II Всероссийская научно-практическая конференция

посвященная 75-летию ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СОВРЕМЕННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ

Сборник статей



ПЕНЗА 2026

**МИНИСТЕРСТВО ЛЕСНОГО, ОХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра «Растениеводство и лесное хозяйство»
ФИЛИАЛ ФБУ «РОСЛЕСОЗАЩИТА»
«ЦЕНТР ЗАЩИТЫ ЛЕСА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ»
МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР
ПЕНЗЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СОВРЕМЕННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ

**Сборник статей
II Всероссийской
научно-практической конференции,**
посвященной 75-летию ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

23-24 сентября 2026 г.

**Пенза
ПГАУ
2026**

УДК 504.03
ББК 67.407
Б 63

Под научной редакцией:
Доктора с.-х наук, профессора ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ *Гущиной В.А.*
кандидата сельскохозяйственных наук,
доцента ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ *А.А. Володькина*

Б63 **Биоразнообразие, современное природопользование и экологическое благополучие: проблемы и перспективы решения**: сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ / Пензенский государственный аграрный университет [и др.]; под ред. Гущиной В.А., Володькина А.А. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2026. – 420 с. – URL:https://mnic.pgau.ru/file/doc/konferencii/2026/Сборник_ВК-35-26.pdf. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-00196-462-9

Приведены результаты исследований по экологическому состоянию ландшафтов, загрязнению окружающей среды, защите лесов от вредных организмов, изучено состояние лесных насаждений и их восстановление, а также озеленение и благоустройство территорий в различных регионах России.

The results of research on the ecological state of landscapes, environmental pollution, protection of forests from harmful organisms are presented, the state of forest plantations and their restoration, as well as landscaping and landscaping of territories in various regions of Russia are studied.

УДК 504.03
ББК 67.407

ISBN 978-5-00196-462-9 © МНИЦ ПГАУ, 2026

УДК 630*(470.40)

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ ЗЕМЕЛЬ, ЗАНЯТЫХ ЛЕСАМИ В КУЗНЕЦКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

В.А. Гущина

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

Согласно оценке изменения площади земель, занятых лесами в Кузнецком лесничестве установлено увеличение лесистости на 0,1%. Площадь земель лесного фонда, на которых расположены леса. За 2024-2025 гг. возросла, но это произошло за счет увеличения площадей лесных насаждений с преобладанием мягколиственных пород.

Ключевые слова: государственный мониторинг, натурные обследования, лесные насаждения, лесничество, лесоустройство.

Лесное хозяйство является видом экономической деятельности, в рамках которого осуществляется система мероприятий, направленных на воспроизводство лесов, охрану их от пожаров и защиту от вредных организмов и иных негативных факторов, регулирование использования лесов и учет лесных ресурсов, в целях удовлетворения потребностей экономики в древесине и другой лесной продукции при сохранении экологических и социальных функций леса [6].

Сохранение, разумное использование и воспроизводство лесов остаются главными задачами государственного управления лесами на протяжении веков. Успех этой стратегической задачи зависит от наличия грамотной государственной политики и высокого профессионализма работников лесного сектора [1,2].

Проблемы сохранения и использования лесов становятся все более многообразными и сложными. Изменяются стандарты управления лесами, которые должны отвечать возросшим международным, социальным, экологическим и экономическим требованиям. Увеличиваются усиленные последствиями изменения климата угрозы гибели лесов от пожаров, вредных организмов и других неблагоприятных факторов, риски утраты лесами биологического разнообразия [6].

Национальное богатство каждой страны в первую очередь определяется наличием природных ресурсов. Для России традиционно одним из источников богатства является лес, который нередко называют «зеленым золотом». Более 25 процентов мировых запасов леса сосредоточено в России. Именно поэтому лес может и должен служить существенным источником пополнения государственной казны.

Главными задачами, стоящими перед государством и отраслью лесного хозяйства является сохранение и приумножение лесных богатств России.

Воспроизводство лесных ресурсов на лесных землях, как покрытых лесной растительностью, так и непокрытых ею, но предназначенных для ее

восстановления обеспечивается комплексом мероприятий: законодательных, нормативных, традиционных, хозяйственных [4].

Деятельность по возобновлению и восстановлению вырубленных, погибших и поврежденных лесных насаждений регламентируется Правилами лесовосстановления, утвержденными Приказом Минприроды России от 29.12.2021 № 1024 [7].

В связи с этим целью исследований является получение объективной информации о состоянии воспроизводства лесов на территории Кузнецкого лесничества и в первую очередь необходимо провести: оценку изменения площади земель, на которых расположены леса.

Филиал ФБУ «Рослесозащита» - «ЦЗЛ Пензенской области» в рамках исполнения государственного задания по государственному мониторингу воспроизводства лесов в 2025 году. Натурные обследования с целью оценки характеристик лесных насаждений при воспроизводстве лесов осуществлялись на участках, отнесенных к землям, на которых расположены леса в 2022-2023 гг.

Объектами государственного мониторинга воспроизводства лесов при оценке изменения площади земель, на которых расположены леса, являются земли, на которых расположены леса, образовавшиеся вследствие природных процессов, осуществления мер содействия естественному лесовосстановлению, а также в результате осуществления искусственного лесовосстановления.

Оценка изменения площади земель, на которых расположены леса, осуществляется с использованием информации из государственного лесного реестра, официальной статистической информации, отчетности в сфере лесного хозяйства, результатов обследований насаждений, которое проводил Филиал ФБУ «Рослесозащита» - «ЦЗЛ Пензенской области» в рамках исполнения государственного задания по государственному мониторингу воспроизводства лесов в 2025 году. Натурные обследования с целью оценки характеристик лесных насаждений при воспроизводстве лесов осуществлялись на участках, отнесенных к землям, на которых расположены леса в 2022-2023 гг.

Территория всей Пензенской области относится к лесостепному району европейской части Российской Федерации, входящему в состав лесостепной зоны [3].

Лесистость – это степень облесенности территории, которая определяется отношением площади земель, на которой расположены леса, к общей площади области, района, лесничества и выражается в процентах. Величина лесистости различается в зависимости от физико-географических, климатических и почвенных условий. Динамика лесистости изменяется под влиянием хозяйственной деятельности и неблагоприятных факторов, приводящих к гибели леса.

Кузнецкое лесничество расположено в северо-восточной части области. Лесистость территории по состоянию на 01.01.2025 составляет 39,0 %, что на 18,0 % выше лесистости всей области. За период 2024-2025 гг. процент лесистости лесничества увеличился на 0,1 %.

К основным лесообразующим породам в лесном фонде относятся сосна, дуб, береза, которые занимают 81,4 % площади земель, покрытых лесной

растительностью. На долю хвойных лесообразующих пород приходится 57,0 % площади земель, покрытых лесной растительностью, мягколиственных – 34,8 %, твердолиственных – 8,2 % [5].

Восстановление вырубленных, погибших, поврежденных лесов, а также сохранение полезных функций лесов, их биологического разнообразия осуществляется естественным и искусственным способами, которые определяются в зависимости от состояния и количества подроста и молодняка на землях, предназначенных для лесовосстановления, и в соответствии с требованиями, Правил лесовосстановления [7].

Общая площадь лесов лесничества по состоянию на 2025 год составляет 81850 га, из них на площади 79568 га проведено лесоустройство.

При рассмотрении состава земель лесного фонда и земель иных категорий Кузнецкого лесничества, на которых расположены леса, по состоянию на 2024-2025 гг.. установлено, что площадь земель лесного фонда, увеличилась на 287 га, из них на 801 га возросла площадь лесных насаждений с преобладанием мягколиственных пород, на 514 га снизилась площадь лесных насаждений с преобладанием хвойных пород, к которым относится сосна, площадь лесных насаждений с преобладанием твердолиственных осталась неизменной.

Площадь средневозрастных насаждений снизилась на 395 га, приспевающих на 100 га и спелых и перестойных насаждений на 136 га. Возросла площадь молодняков на 117 га. Площади насаждений ели и лиственницы остались неизменными и составили 585 га и 56 га соответственно (таблица 1).

Твердолиственные породы на территории лесничества представлены дубом высокоствольным и низкоствольным. За период 2024-2025 гг. площадь, занятая насаждениями дуба, не изменилась и составила 6137 га. Основные площади представлены спелыми и перестойными насаждениями, занимающими 52,6 % всех насаждений дуба.

Из мягколиственных пород произрастают береза, осина, ольха черная, липа. Наибольшая площадь среди них приходится на березу. Площадь ее насаждений за 2024 год увеличилась на 444 га, занятая насаждениями осины, возросла на 300 га. Здесь преобладают спелые и перестойные насаждения, занимающие 39,7 % всей площади, покрытые осиной.

Наблюдается незначительное увеличение площадей, занятых ольхой черной и липой, на 3 и 54 га соответственно. Следовательно, увеличение земель, на которых расположены леса, на территории Кузнецкого лесничества происходят за счет увеличения площадей мягколиственных пород.

В результате проведения сплошных рубок в 2024 году вырублено 239,9 га. На следующих год сплошных рубок выполнено на 13,8 га меньше (таблица 2).

Таблица 1 – Площадь земель лесного фонда Кузнецкого лесничества, на которых расположены леса, по преобладающим породам и группам возраста, 2024-2025 гг.

Преобладающая древесная или кустарниковая порода	2024 г.					2025 г.				
	земли, на которых расположены леса, га					земли, на которых расположены леса, га				
	всего	в том числе по группам возраста лесных насаждений				всего	в том числе по группам возраста лесных насаждений			
		молодняки	средневозрастные	приспевающие	спелые и перестойные		молодняки	средневозрастные	приспевающие	спелые и перестойные
Сосна	42164	20224	11017	6026	4897	41650	20341	10622	5926	4761
Ель	585	579	6	0	0	585	579	6	0	0
Лиственница	56	42	14	0	0	56	42	14	0	0
Дуб	6137	228	1578	1101	3230	6137	228	1578	1101	3230
Береза	12217	2188	5755	2390	1884	12661	2343	5843	2554	1921
Осина	10561	2728	1912	1629	4292	10861	2869	1975	1703	4314
Ольха черная	764	11	272	89	392	767	11	263	101	392
Липа	1423	353	553	256	261	1477	397	559	267	254
Прочие древесные и кустарниковые породы	70	15	31	3	21	70	15	31	3	21
Итого:	73977	26368	21138	11494	14977	74264	26825	20891	11655	14893

Таблица 2 – Выбытие и прибытие лесных насаждений, 2024-2025 гг.

Год	Вырублено сплошными рубками, га	Отнесено к землям, на которых расположены леса			
		искусственное лесовосстановление	естественное лесовосстановление		итого
			вследствие мер содействия лесовосстановлению	вследствие природных процессов	
2024	239,9	197,1	145,0	83,1	425,2
2025	226,1	121,8	467,8	33,5	623,1

Отнесено к землям, на которых расположены леса, в 2025 году 623,1 га, что больше по сравнению с 2024 годом на 197,9 га. Стоит отметить, что в 2025 году ввод молодняков в категорию хозяйственно-ценных пород осуществлялся в основном за счет естественного лесовосстановления вследствие мер содействия лесовосстановлению (75,1 % от всей площади), тогда как в 2024 году этот показатель составлял 34,1 %.

Доля лесных культур в общей площади земель, переведенных в лесные насаждения, в 2024 году составила 46,4 %, в 2025 году – 19,5 %. Уменьшение площади молодняков лесных культур свидетельствует о снижении проведения искусственного лесовосстановления на территории лесничества в период 2017-2019 гг.

Таким образом, согласно оценке изменения площади земель, занятых лесами в Кузнецком лесничестве установлено увеличение лесистости на 0,1%. Площадь земель лесного фонда, на которых расположены леса. За 2024-2025 гг. возросла, но это произошло за счет увеличения площадей лесных насаждений с преобладанием мягколиственных пород.

Список использованных источников

1. Гущина, В.А. Государственный мониторинг воспроизводства лесов на территории Городищенского района Пензенской области / В. А. Гущина, Н. В. Демичева, Е.О. Никольская // Особенности природопользования, состояние биоразнообразия и современные принципы устойчивого развития природных и природно-антропогенных комплексов: Монография (научное издание) / Под общей редакцией М.В. Ларионова. А.А. Володькина. – Пенза: ПГАУ, 2023. – С. 56-78. – EDN YVEBNU.

2. Звягина, А. В. Воспроизводство лесов и лесоразведение в Российской Федерации: понятие, структура, анализ современного состояния / А. В. Звягина, С. Г. Везломцева // Проблемы экономики и юридической практики. – 2023. – Т. 19, № 5. – С. 256-263. – EDN PYOFDL.

3. Иванов, А.И. Природные условия Пензенской области. Современное состояние: монография / А.И. Иванов, Н.В. Чернышев, Е.Н. Кузин – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – 236 с.

4. Назаренко, Е. Б. Восстановление лесов: состояние, способы и перспективы / Е. Б. Назаренко, О. В. Гамсахурдия // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2010. – № 2. – С. 137-141. – EDN LJMAOX.

5. Отчет о результатах работ по государственному мониторингу воспроизводства лесов в Пензенской области за 2024 год. - Пенза, 2025. – 211 с.

6. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030, утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.02.2021 № 312-р, [Электронный ресурс] – URL: https://docs.cntd.ru/document/573658653

7. Приказ Минприроды России от 29.12.2021 N 1024 (ред. от 03.08.2023) «Об утверждении правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления» // СПС Консультант плюс

ASSESSMENT OF CHANGES IN THE AREA OF LAND COVERED BY FORESTS IN THE KUZNETSK FORESTRY

V.A. Gushchina

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

According to the assessment of changes in the area of land covered by forests in the Kuznetsk forestry, an increase in forest cover by 0.1% was established. The area of forest fund lands where forests are located. Between 2024 and 2025, it increased, but this was due to an increase in the area of forest plantations dominated by softwood species.

Keywords: state monitoring, field surveys, forest plantations, forestry, forest management.

УДК 630*116.64:631.54

АГРОЛЕСОВОДСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДДЕРЖАНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

М.А. Володькин

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

В статье рассматривается интеграция древесных насаждений в сельскохозяйственные угодья как способ повышения устойчивости производства, улучшения микроклимата, защиты почв и получения экологических и экономических выгод. Показано, что такие системы особенно эффективны в засушливых и ветреных условиях, где лесные полосы снижают эрозию, накапливают влагу и увеличивают урожайность кормовых трав. Отмечено, что в России эти подходы

исторически развивались как защитное лесоразведение и агролесомелиорация, однако правовое оформление климатических эффектов на сельхозземлях остаётся сложным.

Ключевые слова: агролесоводство, агролесомелиорация, защитные лесные полосы, биоразнообразие, межполосные пространства, агроландшафт.

Агролесоводство – это система землепользования, при которой древесные растения намеренно сочетаются с сельскохозяйственными культурами и/или животными в пределах одной хозяйственной единицы, а между древесным, травянистым, почвенным и животноводческим компонентами возникают устойчивые взаимодействия. Его ключевая особенность – отказ от жёсткого противопоставления леса и поля, при котором хозяйственная схема не навязывается территории извне, а согласуется с уже развивающимися природными процессами, сохраняя и используя исходную пространственную неоднородность ландшафта. Это гармоничная, динамичная и экологически выверенная система управления природными ресурсами, позволяющая производить необходимое количество качественных продуктов питания без вреда для природы. Благодаря интеграции древесных пород в фермы и агроландшафты она диверсифицирует и поддерживает устойчивость производства, увеличивая социальные, экономические и экологические выгоды для фермеров на всех уровнях.

Грамотно спроектированные и апробированные агролесоводческие системы обеспечивают целый спектр преимуществ. К экологическим относятся: сохранение биологического разнообразия, секвестирование углерода и снижение выбросов парниковых газов, предотвращение деградации природных ресурсов, улучшение ранее эродированных почв, улучшение микроклимата, задержка и накопление излишков воды, регулирование водного режима почвы, создание благоприятных для человека и природы экосистем. К хозяйственно-экономическим – повышение продуктивности с единицы площади и диверсификация доходов сельского населения. Таким образом, агролесоводство проявляется одновременно на экологическом, экономическом и социальном уровнях. По классификации Международной ассоциации агролесоводства в зоне умеренного климата выделяются пять агролесоводческих систем: ветрозащитные лесные полосы, аллейное земледелие, прибрежные буферные зоны, лесопастбища, лесное фермерство, домашние и общественные сады.

Подбор древесных пород и сельскохозяйственных культур для конкретной территории зависит от местных почвенно-климатических условий. Агроэкологическая культура, направленная на интегрирование экономики в окружающую среду, рассматривает взаимодействия между почвой, водой, ландшафтом, растениями и животными, основываясь на принципах управления этими составными элементами. Именно поэтому проектирование агролесоводческих систем начинается не с навязывания схемы, а с анализа уже сложившихся природных процессов на участке.

Система взаимодействия элементов в природе выглядит следующим образом. Почва является продуктом изменений материнской породы при участии растений, животных, микроорганизмов и климата, а сегодня она находится под

влиянием человека. Она содержит питательные элементы, необходимые для роста и развития растений, которые усваиваются корневой системой в виде водного раствора. Симбиотические бактерии на корнях бобовых фиксируют азот из атмосферы. Грунтовые воды обеспечивают растения влагой и являются ценным ресурсом для видов с мощной корневой системой. Растения служат кормом для животных, а животные производят органические вещества, которые питают почву; почва, в свою очередь, питает растения - это яркий пример рециклинга. Ландшафт выполняет двойную функцию - с одной стороны, он защищает растения от ветров, с другой - обогащает почву биомассой, которая в дальнейшем служит питанием для самих растений, что представляет собой ещё один цикл круговорота веществ. Растения защищают поверхность почвы от солнечной радиации, ветра и ливневых дождей, а в процессе фотосинтеза поглощают углекислый газ и выделяют в атмосферу кислород. Почва, обогащённая органическими соединениями, формирует водоудерживающую способность и способность удерживать питательные элементы.

