим веществам от работы строительной техники относят оксиды азота, монооксиды углерода, сажа, пыль. К этому добавляется загрязнение воздуха от разрушаемых конструкций, которые представляют собой взвешенные частицы пыли, а в некоторых случаях и такие канцерогены как асбест и свинец [Дружбин П.В., 2023];

– следующая опасность для экологии связана с нарушением теплового баланса вследствие демонтажа конструкций. Например, при проектировании и строительства зданий в условиях вечной мерзлоты необходимо придерживаться принципа использования грунта основания без его оттаивания. Однако, в ряде случаев может наблюдаться воздействие существующего здания на глубину промерзания грунта. Процесс демонтажа нарушает существующий тепловой баланс и может привести к процессам оттаивания грунтов, что может привести к заболачиванию территории и сделать ее непригодной для дальнейшей рекультивации, что было отмечено в работах исследователей, посвященных влиянию искусственных сооружений на экологию [Деменкова Е.С. и др., 2025].

Таким образом, можно выделить следующие виды воздействия строительных отходов на экологию Крайнего Севера: механическое, связанное со сбором больших масс отходов, что приводит к изменению ландшафта и дренажа подземных вод; тепловое, связанное с разрушением вечной мерзлоты и к необратимым последствиям с грунтами; физико-химическое, связанное с воздействием на окружающую среду вредных веществ, образующихся при проведении работ по демонтажу зданий.

Процессы демонтажа зданий в условиях Крайнего Севера требуют особого внимания, что связано с наличием хрупкой

экосистемы обозначенных районов, которая и так находится под воздействием процессов глобального потепления. Можно заключить, что существующая проблема воздействия на экологию процессов демонтажа зданий носит комплексный характер и не имеет решения лишь в технологической сфере осуществления работ подобного рода. Для решения существующих проблем необходимо решить проблемы организационные вопросы рециклинга строительных отходов, которые в условиях Крайнего Севера являются нерентабельными, разработать новые нормативные базы по работе с отходами с учетом специфики Крайнего Севера, сделать упор на развитие новых технологий переработки и вторичного использования строительных отходов применительно к Крайнему Северу и улучшить инфраструктуру сбора и утилизации отходов.

Библиографический список

1. Банникова А.С., Чепелева К.В., Рудских В.В. Рециклинг в строительстве: проблемы и перспективы развития на территории Восточной Сибири // Современные Наукоемкие Технологии. 2018.
2. Деменкова Е.С., Деменкова А.С. Оценка экологических последствий прокладки нефтепроводов на территории вечной мерзлоты // Молодежная наука Севера. 2025.
3. Дружбин П.В. Строительные работы как фактор загрязнения окружающей среды // Молодой исследователь Дона. 2023.
4. Коркин А.Н., Алькова Е.Л., Пестерев А.П. Проведение анализа в условиях Крайнего Севера методов, средств снижения утилизации отходов и производства на примере г. Якутск // Меридиан. 2020.
5. Томилова А.А. Обращение с твердыми коммунальными отходами на территориях Крайнего Севера // Научный Аспект. 2024.

Д.А. Новосельцева, В.Э. Ващилин
D.A. Novoseltseva, V.E. Vashchilin
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет
Belgorod State National Research University

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ:
БЕЛГОРОД И ВОРОНЕЖ
COMPARATIVE GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF
URBANIZED TERRITORIES: BELGOROD AND VORONEZH**

Аннотация. Впервые проведено комплексное сопоставление экологических проблем Белгорода и Воронежа – ключевых центров Центрального Черноземья с различной моделью урбанизации. На основе спутниковых данных (Sentinel-5P, Landsat 8), официальной статистики и полевых исследований оценены различия в структуре антропогенной нагрузки: в Белгороде доминируют точечные промышленные источники (42 % выбросов), во Воронеже – диффузное транспортное загрязнение (65 % NO_2). Выявлено, что площадь зеленых насаждений на душу населения в Воронеже (9,2 м²) превышает белгородский показатель (6,8 м²), но эффективность их фильтрации PM_{2.5} ниже из-за урбанистической фрагментации. Обоснованы региональные стратегии оптимизации экологической безопасности с учетом специфики каждого города.

Ключевые слова: сравнительная геоэкология, урбанизация, атмосферное загрязнение, зеленая инфраструктура, Центральное Черноземье, NO_2 , PM_{2.5}.

Abstract. This study presents the first comprehensive comparison of environmental challenges in Belgorod and Voronezh – major centers of the Central Black Earth Region with distinct urbanization models. Using satellite data (Sentinel-5P, Landsat 8), official statistics, and field studies, differences in anthropogenic pressure were assessed: point-source industrial emissions dominate in Belgorod (42 % of total pollutants), while Voronezh faces diffuse transport pollution (65 % of NO_2). Green space per capita is higher in Voronezh (9,2 m²) than in Belgorod (6,8 m²), but its PM_{2.5} filtration efficiency is lower due to urban fragmentation. Regional strategies for optimizing ecological safety are proposed, accounting for city-specific characteristics.

Key words: comparative geoecology, urbanization, air pollution, green infrastructure, Central Black Earth Region, NO₂, PM_{2.5}.

Белгород и Воронеж – города-миллионники Центрального Черноземья, демонстрирующие контрастные модели развития: первый характеризуется точечным промышленным ростом (металлургия, строительные материалы), второй – диффузной урбанизацией с акцентом на транспортно-логистическую функцию [Федеральная..., 2025]. Несмотря на смежное географическое положение, их экологические стратегии редко анализируются в едином контексте. Цель работы – выявить закономерности формирования антропогенных нагрузок в условиях различной градостроительной парадигмы и разработать дифференцированные меры по снижению рисков. Методы исследования:

1. Сравнительный анализ баз данных:

– данные Росстат (выбросы, площадь зеленых зон, заболеваемость);

– отчеты региональных министерств экологии (Белгородская и Воронежская области).

2. Дистанционное зондирование:

– Sentinel-5P (NO₂, SO₂) за 2020–2025 гг. с пространственным разрешением 7×3,5 км;

– Landsat 8 (NDVI) для оценки состояния растительности [Европейское..., 2025; Zhang Y., 2025].

3. ГИС-моделирование:

– QGIS 3.30: пространственная корреляция зон загрязнения с инфраструктурой;

– программный пакет R (библиотека «raster»): расчет коэффициентов фрагментации зеленых зон.

4. Экспедиционные работы:

– замеры PM_{2.5} (приборы «DustTrak 8530») в 20 точках каждого города (май–июнь 2025 г.).

1. Источники загрязнения атмосферного воздуха

– Белгород: 56 % общих выбросов приходится на 5 крупных предприятий («Металлоинвест», «Белцемент»). Концентрация SO₂ в промзонах превышает фоновые значения в 4,2 раза;

– Воронеж: 65 % NO₂ связано с автотранспортом (320 тыс. ед.). Максимальные значения зафиксированы на кольцевых развязках (М4 «Дон», ул. 9 Января) (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные показатели качества воздуха (среднегодовые, 2024 г.)

Параметр	Белгород	Воронеж	ПДК
NO ₂ , мкг/м ³	32,7	45,1	40
PM2.5, мкг/м ³	28,4	31,9	25
CO, мг/м ³	1,8	3,2	3

Зеленая инфраструктура и ее эффективность. Несмотря на большую общую площадь парков во Воронеже (14,6 тыс. га против 8,2 тыс. га в Белгороде), коэффициент фрагментации (по индексу CONTAG) выше на 37 %, что снижает экосистемные услуги. В Белгороде высокая концентрация зеленых зон в центре создает «островные» очаги фильтрации, тогда как в Воронеже линейные парки вдоль р. Воронеж обеспечивают барьерную функцию, но недостаточно охвачены обслуживанием [Лебедев В.В., 2024].

Социально-экологические риски. Уровень респираторных заболеваний в Воронеже на 18 % выше, чем в Белгороде (данные Росстат), что коррелирует с длительным превышением PM2.5 в жилых массивах. В Белгороде 32 % населения, проживающего в 5-километровой зоне от промпредприятий, указывают в опросах на ухудшение качества питьевой воды.

Управление отходами. В Воронеже реализуется проект по отдельному сбору ТКО (охват 40 % домохозяйств), в Белгороде аналогичная система отсутствует – 89 % отходов направляется на полигон «Корочанский» [Постановление..., 2025].

Предложения по оптимизации:

1. Для Белгорода:

- создание санитарно-защитных зон с посадкой быстрорастущих гибридных ив вдоль промышленных объектов;
- внедрение системы возобновляемой энергетики для предприятий (солнечные панели на крышах цехов).

2. Для Воронежа:

- формирование «низкоэмиссионных зон» в центре с ограничением въезда дизельного транспорта;
- реконструкция фрагментированных парков в единый экокоридор «Воронежская дуга» с биофильтрами на основе рогоза и тростника.

Региональный уровень. Разработка единой цифровой платформы мониторинга на базе ИИ с прогнозированием пиков загрязнения. Внедрение «зеленых» кредитов для предприятий, снижающих удельные выбросы на 15 % за год.

Сравнительный анализ выявил принципиальные различия в экологической динамике городов: Белгород требует точечных инженерных решений для промышленных зон, Воронеж – системного управления транспортными потоками и реконфигурации зеленых пространств. Учет этих особенностей при формировании стратегий устойчивого развития позволит повысить эффективность мер на 25–40 %. Результаты исследования легли в основу совместного проекта «Эко-Черноземье 2030», направленного на гармонизацию экологической политики регионов.

Библиографический список

1. Европейское космическое агентство. Данные Sentinel-5P 2025. URL: <https://scihub.copernicus.eu>.
2. Лебедев В.В. Урбанистическая трансформация ландшафтов Центрального Черноземья. Воронеж, 2024.
3. Постановление Правительства РФ № 1724 «О стратегии экологического развития городов-миллионников» от 12.11.2024 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/410966080/?ysclid=ml8fts88ov37311557>.
4. Федеральная служба государственной статистики. Регионы России: социально-экономические показатели, 2025. URL: https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2024.pdf.
5. Zhang Y. Green space fragmentation and air pollution mitigation in urban areas // Landscape and Urban Planning. 2025.

А.А. Цыбулева

A.A. Tsybuleva

**Белгородский государственный национальный
исследовательский университет НИУ «БелГУ»
Belgorod State National Research University NIU BelSU**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ:
МОСКВА И БЕЛГОРОД
COMPARATIVE GEOECOLOGICAL ANALYSIS
OF URBANIZED TERRITORIES: MOSCOW AND BELGOROD**

Аннотация. В настоящей работе впервые выполнено всестороннее сравнение экологических вызовов, стоящих перед Москвой и Белгородом – двумя важными городами европейской части России, развивающимися по разным сценариям урбанизации. Анализ спутниковых снимков (Sentinel-5P и Landsat 8), информации из официальных источников и результатов полевых работ позволил оценить различия в характере антропогенного воздействия: для Москвы наиболее характерно рассеянное загрязнение от транспорта (70 % приходится на оксиды азота), в то время как в Белгороде преобладают точечные источники выбросов от промышленных предприятий (40 % от общего объема). Обнаружено, что обеспеченность зелеными насаждениями на одного жителя в Москве (12 м²) больше, чем в Белгороде (6,8 м²), и эффективность очистки воздуха от мелких взвешенных частиц (PM_{2.5}) в столице выше благодаря более тщательно организованной системе озеленения. Предложены адаптированные к специфике каждого города региональные стратегии повышения уровня экологической безопасности.

Ключевые слова: сравнительная геоэкология, урбанизация, загрязнение атмосферы, зеленая инфраструктура, диффузное загрязнение, Европейская часть России, NO₂, PM_{2.5}.

Abstract. This work is the first to provide a comprehensive comparison of the environmental challenges faced by Moscow and Belgorod, two important cities in European Russia that are developing under different urbanization scenarios. The analysis of satellite images (Sentinel-5P and Landsat 8), information from official sources, and fieldwork results allowed us to assess the differences in the nature of anthropogenic impact: Moscow

is characterized by widespread pollution from transportation (70 % of which is nitrogen oxide), while Belgorod is dominated by point sources of emissions from industrial facilities (40 % of the total). It was found that the provision of green spaces per capita in Moscow (12 m²) is higher than in Belgorod (6,8 m²), and the efficiency of air purification from fine particulate matter (PM_{2.5}) in the capital is higher due to a more carefully organized system of green spaces. Adapted to the specifics of each city, regional strategies for improving environmental safety have been proposed.

Key words: comparative geoecology, urbanization, atmospheric pollution, green infrastructure, diffuse pollution, European part of Russia, NO₂, PM_{2.5}.

Москва и Белгород представляют собой примеры контрастных моделей развития урбанизированных территорий в России. Москва, как мегаполис, характеризуется диверсифицированной экономикой и комплексной сетью инфраструктуры, тогда как Белгород демонстрирует акцент на промышленном секторе, в частности, на производстве строительных материалов и металлургии. Целью данного исследования является проведение сравнительного геоэкологического анализа, выявление закономерностей формирования антропогенных нагрузок и разработка дифференцированных мер по снижению экологических рисков.

Методы исследования.

1. Сравнительный анализ баз данных:

- Росстат (выбросы, площадь зеленых зон, заболеваемость);
- отчеты региональных министерств экологии (Белгородская и Воронежская области).

2. Дистанционное зондирование:

- Sentinel-5P (NO₂, SO₂) за 2020–2025 гг. с пространственным разрешением 7 × 3,5 км;
- Landsat 8 (NDVI) для оценки состояния растительности.

3. ГИС-моделирование:

- QGIS 3.30: пространственная корреляция зон загрязнения с инфраструктурой;
- программный пакет R (библиотека «raster»): расчет коэффициентов фрагментации зеленых зон.

4. Экспедиционные работы:

- замеры PM_{2.5} (приборы «DustTrak 8530») в 20 точках каждого города (май – июнь 2025 г.).

1. Источники загрязнения атмосферного воздуха:

– Москва: основным источником загрязнения является автотранспорт. Высокая плотность автомобильного движения и значительное количество промышленных предприятий в отдельных районах приводят к концентрации загрязняющих веществ, таких как NO_2 ;

– Белгород: 56 % общих выбросов приходится на 5 крупных предприятий («Металлоинвест», «Белцемент»). Концентрация SO_2 в промзонах превышает фоновые значения в 4,2 раза (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные показатели качества воздуха (среднегодовые, 2024 г.)

Параметр	Москва	Белгород	ПДК
NO_2 , мкг/м ³	32,7	52,1	40
$\text{PM}_{2.5}$, мкг/м ³	28,4	35,9	25
CO , мг/м ³	1,8	3,6	3.0

Зеленая инфраструктура и её эффективность:

– Москва: имеет значительную площадь зеленых насаждений и городских парков. Однако, высокая фрагментация зеленых зон может снижать их способность к фильтрации воздуха и поддержанию биоразнообразия;

– в Белгороде высокая концентрация зеленых зон в центре создает «островные» очаги фильтрации, тогда как в Воронеже линейные парки вдоль реки Воронеж обеспечивают барьерную функцию, но недостаточно охвачены обслуживанием.

Социально-экологические риски:

– Москва: высокий уровень загрязнения воздуха может приводить к росту респираторных заболеваний и других проблем со здоровьем, особенно среди жителей районов с интенсивным движением транспорта и промышленными предприятиями;

– в Белгороде 32 % населения, проживающего в 5-километровой зоне от промпредприятий, указывают в опросах на ухудшение качества питьевой воды.

Управление отходами:

– Москва: внедряет современные системы управления отходами, включая отдельный сбор мусора и переработку вторичных материалов;

– в Воронеже реализуется проект по отдельному сбору ТКО (охват 40 % домохозяйств), в Белгороде аналогичная система отсутствует – 89 % отходов направляется на полигон «Корочанский».

Предложения по оптимизации:

– для Белгорода: создание санитарно-защитных зон с посадкой быстрорастущих гибридных ив вдоль промышленных объектов. Внедрение системы возобновляемой энергетики для предприятий (солнечные панели на крышах цехов);

– для Москвы: расширение и модернизация системы общественного транспорта, развитие сети велодорожек и пешеходных зон. Реконструкция фрагментированных парков в единый экокоридор «Московская дуга» с биофильтрами на основе рогоза и тростника.

Региональный уровень:

– разработка единой цифровой платформы мониторинга на базе ИИ с прогнозированием пиков загрязнения;

– внедрение «зеленых» кредитов для предприятий, снижающих удельные выбросы на 15 % за год.

Сравнительный анализ выявил принципиальные различия в экологической динамике городов: Белгород требует точечных инженерных решений для промышленных зон, Москва – системного управления транспортными потоками и реконфигурации зеленых пространств. Учет этих особенностей при формировании стратегий устойчивого развития позволит повысить эффективность мер на 25–40 %. Результаты исследования легли в основу совместного проекта «Эко-Черноземье 2030», направленного на гармонизацию экологической политики регионов.

Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики. Регионы России: социально-экономические показатели. 2025. URL: https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz.2024.pdf.

2. Европейское космическое агентство. Данные Sentinel-5P. 2025. URL: <https://scihub.copernicus.eu>.

3. Комарова Н.Г. Геоэкология и природопользование. М., 2007.

4. Zhang Y. Green space fragmentation and air pollution mitigation in urban areas // Landscape and Urban Planning. 2025. Vol. 233.

5. Постановление Правительства РФ № 1724 от 12.11.2024 «О стратегии экологического развития городов-миллионников».

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ И РЕКРЕАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

Е.Ю. Волкова

E.Y. Volkova

Санкт-Петербургский
государственный университет
Saint-Petersburg State University

ТУРИЗМ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ TOURISM IN THE SVERDLOVSK REGION

Аннотация. В статье рассматривается туризм в Свердловской области, его разнообразие. Достаточно развитый – деловой вид туризма, а также ресурсный потенциал музейной инфраструктуры и природных территорий. Отмечается, что потенциал промышленных предприятий может быть рассмотрен в качестве объектов научно-популярного туризма.

Ключевые слова: туризм в Свердловской области, музеи, особо-охраняемые природные территории, свердловский областной краеведческий музей.

Abstract. The article examines tourism in the Sverdlovsk region and its diversity. A fairly developed and popular type of business tourism, as well as the resource potential of museum infrastructure and natural areas. It is noted that the potential of industrial enterprises can be considered as objects of popular science tourism.

Key words: tourism in the Sverdlovsk region, museums, specially protected natural areas, Sverdlovsk regional Museum of local Lore.

Расположение Свердловской области на стыке символической границы Европы и Азии, создает образ исключительного местоположения с точки зрения развития туризма. Транссибирская магистраль, занимающая по протяженности 9298 км, пересекает область в южной части в направлении с запада на восток. Её 1778-й км находится рядом с городом Первоуральск в Свердловской области, и именно его принято считать условным разграничением Великого Сибирского пути на Европейскую часть и Азиатскую. Более

28 млн чел. воспользовались Свердловской железной дорогой по данным пресс-службы за первые десять месяцев текущего года. Инфраструктура железнодорожной сети охватывает также и туристические маршруты: Уральский экспресс - ретропоезд курсирующий из Екатеринбурга через станцию Шувакиш до остановки Музейного комплекса в городе Верхняя Пышма; Вечерний Екатеринбург – дополнительный кольцевой маршрут Уральского экспресса, проходящий через микрорайоны города; Императорский маршрут, а именно поезд «Императорский вагон» следованием г. Екатеринбург – г. Алапаевск и обратно в составе экскурсионного тура. Теме железных дорог посвящены музеи Екатеринбурга и Алапаевска. В Екатеринбурге - музей истории, науки и техники Свердловской железной дороги, в здании представляющим собой первое строение железнодорожного вокзала, и музей узкоколейных железных дорог, расположенный на Свердловской детской железной дороге в границах парка им. В.В. Маяковского. Детская железная дорога выступает в роли дополнительного образования учащихся в школьном возрасте от 11 до 17 лет и несет профориентационную функцию. Музей Алапаевской узкоколейной железной дороги сохранил и экспонирует отдельные элементы и конструкции железнодорожной инфраструктуры и предоставляет возможность совершить туристический маршрут по одной из немногих узкоколейных железнодорожных сетей, где сохранилось регулярное движение. Всего по данным Центра инновационных технологий Свердловского областного краеведческого музея им. О.Е. Клера, в области насчитывается 125 исторических, краеведческих, историко-этнографических и других музеев Среди городов по их количеству лидируют Екатеринбург, Нижний Тагил, Ирбит, Алапаевск (Рис. 1 Количество музейных учреждений Свердловской области. Самый крупный из них - вышеупомянутый краеведческий музей включает в себя 18 филиалов в разных городах области. Датой создания музея принято считать 1870 г., когда было создано Уральское общество любителей естествознания (УОЛЕ). В научной статье Филосян А.Ф. «Как город-завод начал производить культуру? Екатеринбург от УОЛЕ до Биенале» [Филосян А.Ф., 2022] автор отмечает создание общества Онисимом Клером, уроженцем Швейцарии, приехавшем преподавать французский язык. На данный момент количество экспонатов в фондах насчитывается более 750 тысяч. В том числе экспонируется Большой

Шигирский идол, отмечаемый как «древнейшая монументальная скульптура в мире» [Савченко С.Н. и др., 2018].

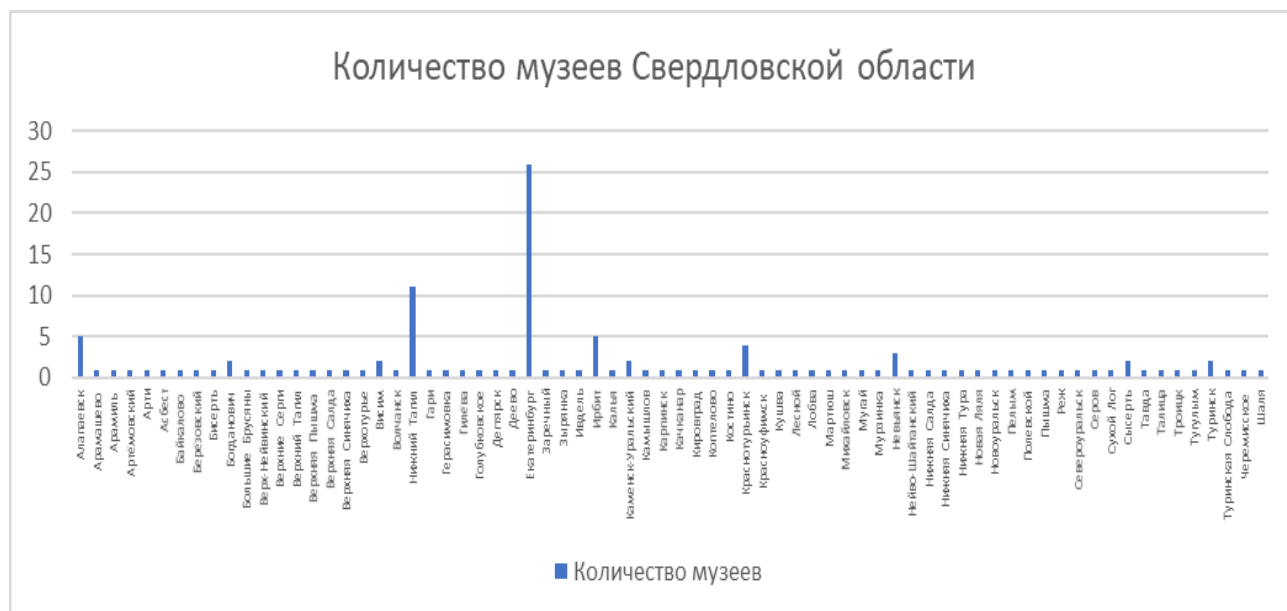


Рис. 1 Количество музейных учреждений Свердловской области

Стоит отметить, что авторы исследования Е.Н. Нархова и А.Д. Фроленко в статье «Влияние историко-культурного наследия Урала на современный имидж Свердловской области» пришли к выводу о том, что большее число участников проведенного ими опроса ассоциируют Урал преимущественно с природными и географическими характеристиками и значительно меньшая часть респондентов с историческим и культурным наследием. В настоящее время в регионе созданы территории с режимом особой охраны (особо-охраняемые природные территории), из которых три федерального значения.

Висимский государственный природный заповедник, основанный с целью охраны и научного исследования одного из крупнейших биомов на планете – тайги, государственный природный заповедник «Денежкин Камень» с одноименной горой и двумя разработанными экологическими маршрутами по территории, Национальный парк «Припышминские боры», расположенный в юго-восточной части области с действующим на территории экологическим лагерем и музеем природы имеют высокую природоохранную ценность. Природный парк «Оленьи ручьи», природный парк «Река Чусовая», природный парк «Бажовские места», природно-минералогический заказник «Режевской» формируют предложения с разнообразным выбором географических ландшафтов.

Однако, превалирующее большинство туристов пребывают в область с деловыми целями. Департамент по развитию туризма и гостеприимства отмечает, что по результатам отбора, регион отмечается среди десяти выявленных территорий, отличающихся высоким уровнем именно деловой активности – было зарегистрировано более 700 тыс. поездок, осуществленных в деловых целях за 2024 г., отмечается заметный рост интереса к промтуризму. Выставочный научно-исследовательский центр (ВНИЦ) R&C обобщил итоги событийного рынка России, где Свердловская область по динамическим характеристикам событийного потенциала уступает лишь Санкт-Петербургу и Ленинградской области. Индустриальное наследие во многом сформировало образ сферы в регионе, а количество проводимых конгрессно-выставочных мероприятий подчеркивает стабильный спрос на деловые цели туристов. Специфику региона определяет большое количество предприятий промышленного комплекса – металлургии, машиностроения. Стоит отметить значительное количество научных учреждений в регионе: 15 организаций высшего образования, 22 академических института, 24 научно-исследовательских института. Ранее названные организации могут послужить потенциалом для развития научно-популярного вида туризма, который подразумевает посещение высокотехнологичных предприятий, ознакомление с достижениями научно-технологического развития.

По данным социологических исследований 1600 опрошенных в начале 2025 г. интернет-портала сайта ВЦИОМ, отмечается положительный тренд и возрастающий интерес к миру науки. По опубликованным данным исследования, 85 % респондентов интересуются открытиями и достижениями российских ученых, но лишь меньшая часть – 23 % участников готовы специально проявить активность в поиске информации, остальные опрошенные (62 %) заинтересуются в непреднамеренной встрече с информацией. В результатах проведенного опроса Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ отмечается наибольший процент тех, кто обращает внимание на материалы научно-популярной направленности случайно встречая их в медиа и наименьший среди тех, кто проявляет и интерес регулярно. Научный потенциал Свердловской области представлен 3 маршрутами научно-популярного туризма: «Наука: фундамент отечественной

промышленности», «От космоса до атома», «Екатеринбург» и 34 объектами, включенными в реестр научно-популярного туризма.

В Свердловской области наблюдается развитая музейная инфраструктура, в том числе специализирующаяся на железнодорожной тематике, которая представлена в регионе через музеи, туристические маршруты, образование, экспонируются уникальные объекты культурного наследия и исторические артефакты. Созданные особо-охраняемые природные территории выступают местом для просветительских программ и путешествий с исследовательской и образовательной целью. Несмотря на значительную деловую активность и доминирующее число деловых туристов, регион обладает ресурсом, для развития и конкуренции в культурно-познавательном, природно-познавательном, экологическом и научно-популярном видах туризма. Популяризация других видов туризма, развитие событийных мероприятий ориентированных на углубление знаний о регионе и научной направленности могла бы трансформировать текущие представления о туристическом потенциале, стимулировать приток новой целевой аудитории, выстроить новые ассоциации.

Библиографический список

1. Савченко С.Н., Жилин М.Г., Тербергер Т., Хойсснер К.У. Большой Шигирский идол в контексте раннего мезолита Зауралья // Уральский исторический вестник. 2018. № 1 (58).
2. Филосян А.Ф. Как город-завод начал производить культуру? Екатеринбург от УОЛЕ до Биеннале. // Управление культурой. 2022. Т. № 4 (4).

А.Э. Гатауллина
A.E. Gataullina

**Высшая школа сервиса и торговли
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого
Graduate School of Service and Trade
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University**

**КОМПЛЕКСНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ ИТ-РЕШЕНИЕ ДЛЯ
ИНДУСТРИИ ГОСТЕПРИИМСТВА В СФЕРЕ АГРОТУРИЗМА
(НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)
COMPREHENSIVE INDUSTRY-SPECIFIC IT SOLUTION FOR
THE HOSPITALITY INDUSTRY IN AGRICULTURAL TOURISM
(THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN)**

Аннотация. В статье рассматривается комплексное отраслевое ИТ-решение для развития агротуризма в Республике Татарстан. Проанализировано текущее состояние отрасли в регионе, выявлены ключевые проблемы: низкая цифровизация хозяйств, недостаточная инфраструктура, отсутствие единого маркетингового пространства и ограниченный доступ туристов к информации о сельских объектах. Рассмотрен мировой опыт цифровизации агротуризма, включая онлайн-маркетплейсы, Smart Village, VR/AR-туры, Big Data-аналитику и геоинформационные сервисы. На основе анализа предложена концепция ИТ-платформы, интегрирующей модули онлайн-бронирования, цифрового маркетинга, обучения фермеров и гидов, IoT-решений и аналитики туристических потоков. Внедрение платформы «AgroTourism.Tatar» способно повысить доступность туристических услуг, увеличить турпоток, поддержать фермерские хозяйства и укрепить конкурентоспособность региона.

Ключевые слова: агротуризм, ИТ-платформа, Республика Татарстан, цифровизация, региональное развитие, Smart Village, VR/AR-технологии, онлайн-бронирование, Big Data, геоинформационные сервисы, маркетинг.

Abstract. The article examines a comprehensive industry-specific IT solution for the development of agricultural tourism in the Republic of Tatarstan. The current state of the industry in the region is analyzed, and key issues are identified: low digitalization of farms, insufficient infrastructure, lack of a unified marketing platform, and limited access for tourists to

information about rural sites. The global experience of digitalization in rural tourism is reviewed, including online marketplaces, Smart Village concepts, VR/AR tours, Big Data analytics, and geographic information services. Based on the analysis, a concept for an IT platform is proposed, integrating modules for online booking, digital marketing, training for farmers and guides, IoT solutions, and tourism flow analytics. The implementation of the platform “AgroTourism.Tatar” could enhance the availability of tourist services, increase tourist flow, support farm enterprises, and strengthen the region’s competitiveness.

Keywords: agricultural tourism, IT platform, Republic of Tatarstan, digitalization, regional development, Smart Village, VR/AR technologies, online booking, Big Data, geographic information services, marketing.

Агротуризм, очень популярный в зарубежных странах, в нашей стране в последние годы стал активно развиваться, что обусловлено как внешними (изменение политической ситуации в мире, закрытие границ в период пандемии, санкции), так и внутренними (ухудшение экологии городских агломераций, повышение потребности населения в уединенном отдыхе на природе, уход от городской суеты) факторами [Future Market Report, 2024]. Сегодня сельский туризм является достаточно привлекательным для туристов в силу ряда факторов. Кроме отдыха в экологически чистых регионах, роста интереса к здоровому образу жизни, туристов привлекает относительная дешевизна данного вида путешествий, а также желание познакомиться с местной культурой и традициями [Пирогова О.Е. и др., 2024].

Целью исследования является анализ состояния агротуризма в мировом масштабе и в России, а также разработка концепции информационно-технологической платформы для поддержки агротуризма в Республике Татарстан.

Задачи исследования:

1. Проанализировать текущие тенденции и мировые практики в сфере агротуризма.
2. Исследовать проблемы и возможности развития агротуризма в России и в Республике Татарстан.
3. Оценить влияние информационных технологий (ИТ) на развитие агротуризма.
4. Разработать концепцию ИТ-платформы для агротуризма в Республике Татарстан.

В ходе исследования были использованы различные приемы аналитического, экономико-статистического, сравнительного анализа и других методов исследования.

Агротуризм становится важным компонентом мировой туристической индустрии. Он не только обогащает впечатления от путешествий, но и приносит экономические выгоды местным сообществам, поддерживая устойчивость сельского хозяйства [Федеральная служба..., 2025]. По данным Future Market Report, мировой рынок агротуризма в 2024 г. оценивается в 14850,75 млн долл. и к 2032 г. достигнет 27640,40 млн долл. при CAGR 8,25 % в период 2025–2032 гг. [Федеральная..., 2025].

Текущие тенденции в агротуризме демонстрируют акцент на осознанных образовательных и практических поездках, таких как сбор урожая, уход за животными и мастер-классы по приготовлению пищи из свежих фермерских продуктов. Растёт интерес к экологическим, оздоровительным и ремесленным ретритам [Реальное Время, 2025; Юхновская О., 2023].

Заинтересованными сторонами сектора агротуризма являются владельцы ферм, туроператоры, местные органы власти и поставщики гостеприимства, способствующие развитию устойчивой экосистемы [KazanFirst, 2025; Туризм в РТ, 2025].

Агротуризм становится еще более востребованным видом туризма в мире. Количество ночей, проведенных в туристических заведениях за пределами побережья, составило 14 271 300 88,00 в декабре 2022 г., согласно данным Евростата. В Италии наблюдается прирост примерно + 40 % количества агротурферм за период 2007–2021 гг. [Реальное Время, 2025; Федеральная..., 2025].

Северная Америка занимает лидирующую позицию на рынке агротуризма, занимая примерно 34,2 % доли мирового рынка [KazanFirst, 2025; Туризм в РТ, 2025]. Рынок характеризуется высокой фрагментацией – нет доминирующих глобальных гигантов, множество локальных фермерских хозяйств и мелких операторов. В США 28 617 хозяйств на 2022 г., а в Италии на 2021 г. более 25 000 хозяйств и ферм участвовали в агротуризме.

Важным фактором по повышению эффективности регионального туристского продукта являются совместные усилия региональных органов исполнительной власти в сфере туризма совместно с представителями турбизнеса региона [Пирогова О.Е. и др., 2024]. В мире на сегодняшний день осуществляется активная поддержка

сектора агротуризма со стороны государства: создаются программы, выделяются льготы, гранты и меры поддержки, проводятся обучения.

Что касается России, то по данным Ростуризма, Росстата и Национального проекта «Туризм и индустрия гостеприимства», в 2023 г. сельский туризм выбрали около 3,5 млн чел. (рост на 20 % к 2022 г.). Более 2 500 агротуристических хозяйств зарегистрированы в стране. Средняя продолжительность поездки составляет 3–5 дней, а средний чек на семью – 25–40 тыс. руб. Наиболее популярными регионами являются Республика Карелия, Алтайский край, Владимирская область, Республика Башкортостан и Краснодарский край [РБК Татарстан, 2025]. Ростуризм прогнозирует, что к 2030 г. сельский туризм станет одним из трёх самых быстрорастущих направлений внутреннего туризма.

По оценке экспертов, на агротуризм сегодня приходится не более 1,5 % всех путешествий по России. По прогнозу, количество сельских туристов может вырасти до 7 млн чел. в ближайшие 3 года. Доходы фермеров от сельского туризма оцениваются суммой до 250 млрд руб. в год [Юхновская О., 2023].

Бронирования в частных домах и фермах в сельской местности выросли почти в 2 раза: «спрос на сельский туризм в России вырос на 40 %» за первый полугодие по данным Россельхозбанка.

С 2022 года запущена госпрограмма «Агротуризм», поддерживающая инициативу развития агротуризма. Отмечается, что «на объекты сельского туризма после грантов поток туристов вырос в 2–10 раз» [Юхновская О., 2023, Ростуризм. Сайт, 2024].

Что касается Республики Татарстан, то по информации на октябрь 2025 г, Татарстан входит в тройку лидеров России по популярности агротуризма, уступая только Калининградской и Псковской областям. С момента запуска грантовой программы «Агротуризм» на объектах Татарстана побывали 113 тыс. гостей [Реальное Время, 2025, Юхновская О., 2023].

В Татарстане действует около 120 объектов сельского туризма. В 2023 г. сельские туробъекты региона приняли около 85 тыс. туристов (рост +17 % к 2022). По словам директора АНО «Агентство развития туризма на сельских территориях» Венеры Адамович, к 2025 г. турпоток на сельских территориях Татарстана может вырасти до 22 млн чел. в год и принести до 120 млрд руб. реального дохода в сельской местности [Федеральная..., 2025].

Однако, существуют вызовы отрасли: отсутствие централизованного каталога сельских усадеб и маршрутов, слабая цифровизация хозяйств и отсутствие возможностей онлайн-бронирования, недостаточная вовлеченность фермеров. Тем не менее регион обладает рядом преимуществ: плотная сеть этнокультурных объектов, фермерских хозяйств, природных локаций, а также наличие платформы Visit Tatarstan, готовой к интеграции с современными ИТ-сервисами [Реальное Время, 2025, Федеральная..., 2025].

Информационные технологии позволяют интегрировать цифровые платформы бронирования, системы мониторинга посетителей, аналитические панели на основе искусственного интеллекта и создавать новые цифровые решения по управлению агротуристическими объектами. Это повышает эффективность управления, улучшает пользовательский опыт и способствует устойчивому развитию туризма [Хайалеева Э.Р., 2025; Шевелева Т.В., 2023; Юхновская О., 2023].

Мировая практика демонстрирует устойчивое внедрение цифровых технологий в сельский туризм. Сравним примеры применения отдельных ИТ. Онлайн-платформы бронирования, применяемые в мире: Airbnb, Hotels.com, Booking.com, Rurality, Agriturismo.it, Trip.com, Agoda, Expedia; в России и РТ: Яндекс.Путешествия, Tutu.ru, Суточно.ру, Мир Туризма, Островок.