Люцерна как многолетняя бобовая культура обладает свойствами, делающими её перспективной для агролесоводственной модели на таких землях. Она формирует глубокую корневую систему, фиксирует атмосферный азот, даёт высокобелковый корм, улучшает структуру почвы, снижает эрозионную опасность и может использоваться несколько лет без ежегодной вспашки. Неоднократно в отечественных работах по защитному лесоразведению указывалось на то, что лесные полосы ведут к росту урожайности сельскохозяйственных культур. Наиболее заметен этот эффект в засушливых и ветреных условиях, а достигается он за счёт улучшения микроклимата и водного режима. Для кормовых трав он может быть выражен сильнее, чем для некоторых зерновых, поскольку травостой активно реагирует на влажность верхнего слоя почки, распределение снега и снижение иссушающего ветра.

Отдельного внимания заслуживает правовой контекст. Правовые основы использования таких земель остаются недостаточно согласованными. Постановление Правительства РФ № 1509 установило особенности использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения. Однако из признаков неиспользования сельскохозяйственного участка исключаются поле- и лесозащитные насаждения (Постановление Правительства РФ № 1482), что создаёт основу для признания части древесной растительности не нарушением, а элементом защитной и агролесоводственной системы. Вместе с тем понятие лесоклиматического проекта в Лесном кодексе после изменений 2024 г. сформулировано с исключением земель сельскохозяйственного назначения, что осложняет юридическое оформление климатического эффекта на зарастающих сельхозземлях.

Российская и советская агролесомелиорация фактически разработала собственную форму агролесоводства задолго до широкого распространения этого термина. Полезащитные лесные полосы, пастбищезащитные насаждения, приовражные и прибалочные полосы, водорегулирующие насаждения – всё это представляло собой целенаправленное введение древесного компонента в сельскохозяйственный ландшафт. В отечественной терминологии эти направления

закрепились как защитное лесоразведение и агролесомелиорация. По функциональному содержанию они полностью соответствуют агролесоводственной логике: лес не заменяет сельское хозяйство, а повышает его устойчивость, продуктивность и экологическую защищённость. В.В. Докучаев рассматривал лесные полосы как часть комплексной системы преобразования степного земледелия, где лес, вода, почва и земледелие должны управляться совместно. Г.Н. Высоцкий развивал представление о влиянии леса на климат и почвы, подчёркивая водорегулирующую и почвозащитную роль древесных насаждений. Позднее советская школа защитного лесоразведения перевела эти положения в систему проектирования полос, их размещения, породного состава, ширины, продуваемости и хозяйственного ухода. В отечественной науке давно существовала практика управления сельскохозяйственным ландшафтом через древесный компонент.

Защитные лесные полосы оказывают комплексное благотворное влияние на агроландшафт, снижая ветровую и водную эрозию, улучшая водный и температурный режим почвы и создавая благоприятный микроклимат для сельскохозяйственных культур. В результате их влияние проявляется не только в отдельной прибавке урожая, но и в снижении риска неурожаев в засушливые и ветреные годы. Именно поэтому особый интерес представляет выращивание кормовых трав в межполосных пространствах. В отличие от зерновых культур, требующих ежегодной обработки почвы и строгой геометрии поля, многолетние травы лучше сочетаются с мозаичной структурой земель, вышедших из сельскохозяйственного оборота. Они не требуют ежегодного разрушения дернины, могут использоваться в сенокосном или пастбищном режиме, поддерживают почвозащитную функцию и дают возможность вовлечь участок в хозяйственный оборот без уничтожения древесного каркаса.

Агролесоводственный подход демонстрирует высокую гибкость при адаптации к региональным климатическим вызовам, особенно в условиях нарастающей нестабильности увлажнения. Включение древесных насаждений в сельскохозяйственные ландшафты трансформирует локальный гидрологический цикл: глубокая корневая система деревьев действует как биодренаж и естественный гидронасос, извлекая влагу из глубоких горизонтов и перераспределяя её в верхние слои за счёт эффекта гидравлического подъёма. Это предотвращает критическое иссушение почвы вокруг корневой системы сельскохозяйственных культур и снижает амплитуду гидротермических стрессов в период летних засух. Кроме того, лесные полосы и рассредоточенные древесные группы препятствуют заилению водоёмов и смыву поверхностных горизонтов при интенсивных ливнях, перехватывая стоки и переводя поверхностный сток во внутрипочвенный.

Агролесоводство следует рассматривать как форму природоподобного управления, при которой древесный компонент включается в сельскохозяйственное производство как защитный, продукционный и средообразующий элемент. В отечественной традиции его функциональным аналогом выступают полезащитное лесоразведение и агролесомелиорация. Для Среднего Поволжья особенно важны функции древесных защитных полос по защите почв, снижению ветровой нагрузки, накоплению снега, повышению урожайности, поддержанию

кормовых угодий, защите животных и формированию экологического каркаса агроландшафта.

Агролесоводственные системы приобретают дополнительное значение в контексте адаптации к климатическим изменениям, поскольку выполняют одновременно смягчающую и приспособительную функции. Секвестрация углерода в биомассе деревьев и почвенном органическом веществе снижает вклад агроландшафтов в эмиссию парниковых газов, а создаваемая древесным пологом буферная среда смягчает суховеи, заморозки и почвенную эрозию. Тем самым агролесоводство формирует устойчивую к климатическим рискам производственную инфраструктуру, поддерживающую продуктивность угодий при сохранении биоразнообразия и почвенного плодородия. Для лесостепи Среднего Поволжья такой подход представляет собой не альтернативу интенсивному земледелию, а необходимый элемент его долгосрочной устойчивости.

Список использованных источников

1. Агролесомелиорация и плодородие почв / Е. С. Павловский, Ю. И. Васильев, К. И. Зайченко [и др.]. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 288 с.

2. Володькин, А.А. Роль лесных насаждений в формировании экологического каркаса Пензенской области / А. А. Володькин // Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, приуроченной к 65-летию кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ. – Ставрополь: СЕКВОЙЯ, 2018. – С. 446–449. – EDN YLYOCL.

3. Володькин, А.А. Состояние государственной защитной лесной полосы Пенза–Каменск / А. А. Володькин, О. А. Володькина // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: материалы VIII Международного форума : в 2 ч. – Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015. – Ч. 1. – С. 110–115. – EDN XCUHNH.

4. Защитное лесоразведение в СССР / Б. А. Абакумов, Д. К. Бабенко, И. М. Бартенев [и др.] ; под общ. ред. Е. С. Павловского. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 264 с.

5. Ивонин, В. М. Лесомелиорация ландшафтов / В. М. Ивонин. – Новочеркасск: Новочеркасская государственная мелиоративная академия, 2010. – 169 с.

6. Калимов, Н. Е. Агролесоводство / Н. Е. Калимов. – Костанай: КРУ им. Ахмет Байтұрсынұлы, 2024. – 148 с.

7. Кретинин, В. М. Агролесоводство / В. М. Кретинин. – Волгоград : ФНЦ агроэкологии РАН, 2021. – 268 с. – EDN PTLUDG.

8. Кругляк, В.В. Лесомелиорация агроландшафтов / В. В. Кругляк. – Воронеж: Воронежский ГАУ им. Императора Петра I, 2018. – 144 с. – EDN YPUFWP.

9. Лесной кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 04.12.2006 № 200-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2026) // СПС «КонсультантПлюс».

10. Опустынивание и комплексная мелиорация агроландшафтов засушливой зоны / К. Н. Кулик, Э. Б. Габунщина, И. П. Кружилин [и др.]. – Волгоград:

Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт, 2007. – 86 с.

11. Павловский, Е.С. Агролесомелиорация и плодородие почв / Павловский Е.С., Васильев Ю.И., Зайченко К.И. и др. - Москва: Агропромиздат, 1991. - 288 с.

12. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.09.2020 № 1482 (ред. от 07.03.2026) «О признаках неиспользования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения по целевому назначению или использования с нарушением законодательства Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».

13. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2020 № 1509 (ред. от 13.03.2025) «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения» // СПС «КонсультантПлюс»

AGROFORESTRY AS A TOOL FOR MAINTAINING BIODIVERSITY IN AGRICULTURE

M.A. Volodkin

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

This article examines the integration of woody vegetation into agricultural lands as a means of enhancing production resilience, improving the microclimate, protecting soil, and securing both environmental and economic benefits. It demonstrates that such systems are particularly effective in arid and windy conditions, where shelterbelts reduce erosion, conserve moisture, and increase forage grass yields. The article notes that while these approaches have historically evolved in Russia through protective afforestation and agroforestry-based land reclamation, the legal framework for addressing climate-related effects on agricultural land remains complex.

Keywords: agroforestry, agroforestry land reclamation, shelterbelts, biodiversity, innerbelt spaces, agricultural landscape

УДК 630.6

ГУБЕРНСКИЙ ЛЕСНИЧИЙ – ДВА ВЕКА НА СЛУЖБЕ РОССИЙСКОМУ ЛЕСУ

О.А. Володькина, А.А. Володькин

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

В статье показано, что реформа 1826 года положила начало классической системе лесного управления, ввела должность лесничего и сформировала чёткую

вертикаль. Именно с этого времени губернский лесничий становится центральной фигурой лесоуправления. Особое внимание уделено созданию Корпуса лесничих, его военной организации и гражданской трансформации, а также упразднению и восстановлению должности губернского лесничего. Подчёркивается преемственность институтов лесоуправления и актуальность принципов, заложенных 200 лет назад, для современной системы управления лесами России.

Ключевые слова: лесоуправление, губернский лесничий, Корпус лесничих, Лесной департамент, реформа 1826 года, история лесного хозяйства.

История российского лесоуправления уходит корнями в эпоху Петра I. Именно этот государь первым осознал лес не как безграничный природный ресурс, а как стратегическое достояние державы. Древесина требовалась для строительства флота, и потому за корабельными рощами учредили особый надзор. Для этих целей ввели должность вальдмейстера, которую занимали, как правило, из ближайших помещиков. Профессия защитника леса в России официально появилась в 1722 году, когда указом Петра I была создана лесная стража, чьи обязанности во многом напоминали функции современных лесников.

Следующий значимый шаг сделал правнук Петра - Павел I. Он не просто продолжил начинания предка, но и существенно расширил их. Павел ввёл чины обер-форстмейстеров и форстмейстеров, отдав им предпочтение перед вальдмейстерами. Причина крылась в самом характере новых обязанностей, ведь они включали не только сохранение лесов, но и их разведение. 26 мая 1798 года император подписал Указ о создании Лесного департамента при интендантской экспедиции Адмиралтейств-коллегии. Это учреждение стало важной вехой, определившей развитие лесного хозяйства, лесной науки и образования на десятилетия вперёд.

13 апреля 1803 г. были введены мундиры для чиновников Лесного департамента Министерства финансов. Вскоре их получили и чиновники лесного ведомства на местах, составлявшие особый корпус (в то время гражданский). Мундиры имели темно-зеленый цвет, воротник и обшлага - из зеленого бархата, «вокруг обложенные красным шнурком» (кантом). На воротнике, обшлагах и карманных клапанах (последние - из мундирного сукна на «косых карманах») полагалось серебряное шитье в виде петлиц, число которых указывало на один из пяти рангов должностей. На мундире главного директора государственных лесов шитье размещалось узкой полосой по краям воротника, по верхнему краю обшлагов и на карманных клапанах. Мундир 2-го разряда имел две шитые петлицы на воротнике и по три петлицы меньшего размера на обшлагах и клапанах; 3-го разряда - одну петлицу на воротнике и три (в законе говорилось о двух) на обшлагах; 4-й разряд сохранял лишь петлицы на обшлагах. У обер-офицерских чинов суконный воротник не имел петлиц. На треугольных шляпах всех классных чинов полагались серебряные кисточки на нижних углах. Пуговицы были плоские, белого металла. Некоторым чиновникам полагались «ботфорты со шпорами». «Всем... состоявшим в классах» предписывалось носить шпагу с серебряным темляком. Сохранилось пять рисунков с изображением чиновников разных

рангов в таких мундирах. Шитье на них изображено упрощенно, и узор его трудноразличим.

Новый этап связан с правлением Николая I. В 1826 году министр финансов Егор Францевич Канкрин начал реформу лесного управления, стремясь найти дополнительные источники доходов для казны после войн. Подготовкой занимался Учёный комитет по лесной части при Департаменте государственных имуществ. Реформа стартовала с преобразования местного лесного самоуправления.

19 июня 1826 года Высочайше утвердили Положение «О новом устройстве лесной части». Сначала его применили в порядке опыта в четырёх губерниях: Санкт-Петербургской, Олонецкой, Псковской и Казанской. С 1 января 1828 года действие Положения распространили на остальные губернии, за исключением Курляндии, Белостокской и Бессарабской областей, Грузии и Сибири, где лесное управление ещё не было полноценно организовано.

Именно с 1826 года в России начало формироваться собственно лесное хозяйство с классической системой лесничеств. Появилась чёткая вертикаль управления, были заложены основы системного подхода к эксплуатации и восстановлению лесов. Низшие должности - лесные объездчики, лесные сторожа, пожарные старосты, полесовщики - сохранили прежние наименования. Впервые в стране ввели должность лесничего. Леса обхода охранялись пешим или конным стрелком с помощником и запасными стрелками; леса объезда - конным объездчиком или унтер-офицером. Обязанности губернского лесничего были обширны и разнообразны. Он организовывал охрану казённых лесов и следил за соблюдением лесного законодательства. Планировал мероприятия по лесному хозяйству и представлял их в министерство. Организовывал межевание, описание и таксацию (оценку) лесов, разделял их на лесничества и участки. Управлял казёнными лесопильными заводами, лесными промыслами и другими видами деятельности, связанными с использованием лесных ресурсов. Составлял сметы отпуска леса. Изготавливал и выдавал рядовым лесничим билеты на рубку леса и сплавные билеты. Решал вопросы о назначении, увольнении и предании суду чиновников лесного ведомства.

По своему статусу губернский лесничий приравнивался к командиру армейского пехотного полка - по воинскому званию это соответствовало чину от майора до полковника. Фактически он возглавлял лесной отдел в структуре местного управления: сначала казённой палаты, позже - палаты государственных имуществ. Назначался губернский лесничий сначала министром финансов, с 1838 года - министром государственных имуществ (позже - земледелия и государственных имуществ), а с 1905 года - главноуправляющим землеустройства и земледелия.

В соответствии с Положением состоявшие по губерниям обер-форстмейстеры были переименованы в губернских лесничих, форстмейстеры – в учёных и окружных лесничих, форстмейстерские ученики – в помощников окружных лесничих, ферстеры – в младших лесничих, унтер-ферстеры – в подлесничих. Ввели основную административно-территориальную единицу лесного хозяйства – лесничество. Леса поделили на округа, а округа – на лесничества. Лесничество

стало главным звеном в системе лесоуправления. С тех пор лесничий становится центральной фигурой лесоуправления в России.

По закону 1834 г. чины лесного ведомства сохраняли мундирный прибор, но узор шитья был изменен. Мундир дополнялся «панталонами темно-зелеными сверх сапогов, на коих ввинчены шпоры». В 1837 г. заведование лесами перешло к новому Министерству государственных имуществ, при котором в январе 1839г. был создан подведомственный министру военизированный Корпус лесничих, предназначенный для организации образцового хозяйства в государственных лесах. Показательно, что роль Корпуса лесничих была настолько значимой, что даже на нижние чины распространялись права и преимущества: они награждались за выслугу знаками отличия ордена Святой Анны и нашивками на левом рукаве мундира. Лесничим и подлесничим (условно говоря, взводным и ротным командирам) кроме денежного содержания выделялись участки земли: по 15 десятин и 10 десятин соответственно. Если учесть, что десятина составляет чуть более 1 га, помощь являлась существенной.

Все чины губернского лесного управления, учебных лесных заведений и постоянная лесная стража были объединены в эту структуру. В его штат изначально входили 726 человек, не считая унтер-офицеров - объездчиков и стрелков, количество которых устанавливалось по мере надобности на местах. Для личного состава Корпуса назначалась темно-зеленая воинская форма. Воротники и обшлага с клапанами были светло-зеленые суконные; выпушка на фалдах, обшлагах и брюках - того же цвета. Сохранялось принятое в ведомстве серебряное шитье. Вводились серебряные эполеты, а также черный лакированный кивер («по образцу флота») с гербовым орлом и литерами К.Л.., с серебряным помпоном. 11 апреля 1855 г. для Корпуса лесничих были введены двубортные темно-зеленые полукафтаны на восемь пуговиц. Воротник и обшлага теперь полагались черного бархата с малиновыми кантами. Серебряное шитье сохранялось «как было на парадных мундирах». Вместе с тем вводился упрощенный полукафтан того же темно-зеленого сукна, двубортный, но на шесть пуговиц «с гранадами». На черных бархатных воротниках («с малиновой кругом выпушкой») и обшлагах («без клапанов») вместо шитья полагались по две серебряные петлицы («катушки»). Был подготовлен рисунок с изображением обер- и штаб- офицера в таком полукафтане.

Поначалу корпус имел военное устройство: в военном отношении считался армейской частью, а в гражданской части входил в состав Лесного департамента Министерства государственных имуществ. Инспектор Корпуса лесничих подчинялся непосредственно министру государственных имуществ. Позже, в 1867–1869 годах, военные чины корпуса получили гражданские звания по Табели о рангах, и корпус полностью перешёл в подчинение Лесному департаменту.

В истории должности были и периоды упразднения. Указом от 22 декабря 1866 года в 20 губерниях губернские лесничие были ликвидированы, а их функции передали управляющим государственных имуществ. 2 августа 1867 г. Корпус лесничих был снова преобразован в гражданский, чины которого имели

форменную одежду военного покроя (сначала с воротниковыми петлицами, а с 1876 г. - с погонами).