Цифровые туристские карты, используемые в мире: 2GIS, Google Maps, OpenTripMap, FarOut, Maps.Me; в России: Яндекс.Карты, «Путешествуем.рф», RUSSPASS. Сайт tripmir, TripGenie; в РТ есть сайты: «Visit Tatarstan», Таттурист.ру, интерактивная карта «248 достопримечательностей Татарстана». В Европе есть специальные мобильные приложения для туристов: SmartGuide, Komoot, Outdoor active, Izi.Travel, Tripster; в России: Visit Russia, «Путешествуй по России», «Русские деревни», «Яндекс.Путешествия»; в Татарстане: «Волжская тропа». Основным инструментом продвижения сельских ферм, в мире является Instagram, Facebook (запрещенные в РФ приложения и организации) и личные сайты. В России и РТ фермерские хозяйства и этнодеревни преимущественно продвигаются через свои соцсети, например, «Татарская усадьба», «Кукморская долина». Виртуальные туры и 3D-панорамы в мире создаются в Sfqr True Wirtual Tours, Space Pano, Klapy, Panoe; в РФ – «Россия 360», livemaster.ru, 360joy.ru, «Сферика.рф»; в РТ есть виртуальные туры по Елабуге, Болгару, Свияжску. Что касается IoT, в Европе набирает

популярность «Smart Vilages», где IoT управляет энергией, экологией, комфортом туристов. В России запущены пилотные проекты «Умное село» (Белгородская, Вологодская области). Для анализа турпотоков и сбора аналитики Ростуризм внедряет платформу «Цифровой профиль туриста». В Италии есть единый каталог фермерских усадеб Agriturismo. В России действует проект Минсельхоза РФ реестр объектов сельского туризма. В РТ есть идея создания каталога «Сельские усадьбы Татарстана». В Европе широко используются AR-туры по деревням. Например, приложение FarmAR предлагает guided-туры по фермам. В РФ и РТ возможное внедрение AR-туров, например, проект «Живое наследие Татарстана» или проект «Самые красивые деревни России».

В мире широко распространено создание онлайн-курсов для фермеров по туризму и цифровому маркетингу, например: программы подготовки специалистов для сельского туризма в Финляндии; обучающие программы для фермеров в Польше «Гостеприимные фермы»; курсы от европейского центра экологического и сельского туризма (ECEAT). В России существуют курсы от Ростуризма, платформа «Россия — страна возможностей», обучающий портал Национальной ассоциации сельского туризма, курс «Менеджмент в сельском туризме» от специалистов АНО «АРСИ» и Национальной Ассоциации сельского и экотуризма, курс повышения квалификации «Основы сельского туризма». В Татарстане Казанский федеральный университет проводит вебинары по цифровым технологиям в сфере агротуризма.

Эти решения позволяют упростить доступ туристов к сельским объектам, сформировать персональные маршруты, цифровизировать хозяйства, внедрять системы управления спросом и улучшать экологичность процессов. Так же внедрение ИТ-технологий решает некоторые глобальные проблемы регионов, развивают инфраструктуру (транспорт, связь, маркетинг). Цифровизация повышает конкурентоспособность сельских туристических дестинаций — делает их более доступными и видимыми на рынке.

В 2013 г. Ростуризм выбрал республику Татарстан в качестве пилотного региона для внедрения ИТ-технологий в туризм. Однако, РТ не входит даже в топ 30 регионов России по развитию сельского туризма.

Учитывая потребности региона, предлагается создание оптимального ИТ-продукта для Республики Татарстан, единой комплексной цифровой платформы «AgroTourism.Tatar».

Данная платформа охватывает широкую аудиторию: от туристов и фермеров до государственных органов и исследователей. Каждый модуль платформы AgroTourism.Tatar ориентирован на конкретную категорию пользователей: туристические сервисы – на путешественников, аналитика и маркетинг – на владельцев объектов и органы управления, обучение и VR/AR – на образовательные и научные цели (табл. 1) [Хайалеева Э.Р., 2025; Шевелева Т.В., 2023; Юхновская О., 2023].

Таблица 1

Целевая аудитория цифровой платформы AgroTourism.Tatar

Целевая аудитория	Для чего используют платформу
Туристы и путешественники (индивидуальные туристы, семьи, школьные и студенческие группы, иностранные гости).	Поиск и выбор объектов сельского туризма (усадыбы, маршруты, мастер-классы). Планирование поездки через онлайн-бронирование (размещение, экскурсии, мероприятия). Ознакомление с VR/AR-турами для предварительного просмотра или удалённого посещения. Получение персонализированных маршрутов и рекомендаций через цифровой маркетинг.
Владельцы и операторы сельских туристических объектов (фермеры, хозяева усадеб, ремесленные мастерские, экопарки)	Регистрация и продвижение своих объектов в едином реестре. Управление бронированиями и календарями загрузки через интеграцию с TravelLine и другими системами. Использование Smart Village/IoT для улучшения инфраструктуры и комфортного обслуживания туристов. Получение аналитики туристических потоков для оптимизации работы и планирования. Обучение цифровым навыкам, маркетингу и работе с платформой.
Туроператоры и агентства (региональные и федеральные туристические агентства, агрегаторы бронирования).	Интеграция с единым реестром и онлайн-бронированием для продажи туров и экскурсионных пакетов. Получение информации о доступных объектах и их загрузке для планирования маршрутов. Использование аналитики для прогнозирования спроса и сезонных колебаний.
Государственные и региональные органы (Министерство туризма РТ, Ростуризм, муниципальные администрации).	Мониторинг и развитие сельского туризма, стратегическое планирование. Получение аналитики по туристическим потокам и эффективности маркетинговых кампаний. Поддержка образовательных программ и продвижение региона через цифровые каналы.
Образовательные учреждения и исследователи (университеты, библиотеки, НКО, исследовательские центры).	Проведение исследований по туризму, анализ поведения туристов. Разработка образовательных программ и курсов для фермеров и гидов. Использование VR/AR и Big Data для научных и учебных проектов.

Помимо целевой аудитории был проведен анализ потенциальных партнеров и инвесторов платформы для его успешного функционирования. Данные представлены в (табл. 2).

Таблица 2

Партнеры и инвесторы платформы «AgroTourism.Tatar»

Категория	Партнер	Выгоды и интерес	Мотив
Туристические организации и агрегаторы	VisitTatarstan, TravelLine, Суточно.ру, Ostrovok, и другие туроператоры	Доступ к новой базе объектов; интеграция бронирования; расширение туристических предложений	Увеличение продаж туров, расширение клиентской базы, повышение узнаваемости региона
Владельцы объектов сельского туризма	Фермерские усадьбы, экопарки, ремесленные мастерские	Продвижение в едином реестре; управление бронированием; аналитика туристических потоков; обучение	Привлечение туристов, повышение доходов, улучшение инфраструктуры и сервисов
Государственные и региональные органы	Министерство туризма РТ, Ростуризм, муниципалитеты	Централизован-ный контроль, аналитика туристических потоков, поддержка образователь-ных программ	Стратегическое развитие региона, продвижение сельского туризма, цифровизация отрасли
Образовательные учреждения и НКО	КФУ, ИТ-кластеры, ассоциации сельского туризма	Образовательные программы, научные исследования, внедрение VR/AR и цифровых технологий	Развитие профессиональ-ных навыков, научные публикации, инновационные проекты
Технологические компании и стартапы	ИТ-компании по VR/AR, Big Data, IoT, мобильным приложениям	Тестирование технологий; интеграция с реальной инфраструктурой; продвижение инноваций	Создание кейсов внедрения, расширение рынка, участие в цифровых трансформациях
Медиа и маркетинговые агентства	Соцсети, туристические блоги, ТВ, журналы о туризме	Контент о сельском туризме, совместные рекламные кампании, продвижение бренда	Расширение аудитории, новые рекламные проекты, PR и медийная видимость
Государственные и региональные фонды	Фонд развития туризма РТ, Министерство инвестиций и экономики РТ	Финансирование проекта, поддержка стратегически важных инициатив	Развитие региона, цифровизация туризма, повышение экономического эффекта
Венчурные фонды и инвестиционные компании	TravelTech, IoT, VR/AR фонды	Инвестиции в инновационные решения; потенциал масштабирования	Поддержка перспективных стартапов, внедрение новых технологий, коммерческая прибыль
Корпоративные инвесторы, банки	Сбербанк, Ак-Барс Банк, Татфондбанк, ВТБ, Яндекс, Ростелеком	Инвестиции и внедрение технологий, развитие инфраструктуры	ROI через цифровизацию туризма, продвижение сервисов и технологий
Международные организации	UN Tourism, ЕБРР	Поддержка устойчивого туризма, развитие сельских территорий, обмен опытом	Международное сотрудничество, грантовая поддержка, продвижение региональных проектов

Таким образом, единая комплексная цифровая платформа «AgroTourism.Tatar» имеет ряд преимуществ для региона: повышение качества сервиса и доступности туристических объектов; рост доходов фермеров и создание новых рабочих мест; увеличение турпотока до 200–250 тыс. чел. в год [Реальное Время, 2025, Федеральная..., 2025]; цифровизация малых населённых пунктов [Ivanova L. M. И др., 2024]; сохранение культурного наследия; повышение туристического рейтинга Татарстана среди регионов РФ.

Таким образом, AgroTourism.Tatar представляет собой оптимальное отраслевое решение, которое комплексно отвечает потребностям рынка и региональной специфике сельского туризма.

Библиографический список

1. Future Market Report. Agritourism Market Size and Forecast 2024–2032. URL: <https://www.futuremarketreport.com/ru/industry-report/agritourism-market>.

2. Ivanova L.M., Kornilova A.S., Pevnev R.A. Osobennosti i perspektivy razvitiya sel'skogo turizma v Chuvashskoj Respublike [Features and prospects of rural tourism development in the Chuvash Republic] // Agrarnaya nauka. 2024. №2.

3. KazanFirst. «Гостю нужен чистый туалет»: в Казани ищут пути развития сельского туризма. URL: <https://kazanfirst.ru/articles/gostyu-nuzhen-chistyj-tualet-v-kazani-ishhut-puti-razvitiya-selskogo-turizma>.

4. Smart Villages. IoT-based approaches to rural development and tourism. Arxiv.org, 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2106.03750>.

5. UN Tourism. Best Tourism Villages 2025: 52 communities leading tourism for rural development. URL: <https://www.untourism.int/news/un-tourism-announces-best-tourism-villages-2025-52-communities-leading-tourism-for-rural-development>.

6. Интерфакс-Россия. Татарстан – пилотный регион по внедрению ИТ-технологий в туризме. 2023. URL: <https://www.interfax-russia.ru/tourism/news/tatarstan-stanet-pilotnym-regionom-po-vnedreniyu-it-tehnologiy-v-sfere-turizma>.

7. Министерство по туризму Республики Татарстан. Туризм в РТ: аналитические материалы. URL: https://tourism.tatarstan.ru/file/pub/pub_4444084_enc_207907.pdf.

8. Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства». Итоги работы в цифрах. URL: <https://xn--80aarpemcchfmo7a3c9ehj.xn-->

p1ai/news/natsproekt-turizm-i-industriya -gostepriimstva-itogi-raboty-v-tsifrakh/.

9. Пирогова О.Е., Погорелов Н.В., Ахмеров А.А. Особенности формирования понятия «региональный туристский продукт» в современной экономике // Международный научный журнал. 2024. № 6(99). – DOI 10.34286/1995-4638-2024-99-6-7-21. EDN FIEXFO.

10.Пирогова, О.Е., Погорелов Н.В., Корнилова А.С. Риски гостиничного предприятия сельского туризма // Международный научный журнал. 2024. № 7(100). DOI 10.34286/1995-4638-2024-100-7-32-41. – EDN DJYSDP.

11.РБК Татарстан. Турпоток в Татарстан вырос на 34 % за первые месяцы 2025 года. URL: <https://rt.rbc.ru/tatarstan/freenews/689b45a89a7947c21903b7a3>.

12.Реальное Время. Татарстан не входит даже в топ-30 регионов, где развит сельский туризм. URL: <https://realnoevremya.ru/articles/297889-tatarstan-ne-vhodit-dazhe-v-30-ku-regionov-gde-razvit-selskiy-turizm>.

13.Ростуризм. Статистика внутреннего туризма за 2024 год. URL:https://www.economy.gov.ru/material/file/c9cd37b4abe4b99ab1267982bc72efc2/Brochure_tourism_itogi_2024_goda.pdf.

14.Федеральная служба государственной статистики. Туризм: показатели. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62157>.

15.Хайалеева Э.Р. Использование информационных технологий в развитии туризма в Республике Татарстан. URL: https://kpfu.ru/staff_files/F804372206/Khayaleeva_299_302.pdf.

16.Шевелева Т.В. Информационные технологии как инструмент развития регионального туризма // RRBusiness, 2023. URL: <https://rrbusiness.ru/journal/article/1886/>.

17.Юхновская О. Загородный отдых в Татарстане: как удержать жителей от поездок на «чужие» берега /kultura/articles/zagorodnyy-otdyh-v-tatarstane-kak-uderzhat-zhiteley-ot-poezdok-na-chuzhie-berega.

Ю.Н. Гладких

Y.N. Gladkih

**Пермский государственный аграрно-технологический
университет имени академика Д.Н. Прянишникова
Perm State Agro-Technological University named
after Academician D.N. Pryanishnikov**

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ФАКТОР
ТРАНСФОРМАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
В ЭКОТУРИЗМЕ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A FACTOR IN THE
TRANSFORMATION OF MANAGEMENT DECISIONS IN
ECOTOURISM: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES**

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения технологий искусственного интеллекта при процессах принятия управленческих решений в сфере экологического туризма. Проанализированы ключевые направления применения цифровых технологий и выявлены вызовы, с которыми могут столкнуться предприятия при внедрении. Обозначена важность подготовки квалифицированных кадров, которые смогут обеспечить внедрение решений на основе искусственного интеллекта в отрасль экологического туризма.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровизация, менеджмент, экологический туризм, управление процессами.

Abstract. The article examines the possibility of applying artificial intelligence technologies to management decision-making processes in the field of ecological tourism. The key areas of application of digital technologies are analyzed, and the challenges that enterprises may face during implementation are identified. The importance of training qualified personnel who can ensure the implementation of artificial intelligence-based solutions in the ecological tourism industry is highlighted.

Key words: artificial intelligence, digitalization, management, ecological tourism, process management

В условиях стремительного развития цифровых технологий, искусственный интеллект всё более активно проникает в разные аспекты экономики, в том числе и в сферу туризма. Актуально его применение и в экотуризме, где требуется устойчивого развитие,

охрана окружающей среды и вовлеченность местных жителей, что в совокупности является ключевыми принципами отрасли. Искусственный интеллект может стать не просто сопутствующим инструментом, а важным элементом, который сможет трансформировать подходы принятия управленческих решений в этой области. На международной экологической конференции премьер-министр Российской Федерации Михаил Мишустин указал, что для успешного решения задач в сфере экологии и преодоления последствий климатических изменений, необходимо оказать содействие на объединение усилия ученых и новаторов разных стран. Важно, в частности, внедрять современные технологии, чтобы отслеживать состояние воздуха, воды, солнечной активности, излучений, ветра [Мишустин считает..., 2025].

Внедрение искусственного интеллекта в экотуризм сопряжено с рядом вызовов. Прежде всего, это вопрос доступности технологий для малого предпринимательства, которые сталкиваются с ограничениями, связанными с разработкой и внедрением инновационных стратегий: финансовые и экологические ограничения, отсутствие кадров и квалификации, низкая осведомленность потребителей, проблемы с логистикой и т.д. [Коваленко О.В. и др., 2023]. Кроме того, существует риск, что цифровые технологии могут не учитывать местный контекст, культурные особенности и этические нормы. Для эффективной цифровой трансформации управления в экотуризме требуется понимание отрасли, в связи с чем искусственный интеллект не должен брать на себя полностью всю работу, а быть полезным инструментом для квалифицированных специалистов.

Также серьёзным вызовом является вопрос защиты данных и конфиденциальности. Важной проблемой правовой охраны персональных данных, которые обрабатываются с использованием искусственного интеллекта, является соблюдение баланса между требованиями по защите персональных данных и необходимостью их использования для обучения систем искусственного интеллекта для цели выполнения задачи повышения доступности и качества данных [Окишев Б.А., 2024]. Именно поэтому, сбор и анализ персональной информации туристов для персонализации услуг должен соответствовать всем нормам, особенно, если есть риски утечки сведений. В ином случае, это может подорвать доверие как со стороны клиентов, так и со стороны государственных органов, чья поддержка

критически важна для успешной деятельности экотуристических проектов.

Одним из главных преимуществ искусственного интеллекта в направлении экологического туризма является способность обрабатывать и анализировать большие объёмы данных в реальном времени. На основе полученной информации менеджеры предприятий смогут принимать более эффективные и гибкие решения. Цифровая технология может сформировать условия для персонального подбора путешествий. Искусственный интеллект может оказать содействие туристам при выборе дат и более выгодной покупки билетов, об условиях бронирования в гостиницах [Восколович Н.А., 2024].

Применение цифровых технологий в экологическом мониторинге может значительно улучшить эффективность и точность обнаружения и реагирования на угрозы окружающей среды [Мамаражабова Б.А. и др., 2024]. При помощи БПЛА и спутниковых снимков, которые функционируют на основе искусственного интеллекта, можно в режиме реального времени отслеживать состояние экосистемы, выявлять случаи браконьерства, загрязнения окружающей среды или возведения незаконных построек. Такие решения могут позволить оперативно реагировать на угрозы и обеспечить защиту природных ресурсов. Для предприятий это означает переход к более современному подходу в управлении процессами: выявление факта нарушений до причинения ущерба и предотвращение вреда.

Таким образом, искусственный интеллект может быть не просто временным трендом, а стать полезным инструментом управления в экотуризме. Цифровые технологии могут трансформировать саму основу принятия решений, делая её более эффективной. Стоит учесть, что для эффективной реализации необходимы квалифицированные кадры, а также взаимодействие между всеми составляющими отрасли. Только совместными усилиями могут сформировать цифровые решения, которые будут эффективно влиять на развитие проектов.

Библиографический список

1. Мишустин считает, что у экотуризма большой потенциал// ТАСС. 2025. URL: <https://tass.ru/ekonomika/24607025>.
2. Восколович Н.А. На пути к цифровому туризму. // Государственное управление. 2024. № 113.

3. Коваленко О.В., Климова Е.Ю. Об особенностях формирования инновационной стратегии малого предприятия в экотуризме. // Вестник наук. 2023. № 1(94).

4. Мамаражабова Б.А., Шингисов А.У. Исследование современного применения искусственного интеллекта в экологическом мониторинге безопасности деятельности человека // Универсум: технические науки. 2024. № 19.

5. Окишев Б.А. Особенности правовой охраны персональных данных, обрабатываемых с использованием технологий искусственного интеллекта // Проблемы экономики и юридической практики. 2024. № 2.

*Е.В. Голубятникова, Э.Ю. Нагалеvский,
Ю.Э. Нагалеvский, П.В. Мамелин*
*E.V. Golubyatnikova, E.Yu. Nagalevsky,
Yu.E. Nagalevsky, P.V. Mamelin*
Кубанский государственный университет
Kuban State University

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ
В РЕКАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ДЛЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE RIVERS OF THE
KRASNODAR REGION FOR TOURIST AND RECREATIONAL
ACTIVITIES**

Аннотация. В статье проводится оценка качества воды крупных рек Краснодарского края с позиции их пригодности для туристско-рекреационной деятельности. На основе анализа гидрохимических показателей и норм СанПиН выявлено, что ни один из исследуемых водотоков не относится к категории благоприятных для пляжно-купального отдыха. Наименее загрязненной признана река Лаба, тогда как реки степной зоны, Туапсе и Кубань, характеризуются как критически неблагоприятные.