Указом от 21 декабря 1882 года упразднили все губернские лесничие: лесоустроительные функции передали местным лесничим, а надзорные - лесным ревизорам. По закону от 4 декабря 1885 г. чиновники Корпуса лесничих, получившие и не получившие специальное образование, имели эту одежду с некоторыми различиями. В частности, вторые имели воротник и обшлага мундира не бархатные, а суконные и без светло-зеленой выпушки. Более явственным было различие воротниковых петлиц (клапанов): у тех, кто получил специальное образование, они были не галунные (серебряные) со светло-зелеными шелковыми «процветами», а светло- зеленые бархатные с серебряными «ироцветами». Только первые получили право на арматуру (эмблему) в виде двух накрест лежащих дубовых ветвей.

В ознаменование столетия со времени учреждения Лесного департамента 11 мая 1898 г. чинам Корпуса лесничих была присвоена «арматура с изображением инициалов: золотого - имени августейшего ныне благополучно царствующего государя императора и серебряного – имени блаженной памяти государя императора Павла, в серебряном венке с золотой императорской короной». На полукафтанах (сохранявшихся только для чинов первых пяти классов), сюртуках, пальто и тужурках вводились продольные серебряные погоны.

12 июня 1902 года губернские лесничие были восстановлены – уже в составе губернских управлений земледелия и государственных имуществ. В их подчинении находились учёный лесничий (мог замещать руководителя в его отсутствие, занимался описанием лесов и составлением карт), окружные и рядовые лесничие. Для непосредственной охраны лесов губернский лесничий назначал лесную охрану. Что касается обмундирования, на шапках чинов первых четырёх классов устанавливался серебряный галун, а для всех чинов полагались «посеребренные пуговицы... с государственным гербом».

Двухвековой юбилей должности губернского лесничего – это не только историческая дата, но и повод осмыслить преемственность институтов лесоуправления. От вальдмейстеров Петра I через реформы Павла I и Канкрина к Корпусу лесничих - Россия прошла путь создания одной из первых в мире профессиональных лесных служб. Многие принципы, заложенные в 1826 году (вертикаль управления, территориальное деление на лесничества, сочетание охраны и восстановления лесов), сохраняют актуальность и сегодня. Должность губернского лесничего стала не просто административной единицей, а символом государственного подхода к лесному богатству страны. Губернский лесничий стал не просто административной единицей, а символом государственного подхода к лесному богатству страны.

Список использованных источников

1. Бобров, Р.В. Лесные деятели России. Е.Ф. Канкрин – основатель лесничеств России / Р.В. Бобров / Лесное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 15-16.

2. Двухсотлетие учреждения лесного департамента. 1798–1998, том 2 (1898–1998). – Москва: ВНИИЦлесресурс, 1998. – 243 с.

3. Остробородова, Н.И. История лесного дела: учебное пособие / сост. Н.И. Остробородова, А.А. Володькин. - Пенза: РИО ПГСХА, 2012. - 92 с. - EDN: YAGNIT

4. Редько, Г.И. История лесного хозяйства России / Г.И. Редько, Н.Г. Редько. - Москва: МГУЛ, 2002. -458 с.

5. Рохленко, Д.Б. Министр финансов - покровитель лесов / Д.Б. Рохленко // Лесное хозяйство. - 1998. - № 3. - С. 10-11.

6. Тихонов, А.С. История лесного дела / А.С. Тихонов. – Калуга: Издательский педагогический центр «Гриф», 2007. – 328 с.

7. Трубин, Д. В. История лесоводства. Выпуск 4. История лесокультурного дела в России в лицах / Д.В. Трубин, Р.В. Щекалев, Д. Ю. Капиталинин. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2025. – 220 с. - EDN CEBABN.

8. Успенский, В.В. История лесного хозяйства России / В.В. Успенский. – Воронеж: Издательство ВПИ, 1998. – 120 с.

9. Цуканов, Н.А. Краткая история развития лесной отрасли в России/Н.А. Цуканов. - Пенза: ГУП «Полиграфист», 1999. -175 с.

10. Эпимахова, В.А. Канкрин Е.Ф. и его роль в развитие лесного дела России / В. А. Эпимахова, А. А. Володькин // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. Том I. – Пенза: ПГАУ, 2020. – С. 113-116. – EDN HBBRKF.

THE PROVINCIAL FORESTER – TWO CENTURIES IN THE SERVICE OF RUSSIA'S FORESTS

O.A. Volodkina, A.A. Volodkin

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The article demonstrates that the reform of 1826 laid the foundation for the classical system of forest administration, introduced the position of forester, and established a clear vertical chain of command. It was from this time that the provincial forester became the central figure in forest administration. Particular attention is paid to the creation of the Corps of Foresters – its military organization and subsequent transformation into a civilian body–as well as the abolition and reinstatement of the provincial forester position. The article highlights the continuity of forest management institutions and the ongoing relevance of principles established two centuries ago to Russia's modern forest management system.

Keywords: forest management, provincial forester, Corps of Foresters, Forestry Department, 1826 reform, history of forestry.

УДК 504.055 / 504.5

ВЛИЯНИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА: МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ РИСКА

Г.М. Альбикова

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

В статье рассматривается шумовое загрязнение как значимый антропогенный фактор, негативно влияющий на физиологическое и психологическое состояние человека. Цель работы – обобщить современные методы измерения шума, проанализировать ключевую нормативно-правовую базу и оценить механизмы воздействия звуковых волн, включая инфразвук и ультразвук, на здоровье человека.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, шумомер, защита от шума, здоровье человека, шумоподавление, инфразвук, ультразвук, звукоизоляция, мониторинг шума, децибел.

В современном мире шумовое загрязнение является одной из актуальных экологических проблем, оказывающих значительное влияние на здоровье человека и качество жизни. Шум, как форма физического загрязнения, не только нарушает покой и комфорт, но и способен оказывать негативное воздействие на физиологические и психологические процессы в организме. Исследования показывают, что постоянное воздействие шума может приводить к различным заболеваниям, включая болезни сердечно-сосудистой системы, расстройства сна, психические расстройства [1, 2].

Шумовое (акустическое) загрязнение – одна из форм загрязнения окружающей среды, которая состоит в возрастании уровня шума по интенсивности выше природного фона и нарушает жизнедеятельность живых организмов и человека [2]. Шум – это сочетание звуков различной частоты и силы звука (интенсивности), в совокупности представляющих собой одну из форм физического загрязнения. Антропогенное шумовое воздействие неблагоприятным образом влияет на человека, сокращает продолжительность его жизни. К шуму физически невозможно адаптироваться [3]. Сильный шум более 90 дБ приводит к болезням нервно-психического характера, ухудшению слуха вплоть до полной глухоты (свыше 110 дБ), при большей силе звука он вызывает резонанс клеточных структур протоплазмы, ведущий к шумовому опьянению и разрушению тканей.

Для количественной оценки шума используют усредненные параметры, определяемые на основании статистических законов. Для измерения характеристик шума применяются шумомеры с частотными фильтрами, коррелометры, интеграторами и др. Уровень шума чаще всего измеряют в децибелах (дБ) или в акустических децибелах (дБА), последние учитывают восприятие силы звука человеком в соответствии с законом Вебера-Фехнера [4], по которому уровень ощущения (интенсивность звука) пропорционален логарифму интенсивности

раздражителя – звука, улавливаемого слуховым аппаратом человека. Интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости, принимается равной 10^{-12} Вт/м^2. Шумомер состоит из усилителя, к входу которого подключен измерительный микрофон, а к выходу – вольтметр, проградуированный в децибелах. Обычно используются конденсаторные или пьезоэлектрические микрофоны, которые чувствительны к изменениям звукового давления. Уловленный микрофоном звук преобразуется при помощи АЦП в электрический сигнал [4,5]. Этот сигнал представляет собой переменное напряжение или ток, который соответствует амплитуде звуковых волн. Для более точного измерения уровня шума и определения вкладов в общую картину шума от различных частот сигнал может проходить через фильтры. Электронная часть шумомера обрабатывает сигнал и вычисляет уровень звука в дБ или дБА, с помощью интегратора учитывается энергия звуковой волны, дошедшей до микрофона. Измеренный уровень шума отображается на экране устройства, а также может подаваться в виде электрического сигнала на осциллограф или в информационно измерительную систему (ИИС).

Нормирующими параметрами непостоянного (прерывистого, колеблющегося во времени) шума являются эквивалентные и максимальные уровни звука: $L_{экв}$, L_{max} [3]. Интенсивность в 10 – 65 дБА считается нормальной для человека с санитарно-гигиенической позиции. Основные нормативные акты, регламентирующие допустимый уровень шума на рабочем месте, в жилых помещениях, способы измерения уровня шума, защиту от шума, звукоизоляцию: СП 51.13330.2011 Защита от шума, СНиП 23-03-2003 Защита от шума, ГОСТ 12.1.003-2014, ГОСТ 23499-2009.

Последствия воздействия шума на организм человека могут проявляться в виде: нарушений сна, усталости, расстройств нервной и сердечно-сосудистой системы, головной боли, повышенной утомляемости, понижения настроения, понижения способности к учебе и производительности труда, снижения слуха и зрения [5]. Кроме того, происходит резкий выброс стрессовых гормонов – кортизола, адреналина и норадреналина. Под влиянием шума сужаются капилляры кожи и слизистых оболочек, ухудшается периферическое кровообращение. Наблюдается раздражительность, хроническая усталость, головные боли, неврозы и снижение концентрации внимания (при уровне 65–90 дБ). Повышается артериальное давление и риск развития гипертонической болезни сердца. Нарушаются циркадные ритмы, появляется бессонница (ночной шум свыше 42 дБ мешает нормальному засыпанию). По данным ВОЗ, комфортный для человека уровень звука – это 20–30 дБ. Сила звука в 120 – 130 дБ вызывает болевые ощущения, акустическую травму, 186 дБ – разрыв барабанных перепонок, 200 дБ – повреждение тканей легких и сердца.

Инфразвук (частота 16Гц) также оказывает отрицательное воздействие на человека. Это касается не только органов и систем человеческого тела, но и его психики. Когда низкочастотные колебания сплошной среды совпадают с колебаниями сердца и легких, это приводит к усиленному воздействию и повреждениям, вплоть до остановки сердца или дыхания. При длительном воздействии

происходит угнетение умственных способностей человека. Появляются сбои в дыхании, одышка, аритмия, снижение артериального давления, повышается утомляемость, наблюдается состояние, похожее на морскую болезнь [4]. Ухудшаются зрительные функции – снижается острота зрения и поле зрения. При интенсивности (140–155 дБ) могут наступать обмороки, временная потеря зрения, дезориентация. Большие интенсивности (порядка 180 дБ) могут повлечь разрушение тканей, паралич со смертельным исходом.

Через воздушную среду ультразвук тоже может влиять на человека. При воздушном воздействии ультразвука (частота 20000 Гц) могут возникать негативные изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного аппаратов. Среди симптомов выделяют головную боль, головокружение, общую слабость, быструю утомляемость, расстройство сна, раздражительность, ухудшение памяти, повышенную чувствительность к звукам и яркому свету, изменение состава крови [4]. Характер изменений, возникающих в организме под воздействием ультразвука, зависит от силы звука. Сила звука (интенсивность) порядка 80–90 дБ дает стимулирующий эффект – микромассаж, ускорение обменных процессов, но при большей интенсивности (порядка 120 дБ) проявляется поражающий характер ультразвука.

В настоящее время существуют различные способы решения проблемы шумового загрязнения. На всех промышленных предприятиях и по возможности в быту нужно использовать наушники с шумоподавлением (без музыки). Во время сна использовать беруши, что позволит улучшить качество сна, сократить количество нежелательных пробуждений. Требовать значений уровня шума в допустимых по ГОСТ и СНиП пределах. Пересмотреть штрафы за превышение допустимых уровней шума. Разработать зонирование, которое позволит ограничить размещение шумных производств вблизи жилых районов или оградить от шума жилые здания при помощи зданий-экранов [5,6]. Также будут целесообразны варианты планирования городской инфраструктуры: создание зеленых зон, парков, зеленых крыш, биопозитивных подпорных стен, шумозащитных зданий и буферных полос между шумными районами и жилыми зонами, разработка эффективного транспортного планирования, включая выделенные полосы для общественного транспорта и велосипедных дорожек, использование звукоизолирующих материалов и отдельных конструктивных элементов при строительстве зданий (звукоизолирующие двери, окна) [5,6], внедрение технологий, уменьшающих шум от транспорта (например, бесшумные асфальтовые покрытия, шумопоглощающие экраны), применение современных технологий в производстве для снижения уровня шума, установка систем мониторинга уровня шума в городах, на промышленных предприятиях для выявления проблемных зон и оценки эффективности принимаемых мер по известным методам расчета ожидаемого уровня шума [6].

Таким образом, благодаря перечисленным способам удается существенно снизить воздействие шумов и сделать более безопасной бытовую акустическую среду.

Список использованных источников

1. Ильин, И. А. Влияние шума на организм человека / И. А. Ильин // Научный Лидер. – 2022. – № 41(86). – С. 9-11. – EDN RPEPXR.

2. Чиликанова, З. А. Влияние шумового загрязнения на урбоэкосистемы / З. А. Чиликанова, О. А. Мельник // Технологические суверенитеты современной биотехнологии: сборник статей по материалам Всероссийского саммита советов молодых ученых и студенческих научных объединений: 2-х частях, Краснодар, 30 сентября 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 296-298. – EDN MFXHKS.

3. Иришина, Е. И. Методы исследования шумового загрязнения / Е. И. Иришина, В. С. Павлов // Актуальные вопросы лесного хозяйства: Материалы IX международной молодежной научно-практической конференции, Санкт-Петербур, 13–14 ноября 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2025. – С. 33-36. – EDN IUJZRK.

4. Филиппова, А. В. Шумовое загрязнение планеты - глобальная проблема современного мира / А. В. Филиппова, О. В. Фесикова // СТУДЕНТ года 2024 : Сборник статей IV Международного учебно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 09 декабря 2024 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. – С. 493-499. – EDN IJWYCX.

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». – Москва: Стандартинформ, 2021.

6. ГОСТ Р ИСО 11690-1-2025 / ГОСТ Р ИСО 11690-2-2025 «Акустика. Рекомендуемая практика проектирования малошумных рабочих мест в производственных помещениях». – Москва: Российский институт стандартизации, 2025.

THE HEALTH EFFECTS OF NOISE POLLUTION ON HUMANS: MECHANISMS, OUTCOMES AND M ITIGATION

G.M. Albikova

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The article examines noise pollution as a significant anthropogenic factor that negatively affects human physiological and psychological well-being. The aim of the study is to summarize modern noise measurement methods, analyze the key regulatory framework, and evaluate the mechanisms by which sound waves–including infrasound and ultrasound–impact human health.

Keywords: noise pollution, noise meter, noise protection, human health, noise reduction, infrasound, ultrasound, sound insulation, noise monitoring, decibel.

УДК 59.5

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЖИВОТНЫХ ОТ КЛИМАТА ДО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Г.М. Альбикова

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

Статья посвящена обзору влияния основных экологических факторов на животных. Рассматриваются абиотические факторы, биотические взаимодействия и антропогенные воздействия. Обсуждается роль экосистем как условий для жизни животных и значимость сохранения биоразнообразия в условиях экологического кризиса.

Ключевые слова: экология животных, экологические факторы, абиотические факторы, антропогенное воздействие, климатические изменения, среда обитания, биоразнообразие, адаптация.

Мир, в котором обитают животные, представляет собой сложную и динамичную систему, где каждый организм тесно связан с окружающей средой. Экологические факторы, такие как температура, влажность, доступность пищи или присутствие хищников, оказывают колоссальное влияние на жизнь животных, определяя их распространение, поведение, физиологию и даже эволюцию.

Температура, один из важнейших абиотических факторов, диктует правила игры для многих животных. Например, обитатели Арктики, такие как белые медведи, демонстрируют удивительные адаптации к низким температурам, включая густой мех и толстый слой подкожного жира. В то же время, животные, живущие в пустынях, вроде фенеков, разработали механизмы для сохранения воды и терморегуляции [1, 2].

Влажность, не менее важный фактор, влияет на распределение амфибий и рептилий, нуждающихся во влажной среде для выживания. Доступность пищи, определяет численность популяций и конкуренцию между видами. Хищники, в свою очередь, формируют стратегии выживания у жертв, приводя к эволюции камуфляжа, мимикрии и сложных социальных структур [3,4].

Конкуренция за ресурсы, будь то пища, территория или партнеры, также является мощным экологическим фактором. Животные разрабатывают разнообразные стратегии, чтобы превзойти конкурентов, от агрессивного поведения, как у львов [4], до сложных ритуалов ухаживания у птиц [5]. Эти взаимодействия формируют структуру сообществ и влияют на эволюционное развитие видов.

Антропогенные факторы, вызванные деятельностью человека, оказывают все большее влияние на животных. Загрязнение окружающей среды, разрушение среды обитания и изменение климата приводят к сокращению популяций, исчезновению видов и нарушению экологических связей [5]. Многие животные сталкиваются с необходимостью адаптироваться к новым условиям или мигрировать в поисках подходящих мест обитания.

Изучение влияния экологических факторов на животных имеет решающее значение для понимания функционирования экосистем и разработки эффективных стратегий охраны природы. Необходимо учитывать сложные взаимодействия между организмами и окружающей средой, чтобы прогнозировать последствия антропогенного воздействия и принимать меры по сохранению биоразнообразия.

Изучение влияния экологических факторов на животных является одной из ключевых областей современной биологии. Природная среда, в которой обитают животные, оказывает огромное воздействие на их поведение, физиологию и выживаемость. Разнообразие климатических условий, доступность пищи, наличие хищников – все это формирует сложную мозаику факторов, определяющих жизнь животных.