Ключевые слова: туристско-рекреационная деятельность, экологическое состояние рек, ПДК, пляжно-купальный отдых.

Abstract. The article assesses the water quality of the major rivers of the Krasnodar Region from the perspective of their suitability for tourism and recreation activities. Based on the analysis of hydrochemical indicators and SanPiN standards, it was revealed that none of the studied watercourses are suitable for beach and swimming recreation. The Laba River is considered the least polluted, while the rivers of the steppe zone, such as the Tuapse and Kuban Rivers, are characterized as critically unfavorable.

Key words: tourism and recreation activities, ecological state of rivers, MAC, beach and swimming recreation.

Краснодарский край богат разнообразными по условиям протекания, водному режиму, экологическому состоянию крупными водотоками – реками. Всего на территории региона их насчитывается 7751, общая протяженность которых составляет 29125 км, а 53 % из них – это мельчайшие реки (менее 10 км) [КБВУ]. Распределение

водных речных ресурсов характеризуется значительной неравномерностью – от наиболее обводненного Черноморского побережья до наименее водообеспеченной степной зоны. Хозяйственное использование рек на территории края ведется в нескольких направлениях:

- сельскохозяйственные нужды, в том числе забор воды для рисовых оросительных систем;
- водоснабжение населения (ЖКХ);
- использование водных потоков для выработки электроэнергии на Белореченской и Краснополянской ГЭС;
- аквакультура (разведение ценных промысловых пород рыб на пойме и в дельте р. Кубань, плавневых участках);
- туристско-рекреационная деятельность (сплавы, пляжно-купальный отдых, катание на водном транспорте и т.д.).

Рекреация является одной из наиболее динамично развивающихся сфер экономики Краснодарского края. Рекреационная сфера как сегмент экономики в значительной степени детерминирована наличием и характером используемых ресурсов. При этом, качественное состояние водных ресурсов выступает ключевым лимитирующим фактором, сдерживающим эксплуатацию рекреационного потенциала поверхностных вод региона. Поэтому необходимо выполнить оценку качества воды в реках Краснодарского края в целях определения возможности их безопасного для человека использования в туристско-рекреационной деятельности.

Обеспечение рекреационного использования поверхностных водоёмов требует строгого соответствия качества воды, установленным СанПиН. В целях соблюдения требований регулирующих органов, предприятия, эксплуатирующие водные объекты, обязаны организовать непрерывное отслеживание их состояния (табл. 1) [СанПиН].

Таблица 1

Нормативы ПДК загрязняющих веществ в водных объектах, используемых в туристско-рекреационной деятельности [СанПиН]

Показатели качества воды, мг/дм ³									
Растворенный кислород	БПК ₅	Аммоний-ион	Нитриты	Нефтепродукты	Фенолы	Железо	Медь	Цинк	Марганец
4	4	2	3,3	0,3	0,001	0,3	1	1	0,1

На основе анализа информации, собранной в ходе государственного мониторинга за состоянием водных ресурсов Краснодарского края [Доклад, 2025], был сформирован обобщенный отчет с данными о качестве воды в некоторых крупных реках региона, а также произведена оценка пригодности рек для их рекреационного использования (преимущественно пляжный отдых и купание) (табл. 2). Оценка пригодности рек для организации пляжно-купального отдыха проводится по шкале, разработанной автором [Голубятникова, 2025], согласно которой все водные объекты по комплексу ПДК гидрохимических показателей подразделяются на наиболее благоприятные (б); малоблагоприятные (мб); неблагоприятные (нб) и критически неблагоприятные (кнб).

Таблица 2

Сводные данные о качестве водных объектов Краснодарского края для целей рекреации (среднегодовые показатели на 2024 г.)

Водный объект	Показатели загрязняющих веществ, доли ПДК											УКИЗВ с указанием класса и разряда качества	Приемлемость для пляжно-купального отдыха
	БПК ₅	медь	фенол	азот нитратный	азот аммонийный	азот нитритный	сульфаты	ХПК	железо общее	нефтепродукты	СПАВ		
Река Кубань	0,9	5,3	1,1	1,1	1,0	1,0	1,3	1,0	2,6	1,0	1,0	4,1 (4а) грязная	кнб
Река Белая	1,2	4,4	1,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	1,0	1,0	2,4 (3а) загрязненная	нб
Река Лаба	1,0	1,4	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,8	1,0	1,0	2,5 (3а) загрязненная	мб
Река Псекупс	1,1	3,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,4	1,0	1,0	3,4 (3б) очень загрязненная	нб
Река Туапсе	0,8	8,3	2,2	1,7	1,0	1,0	0,2	0,6	1,2	1,7	1,0	3,7 (3б) очень загрязненная	кнб
Река Сочи	1,7	12,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	2,5 (3а) загрязненная	нб
Река Мзымта	1,7	8,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	2,8 (3а) загрязненная	нб
Река Ея	2,0	2,4	1,0	1,0	1,0	1,0	14,0	1,0	2,5	1,0	1,0	(4г) очень грязная	кнб
Река Челбас	1,7	2,4	1,0	1,0	1,0	1,0	9,2	1,0	2,5	1,0	1,0	(4в) очень грязная	кнб
Река Бейсуг	1,5	4,0	1,0	1,0	1,0	1,0	8,2	3,0	1,0	1,0	1,0	(4в) очень грязная	кнб
Река Кирпили	1,4	2,8	2,9	1,5	1,0	1,0	2,2	1,7	3,6	1,0	1,0	4,6 (4а) грязная	кнб

Анализ имеющихся сведений позволяет заключить, что в 2024 г. ни одна из рассмотренных рек не подходит для безопасного купания,

хотя река Лаба характеризуется наименьшим уровнем загрязнения по результатам изучения химического состава воды. Реки, протекающие через степную часть Краснодарского края, а также реки Туапсе и Кубань признаны непригодными для пляжного отдыха и требуют запрета на проведение водных развлечений.

Таким образом, проведенное исследование демонстрирует, что текущее экологическое состояние рек Краснодарского края выступает значимым ограничивающим фактором для развития туристско-рекреационной деятельности. Разработанная автором шкала оценки позволила классифицировать водные объекты по степени благоприятности, выявив отсутствие благоприятных и преобладание неблагоприятных и критически неблагоприятных участков, что диктует необходимость реализации комплекса природоохранных и водоохранных мероприятий для снижения антропогенной нагрузки и восстановления рекреационного потенциала водных ресурсов региона.

Работа выполнена по теме госзадания FZEN-2025-0007 «Уникальные береговые ландшафты в условиях ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате разлива мазута: трансформация ландшафта (на материалах города-курорта Анапа)».

Библиографический список

1. Голубятникова Е.В. Перспективы развития туризма и рекреации на базе водных ресурсов Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Казань, 2025.
2. Кубанское бассейновое водное управление Федерального агентства водных ресурсов: официальный сайт. URL: <https://kbvu-fgu.ru/>.
3. О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2024 году: доклад. Краснодар, 2025.
4. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года № 2. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>.

**МОТИВАЦИЯ ПОСЕТИТЕЛЕЙ РЕКРЕАЦИОННЫХ
ДЕСТИНАЦИЙ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
MOTIVATION OF VISITORS TO RECREATIONAL
DESTINATIONS OF SOCHI NATIONAL PARK**

Аннотация. Знание мотивации посещения рекреационных дестинаций особо охраняемой природной территории необходимо для принятия управленческих решений в области планирования экологического туризма. Источником информации о мотивации посетителей и туристов могут служить социологические опросы местного населения и приезжих туристов.

Ключевые слова: особо охраняемая природная территория, мотивация посетителей рекреационных дестинаций, социологический опрос.

Annotation. Understanding the motivations for visiting recreational destinations in specially protected natural areas is essential for making management decisions in ecotourism planning. Sociological surveys of local residents and visiting tourists can serve as a source of information on visitor and tourist motivations.

Key words: specially protected natural area, motivation of visitors to recreational destinations, sociological survey.

Знание мотивации посещения рекреационных дестинаций особо охраняемой природной территории необходимо для принятия управленческих решений в области планирования экологического туризма. Источником информации о мотивации посетителей и туристов могут служить социологические опросы местного населения и приезжих туристов. В Сочинском национальном парке такие опросы проводятся ежегодно, начиная с 2021 г. Каждый опрос носит анонимный характер и содержит вопросы, касающиеся фактической посещаемости дестинаций, потребительских предпочтений, а также пола, возраста и места жительства респондента. Очередная анкета размещается на сайте учреждения, а также в социальных сетях. Все вопросы касаются только предыдущего года по отношению к году, в

котором осуществляется очередной опрос. Таким образом, в 2021–2025 гг. была собрана информация о посещаемости СНП за 2020–2024 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Структура выборки респондентов, участвовавших в социологических опросах Сочинского национального парка

Показатель	Год опроса				
	2021	2022	2023	2024	2025
	Год посещения				
	2020	2021	2022	2023	2024
Мужчины	99	76	94	87	81
Женщины	148	151	197	194	187
Итого	247	227	291	281	268
Местные	206	184	188	232	201
Туристы	41	43	103	49	67
Итого	247	227	291	281	268
Предельная ошибка выборки, % (при доверительной вероятности 95,0 %)	6,2	6,5	5,7	5,8	6,0

В 2026 г. планируется провести следующий опрос, касающийся 2025 г. А в дальнейшем желательно проводить данные опросы ежегодно с целью анализа динамики экологического туризма на данной ООПТ. Одним из вопросов анкеты, отражающим потребительские предпочтения рекреантов, являлся вопрос: «Чем для Вас ценно посещение природного объекта?». Варианты ответов по годам распределились так, как показано на (рис. 1) (в категорию «Другое» вошли следующие варианты ответа: пополнение пищевых запасов, сбор для собственных нужд лекарственного сырья, цветов, что-то другое).

Ранее проведенное исследование, касающееся данных за 2020–2022 гг. позволило выявить эмпирическую закономерность сходства структур мотивации посетителей на основе расчетов с использованием индекса Рябцева с вероятностью 98,8 % [Дранников А.Е., 2024].

Используя тот же алгоритм для данных с 2020 по 2024 гг., была получена эмпирическая закономерность сходства данных структур с вероятностью 99,9 %.

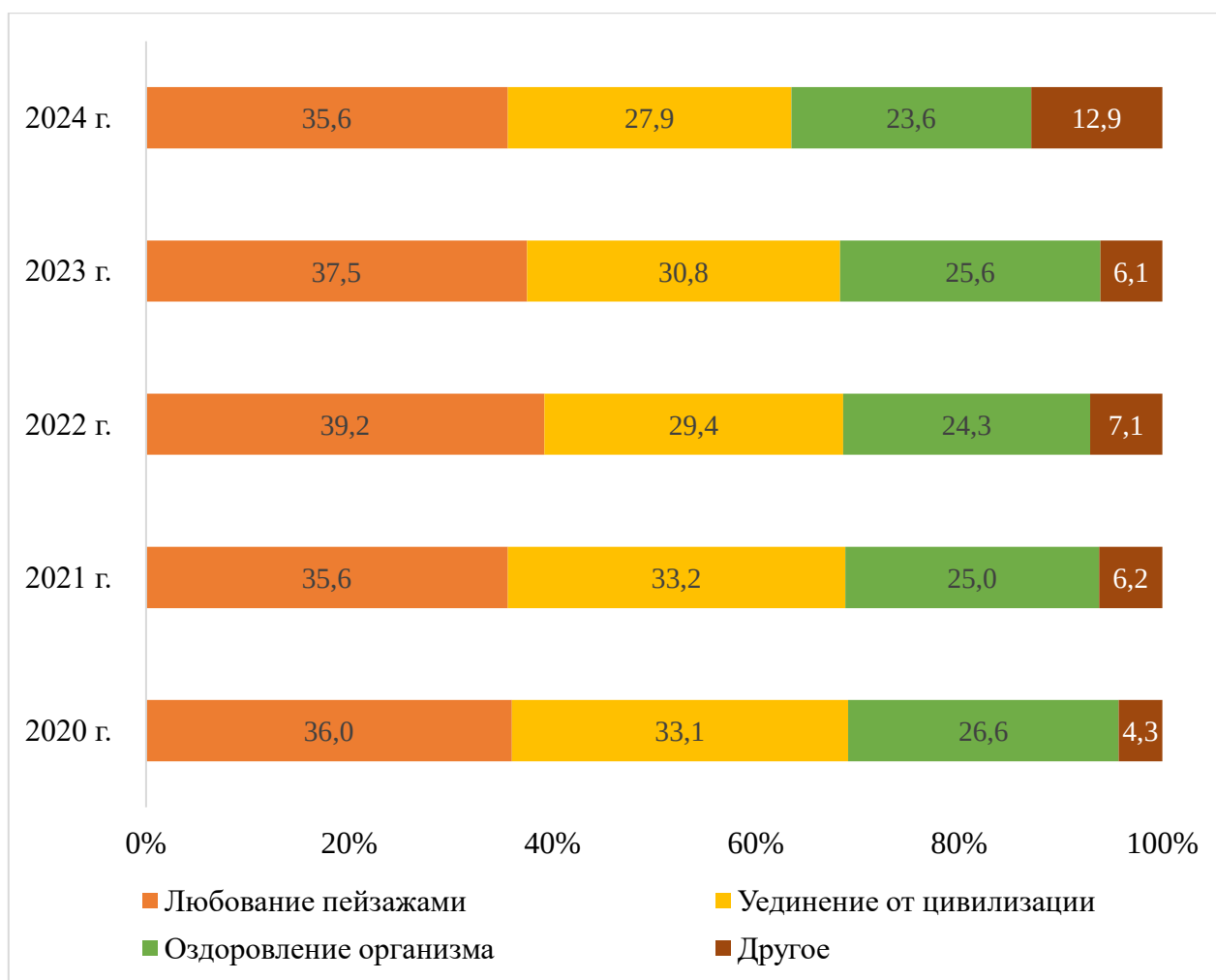


Рис. 1. Структура ответов на вопрос: «Чем для Вас ценно посещение природного объекта?» с 2020 по 2024 гг.

Хотя цифры не схожи с абсолютной точностью, ранг мотивации посетителей на протяжении пяти лет остается прежним: на первом месте стоит «Любование пейзажами», на втором – «Уединение от цивилизации», на третьем – «Оздоровление организма». Другие мотивы уступают первым трем.

Таким образом, можно использовать полученный результат для планирования рекреационного природопользования на территории Сочинского национального парка.

Библиографический список

1. Дранников А.Е. Изучение потребительских предпочтений посетителей особо охраняемых природных территорий // Зеленый туризм в России: современное состояние, проблемы и перспективы развития. М., 2024.

А.Е. Дранников
A.E. Drannikov
Сочинский национальный парк
Sochi National Park

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА ДЛЯ РАСЧЕТА
ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ
ТУРИСТСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ
ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ
ТУРИСТСКИХ МАРШРУТОВ
ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ
DETERMINATION OF THE ECOLOGICAL CORRECTION
FACTOR FOR CALCULATING THE MAXIMUM PERMISSIBLE
RECREATIONAL CAPACITY OF TOURIST ACTIVITIES WHEN
CALCULATING THE MAXIMUM PERMISSIBLE
RECREATIONAL CAPACITY OF TOURIST ROUTES IN A
SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS**

Аннотация. Определение поправочного коэффициента экологического характера для расчета предельно допустимой рекреационной емкости особо охраняемой природной территории предлагается основывать на стадии рекреационной дигрессии. Это дает возможность совершенствования управления экологическим туризмом на особо охраняемых природных территориях.

Ключевые слова: особо охраняемая природная территория, предельно допустимая рекреационная емкость, поправочный коэффициент экологического характера, стадии рекреационной дигрессии.

Annotation. It is proposed to base the ecological correction factor for calculating the maximum permissible recreational capacity of a specially protected natural area on the stage of recreational degradation. This provides an opportunity to improve ecotourism management in specially protected natural areas.

Key words: specially protected natural area, maximum permissible recreational capacity, ecological correction factor, stages of recreational digression.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от

31 октября 2023 г. № 1811 «Об утверждении Правил расчета предельно допустимой рекреационной емкости особо охраняемых природных территорий федерального значения при осуществлении туризма» [Постановление..., 2023] базовая рекреационная емкость корректируется с помощью поправочных коэффициентов, одним из которых является коэффициент экологического характера, включающего такие факторы, как пожароопасность; риск затопления, подтопления; развитие эрозионных процессов; погодные условия; воздействие на объекты животного и растительного мира; изменение состояния почвенного и растительного покрова; изменение состояния, снижение эстетических свойств ландшафтов; изменение состояния водных объектов.

При этом в проекте приказа Минприроды России расчет данного коэффициента предлагается осуществлять с помощью перемножения вышеозначенных факторов, каждый из которых представляет собой удельный вес благоприятных значений к общему возможному их числу [Проект..., 2025]. Такая процедура будет давать результат тем меньший, чем больше факторов будет учтено, что означает произвол в оценке корректирующего коэффициента экологического характера.

Для туристских маршрутов представляется целесообразным применить другой подход, базирующийся на определении стадий рекреационной дигрессии. Известно, что большинство исследователей считают, что граница экологической устойчивости природной территории проходит между 3-ей и 4-ой стадиями.

Согласно ОСТ 56-100-95 на 3-ей стадии рекреационной дигрессии находится от 5,1 до 10,0 % территории рекреационной дестинации, на которой почва вытоптана до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова [ОСТ 56-100-95, 1995]. Таким образом, можно принять 7,5 % вытоптанной почвы за индикатор опасности естественного восстановления экосистемы.

С другой стороны, ширина пешеходного тротуара с двусторонним движением составляет 1,5 м [ГОСТ Р 52766-2007, 2007]. Если принять ширину туристского маршрута на уровне данной величины, то по обеим сторонам от него останется по 9,25 м природной территории (на левую и правую стороны (в сумме 92,5 %)).

Далее возникает вопрос, заключающийся в том, сколько времени рекреанты будут отклоняться от основного пути с целью отдыха от основного движения. Согласно научной организации труда оптимальное время на отдых и личные надобности при физическом

труде должно составлять порядка 12,5 % от сменного времени [Джилльбрет Ф., 1926].

Без потери общности, время передвижения людей по туристскому маршруту, определенной длины, можно принять, как частное от деления длины маршрута к скорости передвижения рекреантов (зависящей как от длины маршрута, так и от крутизны склона (для горной местности)). А 12,5 % от данного времени будет составлять время нахождения людей по обе стороны от центральной тропы, шириною 1,5 м.

Следовательно, можно рассчитать площадь (по обе стороны от центральной тропы) и время рекреационного давления, не выходящее за рамки 3-ей стадии рекреационной дигрессии, которая позволяет обеспечить естественное воспроизводство экосистемы.

Кроме того, отдельные особо охраняемые природные территории, как правило, обладают сведениями о предельно допустимых рекреационных нагрузках на единицу площади.

В результате можно рассчитать зависимость экологической емкости от длины маршрута с целью ее сравнения с базовой рекреационной емкостью (при наличии данных о факторах социального, социокультурного и социально-экономического характера [Проект..., 2025]).

В целом, необходимо отметить, что определение предельно допустимой рекреационной емкости особо охраняемой природной территории должно учитывать ограничения, накладываемые на факторы социального, социокультурного и социально-экономического характера, и опираться на методы математического программирования.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200057674>.
2. Джилльбрет Ф. Азбука научной организации труда. М., Ленинград, 1926.
3. ОСТ 56-100-95. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы (утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. N 114). URL: <https://docs.cntd.ru/document/471826617>.

4. Постановление Правительства РФ от 31 октября 2023 г. № 1811 «Об утверждении Правил расчета предельно допустимой рекреационной емкости особо охраняемых природных территорий федерального значения при осуществлении туризма». URL: <https://ivo.garant.ru/#/document/407923411>.

5. Проект приказа Минприроды России «Об утверждении методик определения коэффициентов управленческой емкости, поправочных коэффициентов экологического, социального, социально-экономического и социокультурного характера и расчета их величин, а также определения площади туристского объекта, необходимой для одного посетителя, при осуществлении туризма». М., 2025. URL: <https://regulation.gov.ru/projects/>.

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ
РЕКРЕАЦИОННЫХ ДЕСТИНАЦИЙ
ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ
ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF
TRANSPORT ACCESSIBILITY OF RECREATIONAL
DESTINATIONS OF A SPECIALLY PROTECTED NATURAL
TERRITORY**

Аннотация. Экономико-математические модели спроса туристов на услуги рекреационного природопользования строятся на основе теоретических положений микроэкономики, в частности теории потребительского выбора. Они представляют собой функциональные зависимости посещаемости рекреационных дестинаций в зависимости от ряда факторов денежного и неденежного характера. Эти модели являются инструментом планирования экологического туризма на особо охраняемых природных территориях.

Ключевые слова: особо охраняемая природная территория, экономико-математическое моделирование, транспортная функция, нелинейное программирование.

Annotation. Economic and mathematical models of tourist demand for recreational nature management services are based on the theoretical provisions of microeconomics, in particular the theory of consumer choice. They are functional dependencies of attendance of recreational destinations depending on a number of monetary and non-monetary factors. These models are a tool for planning ecological tourism in specially protected natural areas.

Key words: specially protected natural area, economic and mathematical modeling, transport function, non-linear programming.

Экономико-математические модели спроса туристов на услуги рекреационного природопользования строятся на основе теоретических положений микроэкономики, в частности теории потребительского выбора. Они представляют собой функциональные

зависимости посещаемости рекреационных дестинаций в зависимости от ряда факторов денежного (плата за посещение, денежные расходы на дорогу, доходы потребителей и т. п.) и неденежного характера (время посещения дестинации, время в пути к объекту или маршруту, бюджеты свободного времени потенциальных и фактических рекреантов и пр.).

Объем отдыха в лесу как для отдельного рекреанта, так и в целом за определенный период времени для конкретной лесопокрытой площади, подверженной антропогенному прессу множества людей, является показателем количества потребляемого блага. Ценой же этого блага для платных лесных рекреационных объектов является плата за посещение, взимаемая с конкретных рекреантов, а для бесплатных – готовность потребителей заплатить определенную денежную сумму. Помимо этого, если лесные рекреационные объекты находятся на таком расстоянии от мест проживания потенциальных рекреантов, что преодоление этого расстояния требует затрат времени большего, чем для повседневных издержек потребления, то для анализа истинной цены к плате за посещение особо охраняемой природной территории необходимо прибавлять величину обобщенных транспортных издержек. Исходя из вышеизложенного, для относительно далеко расположенных лесов рекреационного назначения необходимо сосредоточить внимание на транспортных издержках потребления рекреационной функции особо охраняемой природной территории.

За основу может быть взята формула обобщенной стоимости перевозок, широко применяемая во Франции для планирования в области транспорта (модель Матисса) [Кинэ Э., 1992]. Добавив в эту модель зависимость преодолеваемого расстояния (L_j) от денежных затрат на дорогу (P) и времени в пути (t) и выразив данную зависимость в виде производственной функции Солоу:

$$L_j = (a_1 \cdot P^{-\beta} + a_2 \cdot t^{-\beta})^{(-1/\beta)}, \quad (1)$$

где a_1 , a_2 , β – конкретные значения параметров для данной местности и для определенного времени,

получим математическую постановку задачи:

$$C = P + h \cdot t \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$f(P, t) = L_j(\text{const}), \quad (3)$$

где h – денежная цена 1 часа свободного времени конкретного рекреанта.

Данная задача решается методами нелинейного программирования, поскольку функция (3) в соответствии с моделью (1) является нелинейной.

Ее решение в общем виде выглядит как:

$$h = (a_2/a_1) \cdot (P^*/t^*)^{\beta+1}, \quad (4)$$

$$L_j = (a_1 \cdot (P^*)^{-\beta} + a_2 \cdot (t^*)^{-\beta})^{(-1/\beta)}. \quad (5)$$

При этом звездочки (*) означают оптимальные значения для конкретного рекреанта, выбравшего определенный способ перемещения к месту отдыха на природе (пешком, на автобусе, такси, электропоезде) в соответствии с его значением денежной цены 1 часа свободного времени (h) (рис.1).

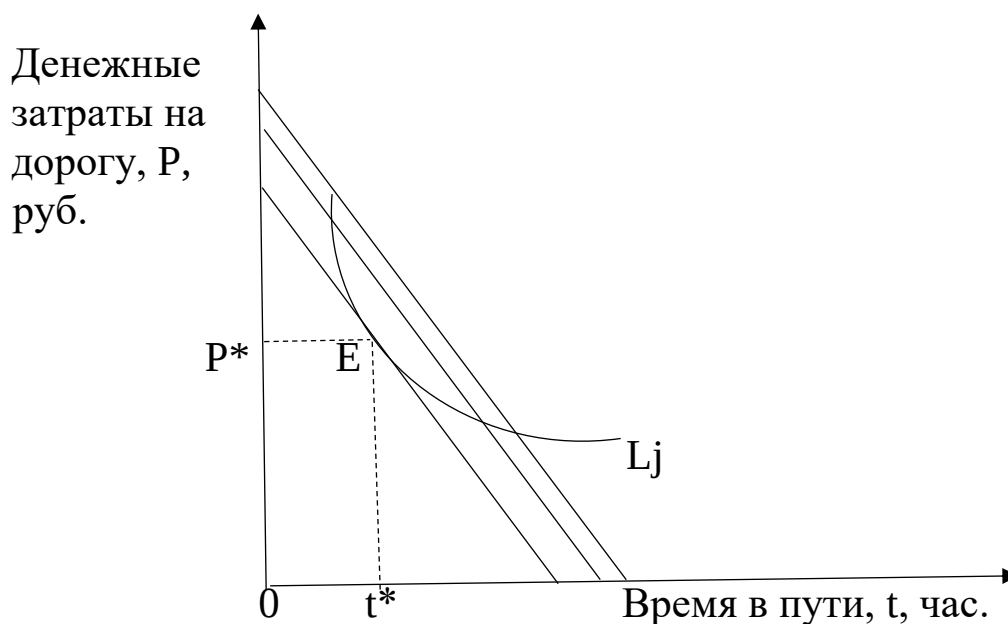


Рис. 1. Геометрическое решение задачи минимизации функции обобщенной стоимости перемещения конкретного рекреанта на расстояние L_j . Точка E характеризует минимальную обобщенную стоимость перемещения C^* , определяемую оптимальными значениями P^* и t^*

С помощью пакета прикладных программ по математической статистике Statistica методом Квази-Ньютона для исходных данных за 2003 г. в НИИ горного лесоводства и экологии леса (гор. Сочи), а для 2024 г. в Сочинском национальном парке были получены

регрессионные оценки параметров и корреляционные характеристики модели (1) (табл. 1).

Таблица 1

Регрессионные оценки параметров и корреляционные характеристики модели

Показатель	2003 г.	2024 г.
Параметры		
a_1	0.333542	0.178779
a_2	1.134580	1.061369
β	- 0.110029	- 0.090057
Корреляционные оценки		
Критерий Фишера	6874.8	100.9
Уровень значимости, %	< 1.0	<1.0
Коэффициент детерминации, %	98.8	82.1

Из таблицы видно, что построенные модели являются довольно точными и достоверными. Обращает на себя внимание и тот факт, что параметры моделей имеют определенное сходство, а их различие объясняется изменением транспортных тарифов для города Сочи за более, чем двадцатилетний период времени.

Далее, поскольку денежная цена 1 часа свободного времени прямо пропорциональна денежному доходу (I) рекреанта за определенный период календарного времени и обратно пропорциональна его бюджету свободного времени (T), представляется целесообразным разделить потенциальных посетителей особо охраняемой природной территории на четыре демографические группы (табл. 2).

Таблица 2

Структура комбинаций денежных доходов и бюджетов свободного времени посетителей Сочинского национального парка

Денежный доход (I), руб.	Бюджет свободного времени (T), час.	
	Ниже среднего уровня	Выше среднего уровня
Ниже среднего уровня	Местные дети и молодежь	Местные безработные, неработающие пенсионеры, домохозяйки и т.п.
Выше среднего уровня	Приезжие туристы	Местные, получающие высокие пассивные доходы (проценты по депозитам, дивиденды, ренту и т.п.)

Таблица показывает, что различные демографические группы населения по-разному располагают деньгами и свободным временем. Поэтому для каждой группы будет характерно разное типичное значение цены 1 часа свободного времени, соответственно будет различным и выбор обобщенной стоимости перемещения.

Конкретизация данной информации крайне важна для планирования экологического туризма на особо охраняемой природной территории.

Библиографический список

1. Кинэ Э. Экономико-математические методы и политика Франции в области транспорта // Экономика и мат. методы. 1992. Т. 28. Вып. 3.

А.М. Менжанова

A.M. Menzhanova

Астраханский государственный технический университет

Astrakhan State Technical University

**ЭСТЕТИКА СОЗЕРЦАНИЯ
КАК ПРАКТИКА ФОРМИРОВАНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ТУРИЗМЕ
AESTHETICS OF CONTEMPLATION AS A PRACTICE OF
FORMING ECOLOGICAL THINKING IN TOURISM**

Аннотация. В статье рассматривается проблематика развития экотуризма, поскольку формирование безопасной среды является невозможным без соответствующего развития экологического сознания у потребителя туристских услуг. Посетители должны развивать экоцентрическую установку, базирующуюся на эстетическом постижении природной красоты, исключая деструктивное и потребительское поведение. В рамках данной работы представлена схема модернизации экологического сознания в туризме.

Ключевые слова: экологическое просвещение, эстетическое воспитание, экотуризм, развитие экологического сознания

Abstract. The article examines the problems of ecotourism development, since the formation of a safe environment is impossible without the appropriate development of ecological awareness among the consumer of tourist services. Visitors should develop an ecocentric attitude based on an aesthetic appreciation of natural beauty, excluding destructive and consumerist behavior. Within the framework of this work, a scheme for the modernization of ecological awareness in tourism is presented.

Key words: environmental education, aesthetic education, ecotourism, development of ecological awareness.

Существующие модели экотуризма, которые уже внедрены в практику, часто не снижают антропогенную нагрузку как хотелось бы, поскольку прежние потребительские установки в сфере отдыха сохраняются. Проблема кроется в том, что мы переносим антропоцентрические установки массового туризма, где природа рассматривается лишь как ресурс для развлечений, в современный мир, требующий экоцентрического мировоззрения, в котором человек осознает себя частью экосистемы, а не ее хозяином.

Экологический туризм предполагает отказ от доминирования в пользу диалога с природой [Шабалина Н.В., 2021]. Ценность такого путешествия не эксплуатации, а в глубоком эстетическом и духовном созерцании, которое приводит к подлинному восстановлению сил через гармонию. Тем самым, понимаем, что эффективность экотуризма зависит от фундаментальной трансформации сознания. Ее основой должно стать экологическое просвещение, утверждающее новую этику взаимодействия с природой, основанную на понимании ее самоценности.

Можем отметить, такой тренд, что экологический туризм становится все более востребованным, но это создает напряжение для природных территорий. В 2025 г. посещаемость особо охраняемых природных территорий выросла почти на 69,6 % по сравнению с предыдущим годом, что свидетельствует о большом желании людей увидеть красоты природы [Число посетителей..., 2025]. Однако увеличение числа посетителей не всегда означает, что все туристы будут вести себя ответственно. Отсюда следует, что главная задача заключается в том, чтобы люди не просто знали правила поведения в ООПТ, но и понимали их важность и соблюдали указания по своей инициативе. Для этого необходимо развивать экологическое сознание. Это критически важный пункт для управления туристической нагрузкой, чтобы сохранить экосистемы.

Современный туризм претерпел трансформацию, превратившись в комплексную систему, где гармонично сочетаются прикладные аспекты территориального управления с теоретическими разработками в сферах экологии, социологии и философии. Такой феномен выступает в качестве критически важного механизма согласования рекреационных и культурных интересов, что определяет его существенную роль в антропо-природных отношениях. Можно утверждать, что экотуризм, сформировавшийся как знаковое явление, продолжает определять парадигму ответственного взаимодействия с природной средой в текущем столетии [Леонов В.В., 2012.].

Кроме того, важно отметить, что туризм является неотъемлемой частью экономики, поэтому его остановка привела бы к стагнации и сокращению доходов бюджета. В качестве решения этой проблемы существует экологический туризм, который ориентирован на тех, кто стремится к духовному росту и саморазвитию через познание природы, минимизируя при этом свое воздействие на нее. Тем не менее, для полноценного развития этого направления требуется как

модернизированная инфраструктура, так и высокий уровень культуры и ответственности.

Так, понимаем, что экотуризм должен идти в совокупности с инструментом экологического просвещения, способствующего формированию системы ценностных ориентаций, активизации познавательной деятельности и усвоению практико-ориентированных знаний, направленных на минимизацию антропогенного воздействия.

При этом, фундаментальное значение экологического воспитания заключается в формировании нового отношения к природе. Оно прививает не только чувство ответственности, но и понимание истинного смысла сохранения окружающей среды, чтобы обеспечить ее красоту и богатство сейчас и в будущем [Филипченко А.Д., 2025.]. Это воспитание помогает найти баланс между стремлением к потреблению и глубоким духовным принятием нематериальной красоты природы, которая доступна для созерцания и приносит удовольствие через ландшафтную эстетику, способствуя самопознанию эстетическому наслаждению иного порядка.

Для более полного понимания механизмов функционирования разных установок в туризме и того, каким образом достигается эстетический уровень созерцания, следует рассмотреть блок-схему (рис. 1).



Рис. 1. Схема процесса формирования экоцентрического восприятия через эстетический опыт

Исходя из представленного на рисунке 1, становится очевидным, что путешествия воспринимаются по-разному. Одни люди ориентируются на удобства и материальные составляющие поездки, в то время как другие выбирают более вдумчивый подход, стремясь получить наслаждение от живописных видов и обрести гармонию в спокойствии природы. Тем самым на основе чего можем описать детально как происходит и что нужно для развития экологической осознанности через призмы эстетического восприятия.

Прежде всего, необходимо провести так называемую «деконструкцию антропоцентрических взглядов», что подразумевает сознательно отойти хотя бы от одного прагматического вопроса, такого как: «Что это мне даст?». Тем самым, мы по степенно освобождаем наше мышление от привычных фильтров, открываясь ситуации в таком виде какая она есть. Затем мы должны перейти на этап «погружения», когда происходит целостная сенсорная интеграция, в результате, следует уделить длительное внимание не объекту, а процессу, необходимо выделить отдельно каждый звук, прочувствовать его, и в конце попробовать сложить все и воспринять их как единое целое всей системы. Таким образом, начинаем ощущать все свое окружение, задействуя органы чувств без вреда природе, создавая многомерный и чувственный образ места, разрушающий иллюзии отделенности человека от природы.

Помимо этого, для гармоничного сосуществования с природой, необходимо развивать понимание ее взаимосвязей и способность к «природной эмпатии», что означает умение выстраивать причинно-следственные цепочки, осознавая, как одно явление влияет на другое. Такая мысленная проекция, попытка встать на место другого существа, помимо человека, помогает нам признать себя неотъемлемой частью всей системы. Благодаря чему возникает интеллектуальное и эмоциональное осознание взаимозависимости.

Так, рассмотрим следующий самый важный этап, который демонстрирует слияние эстетического восприятия и этических принципов, что должно привести к интеграции ответственности. Другими словами, погружаясь в эстетическое переживание целостности и сложности природы, человек как бы перестаёт стремиться к присвоению, а вместо этого испытывает благодарность и чувство долга. Ведь, красота, увиденная с должным вниманием, становится стимулом к ее сохранению.

Исходя из этого, эстетика рождает экологическую этику, наслаждение видом нетронутого ландшафта трансформируется в осознанную поддержку его сохранности. Следовательно, понимаем, что эстетика, связанная с этикой, является неотъемлемой частью в развитии экоцентрической установки, через нее мы модернизируем свое мышление и приходим к более осознанному экологическому сознанию, так необходимому для поддержания современного экотуризма.

Библиографический список

1. Леонов В.В. Экотуризм как интегрированная основа экологического образования // Среднерусский вестник общественных наук. 2012.
2. Филипченко А.Д., Фридман М.Ф. Философские основания формирования экологического сознания // Современные философские исследования. 2025.
3. Число посетителей заповедников и нацпарков РФ выросло за год на 1,6 млн. URL: <https://tass.ru/obschestvo/23705377>.
4. Шабалина Н.В., Никанорова А.Д., Александрова Е.Е. Экологический туризм: особенности и проблемы развития в России // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. 2021.

Г.А. Наджмидинова
G.A. Najmidinova
Научно-исследовательский центр
им. Бахауддина Накшбанда
Bahauddin Naqshband scientific research center
Бухарский государственный университет
Bukhara State University

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ И РЕКРЕАЦИОННОЕ
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ
НАКШБАНДИЙСКОГО УЧЕНИЯ И СУФИЙСКОГО
КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ
ECOLOGICAL TOURISM AND RECREATIONAL NATURE
MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF NAQSHBANDI
TEACHINGS AND SUFI CULTURAL-HISTORICAL HERITAGE**

Аннотация. В статье рассматривается влияние накшбандийского учения и суфийского культурно-исторического наследия Средней Азии на развитие экологического туризма и рекреационного природопользования. Показано, что принципы тариката Накшбандия – умеренность, духовная чистота, бережное отношение к окружающей среде – соответствуют современным концепциям устойчивого развития. На основе трудов исследователей анализируются особенности формирования туристических маршрутов вокруг комплекса Бахауддина Накшбанда и семи пиров Бухары. Представлены схемы, статистические данные и аналитические материалы, подтверждающие высокий потенциал суфийских объектов как центров экологического, духовного и культурно-просветительского туризма.

Ключевые слова: экологический туризм, рекреационное природопользование, суфизм, Бахауддин Накшбанд, семь пиров, устойчивое развитие, культурное наследие.

Abstract. The article examines the impact of the Naqshbandi teachings and the Sufi cultural-historical heritage of Central Asia on the development of ecological tourism and recreational nature management. The principles of the Naqshbandi tariqa – moderation, spiritual purity, and careful treatment of the environment – are shown to be aligned with the modern concepts of sustainable development. Based on the works of major scholars, the structure of ecological tourism routes around the Bahauddin Naqshband

complex and the Seven Pirs of Bukhara is analyzed. Figures, descriptive tables, and analytical materials are presented to demonstrate the significant potential of Sufi heritage sites as centers of ecological, spiritual, and cultural tourism.