Исследования показывают, что изменения в окружающей среде могут значительно повлиять на популяции животных и даже привести к вымиранию определенных видов [3, 5]. Глобальное потепление, загрязнение окружающей среды, разрушение естественных местообитаний – все это создает угрозу для биоразнообразия планеты. Поэтому, экологические изменения имеют существенное влияние на животных, заставляя их адаптироваться к новым условиям. Изменения климата, загрязнение окружающей среды, потеря мест обитания – все это ставит перед животными необходимость изменить свои поведенческие и физиологические характеристики. Некоторые виды развивают новые адаптации, такие как изменение питания, перемещение в новые места обитания или изменение циклов размножения. Однако не все виды способны так быстро адаптироваться, и экологические изменения могут привести к уменьшению популяций или даже исчезновению некоторых видов. Это подчеркивает важность сохранения экологического баланса для благополучия и выживания животных. Экосистемы играют ключевую роль в формировании и поддержании животного мира. Разнообразные биотопы, такие как леса, саванны, океаны и горы, создают уникальные условия для обитания и развития различных видов животных. Каждая экосистема обладает своими особыми характеристиками, определяющими доступность пищи, укрытий и условий для размножения животных. Антропогенная деятельность вызывает изменения в экосистемах, которые могут оказать значительное влияние на животный мир, приводя к утрате видов и нарушению экологического баланса. Следовательно, сохранение разнообразия и устойчивости экосистем является важным аспектом охраны животного мира.

Как правило, загрязнение окружающей среды имеет серьезное влияние на здоровье животных. Выбросы промышленных предприятий, использование пестицидов и другие загрязнители могут привести к отравлению животных, а также вызвать различные заболевания. Некоторые загрязнители аккумулируются в тканях животных, что может привести к хроническим заболеваниям и снижению их выживаемости. Кроме того, загрязнение окружающей среды может повлиять на пищевую цепь, что также отрицательно скажется на животных. Поэтому необходимо принимать меры по уменьшению загрязнения окружающей среды, чтобы обеспечить здоровье и выживаемость животных.

Климатические изменения имеют значительное влияние на жизнь животных, приводя к изменениям в распространении видов, сезонных миграциях, размножении и питании. Повышение температуры воздуха может вызвать сдвиги в обитаниях и привести к вымиранию определённых видов, не способных адаптироваться к новым условиям. Изменения в осадках могут повлечь за собой снижение доступности пищи и воды для животных, угрожая их выживанию. Различные виды животных реагируют на климатические изменения по-разному, что требует более глубокого изучения и охраны видов, наиболее уязвимых к этим факторам.

Таким образом, сохранение биоразнообразия в условиях экологического кризиса является одной из наиболее актуальных проблем современности. Экологические факторы, такие как загрязнение окружающей среды, изменение климата, потеря мест обитания в результате вырубки лесов и градостроительства, оказывают серьезное влияние на животный мир. Для сохранения биоразнообразия необходимы комплексные меры, такие как создание заповедников, охраняемых территорий, программы по восстановлению и охране экосистем. Также важно проводить образовательную работу с населением о необходимости бережного отношения к природе и ее ресурсам. Лишь совместными усилиями между учеными, правительствами и обществом можно обеспечить сохранение животных видов и их среды обитания на планете.

Список использованных источников

1. Епифанова, И. Э. Обзор основных факторов, определяющих переход тяжёлых металлов из рационов кормления сельскохозяйственных животных в животноводческую продукцию / И. Э. Епифанова, В. Г. Епимахов // Научное обозрение. Биологические науки. – 2022. – № 4. – С. 101-106. – DOI 10.17513/srbs.1301. – EDN ZMAYOW.

2. Сафонова, В. Ю. Влияние экологических факторов среды на показатели функциональной активности щитовидной железы у животных / В. Ю. Сафонова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2(58). – С. 180-182. – EDN VVRYVP.

3. Тяпичева, Д. А. Влияние экологических факторов на здоровье животных / Д. А. Тяпичева // Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества: Материалы XXXIX научно-практической конференции студентов и аспирантов, Брянск, 25–26 апреля 2024 года. – Брянск, 2024. – С. 257-261. – EDN THZZUY.

4. Чернобаева, К. Р. Влияние экологических факторов на животных / К. Р. Чернобаева // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки: сборник статей по материалам CXLVIII студенческой международной научно-практической конференции, Новосибирск, 26 мая 2025 года. 5 (141). – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью "Сибирская академическая книга", 2025. – С. 123-126. – EDN GGHYRN.

5. Влияние экологических факторов на организм животных / И. М. Донник, И. А. Шкуратова, А. Д. Шушарин [и др.] // Ветеринария. – 2007. – № 6. – С. 38-42. – EDN HZYVVL.

THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON ANIMALS: FROM CLIMATE TO POLLUTION AND BIODIVERSITY

G.M. Albikova

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

This article reviews the impact of key environmental factors on animals, examining abiotic factors, biotic interactions, and anthropogenic influences. It discusses the role of ecosystems in providing conditions for animal life and the importance of biodiversity conservation amidst the environmental crisis.

Keywords: animal ecology, environmental factors, abiotic factors, anthropogenic impact, climate change, habitat, biodiversity, adaptation.

УДК 504.06

ГОРОДСКАЯ ЭКОЛОГИЯ: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Г.М. Альбикова

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

В статье представлено описание основных экологических проблем городов.

Ключевые слова: экология, загрязнение, город, шум, загазованность.

Загазованность и запыленность атмосферного воздуха является одной из главных экологических проблем крупных мегаполисов мира [1, 2]. Деятельность крупных промышленных предприятий, тепло и электростанций, а также наличие большого количества транспортных средств представляют собой основными источники этой проблемы. Над крупными городами концентрация газов в атмосфере в 25 раз, а концентрация аэрозолей в 10 раз больше, чем в сельской местности. На сегодняшний день автомобильный транспорт оказывает значительное влияние на формирование санитарных условий. Отработанные газы, выделившиеся в процессе эксплуатации автомобилей, представляют собой главную угрозу для экологической обстановки, вследствие того, что вредные элементы этих газов выбрасываются непосредственно в атмосферу, окружающую людей, на заселенных территориях, где естественный обмен воздуха ограничен вследствие плотной застройки. Около 65-75% атмосферного загрязнения приходится на автотранспортные средства [3].

При оценке последствий загрязнения атмосферы воздуха на территории районов и различных городов нужно учитывать не только развитие автотранспортного парка и промышленности, но также следует брать в расчет

климатические и географические условия, организацию движения автомобильного транспорта и степень освещенности солнечным светом [2, 3].

Одной из самых вредных воздействий на окружающую среду является шумовое загрязнение. Люди издревле живут в окружении звуков, в природе не существует тишины, хотя громкие звуки тоже очень редки. Шорох листьев, щебетание птиц и шелест ветра нельзя назвать шумом. Эти звуки оказывают благотворное влияние на людей. А с развитием технического прогресса проблема шума стала актуальной, что приносит много проблем человечеству и приводит к различным заболеваниям[4]. Принято считать, что звуки не повреждают окружающею среду и воздействует в основном на живые организмы. Исходя из этого, можно утверждать, что загрязнение шумом в последние годы стало экологической проблемой. Шумовые загрязнения городов всегда имеют локальный характер, ведь их источниками являются обыденные для них транспортные средства – железнодорожные, авиационные и городские. Как правило, с каждым годом шумовые загрязнения увеличиваются за счет автотранспортных средств, на долю которых приходиться около 80% от общего шума. Хозяйственная деятельность, планировка жилых кварталов, ограниченное количество зеленых насаждений приводят к тому, что города, особенно крупные, имеют свой микроклимат, который в целом ухудшает его экологические характеристики. Несоответствие температуры воздуха в мегаполисе по сравнению с его окрестностями варьируется от 1 до 4°С, иногда эта разница достигает 8°С. Разница температур объясняется тем, что градостроительство имеет искусственное происхождение, нагревается за счет поглощения солнечной радиации и отражением радиации от городских поверхностей, а также снижается эффективность излучаемого тепла над городом. На высоте около 100-150 м в безветренные дни над территорией города образуется слой температурной инверсии, из-за которого задерживаются загрязненные массы воздуха [4, 5]. Одновременно с этим происходит нагрев центральных районов города из-за значительных тепловых выбросов и интенсивного нагревания каменных, кирпичных и железобетонных сооружений. Из-за загрязнения атмосферного воздуха, а также неоднородностей подстилающей поверхности, обусловленных застройкой, ослабляется эффективное излучение и соответственно уменьшается его ночное охлаждение [5].

Таким образом, снижение городского шума является острой экологической и гигиенической проблемой в связи с увеличением темпов урбанизации. Шум не только травмирует, но и угнетают психику, разрушает здоровье, снижая физические и умственные способности. Высокий эффект защиты от шума достигается при размещении зеленых насаждений вблизи источников шума и одновременно защищаемого объекта. Полное и всестороннее использование зеленых насаждений приводит к оздоровлению городской среды. Наконец, для решения экологических проблем в городах необходимы совершенствование системы управления отходами, модернизация производств и повышение экологической культуры жителей. Только совместные усилия органов власти, предприятий и населения позволят добиться положительных изменений и создать благоприятную среду для жизни в городе.

Список использованных источников

1. Бесланеева, Ж. Х. Современные проблемы развития территорий: социально-экологические приоритеты, альтернативные модели пространственного развития и прикладной анализ на примере города Нальчика / Ж. Х. Бесланеева // Право и управление. – 2025. – № 9. – С. 381-385. – DOI 10.24412/2224-9133-2025-9-381-385. – EDN YIGPPU.

2. Шарипов, Д. А. Стратегия устойчивого развития и глобальные экологические проблемы городов / Д. А. Шарипов // Экология и техносферная безопасность: II Всероссийская молодежная научно-практическая конференция, Тула, 31 мая 2023 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Издательство "Инновационные технологии", 2023. – С. 3-4. – EDN JFKIDP.

3. Жигайлова, Е. О. Анализ экологических проблем в городе Норильск и пути их решения с точки зрения экологического права / Е. О. Жигайлова // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 116-10. – С. 58-61. – DOI 10.18411/trnio-12-2024-432. – EDN CMTFYK.

4. Струначева, И. М. Анализ экологических проблем городов / И. М. Струначева // Студенческий. – 2022. – № 27-3(197). – С. 47-48. – EDN JJNFYD.

5. Калугина, К. Р. Анализ экологических проблем в городе Реж / К. Р. Калугина, В. Ю. Протопопова, Г. В. Харина // Экологическая безопасность в техносферном пространстве: Сборник по материалам Восьмой Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 23 мая 2025 года. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2025. – С. 105-110. – EDN MRQJAV.

URBAN ECOLOGY: ANALYSIS OF CONTEMPORARY PROBLEMS AND SOLUTIONIS

G.M. Albikova

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

This article describes the main environmental problems of cities.

Keywords: ecology, pollution, city, noise, gas pollution.

УДК 504.06

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Г.М. Альбикова

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

Исследование посвящено анализу методов и перспектив вторичной переработки полимерных отходов. Рассмотрена международная система

классификации полимеров, оценена технологическая пригодность различных типов пластика к рециклингу, уровень их экологической опасности. Отдельное внимание уделено проблеме фрагментации полимеров и образованию микропластика, влияющего на биосферу.

Ключевые слова: вторичная переработка, полимерные отходы, маркировка полимеров, микропластик, экологическая безопасность, рециклинг, устойчивое развитие, замкнутый цикл, отходы пластика в окружающей среде.

В настоящее время полимерные материалы нашли широкомасштабное применение в промышленности, строительстве, медицине и быту. Однако длительные сроки естественной деструкции полимеров (от 100 до 500 лет) приводят к их накоплению в окружающей среде. Неконтролируемое захоронение пластиковых отходов вызывает деградацию почвенного покрова, загрязнение гидросферы и формирование устойчивых антропогенных нагрузок [1].

Международная система маркировки (треугольник из стрелок с цифрой 1–7 и буквенным кодом) служит основным инструментом для идентификации химического состава материала и выбора стратегии его утилизации [1, 2]

К материалам, допускающим эффективный рециклинг, относятся:

PET (ПЭТ, полиэтилентерефталат) – маркировка 1. Применяется для изготовления бутылок и пищевых контейнеров. Материал хорошо поддается механической переработке. Регранулят ПЭТ используется в производстве синтетических волокон (флис, текстиль), ковровых покрытий и новой упаковочной тары. Повторное использование ПЭТ-тары без промышленной переработки не рекомендуется из-за риска миграции химических соединений.

HDPE (ПНД, полиэтилен низкого давления) – маркировка 2. Отличается высокой прочностью и химической стойкостью (канистры, флаконы бытовой химии, трубы). Вторичный ПНД востребован в строительной отрасли и при производстве изделий хозяйственного назначения.

PP (полипропилен) – маркировка 5. Термостойкий материал, безопасный для контакта с пищевыми продуктами (крышки, медицинские изделия, автокомпоненты). Успешно перерабатывается в технические детали и упаковку.

Переработка следующих видов пластика сопряжена с технологическими или экономическими ограничениями:

PVC (ПВХ, поливинилхлорид) – маркировка 3. При термическом воздействии выделяет токсичные соединения, включая диоксины. Бытовой ПВХ практически не принимается на переработку из-за сложности очистки и рисков для здоровья.

LDPE (ПВД, полиэтилен высокого давления) – маркировка 4. Мягкие пленки и пакеты. Переработка технологически возможна, однако слаборазвитая инфраструктура сбора и низкая плотность материала делают логистику экономически нецелесообразной.

PS (полистирол) – маркировка 6. Хрупкий материал, выделяющий стирол при нагреве. Из-за низкой плотности и высокой стоимости транспортировки перерабатывается крайне редко, преимущественно направляясь на полигоны.

OTHER (прочие пластики) – маркировка 7. Сборная категория, включающая поликарбонаты, биопластики и композиты. Причем, рециклинг возможен лишь в единичных случаях при наличии специализированного оборудования.

Анализ промышленной практики демонстрирует разнообразие подходов к утилизации полимеров. В РФ функционируют предприятия, специализирующиеся на глубокой переработке. Компания «Уралтермопласт» выпускает полимерный профиль, садовую мебель и дорожные ограничители, полностью состоящие из вторичного сырья. Данный материал устойчив к ультрафиолетовому излучению и влаге. Предприятие «Петромакс» (Московская область) реализует комплексную утилизацию, принимая полимеры совместно с электронными отходами, макулатурой и стеклом. Завод «Фантастик Пластик» (Нижний Новгород) является одним из крупнейших в стране производителей вторичных полимерных гранул [3, 4].

Зарубежные разработки также предлагают альтернативные решения. Мобильный комплекс Trashpresso (Китай), оснащенный солнечными панелями, осуществляет переработку пластиковых отходов непосредственно в местах их накопления с получением строительных плит. В Индии распространена технология модификации дорожного битума измельченным пластиком. Добавление полимерной крошки позволяет сократить расход битума на 8–10 %, одновременно увеличивая прочность и срок службы дорожного покрытия в 3–5 раз, а также утилизируя значительные объемы мусора на километр трассы [5].

Согласно отчетам Всемирного банка, ежегодный глобальный объем образования ТКО превышает 2 млрд. тонн, с прогнозируемым ростом до 3,4 млрд тонн к 2050 году. Критической экологической угрозой является фрагментация макропластика с образованием микропластика (частицы размером менее 5 мм). Микропластик обнаруживается в почвах, водных ресурсах и пищевых продуктах. Интеграция этих частиц в пищевые цепи приводит к их накоплению в организмах, что сопряжено с рисками эндокринных и иных патологий у человека и животных [5, 6].

Таким образом, рециклинг пластиковых отходов представляет собой необходимое условие снижения антропогенной нагрузки на биосферу и источник сырья для промышленности. Переход к экономике замкнутого цикла требует развития инфраструктуры раздельного сбора, совершенствования технологий сортировки и нормативного стимулирования использования вторичных полимеров. Перспективы дальнейших исследований лежат в области разработки полностью биоразлагаемых аналогов и оптимизации методов переработки трудноутилизируемых типов пластика.

Список использованных источников

1. Капустин, Н. О. Перспективы развития отрасли переработки пластиковых отходов в России / Н. О. Капустин // Проблемы прогнозирования. – 2025. – № 2. – С. 45–52.

2. Зеркаль, Д. В. Экологическая безопасность и управление отходами производства и потребления: учебное пособие / Д. В. Зеркаль. – Москва: КноРус, 2023. – 214 с.

3. Чистякова, О. В. Экологический фактор в развитии промышленных производств в Восточной Сибири: национальные и федеральные проекты, опыт ведущих предприятий / О. В. Чистякова // Известия Байкальского государственного университета. – 2026. – Т. 36, № 1. – С. 95-105. – DOI 10.17150/2500-2759.2026.36(1).95-105. – EDN IDXBRJ.

4. Семенова, Н. П. Экология человека: учебное пособие / Н. П. Семенова. – Москва : ООО «Директ-Медиа», 2025. – 142 с. – ISBN 978-5-4499-5145-8. – EDN URJYPP.

5. Поздина, С. В. Экологическая политика России. Проблема пластика / С. В. Поздина // Научный Альманах ассоциации France-Kazakhstan. – 2023. – № 3. – С. 192-197. – EDN ABSJVL.

6. Валиуллина, К. Б. Международно-правовое сотрудничество стран БРИКС в сфере обеспечения экологической безопасности / К. Б. Валиуллина // Московский журнал международного права. – 2026. – № 2. – С. 156-176. – DOI 10.24833/0869-0049-2026-2-156-176. – EDN INRPOE.

POIIMER PROCESSING: MODERN TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL SAFETY

G.M. Albikova

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The research is devoted to the analysis of methods and prospects for the secondary recycling of polymer waste. The international polymer classification system is considered, and the technological suitability of various types of plastic for recycling and their level of environmental hazard are assessed. Special attention is paid to the problem of polymer fragmentation and the formation of microplastics affecting the biosphere.

Keywords: secondary recycling, plastic waste, polymer marking, microplastics, environmental safety, sustainable development, closed-loop system, plastic waste in the environment.

УДК 504.064.36

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЧЕРЕЗ БИОИНДИКАТОРЫ В ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТАХ

Г.М. Альбикова

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

В урбанизированных ландшафтах биоиндикация почв выступает эффективным инструментом оценки экологического состояния. В работе рассматриваются принципы функционирования биоиндикаторов на примере лишайников,

мхов и почвенных беспозвоночных, сравниваются их преимущества и ограничения в задачах мониторинга.

Ключевые слова: экологический мониторинг, биоиндикация; загрязнение почв; урбанизация; тяжёлые металлы; лишайники; почвенные беспозвоночные.