Key words: ecological tourism, recreational nature management, Sufism, Bahauddin Naqshband, Seven Pirs, sustainable development, cultural heritage.

Современные тенденции туризма ориентированы на создание моделей устойчивого развития, где экологическое поведение человека, рациональное природопользование и культурное наследие составляют единую систему. В Центральной Азии подобная система формируется вокруг духовного наследия накшбандийского тариката – крупнейшей суфийской школы региона, оказавшей глубокое влияние на духовный, социальный и культурный облик Бухары [Trimingham J., 1998].

Учение Бахауддина Накшбанда, основанное на принципах внутренней гармонии, созерцательности и ответственности перед окружающим миром, сегодня приобретает важность в контексте экологической этики и формирования новых туристических практик. Накшбандийская традиция формирует уникальную модель взаимодействия человека и природы. Основные принципы:

1. «Назар бар кадам» – внимание к каждому шагу (экологическая осторожность).

2. «Халват дар анджуман» – уединение в обществе (экологическое созерцание, самоконтроль).

3. «Дил ба ёр, даст ба кор» – духовность в труде (экологическое действие).

Исследователь Дэвин Девиз отмечает, что накшбандийские практики были тесно связаны с сельскими и оазисными ландшафтами, где возникали основные центры тариката [DeWeese D., 2000]. Это создало предпосылки для гармоничного сосуществования суфийских ханака с природной средой. Семь пиров – ключевые духовные наставники накшбандийской линии, каждый из которых оставил после себя сильное духовное и архитектурное наследие. Их комплексы расположены в природно важных зонах:

1. Хадиса Абдулхолика Гиждувания – район естественных сельских ландшафтов.

2. Али Ромитани – долина Заравшана.

3. Махдум Аъзам Дахбедий – исторические зеленые массивы Дахбеда и др.

Это делает их центрами экологического и культурного туризма. Как подчеркивает Копрулу, суфийские центры часто размещались в местах, благоприятных для сельского хозяйства, ирригации и устойчивого землепользования [Köprülü M., 2019].

Природные зоны → Исторические ландшафты → Суфийские центры →
Туристические маршруты → Экологическое воспитание

Рис. 1. Модель интеграции природных и духовно-культурных зон

Рисунок 1 отражает ключевой принцип: природа + духовность + культура = устойчивый туризм. Комплекс расположен вблизи:

- реликтовых садов и поливных зон;
- арычной системы – примера традиционной водной инженерии;
- участков сельского хозяйства;
- ландшафтных зон Заравшанской долины.

Накшбандийская сельская среда веками сохранялась благодаря умеренному природопользованию, что сегодня служит примером экологического наследия (табл. 1) [Alimov M., 2021].

Таблица 1

Ключевые ресурсы и их туристическое значение

<i>Ресурс</i>	<i>Значение для туризма</i>
Арычная система	Экологическое образование, гидротуризм
Сельские ландшафты	Этно-экологический туризм
Сады и реликтовые массивы	Рекреация, фототуризм
Ханака и мавзолеи	Культурно-духовный туризм

Данные показывают восстановление и рост интереса к экологическо-духовным маршрутам [Aigina E.V., 2021]. Анализ состояния туристско-рекреационного потенциала Бухарской области и связанных с накшбандийским наследием территорий (рис. 2) показывает, что развитие экологического туризма возможно по нескольким стратегическим направлениям. Каждое из них основано на международном опыте, национальных приоритетах Республики

Узбекистан и принципах устойчивости, сформулированных в духовной традиции суфизма.

Динамика туристских потоков к суфийским объектам Бухары (условный график)

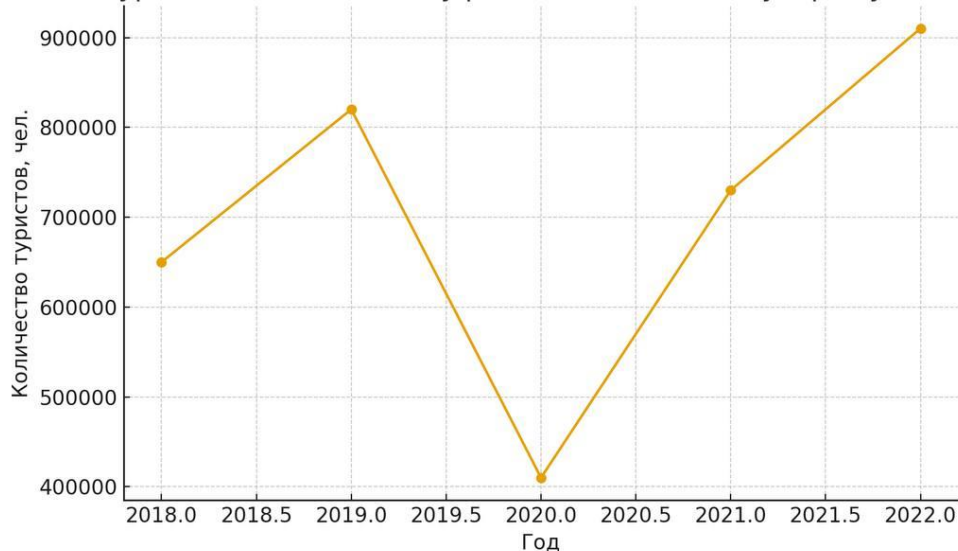


Рис. 2. Динамика туристских потоков к суфийским объектам Бухары

Создание зеленых туристических коридоров между комплексами семи пиров – зеленые коридоры представляют собой экологически ориентированные туристические маршруты, соединяющие природные ландшафты, сельские зоны и суфийские архитектурные объекты. Для региона Бухары это направление является одним из наиболее перспективных по следующим причинам:

1. *Пространственная связность.* Комплексы семи пиров расположены в пределах доступности друг от друга, что позволяет строить единые линейные или кольцевые маршруты без чрезмерного давления на экосистему.

2. *Экологическая нагрузка.* Зеленые коридоры предполагают минимальное техногенное вмешательство, использование существующих троп и экомаршрутов.

3. *Развитие сельского туризма.* Между объектами находятся поселения, традиционные мастерские, ремесленные центры, что дает возможность расширить туристический продукт.

4. *Культурно-духовная связность.* Семь пиров – не просто географические точки, но часть единой духовной сети накшбандийской тарикаты [Bakhovuddin N., 2015].

В мировой практике аналогичные коридоры успешно используются, например, на «Sufi Trails» в Турции и Иордании, а

также в проектах ЮНЕСКО по сохранению культурных ландшафтов – UNESCO Cultural Routes Programme.

Развитие паломническо-экологического туризма – сочетание духовных маршрутов с экологическими тропами – паломнический туризм традиционно связан с посещением святынь, однако современная модель «паломничество + экология» позволяет расширить функциональность маршрутов:

- духовно-природные тропы – маршруты, где паломники могут не только посещать мавзолеи и ханаки, но и знакомиться с природными экосистемами (сады, арычные системы, реликтовые тугай);

- экологическое просвещение. На маршрутах могут быть оборудованы пункты информации о биоразнообразии, водных ресурсах, традиционных агротехнологиях Заравшанской долины;

- снижение нагрузки на основные объекты. Распределение потоков по природным зонам уменьшает нагрузку на архитектурные комплексы, сохраняя их в лучшем состоянии;

- создание тематических маршрутов. Например: «По пути назар бар кадам», «Экологическая мудрость накшбандийских пиров», «Сады и вода в духовной культуре Бухары».

Совмещение духовного и экологического туризма отвечает принципам тариката Накшбандия, где духовное созерцание неотделимо от гармонии с природой.

Таким образом, Накшбандийское духовное наследие обладает огромным потенциалом для развития экологического туризма. Его принципы созвучны идеям устойчивого развития, а историко-архитектурные комплексы формируют уникальные рекреационные пространства, где природа, духовность и культура взаимодействуют гармонично. Суфийские объекты Бухары могут стать моделью экологического и духовного туризма мирового уровня.

Библиографический список

1. Aigina E.V. Tourism in the Pandemic Era. Tourist and Recreation Complex in the Regional Development System. 2021.
2. Alimov M. Ecological Culture in Central Asian Oases. Tashkent, 2021.
3. Bakhovuddin N. Ta'limoti tasavvuf. Tashkent, 2015.

4. DeWeese D. Islamization and Sacred Lineages in Central Asia. Indiana University Press, 2000.
5. Köprülü M. Early Mystical Movements in Islam. Ankara, 2019.
6. Trimingham J. The Sufi Orders in Islam. Oxford University Press, 1998.

И.С. Рахимова, Л.А. Курбанова

I.S. Rakhimov, L.A. Kurbanova

**Уфимский университет науки и технологий
Ufa University of Science and Technology**

**ОЗЕРО КАШКАДАН
КАК ОБЪЕКТ РЕКРЕАЦИОННОГО
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
KASHKADAN LAKE AS AN OBJECT OF RECREATIONAL
NATURE USE**

Аннотация. В статье рассматривается современное экологическое состояние оз. Кашкадан, расположенного в городской черте Уфы, как объекта рекреационного природопользования. Проанализированы основные антропогенные нагрузки, обусловленные его использованием для отдыха населения. Выявлены ключевые экологические проблемы. Обоснована необходимость комплексного подхода к управлению данным природно-антропогенным объектом, сочетающего инженерные мероприятия и организационные меры.

Ключевые слова: городская экология, рекреационное природопользование, оз. Кашкадан, эвтрофикация, антропогенная нагрузка, экологический туризм, устойчивое развитие территорий.

Abstract. The article examines the current ecological state of Lake Kashkadan, located within the city limits of Ufa, as an object of recreational nature management. The main anthropogenic loads caused by its use for recreation by the population are analyzed. Key environmental problems are identified. The necessity of an integrated approach to the management of this natural and anthropogenic object, combining engineering measures and organizational measures, is substantiated.

Key words: urban ecology, recreational nature management, Lake Kashkadan, eutrophication, anthropogenic load, ecological tourism, and sustainable development of territories.

Озеро Кашкадан в г. Уфа представляет собой яркий пример природного объекта, подверженного интенсивной рекреационной нагрузке в условиях городской среды. Как бывшая старица р. Уфы, оно является ключевым элементом парка «Кашкадан» и выполняет важнейшую социально-экологическую функцию, обеспечивая место

для отдыха горожан [Синенко С.Г., 2007]. Инфраструктура включает благоустроенный песчаный пляж (рис. 1), пирсы с прокатом катамаранов (рис. 2), смотровые площадки и прогулочные зоны, что соответствует принципам развития рекреационного природопользования и доступного экологического туризма в черте города [Зайнуллина А.Л., 2023].

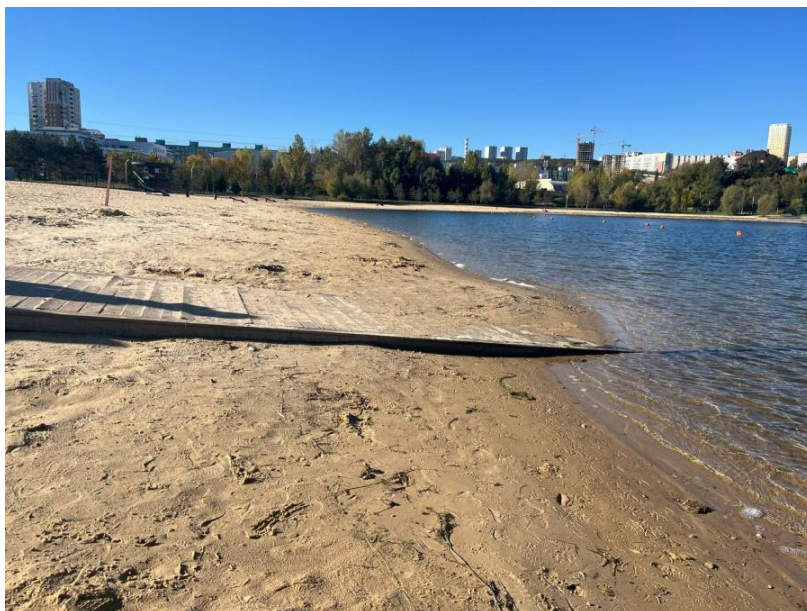


Рис. 1. Городской пляж на оз. Кашкадан



Рис. 2. Оборудованный пирс с прокатными водоплавающими средствами

Однако именно эта высокая посещаемость и активное использование стали источником основных экологических проблем водоема. Ключевой из них является эвтрофикация (рис. 3) – процесс

чрезмерного обогащения воды питательными веществами, ведущий к цветению сине-зеленых водорослей [Центр гигиены..., 2025].



Рис. 3. Пример эвтрофикации оз. Кашкадан

Основными причинами выступают бессточный характер озера, замедляющий водообмен, а также прямая деятельность человека, такая как подкормка уток (рис. 4) посетителями, при которой разлагающиеся в воде органические остатки пищи усугубляют проблему.

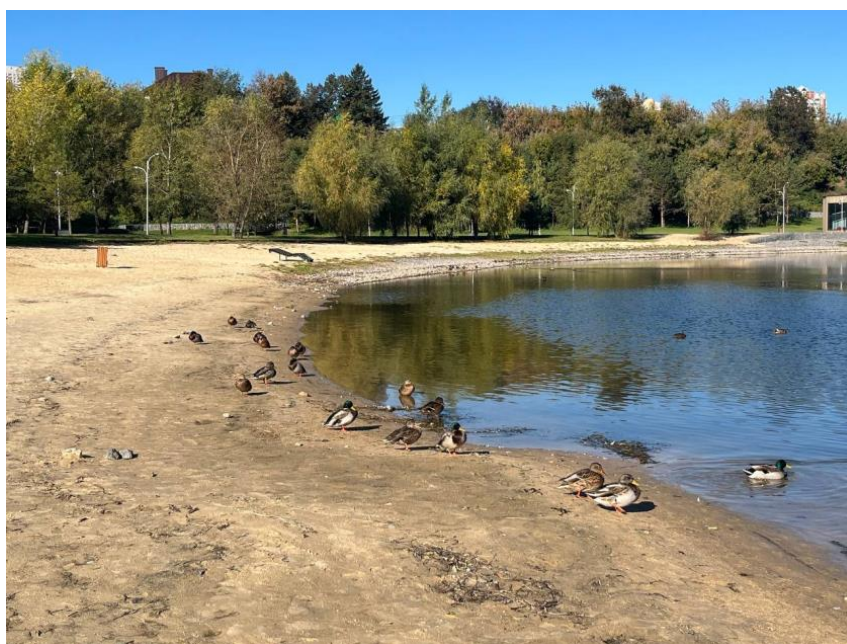


Рис. 4. Представители животного мира озера

Дополнительными факторами загрязнения являются бытовой

мусор (рис. 5), оставляемый отдыхающими, и технические жидкости от прокатных плавсредств.



Рис. 5. Мусор в озере Кашкадан

Для противодействия этим негативным процессам администрацией парка и города принимаются активные, но зачастую затратные инженерные меры: регулярная механическая очистка акватории от водорослей и мусора, а также искусственная подпитка озера водой из р. Уфы и городского водопровода для компенсации естественного обмеления [Горзеленхоз..., 2025].

Несмотря на эти усилия, для обеспечения долгосрочной устойчивости экосистемы необходима комплексная стратегия управления. Она должна включать не только технические решения, но и организационно-просветительские меры: экологическое зонирование территории для нормирования рекреационной нагрузки, установку информационных щитов, разъясняющих правила поведения у водоема и вред подкормки птиц, а также внедрение «зеленых» технологий, таких как использования биоплато для дополнительной очистки воды. Таким образом, судьба оз. Кашкадан наглядно демонстрирует классическую дилемму современного города: необходимость баланса между доступностью и привлекательностью рекреационных зон для населения и сохранением их экологического баланса [Синенко С.Г., 2010]. Устойчивое существование такого объекта возможно только через интеграцию инженерных решений, административного регулирования и формирования экологической культуры среди горожан.

Библиографический список

1. Зайнуллина А.Л. Парк «Кашкадан» Уфы и его развитие // Эффективный ответ на современные вызовы. 2023.
2. Синенко С.Г. Кашкадан, или Сипайловское озеро // Уфа старая и новая: популярная иллюстрированная энциклопедия. 2007.
3. Синенко С.Г. Сипайлово. От озера Кашкадан до набережной Уфимки // Неторопливые прогулки по Уфе. 2010.
4. Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан. URL: <https://sesufa.ru/674839>.
5. Горзеленхоз. URL: <https://ufagreen.ru/78920910>.

И.В. Тания^{1,2}, Т.Ю. Тванба¹, Э.Э. Багателия¹, Н.Э. Фет-оглы¹
I.V. Taniya^{1,2}, T.YU. Tvanba¹, E.E. Bagateliya¹, N.E. Fet-ogly¹

¹Рицинский реликтовый национальный парк

²Абхазский государственный университет

¹Ritsa Strict Nature Reserve

²Abkhazian state University

**РАЗРАБОТКА ЭКОТРОПЫ «СИМФОНИЯ ГОР»
В РИЦИНСКОМ РЕЛИКТОВОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ
(АБХАЗИЯ)
DEVELOPMENT OF THE «SYMPHONY OF MOUNTAINS»
ECOTRAIL IN THE RITSA STRICT NATURE RESERVE
(ABKHAZIA)**

Аннотация. В статье представлен новый эколого-туристский маршрут на территории Ричинского реликтового национального парка в Абхазии. Маршрут протяженностью 76 км (пешая часть – 12 км) рассчитан на 10 ч и проходит по живописным, малоосвоенным участкам парка, соединяя ключевые высотные точки от подножия горы Рыхва до поляны Шмаку. Цель разработки – регулируемое развитие экотуризма при сохранении природных экосистем. Маршрут включает буково-пихтовые леса, альпийские луга, скальные выходы и предлагает панорамные виды на главные вершины Западного Кавказа. В описании указаны основные природные достопримечательности, временные и высотные параметры, а также важные рекомендации для безопасного прохождения.

Ключевые слова: Ричинский реликтовый национальный парк, Западный Кавказ, Абхазия, биоразнообразие, особо охраняемая природная территория (ООПТ), экологический туризм (экотуризм), экологическая тропа, устойчивое природопользование.

Abstract. The article presents a new ecological and tourist route on the territory of the Ricin Relict National Park in Abkhazia. The 76 km long route (12 km on foot) lasts for 10 hours and passes through picturesque, undeveloped areas of the park, connecting key high-altitude points from the foot of Rykhva Mountain to the Shmaku glade. The purpose of the development is the regulated development of ecotourism while preserving natural ecosystems. The route includes beech-fir forests, alpine meadows, rocky outcrops and offers panoramic views of the main peaks of the Western

Caucasus. The description contains the main natural attractions, time and altitude parameters, as well as important recommendations for safe passage.

Key words: Rica relict National Park, Western Caucasus, Abkhazia, biodiversity, specially protected natural area (SPNA), ecological tourism (ecotourism), ecological trail, sustainable nature management.