Современные города и прилегающие зоны испытывают значительное антропогенное воздействие на окружающую среду. Почва выступает одной из наиболее уязвимых составляющих экосистемы, накапливая разнообразные загрязнители, в том числе тяжёлые металлы, пестициды и полициклические ароматические углеводороды [1]. Традиционные химические методы анализа обеспечивают высокую точность, но требуют дорогостоящего оборудования, квалифицированного персонала и не всегда позволяют учесть комплексное воздействие загрязнителей на биоту. В связи с этим всё большую популярность приобретает биоиндикация – использование биологических объектов как индикаторов экологического состояния среды [2].

Биоиндикация представляет собой метод экологического мониторинга, при котором состояние окружающей среды оценивается по реакции живых организмов на воздействие различных факторов. Принцип работы биоиндикаторов основан на их способности накапливать загрязнители или изменять физиологические, морфологические и поведенческие характеристики в ответ на стрессовые воздействия. В отличие от физико-химических методов, биоиндикация позволяет оценить именно биологическую доступность загрязнителей, то есть ту их часть, которая может быть усвоена организмами и оказать негативное воздействие на экосистему. Это особенно важно при оценке рисков для здоровья человека и сохранения биоразнообразия в урбанизированных территориях [3].

Наиболее широко применяемыми группами биоиндикаторов для оценки загрязнения почв являются лишайники, мхи и почвенные беспозвоночные.

Таблица 1 – Группы биоиндикаторов и их характеристики.

Группа биоиндикаторов	Накапливаемые загрязнители	Преимущества использования
Лишайники	Тяжёлые металлы, радионуклиды, ПАУ	Высокая чувствительность, широкая распространённость, простота сбора
Мхи	Тяжёлые металлы, пестициды, кислотные осадки	Отсутствие кутикулы, быстрый рост, лёгкая идентификация
Почвенные беспозвоночные	Тяжёлые металлы, нефтепродукты, пестициды	Отражают биодоступность, оценивают целостность экосистемы

Лишайники обладают высокой способностью к накоплению тяжёлых металлов и других токсичных веществ из-за отсутствия корневой системы и эпидермиса с кутикулой. Они получают все необходимые вещества непосредственно из атмосферы и осадков, что делает их чувствительными индикаторами воздушного и выпадающего загрязнения. Мхи, подобно лишайникам, не имеют развитой кутикулы и корневой системы, поэтому эффективно аккумулируют металлы из атмосферных осадков. Кроме того, мхи широко распространены в различных экосистемах, легкодоступны для сбора и идентификации, что облегчает их использование в массовых исследованиях.

Почвенные беспозвоночные, такие как дождевые черви, коллемболы и клещи, играют важную роль в оценке экологического состояния почв. Эти организмы непосредственно контактируют с почвой, поглощают её частицы в процессе питания и являются интегральными индикаторами биодоступности загрязнителей. Изменения в структуре и численности популяций почвенных беспозвоночных позволяют судить о нарушениях в функционировании экосистемы. Например, снижение численности дождевых червей при повышенном содержании меди и цинка в почве является хорошо документированным индикатором загрязнения. Кроме того, биомасса и видовое разнообразие беспозвоночных отражают общее состояние почвенного комплекса, включая его физические, химические и биологические характеристики [4].

Несмотря на очевидные преимущества, методы биоиндикации имеют определённые ограничения. Во-первых, различные группы организмов по-разному реагируют на одни и те же загрязнители, что требует использования нескольких индикаторов для получения достоверной оценки. Во-вторых, естественная изменчивость популяций и сезонные факторы могут вносить погрешности в результаты. В-третьих, биоиндикация не позволяет определить точные концентрации загрязнителей, а лишь указывает на их присутствие и относительный уровень. Поэтому наиболее эффективным подходом является комплексное использование биоиндикационных и химических методов, где биоиндикаторы служат для предварительной оценки территорий и выявления зон, требующих детального лабораторного анализа.

Перспективы развития биоиндикации связаны с созданием стандартизированных протоколов мониторинга, разработкой баз данных по реакциям различных организмов на загрязнители и интеграцией методов в системы экологического контроля. Особый интерес представляет использование молекулярно-биологических методов для выявления изменений в геноме биоиндикаторов под воздействием токсичных веществ. Такие подходы позволяют выявлять загрязнение на ранних этапах, до появления видимых изменений в организмах или экосистеме. В условиях растущей урбанизации биоиндикационные методы становятся необходимым инструментом для сохранения здоровья экосистем и обеспечения экологической безопасности городских территорий [4].

Таким образом, биоиндикация представляет собой эффективный, экономически доступный и экологически обоснованный метод оценки загрязнения почв.

Использование лишайников, мхов и почвенных беспозвоночных позволяет получить оперативную и достоверную информацию о состоянии экосистемы, оценить биодоступность загрязнителей и выявить территории, требующие приоритетного внимания. Комплексное применение биоиндикационных методов в системах экологического мониторинга способствует сохранению почвенного плодородия, биоразнообразия и здоровья населения в условиях интенсивного развития городских агломераций.

Список использованных источников

1. Сергеюк, А. Д. Методы биоиндикации для оценки загрязнения почв в условиях урбанизации / А. Д. Сергеюк // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки: Сборник статей по материалам CLXI студенческой международной научно-практической конференции, Новосибирск, 18 июня 2026 года. – Новосибирск: ООО "Сибирская академическая книга", 2026. – С. 51-55. – EDN KOUREN.

2. Кабипзянова, А. О. Методы биотестирования и биоиндикации для оценки загрязнения почв / А. О. Кабипзянова, Е. А. Дзюба // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды : Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых, посвященной памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка, Пермь, 20–21 апреля 2023 года / Под редакцией С.А. Бузмакова. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2023. – С. 304-308. – EDN IQWGOL.

3. Методические подходы к гигиенической оценке качества почв на современном этапе (обзор литературы) / О. В. Ушакова, М. А. Водянова, И. С. Евсеева [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2026. – Т. 70, № 1. – С. 69-74. – DOI 10.47470/0044-197X-2026-70-1-69-74. – EDN DUSGHE.

4. Горбунов А.В., Красильников П.Н. Биоиндикация загрязнения окружающей среды: учебное пособие. – М.: ГЕОС, 2014. – 176 с.

ENVIRONMENTAL MONITORING SOIL POLLUTION VIA BIOINDICATORS IN URBAN LANDSCAPES

G.M. Albikova

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

In urbanized landscapes, soil bioindication serves as an effective tool for assessing environmental status. This study examines the functioning principles of bioindicators–specifically lichens, mosses, and soil invertebrates–and compares their advantages and limitations in the context of monitoring.

Keywords: environmental monitoring, bioindication; soil pollution; urbanization; heavy metals; lichens; soil invertebrates.

УДК 631.95

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОТХОДОВ САХАРНОЙ ИНДУСТРИИ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Е.В. Батракова

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

В статье систематизированы основные направления воздействия отходов свеклосахарного производства на почвы, рассмотрены особенности влияния сточных вод, фильтрационного осадка (дефеката), транспортерно-моечного осадка и свекловичного жома. Установлено, что поступление органического вещества, соединений кальция, фосфора и калия способно способствовать повышению обеспеченности почв элементами питания, изменению кислотно-основных свойств и активизации отдельных биологических процессов. Одновременно длительное воздействие производственных стоков и отходов сопровождается повышением щелочности, изменением структуры почвенного профиля, накоплением отдельных тяжелых металлов и формированием специфических техногенных почв.

Ключевые слова: сахарная промышленность, почва, отходы производства, экологическая безопасность.

Современное развитие сахарной индустрии необходимо рассматривать как с позиции увеличения объемов и повышения эффективности переработки сахарной свеклы, так и с учетом экологических последствий функционирования свеклосахарных предприятий. Специфика технологического процесса характеризуется значительным потреблением воды и образованием больших объемов вторичных материальных потоков. Так, согласно материалам, приведенным компанией ECO-SPECTRUM [1], при переработке более 40 млн т сахарной свеклы ежегодно образуется около 9 млн м³ сточных вод, 2,3 млн т транспортерно-моечных осадков, 3-4 млн т дефеката и значительные объемы свекловичного жома.

Особое значение данная проблема приобретает для регионов с высокой концентрацией свеклосахарного производства. Экологическая нагрузка здесь имеет пространственно выраженный характер, поскольку воздействию подвергаются не только территории промышленных предприятий и полей фильтрации, но также почвы, поверхностные и подземные воды и другие компоненты прилегающих ландшафтов. В подземных водах в районах такого воздействия отмечается повышение содержания соединений азота и фосфора, железа и марганца.

При этом отходы сахарного производства нельзя однозначно рассматривать исключительно как загрязняющие вещества. Значительная их часть содержит органические соединения и элементы минерального питания и при соблюдении технологических и экологических требований потенциально может использоваться в качестве вторичного ресурса.

В результате продолжительного поступления производственных стоков формируется особая техногенная среда почвообразования (таблица 1).

Таблица 1 – Систематизация воздействия основных отходов сахарной индустрии на почвы

Вид отхода	Компонент	Потенциальное положительное действие	Экологический риск	Направление снижения экологического риска
Сточные воды	органические вещества, взвеси, соли, ПАВ	поступление органического вещества и отдельных элементов питания	загрязнение почв и вод, изменение pH	многоступенчатая очистка, оборотное водоснабжение
Дефекат	$CaCO_3$, $MgCO_3$, органическое вещество, N, P, K	снижение кислотности, поступление Ca и элементов питания	переизвесткование, накопление отдельных тяжелых металлов	нормированное использование как мелиоранта
Свекловичный жом	целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, органические вещества	источник органического вещества	подкисление, брожение при хранении, фитотоксичность	компостирование, биоэнергетика
Транспортерно-моечный осадок	преимущественно почвенный мелкозем, растительные остатки	возможность возврата части минерального материала	изъятие плодородной почвы с корнеплодами, накопление осадков	разделение и подготовка к возврату/утилизации
Поля фильтрации	совокупное многолетнее поступление стоков и осадков	формирование богатого органическим веществом субстрата	техногенная трансформация почв, загрязнение вод, газовые выбросы	мониторинг и последующая рекультивация

Одним из основных каналов воздействия сахарного производства являются производственные сточные воды. В них присутствуют органические и минеральные загрязняющие вещества, взвешенные частицы, соединения кальция и магния, хлориды, сульфаты, фосфаты, нитраты и нитриты, поверхностно-активные вещества и нефтепродукты [2].

Отдельную проблему представляет свекловичный сапонин. Он попадает в стоки в процессе переработки сахарной свеклы, обладает поверхностно-

активными свойствами, способствует вспениванию и затрудняет биологическую очистку. Источниками загрязнения также выступают поврежденные корнеплоды, почвенные примеси, осадки, реагенты, известь, смазочные материалы и вещества, поступающие из жома [3].

Наиболее показательным примером двойственного экологического воздействия является сахарный дефекат. Он имеет щелочную или сильнощелочную реакцию и содержит 40-80 % карбонатов кальция и магния и 10–30 % органического вещества. Кроме того, в его составе присутствуют азот, фосфор и калий. Следовательно, с позиции ресурсного подхода дефекат представляет собой потенциальный мелиорант, позволяющий одновременно воздействовать на кислотность почвы и частично компенсировать вынос элементов питания [4, 5].

Другим крупным компонентом свеклосахарного производства является свекловичный жом. Высокое содержание органических соединений создает предпосылки для его использования в системах биологизации земледелия, компостирования и биоэнергетики. Однако длительное неконтролируемое хранение жома сопровождается процессами брожения и изменением его свойств. Поэтому непосредственное внесение больших объемов органического отхода в почву нельзя считать универсальным экологическим решением. Более рациональным представляется предварительное преобразование жома в стабилизированный продукт – компост или иной органический субстрат.

Исследование научных исследований в данной сфере позволяют сделать вывод, что экологическую проблему сахарной индустрии целесообразно рассматривать через объем и характер образования отходов и их последующего взаимодействия с почвенной системой. В научных материалах таких ученых, как Трубилин А. И., Шоба С. А., Кощаев А. Г., Шеуджен А. Х., Белюченко И. С., Гукалов В. Н., Смагин А. В., Радионов А. И., Терпелец В. И., Корунчикова В. В., Новопольцева Л. С., Выходцева Н. А. отмечается, что длительное размещение отходов приводит к формированию специфических техногенно преобразованных почв. При этом на бывших полях фильтрации процессы трансформации продолжаются и после прекращения эксплуатации территории.

Следовательно, экологическая стратегия сахарной индустрии должна включать два взаимосвязанных направления. Первое предполагает предотвращение неконтролируемого поступления загрязняющих веществ в почву, второе связано с вовлечением пригодных отходов в хозяйственный оборот после оценки их состава и экологической безопасности.

Список использованных источников

1. Официальный сайт компании ECO-SPECTRUM // https://ecospectrum.ru /newww/

2. Использование вторичных ресурсов сахарных заводов / В. Я. Мищенко, Е. М. Кувардина, О. Г. Локтионова, Д. А. Фролова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2012. – № 2-1. – С. 274-277.

3. Борзенков, А. А. Проблемы использования свекловичного жома сахарными заводами / А. А. Борзенков // Сахар. – 2023. – № 11. – С. 38-39.

4. Гурин, А. Г. Агроэкологическая оценка использования отходов сахарного производства в качестве нетрадиционного удобрения на посевах яровой пшеницы / А. Г. Гурин, Ю. В. Басов, В. В. Гнеушева // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : IV Международная научная экологическая конференция. Том 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 259-261.

5. Ибрагимов, А. Г. Экологические проблемы сельского хозяйства / А. Г. Ибрагимов // Аграрная наука. – 2019. – № 4. – С. 73-75.

ECOLOGICAL TRANSFORMATION OF SOILS UNDER THE INFLUENCE OF WASTE FROM THE SUGAR INDUSTRY AND DIRECTIONS FOR THEIR RATIONAL USE

E.V. Batrakova

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

The article systematizes the main directions of the impact of beet sugar production waste on soils, examines the specific features of the influence of wastewater, filtration sludge (defecate), conveyor-washing sludge, and beet pulp. It has been established that the input of organic matter, calcium, phosphorus, and potassium compounds can contribute to an increase in the availability of nutrients in the soil, a change in the acid–base properties, and the activation of certain biological processes. At the same time, prolonged exposure to industrial wastewater and waste is accompanied by an increase in alkalinity, a change in the structure of the soil profile, the accumulation of certain heavy metals, and the formation of specific technogenic soils.

Keywords: sugar industry, soil, production waste, environmental safety.

УДК 504

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НАБЕРЕЖНЫХ

Е.Д. Бауман

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Предлагается рассматривать набережную не только как линейное общественное пространство, но и как многофункциональную экологическую систему, объединяющую рекреационные и природоохранные функции.

Ключевые слова: набережная, водно-зелёный каркас, архитектурно-ландшафтная организация, биоразнообразие, экологическая устойчивость, городская среда.

Набережная является особым типом городского пространства, поскольку располагается на границе двух различных по своей природе систем – урбанизированной территории и водного ландшафта, но эта граница не должна восприниматься исключительно как линия разделения, а напротив, она должна представлять собой переходную зону, в которой могут взаимодействовать природные и архитектурные процессы.

Прибрежная территория часто формируется как жёстко организованная полоса между водой и застройкой. Её основными элементами становятся подпорные стены, бетонные откосы, пешеходные покрытия, транспортные магистрали и отдельные декоративные посадки для необходимой инженерной защиты.

И вот предлагаемый экологически ориентированный подход представляет изменение самого принципа отношения к набережной, то есть, набережная уже должна рассматриваться как переходное пространство, способное выполнять несколько функций одновременно. То есть, с одной стороны, набережная должна быть общественным пространством, предназначенным для движения, отдыха, общения, спорта и проведения городских мероприятий, но, с другой стороны, она должна создать связь между отдельными природными участками, участвовать в регулировании поверхностного стока, поддерживать растительные и животные сообщества, снижать воздействие городского теплового острова и формировать локальные благоприятные микроклиматические условия.

Таким образом, набережная становится частью более крупной пространственной системы.

Итак, прибрежные территории обладают значительным потенциалом для решения этих задач: вода и растительность могут оказывать непосредственное влияние на температурный режим, влажность воздуха, движение воздушных потоков и качество городской среды, а озеленённые пространства вдоль воды могут создавать условия для проветривания городской территории, снижать перегрев твёрдых покрытий и формировать локальные зоны климатического комфорта, где особое значение имеет растительность. В архитектурно-ландшафтной организации набережной она должна рассматриваться не как декоративное дополнение к архитектуре, а как самостоятельный структурный компонент, то есть, получается, что в этом смысле древесно-кустарниковая растительность, травянистые сообщества, прибрежные растения и другие формы озеленения способны выполнять одновременно пространственную, экологическую и функциональную роль. К примеру, многоярусная структура растительности может создать более устойчивые растительные сообщества, где верхний ярус деревьев формирует тень и снижает перегрев территории; кустарниковый ярус создаёт пространственные границы и укрытия; травянистый покров защищает почву и участвует в регулировании поверхностного стока. Прибрежная растительность, в свою очередь, может выполнять дополнительную функцию по укреплению берегов и созданию местообитаний для различных видов.

Но для поддержания биоразнообразия принципиальное значение имеет не только количество зелёных насаждений, но и их качественное разнообразие: однотипные декоративные посадки обладают ограниченной экологической

ценностью, а более устойчивой является структура, в которой присутствуют различные виды и жизненные формы растений, соответствующие локальным природным условиям.

В этом отношении важно отказаться от представления о благоустройстве как о полном преобразовании природного участка. В ряде случаев экологически более эффективным решением является сохранение существующей растительности, восстановление деградированных участков, создание буферных зон и формирование мозаичной структуры ландшафта.

Биоразнообразие в городской среде зависит также от пространственной связности природных участков, имеется в виду то, что отдельные небольшие природные фрагменты, окружённые дорогами и плотной застройкой, оказываются изолированными, а водно-зелёный каркас позволяет уменьшить такую фрагментацию посредством формирования экологических коридоров. Набережные в этом случае могут выполнять функцию линейных связующих элементов между различными зелёными территориями.