Рицинский реликтовый национальный парк на южных склонах Западного Кавказа – жемчужина заповедной системы Абхазии. Эта территория сохранила свои первозданные ландшафты, уникальную флору и фауну в практически нетронутом виде. Непосредственно гранича с Россией, парк примыкает к крупнейшей охраняемой территории региона – Кавказскому государственному природному биосферному заповеднику, что делает этот район исключительно ценным очагом биоразнообразия.

Территория Ричинского реликтового национального парка, включающая уникальные природные комплексы и объекты, обладает исключительной экологической, историко-культурной и эстетической ценностью. Её функциональное предназначение заключается в реализации природоохранных, научно-исследовательских, просветительских, культурных целей, а также в развитии регулируемого туризма [Тания И.В. и др., 2018].

Рациональное и устойчивое природопользование является ключевым принципом организации эколого-туристской деятельности на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Условиями, обеспечивающими сохранение природных экосистем в процессе рекреационного использования, выступают: а) научно обоснованная организация и управление эколого-туристской деятельностью; б) строгое соблюдение регламентированных норм и правил поведения посетителями [Алексеева М.В., 2005]. Экотуризм предполагает обеспечение экологической устойчивости природной среды. На территории национального парка ведётся разработка сети экологических троп. Основными объектами туристского интереса являются озёра и водопады. В рамках данной работы представлен новый маршрут, на протяжении которого открываются панорамы горных хребтов и вершин. Описываемый район мало вовлечен в развитии экотуризма на территории парка. Это обуславливает необходимость описания данных объектов и регламентации их посещения. Реализация указанных задач возможна через развитие экологического туризма, неотъемлемым элементом которого является

чётко структурированная и информационно насыщенная экологическая тропа, ведущая к объектам показа.

Основные параметры экологической тропы.

1. Протяженность маршрута:

- пешеходный участок: 12 км;
- подъездной путь (автомобильный участок): 64 км;
- общая протяженность (с учетом подъезда): 76 км.

2. Общее направление маршрута: маршрут имеет сложную конфигурацию с последовательной сменой генеральных направлений: северо-восток → восток → юго-восток → юго-запад.

3. Высотный профиль (ключевые точки):

- Н₁ (1 570 м над у. м.): исходная точка, подножье горы Рыхва (Арихуа);
- Н₂ (2 136 м над у. м.): вершина горы Рыхва (Арихуа) – наивысшая точка маршрута;
- Н₃ (1 896 м над у. м.): урочище Нишна;
- Н₄ (2 000 м над у. м.): подножье горы Ачибах;
- Н₅ (1 650 м над у. м.): конечная точка, поляна Шмаку.

4. Временные параметры: общая продолжительность прохождения маршрута: 10 ч. В том числе: пеший переход: 7 ч; автомобильная часть: 3 ч.

Маршрут проходит по живописным территориям Ричинского реликтового национального парка. Стартовая точка расположена на 47-м км Ричинско-Ауадхарской трассы, у подножия горы Рыхва (Арихуа). Отсюда группа на внедорожниках перемещается к оборудованной стоянке на высоте 1 570 м над у. м., которая является началом пешеходной части маршрута.

После краткого отдыха участники самостоятельно пополняют запасы воды (следующий источник расположен приблизительно в 6,5 км) и начинают движение. Первый этап представляет собой сложный подъем с перепадом высот около 600 м через буково-пихтовый лес. По мере набора высоты на границе пихтовых массивов открывается вид на Ацетукский хребет. Подъем осуществляется с периодическими остановками. С высоты 1 800–1 900 м становятся видны первые скальные вершины Главного Кавказского хребта: Кардывач Главный (3 058 м) и Аджарра (2 907 м).

Примерно через два часа группа достигает зоны альпийских лугов – местности Рыхва (Арихуа) на высоте 2 136 м. Основным ориентиром служит сохранившаяся триангуляционная вышка на

вершине. С этой точки открывается панорамный вид на ключевые вершины парка (слева направо): Анчхо (2 696 м), Ачибаху (2 376 м), Пшегишха (2 216 м), Агепста (3 257 м), Ацетука (2 538 м). Склоны характеризуются распространением цветущих кустарников – рододендрона кавказского и волчегонника Воронова, а также разнотравьем. В июне наблюдается цветение рябчика широколистного и пролески сибирской, в июле – мытников, водосбора олимпийского, ветреницы кавказской, а осенью – шафрана Шарояна и шафрана долинного.

После отдыха маршрут продолжается по траверсу отрога хребта Багри-Яшта с сохранением высоты. В межгорной долине видны пастушьи коши и стада. Обогнув отрог, группа начинает спуск в долину, ориентируясь на кош у ручья, где запланирован привал для приема пищи. После отдыха и пополнения запасов воды следует этап протяженностью около трех часов.

Далее тропа круто спускается в пихтовый лес, ведущий к урочищу Нишна (1 896 м) – природному лесному перешейку между хребтом Багри-Яшта и массивом Ачибаху. Пройдя урочище, группа выходит на заброшенный субальпийский луг со следами пастушеской деятельности.

При обходе массива Ачибаху открывается вид на южные склоны Багри-Яшты и гору Анчхо. Хребет сложен светло-серыми известняками, местами обнажающими карстовые формы рельефа. Здесь же просматривается тропа, ведущая через перевал Лакрыдзыстоу (2 143 м) в высокогорное село Псху.

На данном участке требуется повышенное внимание, так как тропа местами проходит по осыпям и скальным выходам. Выйдя на хребет, туристы наблюдают скальные склоны Бзыбского хребта с вершинами Остренькая и Дзышра. Далее маршрут проходит мимо ацангуар – древних сооружений из необработанного камня. Для сохранения направления тропы рекомендуется ориентироваться на верхнюю границу леса ниже по склону за этими сооружениями.

Затем тропа круто спускается через буковый лес. Сбросив около 200 м высоты, группа выходит на травянистый склон с высокотравьем, где встречается борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*). Необходима осторожность: контакт с соком этого растения может вызывать фитофотодерматит (химический ожог).

Недалеко от границы леса расположена конечная оборудованная стоянка маршрута, где группу ожидает транспорт. После отдыха

следует переезд по серпантинной дороге, проложенной в скальном массиве.

Библиографический список

1. Алексеева М.В. Экологический туризм. М., 2005.
2. Тания И.В., Туниев Б.С. Ричинский реликтовый национальный парк. Фотоальбом. Гудаута, 2018.

Цао Кайцзе

Сао Kaije

**Хэнаньский университет науки и технологий
Henan Vocational University
of Science and Technology**

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ЛАНДШАФТА
В КУЛЬТУРНЫЙ: ОПЫТ РЕКУЛЬТИВАЦИИ
ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
TRANSFORMATION OF INDUSTRIAL LANDSCAPE INTO
CULTURAL LANDSCAPE: EXPERIENCE OF RURAL
TERRITORIES**

Аннотация. В современной практике восстановления заброшенных горнодобывающих территорий происходит переход от модели, основанной преимущественно на инженерных решениях, к комплексной модели рекультивации, которая фокусируется как на экологических функциях ландшафта, так и на его культурно-исторической ценности. В этом исследовании сравниваются практики Китая и Европы в области экологического восстановления, вторичного использования промышленного наследия, а также кратко рассматривается пространственная реорганизация промышленных ландшафтов.

Ключевые слова: горные территории. культурный ландшафт. экологическое восстановление. индустриальный ландшафт. рекультивация пространства.

Abstract. In the modern practice of restoring abandoned mining territories, there is a shift from a model based primarily on engineering solutions to a comprehensive model of reclamation that focuses on both the ecological functions of the landscape and its cultural and historical value. This study compares the practices of China and Europe in the field of ecological restoration, the reuse of industrial heritage, and briefly examines the spatial reorganization of industrial landscapes.

Key words: mountainous territories. cultural landscape. ecological restoration. industrial landscape. space reclamation.

Длительная добыча полезных ископаемых сопровождается существенными негативными последствиями, которые включает разрушение естественного рельефа и деградацию экосистем, что

сформировало одну из глобальных экологических проблем современности [Ян Чжао и др., 2025]. В данном контексте ландшафтный дизайн выступает в качестве инновационной методологии восстановления нарушенных горнопромышленных территорий. Данный подход, основанный на синтезе природных компонентов и объектов индустриального наследия, позволяет трансформировать монофункциональные производственные площадки в комплексные многофункциональные ландшафты, выполняющие экологические, рекреационные и культурно-исторические функции [Он Си, 2025]. Опыт реструктуризации Рурской области Германии наглядно демонстрирует, как ландшафтная трансформация способна придать новое качество жизни заброшенным шахтерским районам [Wyrzykowska A, Janiszek M., 2025; Балабанова Ю.П., Будкевич Н.М., 2018]. Строительство «шахтных парков» в Китае также подтверждает, что экологическая реабилитация пространства и реализация культурных проектов способствуют достижению данной цели [Чжан Хаоян, 2025]. Исходя из этого, в данной статье рассматриваются ключевые пути экологического восстановления и культурной трансформации в промышленных районах добычи полезных ископаемых.

В рамках исследования использовался метод критического анализа научной литературы: рассматривались китайские и европейские подходы к регенерации горнодобывающих районов. Также применялся метод case-study: были проанализированы примеры китайского горнодобывающего парка и европейского проекта по восстановлению промышленных площадок с целью сравнить типичные методы экологического восстановления, культурной интеграции и модели повторного использования. Были обобщены ключевые этапы и технические средства преобразования ландшафта с учетом трех аспектов: экологической повестки, сохранения промышленного наследия и выполнения социально значимых функций.

Преобразование горнодобывающих районов из индустриального ландшафта в культурный обычно происходит в соответствии с логикой «экологическая реставрация – сохранение наследия – функциональная регенерация». Китайская практика в данной сфере опирается на рекультивацию рельефа и восстановление растительности [Ян Чжао и др., 2025]. Европа фокусируется на поддержании естественного обновления территорий при минимальном антропогенном

вмешательстве [Wyrzykowska A, Janiszek M., 2025]. С точки зрения культурной интеграции, Китай фокусируется на организации тематических выставок, представляющих историю данных территорий, в то время как Европа придает большее значение использованию данных пространств для создания паблик-арта. Модель повторного использования в основном включает в себя проведение досуговых мероприятий и открытие парковых зон. Практическая реализация данной модели основывается на стабилизации экологической базы, реконструкции промышленной инфраструктуры, организации четко ограниченных пешеходных и экскурсионных маршрутов и формировании целостной ландшафтной культуры [Он Си, 2025].

Таким образом, современные подходы к реновации территорий, связанных с добычей полезных ископаемых, основываются на комплексной стратегии, интегрирующей три следующие компонента: экологическую устойчивость, промышленное наследие и общественные функции. Основой данного комплексного процесса является экологическая реставрация, которая создает биологический фундамент для дальнейшего развития территории. На этом фундаменте выстраивается работа с промышленным наследием, которое становится смысловым и визуальным каркасом будущего ландшафта. Задача ландшафтного дизайна заключается в гармоничном синтезировании природных и антропогенных элементов в цельное, функциональное и эстетически осмысленное общественное пространство.

Библиографический список

1. Балабанова Ю.П., Будкевич Н.М. Анализ опыта реновации и развития постпромышленных территорий в исторических городах // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018.

2. Wyrzykowska A, Janiszek M. Models of Post-Mining Land Reuse in Poland // Sustainability. 2025. № 17 (20).

3. 何喜.景观设计理念在绿色矿山生态修复中的运用[J].世界有色金属, 2025, (18):137-139 [Он Си Применение концепции ландшафтного дизайна при экологическом восстановлении зеленых шахт // Мировые цветные металлы. 2025. № 18].

4. 张昊琰,周俊文,王军,等.矿山公园规划设计与景观生态修复[J].
现代园艺,2025, 48(07):127-129. DOI:10.14051/j.cnki.xdyu.2025.07.041
[Чжан Хаоян, Чжоу Цзюньвэнь, Ван Цзюнь Планирование и дизайн
шахтного парка и экологическая реставрация ландшафта //
Современный ландшафт. 2025. № 48 (07)].
5. 杨钊,曾晓林,王先庆,等.历史遗留废弃矿山生态修复模式及措施——以贵州省凤冈县为例[J].贵州地质, 2025, 42(02):189-198+256
[Ян Чжао, Цзэн Сяолин, Ван Сяньцин Модели и меры по
экологическому восстановлению заброшенных шахт на примере уезда
Фэнган провинции Гуйчжоу // Геология Гуйчжоу. 2025. № 42 (02)].

А.А. Шматко, В.С. Матлахова
A.A. Shmatko, V.S. Matlakhova
Кубанский государственный университет
Kuban State University

**СОСТОЯНИЕ СОСНЫ ПИЦУНДСКОЙ НА ОБЪЕКТАХ
ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА ГЕЛЕНДЖИКА
THE CONDITION OF THE PITSUNDA PINE
AT THE LANDSCAPING FACILITIES OF GELENDZHİK**

Аннотация. В статье проведена оценка современного состояния ценопопуляций сосны Пицундской (*Pinus pityusa*) в условиях рекреационного лесопарка «Сосновая роща» (г. Геленджик) и разработка практических рекомендаций по сохранению и улучшению её насаждений. Исследование проводилось на основании общепринятых лесоэкологических и лесопатологических методик. На объекте с разной густотой древостоя были заложены четыре временные пробные площади для репрезентативной оценки. Основным критерием анализа служила визуальная оценка экологической устойчивости деревьев.

Ключевые слова: сосна Пицундская, объекты озеленения, рекреационные насаждения, лесопарк, Геленджик, экологическая устойчивость, пробные площади, состояние насаждений, охрана и восстановление.

Abstract. The article evaluates the current state of the cenopopulations of the Pitsunda pine (*Pinus pityusa*) in the conditions of the Sosnovaya Roscha recreational forest park (Gelendzhik) and develops practical recommendations for the conservation and improvement of its plantations. The study was conducted on the basis of generally accepted forest ecological and forest pathology methods. Four temporary test areas were laid out at the site with different stand densities for a representative assessment. The main criterion of the analysis was a visual assessment of the ecological sustainability of trees.

Key words: Pitsunda pine, landscaping facilities, recreational plantings, forest park, Gelendzhik, environmental sustainability, trial areas, condition of plantings, protection and restoration.

Комфортное существование человека на курортах Краснодарского края без развитой системы озеленения невозможно.

Объекты озеленения на территории изучаемого региона отражены в работах [Примаков Н.В., 2021, 2022]. Одним из уникальных видов древесных растений, используемых на объектах озеленения и для защиты почв Черноморского побережья, является сосна Пицундская [Примаков Н.В., 2023.; Науменко В.П. и др., 2005; Примаков Н.В., 2016.].

Целью работы является определение состояния сосны Пицундской на объектах озеленения в районе г. Геленджика и предложения мероприятий для улучшения состояния насаждений.

Исследования проводились по общепринятым методикам и рекомендациям, изложенным в работе [Примаков Н.В. и др., 2017]. В качестве объекта озеленения выбран парк «Сосновая роща» в районе г. Геленджик. После проведения рекогносцировочных исследований на объекте были заложены временные пробные площади (ПП), расположение которых представлено на рисунке 1.



Рис. 1. Расположение пробных площадей в лесопарке Сосновая роща г. Геленджика

Всего на объекте исследований заложено четыре пробные площади, выделение которых осуществлялось с разной густотой расположения деревьев в лесной экосистеме. Изучения экологической устойчивости сосны Пицундской в насаждениях парка «Сосновая роща» показано на рисунке 2.

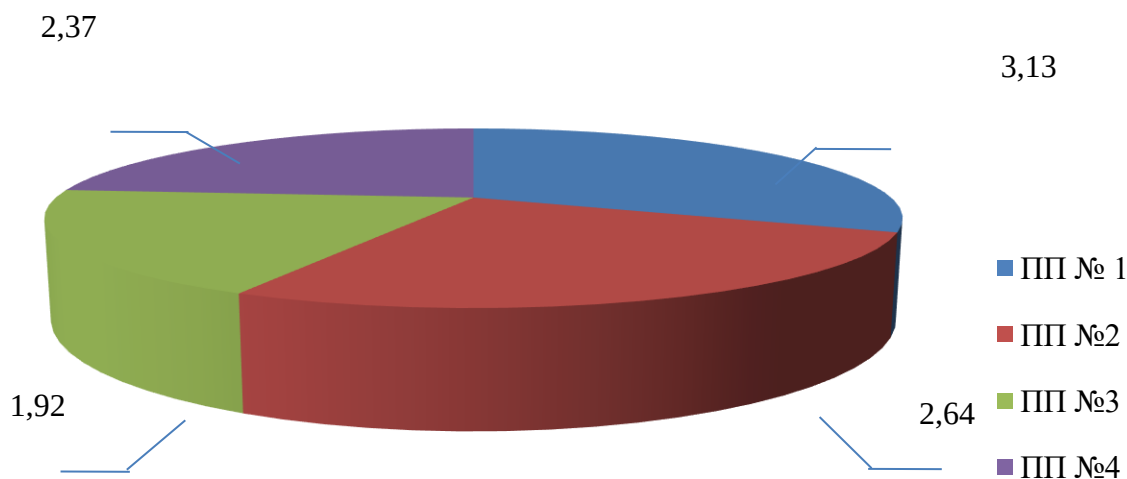


Рис. 2. Экологическая устойчивость сосны Пицундской на пробных площадях

Из рисунка 2 следует, что наибольшая экологическая устойчивость будет на территории ПП № 3, в связи с меньшим количеством антропогенной нагрузки. На участке ПП № 1 антропогенная нагрузка будет больше из-за выхода к береговой зоне.

Для улучшения состояния насаждений нами рекомендуется проведение следующих мероприятий: рекреационное зонирование территории (активная рекреационная зона, буферная зона, заповедная зона), маршрутизация посетителей, информационное обеспечение, санитарно-оздоровительные мероприятия (выборочная санитарная рубка, очистка от захламленности), рубки ухода за лесом, формирование устойчивого древостоя, восстановление посадки, профилактика болезней и вредителей, ведение постоянного мониторинга; предложенные мероприятия подтверждаются в исследованиях [Примаков Н.В. и др., 2017].

Проведённые исследования в лесопарке «Сосновая роща» (г. Геленджик) подтвердили ключевую роль сосны Пицундской (*Pinus peuceleti*) как уникального эдификатора в системе озеленения курортов Черноморского побережья. На основе метода заложения пробных площадей с разной густотой древостоя и рекреационной нагрузкой была выполнена оценка экологической устойчивости ценопопуляций данного вида.

Результаты исследования (рис. 2) выявили прямую зависимость между состоянием насаждений и интенсивностью антропогенного воздействия. Наибольшая устойчивость древостоя зафиксирована на ПП № 3, характеризующейся минимальной рекреационной нагрузкой.

В то же время, на участках с повышенным антропогенным прессингом (в первую очередь ПП № 1, примыкающей к береговой зоне) отмечены признаки ослабления деревьев, что выражается в снижении их жизнеспособности и декоративных качеств.

Таким образом, для сохранения и восстановления экологического и рекреационного потенциала насаждений сосны Пицундской в условиях активного курортного использования необходима реализация комплекса лесохозяйственных и организационных мероприятий, направленных на минимизацию негативных антропогенных факторов.

Библиографический список

1. Примаков Н.В. Состояние и перспективы объектов озеленения города Краснодар. Краснодар, 2021.
2. Примаков Н.В. Перспективность применения древесно-кустарниковых растений в озеленении города Краснодар // Известия высших учебных заведений. 2022.
3. Примаков Н.В. Управление качеством состояния объектов озеленения городов и населенных пунктов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022.
4. Примаков Н.В., Жовтобрюх М.В. Оценка устойчивости лесных экосистем Черноморского побережья // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2023.
5. Науменко В.П., Науменко Е.Г., Примаков Н.В. Основы лесного почвоведения. Новочеркасск, 2005.
6. Примаков Н.В. Экологическая устойчивость почвенного покрова под защитой лесных насаждений // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации. Волгоград, 2016.
7. Примаков Н.В., Гвоздецкая С.В. Методика проведения учебных практик в лесных фитоценозах // Теория и методика проведения практик по географическим дисциплинам. Краснодар, 2017.

И.Д. Юдин, В.В. Лиханова

I.D. Yudin, V.V. Likhanova

**Забайкальский государственный университет
Transbaikal State University**

**ЭКОЛОГО-ТУРИСТСКИЙ КАРКАС КАК ОСНОВА
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ РЕГИОНОВ:
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ
THE ECO-TOURIST FRAMEWORK AS A BASIS FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF PERIPHERAL REGIONS:
GEO-ENVIRONMENTAL ASPECTS OF PLANNING**

Аннотация. В статье рассматривается концепция эколого-туристского каркаса (ЭТК) как стратегического инструмента для перевода периферийных регионов России на путь устойчивого развития. Обосновывается необходимость интеграции экологического каркаса и рекреационно-туристской деятельности на основе геоэкологического подхода. Анализируются ключевые аспекты планирования: оценка устойчивости геосистем, функциональное зонирование, минимизация экологического следа. На примере Байкальского региона и Арктики показаны практические проблемы и принципы формирования ЭТК, способного стать драйвером экономики при сохранении природного капитала.

Ключевые слова: эколого-туристский каркас, устойчивое развитие, периферийные регионы, геоэкологическое планирование, рекреационная емкость.

Abstract. This article examines the concept of an eco-tourist framework (ETF) as a strategic tool for transitioning Russia's peripheral regions onto a path of sustainable development. It substantiates the need for integrating an ecological framework and recreational-tourist activities based on a geo-environmental approach. The analysis focuses on key planning aspects: assessment of geosystem sustainability, functional zoning, and minimization of the environmental footprint. Using the case studies of the Baikal region and the Arctic, the article demonstrates practical challenges and principles for forming an ETF that can act as an economic driver while preserving natural capital.

Key words: eco-tourist framework, sustainable development, peripheral regions, geo-environmental planning, recreational capacity.

Периферийные регионы России, обладающие высоким природно-рекреационным потенциалом, сталкиваются с типичными проблемами: депопуляция, сырьевая зависимость экономики, высокий уровень безработицы. Традиционная модель экстенсивного освоения исчерпала себя, ведя к деградации природного капитала – основы их долгосрочного благополучия.

Альтернативой выступает развитие природно-ориентированного туризма (экологический, познавательный, сельский). Однако стихийный туризм сам становится источником геоэкологических рисков: нарушение ландшафтов, загрязнение, конфликты с традиционным природопользованием. Концепция эколого-туристского каркаса (ЭТК) призвана разрешить это противоречие. ЭТК – это спроектированная пространственная система, в которой элементы экологического каркаса (ядра, коридоры, буферные зоны) функционально интегрируются с объектами туристской деятельности на принципах устойчивости. Ключевую роль в его проектировании играет геоэкологический подход, обеспечивающий учет природных закономерностей и ограничений.

Формирование ЭТК синтезирует идеи природного каркаса территории, теории устойчивого развития и ландшафтного планирования. Геоэкологический подход является методологическим стержнем, так как рассматривает территорию как целостную систему «природная среда – население – хозяйство» и предлагает конкретный инструментарий:

1. Оценка устойчивости (резильентности) геосистем к рекреационным нагрузкам. Устойчивость кардинально различается для горных, тундровых, степных или таежных ландшафтов и зависит от типа почв, крутизны склонов, гидрологического режима.

2. Определение рекреационной емкости – допустимой численности посетителей, не приводящей к необратимым изменениям среды. Различают:

- Физическую емкость (максимальное число людей на объекте).
- Экологическую емкость (порог антропогенного воздействия, после которого начинается деградация экосистем).
- Психологическую емкость (уровень дискомфорта для самих туристов).

3. Риск-ориентированное планирование, включающее оценку природных опасностей (сели, паводки, лавины) и антропогенных рисков (вероятность пожаров, загрязнения).

Планирование ЭТК должно реализовываться через следующие взаимосвязанные аспекты:

1. Функциональное зонирование на основе анализа геосистем.

Территория ЭТК делится на зоны с разным режимом:

- Ядра экологической стабильности (заповедники, эталонные участки): режим строгой охраны, допуск только для научного и строго регламентированного экотуризма.

- Буферные зоны (природные парки, охранные зоны): зона развития контролируемого познавательного туризма с сетью оборудованных троп и стационарных визит-центров.

- Зоны рекреационно-хозяйственного развития (вблизи населенных пунктов): концентрация основной инфраструктуры размещения и обслуживания, развитие сельского и спортивного туризма.

- Экологические и рекреационные коридоры (долины рек, горные перевалы): обеспечивают связность каркаса для миграции видов и безопасного транзита туристов.

2. Проектирование инфраструктуры с минимизацией воздействия.

Геоэкологический анализ диктует размещение объектов:

- Транспорт: приоритет нестроительным видам (водный, пеший); использование существующих дорог; полный запрет на движение вне выделенных путей в уязвимых ландшафтах.

- Размещение: кластеризация объектов ночлега и питания в узловых точках за пределами наиболее чувствительных участков; обязательное применение автономных систем очистки стоков и утилизации отходов.

- Коммуникации: развитие систем экстренной связи и навигации с учетом рельефа местности.

3. Мониторинг и адаптивное управление.

Необходима система постоянного геоэкологического мониторинга с использованием ГИС и дистанционного зондирования Земли. Ключевые индикаторы: состояние почвенно-растительного покрова, качество воды, динамика ключевых видов, уровень антропогенного мусора. Данные мониторинга должны оперативно влиять на регулирование турпотока и корректировку маршрутов (адаптивное управление).

Практические аспекты и региональные особенности:

Байкальский регион: Конфликт между статусом объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО и массовым туризмом. Формирование ЭТК требует:

- Жесткого зонирования побережья.
- Выноса крупных гостиничных комплексов за пределы центральной экологической зоны.
- Развития рассредоточенных маршрутов в менее посещаемых районах (например, Баргузинская долина).
- Создания единой межмуниципальной системы обращения с отходами.

Арктические территории: Сверхвысокая уязвимость тундровых экосистем и крайне медленное восстановление. Планирование ЭТК должно быть исключительно превентивным:

- Четкое обозначение точек посещения для круизных судов.
- Создание только сезонных троп на устойчивых грунтах.
- Жесткое регулирование доступа к местам гнездования птиц и лежбищам морских млекопитающих.
- Туризм здесь может быть альтернативой промышленности только при условии сверхжестких экологических стандартов.

Общие системные проблемы: отсутствие единой нормативной базы для ЭТК; дефицит комплексных геоэкологических исследований; межведомственная разобщенность; нехватка квалифицированных кадров для управления.

Заключение и рекомендации. Эколого-туристский каркас – это не просто сеть туристских достопримечательностей, а геоэкологически обоснованная пространственная система, где экономическая функция подчинена задаче сохранения природного капитала. Для его реализации необходимы:

1. Нормативное закрепление: Включение принципов формирования ЭТК в документы территориального планирования и стратегии развития регионов.

2. Научное обеспечение: Проведение масштабных исследований по типизации ландшафтов и определению региональных норм рекреационной нагрузки.

3. Институциональные изменения: Создание межведомственных координационных структур для управления ЭТК и вовлечение местных сообществ.

4. Экономическое стимулирование: Предоставление льгот и грантов для бизнеса, внедряющего «зеленые» технологии в инфраструктуре ЭТК.

Таким образом, формирование ЭТК представляет собой стратегический путь к устойчивому развитию периферийных регионов, позволяющий гармонизировать социально-экономические интересы с экологическим императивом сохранения уникального природного наследия России.

Библиографический список

1. Дьяконов К.Н., Аносова Н.И. Ландшафтное планирование. М., 2018.

2. Колбовский Е.Ю. Экологический туризм и экология туризма. М., 2016.

3. Методические рекомендации по определению рекреационных нагрузок на природные комплексы. М., 2021.

4. Ретеюм А.Ю. Геоэкологические принципы проектирования природно-хозяйственных систем // Известия РАН. Серия географическая. 2020. № 4.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ

Анисимова В.В., Волкова Т.А., Милинчич М. СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ В РАЙОНЕ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ АНАПЫ.....	4
Гусева М.С., Бочко Т.Ф. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	9
Кин А.В. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СБОРА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА КАК ИНСТРУМЕНТ СНИЖЕНИЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ	15
Киселёв А.С., Вычужанина Е.И. ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ.....	19
Савин Н.С. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫБОРА ИНГИБИТОРОВ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ.....	24
Шматко А.А., Голубятникова Е.В., Нагалецкий Ю.Э., Мамелин Р.В. МАШИНЫ ДЛЯ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.....	27

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Дзеранов А.С. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ: МЕТОДЫ, ГЕОИНДИКАЦИЯ И ЭКСПЕРТИЗА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ...	31
Дудоров В.Е. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ КАК ОСНОВА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА.....	35

Кирсанова Н.В., Осипова С.М. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ.....	39
Кузякина М.В., Стежко В.П., Зырянов З.М., Миргорода М.Е. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.....	44
Муратов Р.М., Пашковская А.А. АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА СТЕПНЫЕ РЕКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.....	49
Осипова С.М., Осипов М.Е., Кирсанова Н.В. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ КАРТИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ МНОГОЛЕТНЕМЁРЗЛЫХ ПОРОД ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНЖЕНЕРНО- ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ.....	54
Петрова В.А., Тания И.В., Аветисян А.А., Сабекия Т.В. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ РИЦИНСКОГО РЕЛИКТОВОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА (АБХАЗИЯ) В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ....	59
Пинаева Ю.В. ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТА ИЗ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	64
Плотицын Л.К., Пелина А.Н., Кузякина М.В. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДЕ КРАСНОДАРЕ.....	68
Содиков М.У. АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ПОТОКА: СРАВНЕНИЕ РАСЧЁТОВ ПО ШЕВЕЛЁВУ, АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ...	73
Умураков А.П., Нигматов Л.Г. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН.....	77
Чабриков Д.В., Жуков А.А. ПРАВОВЫЕ КОЛЛИЗИИ И НАУЧНЫЕ КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ.....	83

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Аксенов С.Г., Габбасов Н.У. ПРОБЛЕМА ПЛАСТИКОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИНИЦИАТИВЫ.....	89

Аксенов С.Г., Фахретдинов И.С. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА: ГЛОБАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И ЛОКАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ.....	93
Гандалипова А.А. ОТ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПИРОГЕННОЙ КАТАСТРОФЫ К ГЛОБАЛЬНЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ: РОЛЬ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ СИБИРИ В ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА.....	97
Захарченко Е.И., Захарченко М.А. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МОРЕ.....	101
Захарченко Е.И., Захарченко М.А., Андрейко Н.Г. ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ, НАБЛЮДАЮЩИХСЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА (НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНО-ОКТЯБРЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ).....	105
Калюжный М.А., Шамрай А.Д. АНАЛИЗ ПОЖАРООПАСНОСТИ ООПТ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДЖАНХОТСКИЙ БОР СОСНЫ ПИЦУНДСКОЙ».....	112
Кассиров Ф.З., Алимов Х.Х. ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: АНАЛИЗ, МЕТОДЫ ПОИСКА ПУТЕЙ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ.....	117
Кибаккина В.А., Солодков Г.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ВВЕДЕНИЯ ПЛАТЫ ЗА УГЛЕРОДНЫЕ ВЫБРОСЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	122
Кобзева М.С., Кузюр Д.Е. К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ПОПУЛЯЦИИ РЫБ В ЧЕРНОМ МОРЕ.....	127
Кудашева Э.К. АРХИТЕКТОРЫ ЗЕМЛИ: РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В РАЗВИТИИ ГЕОИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БУДУЩЕГО.....	132
Леонтьева С.В., Сергеева Ю.А. ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ (РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН).....	136
Папакина Н.С., Щербина Е.В. ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОЧНОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	141
Пинаева Ю.В. ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	146
Рогалева Н.Л. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ КАМЧАТСКОГО КРАЯ: ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	150

Сафарова С.С., Рамазони М. ИНИЦИАТИВЫ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН ЭМОМАЛИ РАХМОНА ПО ВОПРОСАМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЙ.....	156
Солтагиреев Т.Б. РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ.....	161
Шматко А.А., Серeda В.К., Рыкачев Ю.А. ПОДБОР ДЕРЕВЬЕВ ДЛЯ ПОЛЕЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ КУРГАНИНСКОГО РАЙОНА.....	166
Щедрин Е.Е. УТИЛИЗАЦИЯ И ВТОРИЧНЫЙ РЫНОК ОБОРУДОВАНИЯ ВИЭ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ОТРАСЛИ.....	170
Щербина Е.В., Папакина Н.С. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	175

ЗАПОВЕДНОЕ ДЕЛО

Гандалипова А.А. ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СТРУКТУРУ И ФУНКЦИИ ЗАПОВЕДНЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	179
Пивоварова Е.А., Бочко Т.Ф. ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ УЧЕБНО-НАУЧНОЙ БАЗЫ ФГБОУ ВО «КубГУ» «ПОЛИГОН».....	184
Рахимов У.У. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ, ОТНОСЯЩИХСЯ К СЕМЕЙСТВУ AMARANTHACEAE JUSS, В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРИЙ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	191
Руденко И.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ INATURALIST ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	196
Руденко И.В., Пикалова Н.А. РАСПРОСТРАНЕНИЕ HELLEBORUS ORIENTALIS LAM. В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ.....	202
Шумкова О.А., Пикалова Н.А., Кравцова Е.С. ПОЗДНЕОСЕННЯЯ МИКОБИОТА ГОРЫ ПШАУ (СЕВЕРО- ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ).....	208

ПРИРОДНАЯ СРЕДА И ГЕОИНДИКАТОРЫ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЧЕЛОВЕКА

Жихарева А.С., Усачева У.О.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ:
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ..... 213

Карлова М.Ю., Яковлева Н.Ю.

ОЦЕНКА МЕРОПРИЯТИЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ОМСКОЙ
ОБЛАСТИ..... 217

Каурова З.Г., Хяннинен Т.В.

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УПЛОТНЕНИЕ
ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН СЕЛА
НИКОЛЬСКОЕ И ДЕРЕВНИ ПЕСТОВО В ВАЛДАЙСКОМ
НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ..... 221

Крутских Н.В.

АНАЛИЗ АЭРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО
ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ..... 226

Мартынович Д.И.

НОВЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОР ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ
СРЕДЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ УРБАНИЗАЦИИ 231

Румянцева Н.С.

ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ..... 236

А.В. Шергина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ ДЛЯ
ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННЫХ ПОЧВ И УЛУЧШЕНИЯ ИХ ПЛОДОРОДИЯ. 241

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

Аксенов С.Г., Муракаев И.Р.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В МЕГАПОЛИСАХ: ПРИЧИНЫ И
РЕШЕНИЯ 241

Архангельский А.Д.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САНКТ-
ПЕТЕРБУРГЕ..... 250

Васильев Д.А.

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ПРОДУКТАМИ
ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА 254

Гандалипова А.А.

СТРАТЕГИИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В УСЛОВИЯХ
ИНТЕНСИВНОЙ УРБАНИЗАЦИИ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ..... 259

Громов В.А. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ РОССИИ.....	263
Дьячковский Р.А., Чебыкина Е.Ю. ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ НАМЫВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.....	266
Кравченко Н.М. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА МОСКВЫ.....	270
Михатов А.С., Валеева Р.Р. КАК ДОРОЖНАЯ ПЫЛЬ И ИЗНОС ШИН ОТРАВЛЯЮТ ВОЗДУХ РЯДОМ С ВАМИ.....	275
Морозова М.И. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СНОСЕ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	280
Новосельцева Д.А., Ващилин В.Э. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ: БЕЛГОРОД И ВОРОНЕЖ.....	284
Цыбулева А.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ: МОСКВА И БЕЛГОРОД.....	288

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ И РЕКРЕАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

Волкова Е.Ю. ТУРИЗМ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	292
Гатауллина А.Э. КОМПЛЕКСНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ ИТ-РЕШЕНИЕ ДЛЯ ИНДУСТРИИ ГОСТЕПРИИМСТВА В СФЕРЕ АГРОТУРИЗМА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН).....	297
Гладких Ю.Н. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЭКОТУРИЗМЕ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ.....	307
Голубятникова Е.В., Нагалецкий Э.Ю., Нагалецкий Ю.Э., Мамелин П.В. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ДЛЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	311
Дранников А.Е. МОТИВАЦИЯ ПОСЕТИТЕЛЕЙ РЕКРЕАЦИОННЫХ ДЕСТИНАЦИЙ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА.....	315

Дранников А.Е. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА ДЛЯ РАСЧЕТА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ТУРИСТСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ТУРИСТСКИХ МАРШРУТОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ.....	318
Дранников А.Е. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ДЕСТИНАЦИЙ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ...	322
Менжанова А.М. ЭСТЕТИКА СОЗЕРЦАНИЯ КАК ПРАКТИКА ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ТУРИЗМЕ.....	325
Наджмидинова Г.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ И РЕКРЕАЦИОННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В КОНТЕКСТЕ НАКШБАНДИЙСКОГО УЧЕНИЯ И СУФИЙСКОГО КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ.....	332
Рахимова И.С., Курбанова Л.А. ОЗЕРО КАШКАДАН КАК ОБЪЕКТ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	338
Тания И.В., Тванба Т.Ю., Багателя Э.Э., Н.Э. Фет-оглы Н.Э. РАЗРАБОТКА ЭКОТРОПЫ «СИМФОНИЯ ГОР» В РИЦИНСКОМ РЕЛИКТОВОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (АБХАЗИЯ).....	343
Цао Кайцзе ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ЛАНДШАФТА В КУЛЬТУРНЫЙ: ОПЫТ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....	348
Шматко А.А., Матлахова В.С. СОСТОЯНИЕ СОСНЫ ПИЦУНДСКОЙ НА ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА ГЕЛЕНДЖИКА.....	352
Юдин И.Д., Лиханова В.В. ЭКОЛОГО-ТУРИСТСКИЙ КАРКАС КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ РЕГИОНОВ: ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ.....	359

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГЕОЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Материалы
III Международной научно-практической конференции

Публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 16.02.2026 г. Выход в свет 18.02.2026 г.
Формат 60×84^{1/16}. Печать цифровая. Усл. печ. л. 22,9.
Тираж 500 экз. Заказ № 6379.

Кубанский государственный университет
350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.

Издательско-полиграфический центр
Кубанского государственного университета
350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.