Также можно выделить зоны контакта воды и суши, так как именно здесь формируется специфическая экологическая среда, отличающаяся повышенным разнообразием условий. Например, жёсткое бетонирование береговой линии сокращает количество таких переходных зон и тем самым ограничивает возможности развития природных сообществ, поэтому при отсутствии инженерных ограничений целесообразно применять решения, позволяющие сохранить или восстановить природную структуру берега. И вместо сплошной вертикальной стенки в отдельных случаях могут применяться пологие откосы, террасированные участки, растительные полосы, водопроницаемые поверхности, биоинженерные конструкции и другие природно-ориентированные решения, чтобы совместить инженерную защиту территории с экологическими функциями. Однако применение подобных решений должно учитывать конкретные гидрологические и геоморфологические условия. Поэтому универсальной модели благоустройства береговой линии не существует, и для каждого участка необходим анализ режима воды, скорости течения, сезонных колебаний уровня, характера грунтов, существующей растительности и степени антропогенной нагрузки.

Но экологическая ориентация не означает отказа от архитектурной выразительности и общественных функций, напротив, одной из важнейших задач является поиск баланса между интенсивным использованием территории и сохранением природных компонентов.

Принцип паритетности природных и искусственных компонентов заключается не в буквальном равенстве площадей, а в их функциональном взаимодействии, где архитектура должна не вытеснять природную среду, а формировать с ней взаимодополняющую систему.

Важным элементом такой организации становится зонирование. На протяжённой набережной целесообразно выделять участки различной степени интенсивности использования. К примеру, центральные общественные пространства могут обладать высокой плотностью благоустройства, развитой инфраструктурой, площадями для мероприятий и активными рекреационными функциями; на других участках приоритет может отдаваться спокойному отдыху, природному

ландшафту или восстановлению экосистем. Получается, набережная не может проектироваться независимо от города, и должна рассматриваться как часть его пространственной структуры.

Таким образом, экологизация набережных не должна сводиться к механическому увеличению площади зелёных насаждений. Количество растительности само по себе не гарантирует повышение биоразнообразия. Необходимо учитывать качество местообитаний, связность территорий, видовой состав, структуру растительности и влияние антропогенной нагрузки. В этом контексте, перспективным направлением становится формирование мозаичной структуры набережной, в которой интенсивно используемые общественные пространства чередуются с озеленёнными участками, природными фрагментами и зонами экологического восстановления.

Список использованных источников

1. Калинина, Ю.Е., Васильева, Н.А. (2014). Экологическое строительство - новое качество жизни. Новые идеи нового века, 3, 71-77.

ECOLOGICAL SUSTAINABILITY AND BIODIVERSITY OF COASTAL AREAS OF EMBANKMENTS

E.D. Bauman

Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

It is proposed to consider the embankment not only as a linear public space, but also as a multifunctional ecological system combining recreational and environmental protection functions.

Keywords: embankment, water-green framework, architectural and landscape organization, biodiversity, ecological sustainability, urban environment.

УДК 504

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Е.Д. Бауман

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия

Цель статьи заключается в комплексном рассмотрении основных проблем современного природопользования.

Ключевые слова: природопользование, природные ресурсы, окружающая среда, экологические проблемы, рациональное природопользование.

Современная экономическая система основана на постоянном движении природных ресурсов: сырьё извлекается из недр и биосферы, транспортируется,

перерабатывается и превращается в товары и инфраструктуру, после чего использования значительная часть материалов возвращается в окружающую среду в форме отходов и загрязняющих веществ. Таким образом, между экономическим развитием и состоянием природы существует непрерывная взаимосвязь.

И проблема заключается в том, что природные системы обладают определёнными пределами устойчивости, так как способны восстанавливаться и компенсировать лишь часть антропогенных воздействий, но при чрезмерной нагрузке восстановительные процессы становятся недостаточными, в результате чего постепенно нарушается способность экосистем поддерживать собственные функции.

Само понятие «природопользование» представляет собой совокупность форм и способов использования человеком природных ресурсов и природных условий, включая добычу полезных ископаемых, использование водных и земельных ресурсов, лесозаготовку, сельскохозяйственную деятельность, рыболовство, производство энергии и множество других процессов, так как человеческое общество объективно зависит от природы и не может существовать без воды, продовольствия, энергии и материалов. Поэтому основной вопрос заключается не в том, необходимо ли использовать природные ресурсы, а в том, каким образом и в каких масштабах это осуществляется.

Главное противоречие современного природопользования заключается между постоянно растущими потребностями общества и ограниченными возможностями природных систем, так как экономика заинтересована в увеличении производства, расширении инфраструктуры и повышении потребления, тогда как природная среда имеет конечные запасы многих ресурсов и ограниченную способность к восстановлению.

Особенно наглядно это проявляется в отношении невозобновляемых ресурсов: минеральное сырьё формировалось в течение геологических эпох, поэтому его естественное восполнение в масштабах человеческой истории практически невозможно, но лаже возобновляемые ресурсы не являются бесконечными. Лес, рыба, плодородная почва и пресная вода способны восстанавливаться только при условии, что интенсивность их использования не превышает естественные возможности воспроизводства.

Именно поэтому понятие рационального природопользования имеет принципиальное значение и предполагает такое использование природных ресурсов, при котором удовлетворение потребностей общества сочетается с сохранением природных систем и их способности выполнять экологические функции.

Итак, одним из основных факторов экологического воздействия является добыча и переработка минеральных ресурсов, добыча которых сопровождается значительным преобразованием природных территорий. При открытой разработке месторождений уничтожается растительный покров, снимается почвенный слой, изменяется рельеф. Возникают карьеры, отвалы и хвостохранилища, а при подземной добыче возможны нарушения геологического строения и гидрологического режима территорий. Дополнительную экологическую нагрузку

создаёт переработка сырья, так как для получения конечного материала необходимо затратить энергию, воду и дополнительные ресурсы, а сам производственный процесс сопровождается выбросами и образованием отходов.

Таким образом, экологические последствия добычи не ограничиваются непосредственно местом расположения месторождения.

Вода - она также необходима практически для всех отраслей экономики, так как используется в сельском хозяйстве, промышленности, энергетике и коммунальном хозяйстве. Однако интенсивный водозабор в сочетании с загрязнением может приводить к снижению качества и доступности водных ресурсов. Проблема водопользования заключается в том, что загрязнённая вода не может рассматриваться как полноценный ресурс даже при наличии достаточного физического объёма. В водные объекты поступают промышленные и коммунальные стоки, нефтепродукты, соединения азота и фосфора, тяжёлые металлы и другие загрязняющие вещества,а изменение химического состава воды нарушает жизнедеятельность водных организмов и способно приводить к деградации целых водных экосистем.

Также интенсивное сельское хозяйство, строительство, добыча полезных ископаемых и урбанизация приводят к сокращению и деградации земель: эрозия, засоление, уплотнение, загрязнение и потеря органического вещества снижают плодородие почв. В результате общество сталкивается не только с экологической, но и с экономической проблемой, поскольку деградация почв снижает производительность сельскохозяйственных территорий. Леса тоже являются источником древесины, но их экологическое значение значительно шире. Они участвуют в регулировании водного режима, накоплении углерода, формировании почв и поддержании биоразнообразия, а вырубка и фрагментация лесных территорий поэтому могут приводить к целому комплексу последствий: изменению водного баланса, эрозии почв, сокращению местообитаний и изменению углеродного цикла.

Таким образом, наиболее очевидным результатом чрезмерной эксплуатации природы является истощение природных ресурсов. Однако истощение нельзя понимать исключительно как физическое исчезновение определённого вещества или компонента природы, и в ряде случаев ресурс формально продолжает существовать, но становится экономически или экологически непригодным для использования. Например, вода может сохраняться в достаточном объёме, но её загрязнение способно сделать её непригодной для питьевого или хозяйственного использования; земля может оставаться физически на месте, но потеря плодородия превращает её в значительно менее ценный ресурс; лес может быть восстановлен по площади, но восстановление сложной естественной экосистемы может занимать значительно больше времени.

Следовательно, истощение природного капитала имеет количественную и качественную стороны.

Но особую тревогу вызывает сокращение биоразнообразия.

Международная научная оценка показывает, что изменение землепользования и непосредственная эксплуатация природных ресурсов являются одними из основных факторов современной утраты биоразнообразия, а утрата биоразнообразия имеет долгосрочные последствия, поскольку каждый вид является частью сложной системы экологических связей. Сокращение отдельных популяций может нарушать пищевые цепи и снижать устойчивость экосистем к внешним воздействиям.

Таким образом, современная экологическая ситуация показывает, что сохранение существующей модели интенсивного ресурсопотребления в долгосрочной перспективе создаёт значительные риски, и, вместе с тем полный отказ от использования природных ресурсов невозможен. Поэтому необходима постепенная трансформация самой системы природопользования.

Важным направлением является изменение отношения к отходам: материалы должны рассматриваться не только как то, что необходимо удалить после окончания использования, но и как потенциальный вторичный ресурс. Также и предотвращение разрушения естественных территорий зачастую эффективнее и экономически целесообразнее, чем их последующее восстановление. Поэтому особое значение имеют охраняемые природные территории, экологические коридоры, восстановление деградированных земель и сохранение природных лесов и водно-болотных экосистем.

Получается, современное природопользование должно перейти от преимущественно потребительской модели к модели устойчивого управления природным капиталом, суть корой заключается в том, чтобы использовать природные ресурсы не только с учётом текущих экономических потребностей, но и с учётом долгосрочных возможностей природных систем.

Список использованных источников

1. Голованов Е.Б. Экономика природопользования: текст лекций: Изд-во Юж.-Урал. гос. ун-та, 2009 - 138 с.

2. Гущина Н. А. Природа и окружающий мир. - М.: Книжный мир, - 2010. - 426 с.

PROBLEMS OF MODERN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

E.D. Bauman

Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

The purpose of the article is to comprehensively address the main problems of modern environmental management.

Keywords: nature management, natural resources, environment, environmental problems, rational use of natural resources.

УДК 574.4:502.1

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ

М.М. Бессмертный

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена проблеме «связь биоразнообразия с функционированием экосистем». Цель работы состоит в обобщении экологических механизмов, определяющих устойчивость природных систем, и в выделении практических направлений их сохранения. Рассмотрены основные факторы риска, подходы к наблюдению и принципы принятия природоохранных решений. Показано, что эффективность мер определяется сочетанием регулярного мониторинга, сохранения местообитаний и учёта региональных условий.

Ключевые слова: биоразнообразие, экосистемные функции, устойчивость, мониторинг, природные сообщества.

Проблема, рассматриваемая в статье, связана с тем, что связь биоразнообразия с функционированием экосистем становится важной частью современной экологической повестки. Природные системы испытывают совокупное воздействие хозяйственной деятельности и климатических изменений, поэтому оценка состояния отдельных видов не должна отделяться от анализа условий их существования. Научный интерес к данной теме обусловлен необходимостью перехода от разрозненных наблюдений к решениям, учитывающим пространственные и временные изменения в экосистемах [1; 2].

Существенное значение имеет упрощение видового состава, разрыв трофических связей и снижение способности сообществ к саморегуляции. Эти процессы действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Методическая основа работы состоит в анализе роли видового и функционального разнообразия в поддержании экологических процессов. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает

круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Практическая ценность исследования определяется возможностью обосновать сохранение местообитаний, поддержание экологической связности и включение показателей биоразнообразия в оценку проектов. Приоритет следует отдавать профилактике ущерба, поскольку восстановление сложных природных комплексов требует длительного времени и не всегда возвращает исходное состояние. Для выбора мер необходима оценка рисков, определение уязвимых участков и согласование действий научных организаций, органов управления, природопользователей и местных сообществ [4; 5].

Современные средства наблюдения расширяют возможности экологических исследований, однако не заменяют полевую проверку. Геоинформационные технологии, спутниковые снимки и автоматические датчики позволяют увидеть пространственную картину и быстрее обнаружить изменения. Полевые маршруты, учёты и экспертная идентификация дают содержательное объяснение выявленным закономерностям. Наиболее надёжные выводы формируются при объединении этих источников данных в единой системе мониторинга [1; 3].

Фундаментальная связь биоразнообразия с функционированием экосистем раскрыта в работе Н. А. Щипанова и А. А. Калинина [1]. Авторы рассматривают разнообразие не только как совокупность видов, но и как систему экологических ролей, обеспечивающих протекание ключевых биогеохимических процессов. Показано, что устойчивость экосистемы определяется не столько общим числом видов, сколько наличием и сохранностью функциональных групп, отвечающих за круговорот веществ, почвообразование и регуляцию численности организмов. Утрата даже небольшого числа функционально значимых видов способна запустить цепочку изменений, которые не сразу проявляются в общих показателях разнообразия. Особое значение авторы придают общим принципам мониторинга экосистем: повторяемости наблюдений, сопоставимости методик и прозрачности критериев оценки.

Существенное значение имеет упрощение видового состава, разрыв трофических связей и снижение способности сообществ к саморегуляции. Эти процессы действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Таким образом, связь биоразнообразия с функционированием экосистем требует междисциплинарного подхода и долговременной системы наблюдений.

Научно обоснованная природоохранная политика должна опираться на сопоставимые данные, учитывать региональные особенности и оценивать последствия решений до начала хозяйственного освоения. Сочетание мониторинга, сохранения местообитаний и экологического просвещения создаёт условия для поддержания устойчивости природных сообществ и сохранения их функций в интересах нынешнего и будущих поколений [2; 5].

Список использованных источников

1. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

2. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

3. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

4. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM FUNCTIONING

M.M. Bessmertny

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines biodiversity and ecosystem functioning. Its purpose is to summarise ecological mechanisms that determine the resilience of natural systems and to identify practical conservation measures. The paper considers key risk factors, monitoring approaches and principles of environmental decision-making. Effective measures require regular monitoring, habitat conservation and consideration of regional conditions.

Keywords: biodiversity, ecosystem functions, resilience, monitoring, natural communities.

УДК 551.583:574

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

М.М. Бессмертный

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена проблеме «воздействие климатических изменений на биоразнообразие». Цель работы состоит в обобщении экологических механизмов, определяющих устойчивость природных систем, и в выделении практических направлений их сохранения. Рассмотрены основные факторы риска, подходы к наблюдению и принципы принятия природоохранных решений. Показано, что эффективность мер определяется сочетанием регулярного мониторинга, сохранения местообитаний и учёта региональных условий.

Ключевые слова: изменение климата, биоразнообразие, экосистемы, адаптация видов, охрана природы.

Проблема, рассматриваемая в статье, связана с тем, что воздействие климатических изменений на биоразнообразие становится важной частью современной экологической повестки. Природные системы испытывают совокупное воздействие хозяйственной деятельности и климатических изменений, поэтому оценка состояния отдельных видов не должна отделяться от анализа условий их существования. Научный интерес к данной теме обусловлен необходимостью перехода от разрозненных наблюдений к решениям, учитывающим пространственные и временные изменения в экосистемах [1; 2].

Существенное значение имеет перестройка температурного режима, изменение увлажнения и рост частоты экстремальных явлений. Эти процессы действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Методическая основа работы состоит в сопоставлении наблюдений за состоянием популяций, местообитаний и сезонных явлений. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов

и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Практическая ценность исследования определяется возможностью обосновать сохранение связности природных территорий, снижение локальных нагрузок и развитие наблюдательных сетей. Приоритет следует отдавать профилактике ущерба, поскольку восстановление сложных природных комплексов требует длительного времени и не всегда возвращает исходное состояние. Для выбора мер необходима оценка рисков, определение уязвимых участков и согласование действий научных организаций, органов управления, природопользователей и местных сообществ [4; 5].

Современные средства наблюдения расширяют возможности экологических исследований, однако не заменяют полевую проверку. Геоинформационные технологии, спутниковые снимки и автоматические датчики позволяют увидеть пространственную картину и быстрее обнаружить изменения. Полевые маршруты, учёты и экспертная идентификация дают содержательное объяснение выявленным закономерностям. Наиболее надёжные выводы формируются при объединении этих источников данных в единой системе мониторинга [1; 3]. Региональные исследования подтверждают, что реакция наземных экосистем на климатические факторы существенно различается в зависимости от ландшафтных условий. М. П. Васильев и соавторы [4] на примере Северо-Западного региона России показали, что изменения температуры и осадков отражаются на состоянии растительности, почвенном режиме и продуктивности экосистем. Эти результаты важны для понимания того, что универсальные сценарии адаптации не могут быть эффективны без привязки к конкретным территориям. Особого внимания требуют экотоны и переходные зоны, где даже небольшие климатические сдвиги вызывают заметную перестройку сообществ.

Методическая основа работы состоит в сопоставлении наблюдений за состоянием популяций, местообитаний и сезонных явлений. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Таким образом, воздействие климатических изменений на биоразнообразие требует междисциплинарного подхода и долговременной системы наблюдений. Научно обоснованная природоохранная политика должна опираться на сопоставимые данные, учитывать региональные особенности и оценивать последствия решений до начала хозяйственного освоения. Сочетание мониторинга, сохранения местообитаний и экологического просвещения создаёт условия для поддержания устойчивости природных сообществ и сохранения их функций в интересах нынешнего и будущих поколений [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

CLIMATE CHANGE AND BIODIVERSITY CONSERVATION

M.M. Bessmertny

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines climate change and biodiversity conservation. Its purpose is to summarise ecological mechanisms that determine the resilience of natural systems and to identify practical conservation measures. The paper considers key risk factors, monitoring approaches and principles of environmental decision-making. Effective measures require regular monitoring, habitat conservation and consideration of regional conditions.

Keywords: climate change, biodiversity, ecosystems, species adaptation, nature conservation.

УДК 551.583:574.4

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ТРАНСФОРМАЦИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

М.М. Бессмертный

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена проблеме «трансформация наземных экосистем под влиянием климатических факторов». Цель работы состоит в обобщении экологических механизмов, определяющих устойчивость природных систем, и в выделении практических направлений их сохранения. Рассмотрены основные факторы риска, подходы к наблюдению и принципы принятия природоохранных решений. Показано, что эффективность мер определяется сочетанием регулярного мониторинга, сохранения местообитаний и учёта региональных условий.

Ключевые слова: климатические факторы, наземные экосистемы, температура, осадки, экологические риски.

Проблема, рассматриваемая в статье, связана с тем, что трансформация наземных экосистем под влиянием климатических факторов становится важной частью современной экологической повестки. Природные системы испытывают совокупное воздействие хозяйственной деятельности и климатических изменений, поэтому оценка состояния отдельных видов не должна отделяться от анализа условий их существования. Научный интерес к данной теме обусловлен необходимостью перехода от разрозненных наблюдений к решениям, учитывающим пространственные и временные изменения в экосистемах [1; 2].

Существенное значение имеет изменение соотношения тепла и влаги, погодные аномалии и возрастание межгодовой изменчивости. Эти процессы действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Методическая основа работы состоит в анализе климатических рядов совместно с данными о растительности, почвах и состоянии сообществ. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает

круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Практическая ценность исследования определяется возможностью обосновать регионально дифференцированные меры адаптации и учёт экологических ограничений в землепользовании. Приоритет следует отдавать профилактике ущерба, поскольку восстановление сложных природных комплексов требует длительного времени и не всегда возвращает исходное состояние. Для выбора мер необходима оценка рисков, определение уязвимых участков и согласование действий научных организаций, органов управления, природопользователей и местных сообществ [4; 5].

Современные средства наблюдения расширяют возможности экологических исследований, однако не заменяют полевую проверку. Геоинформационные технологии, спутниковые снимки и автоматические датчики позволяют увидеть пространственную картину и быстрее обнаружить изменения. Полевые маршруты, учёты и экспертная идентификация дают содержательное объяснение выявленным закономерностям. Наиболее надёжные выводы формируются при объединении этих источников данных в единой системе мониторинга [1; 3].

Среди конкретных факторов, усиливающих климатические риски для наземных экосистем, особое место занимают пожары. А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов и другие [5] показали, что пожары выступают не только непосредственной причиной гибели организмов, но и фактором долговременной утраты функций лесных экосистем. Изменение климата увеличивает продолжительность пожароопасного сезона и частоту крупных пожаров, что создаёт дополнительные угрозы для биоразнообразия. Восстановление после таких нарушений может занимать десятилетия и не всегда приводит к возвращению исходного сообщества. Поэтому противопожарные меры и управление ландшафтами должны рассматриваться как составная часть стратегии адаптации наземных экосистем к климатическим изменениям.

Современные средства наблюдения расширяют возможности экологических исследований, однако не заменяют полевую проверку. Геоинформационные технологии, спутниковые снимки и автоматические датчики позволяют увидеть пространственную картину и быстрее обнаружить изменения. Полевые маршруты, учёты и экспертная идентификация дают содержательное объяснение выявленным закономерностям. Наиболее надёжные выводы формируются при объединении этих источников данных в единой системе мониторинга [1; 3].

Таким образом, трансформация наземных экосистем под влиянием климатических факторов требует междисциплинарного подхода и долговременной системы наблюдений. Научно обоснованная природоохранная политика должна опираться на сопоставимые данные, учитывать региональные особенности и

оценивать последствия решений до начала хозяйственного освоения. Сочетание мониторинга, сохранения местообитаний и экологического просвещения создаёт условия для поддержания устойчивости природных сообществ и сохранения их функций в интересах нынешнего и будущих поколений [2; 5].

Список использованных источников

1. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

2. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

3. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

4. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

CLIMATIC FACTORS OF TERRESTRIAL ECOSYSTEM TRANSFORMATION

M.M. Bessmertny

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines climatic factors of terrestrial ecosystem transformation. Its purpose is to summarise ecological mechanisms that determine the resilience of natural systems and to identify practical conservation measures. The paper considers key risk factors, monitoring approaches and principles of environmental decision-making. Effective measures require regular monitoring, habitat conservation and consideration of regional conditions.

Keywords: climatic factors, terrestrial ecosystems, temperature, precipitation, environmental risks.

УДК 630.43:574

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

М.М. Бессмертный

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена проблеме «последствия лесных пожаров для биоразнообразия». Цель работы состоит в обобщении экологических механизмов, определяющих устойчивость природных систем, и в выделении практических направлений их сохранения. Рассмотрены основные факторы риска, подходы к наблюдению и принципы принятия природоохранных решений. Показано, что эффективность мер определяется сочетанием регулярного мониторинга, сохранения местообитаний и учёта региональных условий.

Ключевые слова: лесные пожары, лесные экосистемы, биоразнообразие, восстановление, мониторинг.

Проблема, рассматриваемая в статье, связана с тем, что последствия лесных пожаров для биоразнообразия становится важной частью современной экологической повестки. Природные системы испытывают совокупное воздействие хозяйственной деятельности и климатических изменений, поэтому оценка состояния отдельных видов не должна отделяться от анализа условий их существования. Научный интерес к данной теме обусловлен необходимостью перехода от разрозненных наблюдений к решениям, учитывающим пространственные и временные изменения в экосистемах [1; 2].

Существенное значение имеет учащение пожароопасных периодов, повреждение местообитаний и нарушение почвенно-растительного покрова. Эти процессы действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Методическая основа работы состоит в оценке изменений видового состава до и после пожара и учёте интенсивности воздействия. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет

очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Практическая ценность исследования определяется возможностью обосновать профилактика возгораний, раннее обнаружение, восстановление участков и долгосрочный мониторинг. Приоритет следует отдавать профилактике ущерба, поскольку восстановление сложных природных комплексов требует длительного времени и не всегда возвращает исходное состояние. Для выбора мер необходима оценка рисков, определение уязвимых участков и согласование действий научных организаций, органов управления, природопользователей и местных сообществ [4; 5].

Современные средства наблюдения расширяют возможности экологических исследований, однако не заменяют полевую проверку. Геоинформационные технологии, спутниковые снимки и автоматические датчики позволяют увидеть пространственную картину и быстрее обнаружить изменения. Полевые маршруты, учёты и экспертная идентификация дают содержательное объяснение выявленным закономерностям. Наиболее надёжные выводы формируются при объединении этих источников данных в единой системе мониторинга [1; 3].

Региональная специфика пожаров требует учёта ландшафтных и климатических особенностей территорий. В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов и Б. Н. Порфирьев [3] подчёркивают значительную пространственную неоднородность климатических трендов на территории России и высокую уязвимость ряда экосистем. Это означает, что одинаковые по площади и интенсивности пожары в разных регионах могут приводить к принципиально разным последствиям для биоразнообразия. Для корректной оценки ущерба необходимы регионально адаптированные критерии и длительные ряды наблюдений.

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Таким образом, последствия лесных пожаров для биоразнообразия требует междисциплинарного подхода и долговременной системы наблюдений. Научно обоснованная природоохранная политика должна опираться на сопоставимые данные, учитывать региональные особенности и оценивать последствия решений до начала хозяйственного освоения. Сочетание мониторинга, сохранения местообитаний и экологического просвещения создаёт условия для поддержания устойчивости природных сообществ и сохранения их функций в интересах нынешнего и будущих поколений [2; 5].

Список использованных источников

1. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.]

// Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

2. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

3. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

4. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

5. Ваганов, Е. А. Оценка вклада российских лесов в снижение рисков климатических изменений / Е. А. Ваганов, Б. Н. Порфирьев, А. А. Широв, А. Ю. Колпаков, А. И. Пыжев // Экономика региона. – 2021. – Т. 17, № 4. – С. 1096–1109. – DOI 10.17059/ekon.reg.2021-4-4. – EDN IQGRGN.

FOREST FIRES AND BIODIVERSITY RESILIENCE

M.M. Bessmertny

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines forest fires and biodiversity resilience. Its purpose is to summarise ecological mechanisms that determine the resilience of natural systems and to identify practical conservation measures. The paper considers key risk factors, monitoring approaches and principles of environmental decision-making. Effective measures require regular monitoring, habitat conservation and consideration of regional conditions.

Keywords: forest fires, forest ecosystems, biodiversity, restoration, monitoring.

УДК 502.175:574

МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

М.М. Бессмертный

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена проблеме «организация мониторинга биоразнообразия». Цель работы состоит в обобщении экологических механизмов, определяющих устойчивость природных систем, и в выделении практических направлений их сохранения. Рассмотрены основные факторы риска, подходы к наблюдению и принципы принятия природоохранных решений. Показано, что эффективность

мер определяется сочетанием регулярного мониторинга, сохранения местообитаний и учёта региональных условий.

Ключевые слова: мониторинг, биоразнообразие, индикаторы, экосистемы, экологические данные.

Проблема, рассматриваемая в статье, связана с тем, что организация мониторинга биоразнообразия становится важной частью современной экологической повестки. Природные системы испытывают совокупное воздействие хозяйственной деятельности и климатических изменений, поэтому оценка состояния отдельных видов не должна отделяться от анализа условий их существования. Научный интерес к данной теме обусловлен необходимостью перехода от разрозненных наблюдений к решениям, учитывающим пространственные и временные изменения в экосистемах [1; 2].

Существенное значение имеет неполнота наблюдений, различия методик и несопоставимость данных разных территорий. Эти процессы действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Методическая основа работы состоит в выделении индикаторов, регулярном учёте видов и пространственной привязке результатов. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Практическая ценность исследования определяется возможностью обосновать единые протоколы наблюдений, открытые базы данных и сочетание полевых и дистанционных методов. Приоритет следует отдавать профилактике ущерба, поскольку восстановление сложных природных комплексов требует длительного времени и не всегда возвращает исходное состояние. Для выбора мер необходима оценка рисков, определение уязвимых участков и согласование действий научных организаций, органов управления, природопользователей и местных сообществ [4; 5].

Современные средства наблюдения расширяют возможности экологических исследований, однако не заменяют полевую проверку. Геоинформационные технологии, спутниковые снимки и автоматические датчики позволяют увидеть пространственную картину и быстрее обнаружить изменения. Полевые маршруты, учёты и экспертная идентификация дают содержательное объяснение выявленным закономерностям. Наиболее надёжные выводы формируются при объединении этих источников данных в единой системе мониторинга [1; 3]. Региональная специфика наглядно проявляется при оценке влияния климатических факторов на наземные экосистемы. М. П. Васильев и соавторы [2] на примере Северо-Западного региона России показали, что изменения температуры и режима осадков по-разному отражаются на состоянии растительности, почв и продуктивности экосистем в зависимости от ландшафтных условий. Это означает, что единые индикаторы, применяемые без региональной калибровки, могут давать искажённую картину. Для корректных выводов необходимо учитывать местные особенности и располагать рядами наблюдений достаточной длительности.]]

Методическая основа работы состоит в выделении индикаторов, регулярном учёте видов и пространственной привязке результатов. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Таким образом, организация мониторинга биоразнообразия требует междисциплинарного подхода и долговременной системы наблюдений. Научно обоснованная природоохранная политика должна опираться на сопоставимые данные, учитывать региональные особенности и оценивать последствия решений до начала хозяйственного освоения. Сочетание мониторинга, сохранения местообитаний и экологического просвещения создаёт условия для поддержания устойчивости природных сообществ и сохранения их функций в интересах нынешнего и будущих поколений [2; 5].

Список использованных источников

1. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

2. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

3. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

4. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

BIODIVERSITY MONITORING AS A BASIS FOR ENVIRONMENTAL DECISIONS

M.M. Bessmertny

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines biodiversity monitoring as a basis for environmental decisions. Its purpose is to summarise ecological mechanisms that determine the resilience of natural systems and to identify practical conservation measures. The paper considers key risk factors, monitoring approaches and principles of environmental decision-making. Effective measures require regular monitoring, habitat conservation and consideration of regional conditions.

Keywords: monitoring, biodiversity, indicators, ecosystems, environmental data.

УДК 502.72:574

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ В СИСТЕМЕ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

М.М. Бессмертный

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена проблеме «роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия». Цель работы состоит в обобщении экологических механизмов, определяющих устойчивость природных систем, и в выделении практических направлений их сохранения. Рассмотрены основные факторы риска, подходы к наблюдению и принципы принятия природоохранных решений. Показано, что эффективность мер определяется сочетанием регулярного мониторинга, сохранения местообитаний и учёта региональных условий.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, биоразнообразие, мониторинг, природоохранные меры, экосистемы.

Проблема, рассматриваемая в статье, связана с тем, что роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия становится важной частью современной экологической повестки. Природные системы испытывают совокупное воздействие хозяйственной деятельности и климатических изменений, поэтому оценка состояния отдельных видов не должна отделяться от анализа условий их существования. Научный интерес к данной теме обусловлен необходимостью перехода от разрозненных наблюдений к решениям, учитывающим пространственные и временные изменения в экосистемах [1; 2].

Существенное значение имеет внешнее антропогенное воздействие, климатические изменения и ограниченность данных о состоянии природных комплексов. Эти процессы действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Методическая основа работы состоит в сочетании режимов охраны с регулярной оценкой видов, сообществ и экологических процессов. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Особую угрозу для ООПТ представляют пожары, которые могут уничтожить результаты многолетней охраны за короткий срок. А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов и другие [3] показали, что пирогенное воздействие приводит не только к непосредственной гибели организмов, но и к долговременной утрате функций лесных экосистем: снижается депонирование углерода, нарушаются почвенные процессы, изменяется видовой состав сообществ. Восстановление после крупных пожаров может занимать десятилетия и не всегда возвращает лесной массив к исходному состоянию. Для ООПТ это означает необходимость включения противопожарных мер в систему управления охраняемыми территориями, особенно в регионах с высоким риском возгораний.

Практическая ценность исследования определяется возможностью обосновать научное сопровождение ООПТ, буферные зоны, экологическое просвещение и согласование интересов пользователей территории. Приоритет следует отдавать профилактике ущерба, поскольку восстановление сложных природных комплексов требует длительного времени и не всегда возвращает исходное состояние. Для выбора мер необходима оценка рисков, определение уязвимых участков и согласование действий научных организаций, органов управления, природопользователей и местных сообществ [4; 5].

Современные средства наблюдения расширяют возможности экологических исследований, однако не заменяют полевую проверку. Геоинформационные технологии, спутниковые снимки и автоматические датчики позволяют увидеть пространственную картину и быстрее обнаружить изменения. Полевые маршруты, учёты и экспертная идентификация дают содержательное объяснение выявленным закономерностям. Наиболее надёжные выводы формируются при объединении этих источников данных в единой системе мониторинга [1; 3].

Таким образом, роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия требует междисциплинарного подхода и долговременной системы наблюдений. Научно обоснованная природоохранная политика должна опираться на сопоставимые данные, учитывать региональные особенности и оценивать последствия решений до начала хозяйственного освоения. Сочетание мониторинга, сохранения местообитаний и экологического просвещения создаёт условия для поддержания устойчивости природных сообществ и сохранения их функций в интересах нынешнего и будущих поколений [2; 5].

Список использованных источников

1. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

2. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

3. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

4. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

5. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М.

Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

PROTECTED AREAS IN THE BIODIVERSITY CONSERVATION SYSTEM

M.M. Bessmertny

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines роль protected areas in the biodiversity conservation system. Its purpose is to summarise ecological mechanisms that determine the resilience of natural systems and to identify practical conservation measures. The paper considers key risk factors, monitoring approaches and principles of environmental decision-making. Effective measures require regular monitoring, habitat conservation and consideration of regional conditions.

Keywords: protected areas, biodiversity, monitoring, conservation measures, ecosystems.

УДК 630.231:551.583

РОЛЬ ЛЕСОВ В СНИЖЕНИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ

М.М. Бессмертный

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена проблеме «вклад лесных экосистем в снижение климатических рисков». Цель работы состоит в обобщении экологических механизмов, определяющих устойчивость природных систем, и в выделении практических направлений их сохранения. Рассмотрены основные факторы риска, подходы к наблюдению и принципы принятия природоохранных решений. Показано, что эффективность мер определяется сочетанием регулярного мониторинга, сохранения местообитаний и учёта региональных условий.

Ключевые слова: леса, климатические риски, углеродный цикл, экосистемные функции, лесоуправление.

Проблема, рассматриваемая в статье, связана с тем, что вклад лесных экосистем в снижение климатических рисков становится важной частью современной экологической повестки. Природные системы испытывают совокупное воздействие хозяйственной деятельности и климатических изменений, поэтому оценка состояния отдельных видов не должна отделяться от анализа условий их существования. Научный интерес к данной теме обусловлен необходимостью перехода от разрозненных наблюдений к решениям, учитывающим пространственные и временные изменения в экосистемах [1; 2].

Существенное значение имеет сокращение устойчивости лесов при пожарах, засухах, вредителях и фрагментации массивов. Эти процессы действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Методическая основа работы состоит в рассмотрении климаторегулирующих, водоохранных и почвозащитных функций леса. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Практическая ценность исследования определяется возможностью обосновать устойчивое лесоуправление, предотвращение деградации и восстановление нарушенных лесных участков. Приоритет следует отдавать профилактике ущерба, поскольку восстановление сложных природных комплексов требует длительного времени и не всегда возвращает исходное состояние. Для выбора мер необходима оценка рисков, определение уязвимых участков и согласование действий научных организаций, органов управления, природопользователей и местных сообществ [4; 5].

Современные средства наблюдения расширяют возможности экологических исследований, однако не заменяют полевую проверку. Геоинформационные технологии, спутниковые снимки и автоматические датчики позволяют увидеть пространственную картину и быстрее обнаружить изменения. Полевые маршруты, учёты и экспертная идентификация дают содержательное объяснение выявленным закономерностям. Наиболее надёжные выводы формируются при объединении этих источников данных в единой системе мониторинга [1; 3].

Пожары выступают одним из наиболее значимых факторов утраты устойчивости лесных экосистем. А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов и другие [2] показали, что пирогенное воздействие приводит не только к непосредственной гибели организмов, но и к долговременной утрате функций лесных экосистем: снижается депонирование углерода, нарушаются почвенные процессы, изменяется видовой состав сообществ. Восстановление после крупных пожаров

может занимать десятилетия и не всегда возвращает лесной массив к исходному состоянию. Это означает, что устойчивость лесов как регулятора климатических рисков напрямую зависит от эффективности противопожарных мер и управления ландшафтами.

Методическая основа работы состоит в рассмотрении климаторегулирующих, водоохранных и почвозащитных функций леса. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Таким образом, вклад лесных экосистем в снижение климатических рисков требует междисциплинарного подхода и долговременной системы наблюдений. Научно обоснованная природоохранная политика должна опираться на сопоставимые данные, учитывать региональные особенности и оценивать последствия решений до начала хозяйственного освоения. Сочетание мониторинга, сохранения местообитаний и экологического просвещения создаёт условия для поддержания устойчивости природных сообществ и сохранения их функций в интересах нынешнего и будущих поколений [2; 5].

Список использованных источников

1. Ваганов, Е. А. Оценка вклада российских лесов в снижение рисков климатических изменений / Е. А. Ваганов, Б. Н. Порфирьев, А. А. Широв, А. Ю. Колпаков, А. И. Пыжев // Экономика региона. – 2021. – Т. 17, № 4. – С. 1096–1109. – DOI 10.17059/ekon.reg.2021-4-4. – EDN IQGRGN.

2. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

3. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

4. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

5. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

THE ROLE OF FORESTS IN REDUCING CLIMATE RISKS

M.M. Bessmertny

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines the role of forests in reducing climate risks. Its purpose is to summarise ecological mechanisms that determine the resilience of natural systems and to identify practical conservation measures. The paper considers key risk factors, monitoring approaches and principles of environmental decision-making. Effective measures require regular monitoring, habitat conservation and consideration of regional conditions.

Keywords: forests, climate risks, carbon cycle, ecosystem functions, forest management.

УДК 574.42:502.1

ФРАГМЕНТАЦИЯ МЕСТООБИТАНИЙ КАК УГРОЗА БИОРАЗНООБРАЗИЮ

М.М. Бессмертный

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена проблеме «фрагментация естественных местообитаний как фактор утраты биоразнообразия». Цель работы состоит в обобщении экологических механизмов, определяющих устойчивость природных систем, и в выделении практических направлений их сохранения. Рассмотрены основные факторы риска, подходы к наблюдению и принципы принятия природоохранных решений. Показано, что эффективность мер определяется сочетанием регулярного мониторинга, сохранения местообитаний и учёта региональных условий.

Ключевые слова: фрагментация, местообитания, экологические коридоры, популяции, биоразнообразие.

Проблема, рассматриваемая в статье, связана с тем, что фрагментация естественных местообитаний как фактор утраты биоразнообразия становится важной частью современной экологической повестки. Природные системы испытывают совокупное воздействие хозяйственной деятельности и климатических изменений, поэтому оценка состояния отдельных видов не должна отделяться от анализа условий их существования. Научный интерес к данной теме обусловлен необходимостью перехода от разрозненных наблюдений к решениям, учитывающим пространственные и временные изменения в экосистемах [1; 2].

Существенное значение имеет развитие инфраструктуры, изоляция участков природной среды и ограничение перемещения организмов. Эти процессы

действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Методическая основа работы состоит в оценке связности ландшафта, размера природных участков и доступности экологических коридоров. Важным принципом является повторяемость учётов и прозрачность критериев, по которым фиксируется изменение состояния природной системы. Для интерпретации результатов необходимы сведения не только о численности видов, но и о структуре местообитаний, сезонной динамике, характере воздействий и наличии пространственных связей между участками. Такой подход позволяет отделить кратковременное колебание от устойчивой тенденции [3].

Биоразнообразие следует рассматривать как функциональную характеристику экосистемы. Разнообразие видов и экологических ролей поддерживает круговорот веществ, почвообразование, регулирование численности организмов и восстановление после нарушений. Сокращение отдельных групп способно нарушить цепочки взаимодействий ещё до того, как изменение станет очевидным по общему числу видов. Поэтому показатели биоразнообразия целесообразно включать в экологическую оценку территорий наряду с физико-химическими и хозяйственными параметрами [3; 4].

Практическая ценность исследования определяется возможностью обосновать сохранение ключевых участков, создание экологических коридоров и экологическая экспертиза планируемого освоения. Приоритет следует отдавать профилактике ущерба, поскольку восстановление сложных природных комплексов требует длительного времени и не всегда возвращает исходное состояние. Для выбора мер необходима оценка рисков, определение уязвимых участков и согласование действий научных организаций, органов управления, природопользователей и местных сообществ [4; 5].

Современные средства наблюдения расширяют возможности экологических исследований, однако не заменяют полевую проверку. Геоинформационные технологии, спутниковые снимки и автоматические датчики позволяют увидеть пространственную картину и быстрее обнаружить изменения. Полевые маршруты, учёты и экспертная идентификация дают содержательное объяснение выявленным закономерностям. Наиболее надёжные выводы формируются при объединении этих источников данных в единой системе мониторинга [1; 3].

Функциональный подход к оценке последствий фрагментации развит в работе Н. А. Щипанова и А. А. Калинина [1]. Авторы рассматривают биоразнообразие не только как совокупность видов, но и как систему экологических ролей, обеспечивающих устойчивость экосистем. Показано, что фрагментация нарушает не только пространственную целостность местообитаний, но и функциональные связи между ними: прерываются потоки вещества и энергии, ослабевают трофические взаимодействия, снижается способность сообществ к саморегуляции. Для мониторинга принципиально важны повторяемость наблюдений,

сопоставимость методик и прозрачность критериев оценки. Это позволяет отделять естественные флуктуации от направленных изменений, связанных с изоляцией участков.

Существенное значение имеет развитие инфраструктуры, изоляция участков природной среды и ограничение перемещения организмов. Эти процессы действуют не изолированно: они могут усиливать последствия загрязнения, преобразования земель и нарушения водного режима. Реакция видов зависит от их экологической пластичности, размеров популяций и сохранности местообитаний. Вследствие этого одна и та же нагрузка в разных ландшафтах приводит к неодинаковым результатам, а универсальные меры без региональной адаптации оказываются недостаточно эффективными [2; 3].

Таким образом, фрагментация естественных местообитаний как фактор утраты биоразнообразия требует междисциплинарного подхода и долговременной системы наблюдений. Научно обоснованная природоохранная политика должна опираться на сопоставимые данные, учитывать региональные особенности и оценивать последствия решений до начала хозяйственного освоения. Сочетание мониторинга, сохранения местообитаний и экологического просвещения создаёт условия для поддержания устойчивости природных сообществ и сохранения их функций в интересах нынешнего и будущих поколений [2; 5].

Список использованных источников

1. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

2. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

3. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

4. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

5. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

HABITAT FRAGMENTATION AS A THREAT TO BIODIVERSITY

M.M. Bessmertny

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines habitat fragmentation as a threat to biodiversity. Its purpose is to summarise ecological mechanisms that determine the resilience of natural systems and to identify practical conservation measures. The paper considers key risk factors, monitoring approaches and principles of environmental decision-making. Effective measures require regular monitoring, habitat conservation and consideration of regional conditions.

Keywords: fragmentation, habitats, ecological corridors, populations, biodiversity.

УДК 633.111.1:631.526.32:519.2(470.315)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ (2000–2026 ГГ.)

В.А. Бурлуцкий[1,2*], Г.О. Декин[1], А.В. Зеленев[1], А.А. Ткаченко[1], В.Н. Мазуров[2]

[1]Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия
[2]Калужский НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха», г. Калуга, Россия

В статье представлен анализ динамики урожайности и основных элементов, определяющих ее структуру, сортов озимой мягкой пшеницы (Triticum aestivum L.) и селекционных линий, возделываемых в Калужской области в период 2000–2026 гг. Выделены последовательности этапов сортосмены и интенсификации отрасли на основе экспериментальных, производственных, статистических и аналитических данных. Установлено, что средняя урожайность возросла более чем в 2,5 раза, а в текущем периоде (2020–2026 гг.) достигла 45 ц/га, реализация потенциала новых генотипов интенсивного морфотипа составила 90 ц/га и выше. Многомерный анализ, анализ главных компонент (PCA), иерархическая кластеризация Уорда, взвешенный селекционный индекс (SI) непараметрический ранг-суммарный индекс (CSS) позволили оценить параметры продуктивности и распределить сорта по параметрам экологической пластичности и стабильности на агропроизводственные группы. Адаптивно-ландшафтная спецификация сортовой мозаики представлена в виде рекомендации для нивелирования негативных следствий агроэкологический факторов. Селекционные линии L3, L14, L18, L24, L27, L28 и L33 выделены как сбалансированные по сочетанию параметров структуры продуктивности колоса и агроценотической реализации

продуктивности, рекомендованы для прохождения государственного сортоиспытания.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, биометрия, экологическая пластичность, Калужская область.

Озимая мягкая пшеница является одной из основных продовольственных культур, обеспечивающих внутреннюю устойчивость и экспортный потенциал АПК РФ. В условиях глобальных и региональных климатических флуктуаций, долгосрочных прогнозируемых изменений циклов, научно-практическое значение приобретает анализ адаптивного потенциала распространенных сортов различных этапов сортосмены и новых внедряемых в производство в условиях Центрального экономического региона Нечерноземной зоны, в т.ч. для Калужской области. Макрорегион традиционно относится к зоне рискованного земледелия и характеризуется относительно низким уровнем естественного плодородия почв, периодическим избыточным увлажнением и дефицитом атмосферных осадков в критические фазы роста и развития растений. Агроклиматические условия за 26-летний период претерпели ряд изменений: наблюдаются тренды увеличения суммы активных температур, изменения сроков возобновления весенней вегетации на более ранние даты, возрастания частоты проявления экстремальных явлений, таких как продолжительные почвенно-атмосферные засухи в период кущения, колошения и налива зерна, резкие смены температур в малоснежные зимы. В свою очередь изменения определяют направления селекционно-генетической работы по озимой пшенице и адаптации агротехнологий возделывания.

Целью настоящего исследования является проведение комплексного анализа результативности возделывания, элементов продуктивности сортов озимой мягкой пшеницы различных этапов сортосмены за период 2000–2026 годов, разработка идеотипа в модели оптимизации сортовой структуры для АПК Калужской области.

Материалы и методы исследований. Анализ включал экспериментальные, производственные, статистические, метеорологические данные и обобщенные эконометрические показатели хозяйствующих субъектов АПК. Изучено более 120 сортов отечественной и зарубежной селекции различного эколого-географического происхождения и 150 лучших линии собственной селекции за исследуемый период.

Первичная обработка данных проведена по Б.А. Доспехову. Оценка параметров экологической пластичности (коэффициент линейной регрессии bi) и стабильности генотипов (варианса стабильности σd2) проводилась по модели С.А. Эберхарта и В.А. Рассела в модификации В.З. Пакудина. Коэффициенты вариации (Cv, %) классифицировали согласно шкалы Мамаева (низкая изменчивость – до 10%, средняя – 10–20%, высокая – более 20%). Значимость выделенных трендов, уравнений регрессии, коэффициентов корреляции (r) оценивали по критерию Фишера (F-тест), t-критерию Стьюдента при доверительном уровне вероятности P = 0,95. Анализ элементов структуры продуктивности включал: длину колоса (SL, см), число колосков (SN, шт.), массу колоса (SW, г), массу зерна

(GW, г), число зерен (GN, шт.) и массу 1000 зерен (TKW, г), расчетную плотность репродуктивных элементов (DDSN, DDGN, DDGW), фертильность (F, %), аттрактивную ценность (AV, %), коэффициент выхода зерна (GYC). Анализ снопа проводили раздельно по фракциям и учитывали: массу (WSS, г) и количество (NSS, шт.) колосьев, количество зерновок (TN) и массу зерна (TGW) со всех колосьев, массу (GWSS, г) и массу 1000 зерен (TKWSS, г) с лучших колосьев. Рассчитывали относительные показатели: GWSS/TGW, NSS/TN, GWSS/WSS. Многомерный статистический анализ временных трендов урожайности и компонентов продуктивности включал расчет описательной статистики, PCA с проверкой по критерию KMO и тесту Бартлетта, иерархическую кластеризацию Уорда. Оценку продуктивности колоса проводили по взвешенному селекционному индексу SI(Σwjzij) и агроценоза сортов в полевых и временных проворностях – по непараметрическому ранг-суммарному индексу CSS, оценку топ-выборок – по гипергеометрическому распределению, ранговую согласованность – по коэффициенту Спирмена. Расчеты выполнены в среде Python 3 и C++.

Результаты и обсуждение. Анализ урожайности сортов позволил установить нелинейную зависимость продуктивности агроценозов, дифференцировать этапы, отражающие смену парадигмы генетического профиля сортов и агротехнологий.

Первый этап (2000–2009 гг.) характеризуется экстенсивно-базовым типом агротехнологий, средняя урожайность составила 21,4 ц/га. Коэффициент вариации имел наибольшие значения (Cv = 28–32%), что определяется влиянием годовых агрометеорологических условий. Базисную структуру составили сорта Московская 39 и Галина. Несмотря на их высокий генетический потенциал, производственную реализуемость продуктивности и качества зерна у данных сортов ограничивало внесение низких доз минеральных удобрений, подверженность к полеганию на высоких агрохимических фонах без применения ретардантов и средств химической защиты растений.

Второй этап (2010–2019 гг.) определяется как агротехнологический переход. Урожайность увеличилась до 34,8 ц/га, межгодовая вариабельность снизилась (Cv = 18–22%), чему способствовало внедрение в производство сортов (Московская 40, Московская 56, Скипетр), реализующих комплексную устойчивость абиотическим и биотическим факторам внешней среды и стабильно формирующих заданную плотность продуктивного стеблестоя.

Третий этап (2020–2026 гг.) представляет собой период интенсификации и реализации адаптивного подхода. Средняя урожайность составила 45,2 ц/га при наименьшем коэффициенте вариации (Cv = 11,4%). Интегрированные системы химической защиты растений, прецизионное внесение минеральных удобрений и возделывание короткостебельных интенсивных сортов позволило нивелировать действие лимитирующих агроэкологических факторов.

Основные параметры сортов озимой пшеницы в сравнительном аспекте двух временных диапазонов отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры и сопряженность элементов структуры продуктивности

Элементы структуры продуктивности	Период, годы		Коэффициент вариации, % (Cv)	Коэффициент корреляции с урожайностью (r)
	2000–2010	2020–2026		
Количество колосьев, шт./м2	350–450	520–680	14,2	+0,78*
Число зерен в колосе, шт.	26–32	42–56	18,5	+0,65*
Масса зерна с колоса, г	0,9–1,2	1,6–2,8	15,1	+0,72*
Масса 1000 зерен, г	36,0–41,0	46,0–54,0	6,4	+0,42

Примечание: * – корреляция существенна при уровне значимости P = 0,95.

Продуктивность генотипов формируется в процессе сложного аддитивного и мультипликативного взаимодействия отдельных элементов структуры урожая. Выявлены изменения в архитектонике растений и распределения аспектов донорно-акцепторных систем, сложившиеся в процессе селекционной работы. Реализующим фактором продуктивности явилась оптимизация продуктивного стеблестоя (r = +0,78) и массы зерна с колоса (r = +0,72); масса 1000 зерен наименее подвержена вариабельности (Cv = 6,4%) и выражает слабую зависимость с выходом зерна (r = +0,42). Таким образом стабильно высокая продуктивность сортов определяется количеством продуктивных стеблей, их сохранностью к уборке, и степенью озерненности колоса. Индекс урожая (Harvest Index) у современных низкорослых сортов и линий приближается к теоретическому оптимуму 0,50–0,55, в то врем как у сортов предшествующих этапов сортосмены индекс не превышал 0,35–0,40.

Критериями агропроизводственной эффективности сорта для изменчивых агроклиматических условий являются коэффициент линейной регрессии (bi), отражающий отзывчивость генотипа на изменение условий выращивания, и среднеквадратичное отклонение от линии регрессии (σd^2), характеризующее стабильность признака. На этой основе было проведено распределение в группы.

1. Сорта интенсивного типа ($bi>1,0$; $\sigma d^2>0$) обладают высоким генетически детерминированным потенциалом продуктивности, незначительно снижают ее в стрессовых условиях, и являются отзывчивыми на улучшение агротехнологии возделывания. Группа представлена короткостебельными сортами, с высокой окупаемостью затрат на внесение минеральных туков в высоких и повышенных нормах, применение средств защиты растений. Рекомендуются для размещения по лучшим предшественникам (занятый пар, пропашные и зернобобовые культуры).

2. Сорта пластичного (универсального) типа ($bi\approx1,0$; $\sigma d^2>0$) обладают высоким уровнем стабильности и прогнозируемости урожайности в широком диапазоне гидротермических условий. Выделяются сорта Скипетр, Московская 40 ($bi = 0,98$; $\sigma d^2 = 0,12$), обладают адаптационным механизмом, позволяющим

компенсировать изреженность всходов при поздних сроках сева за счет интенсивности весеннего кущения. Способствуют формированию каркаса продовольственной безопасности макрорегиона и рентабельного уровня урожайности в неблагоприятные годы.

3. Засухоустойчивые сорта интенсивного типа (bi<1,0; $\sigma d^2>0$), представлены сортами, превосходящими стандартные сорта на 4,5–7,2 ц/га в годы с интенсивным развитием весенне-летней засухи (Гром, Алексеич, Школа).

Генотипы, выделенные на последних этапах прохождения селекционного процесса, формировали однородную совокупность: средняя длина колоса составила 9,5–10,2 см, число колосков в колосе – 16,5–17,8 шт., масса зерна – 2,6–3,4 г и число зерен с колоса – 49,8–56,5 шт., масса 1000 зерен – 49,5–56,2 г. Наиболее стабильным показателем был GYC (CV = 3,20%), наиболее вариабельным – AV (CV = 20,28%). Низкая вариабельность SL и SN (9,86 и 6,06%) при сохранении изменчивости DDGN и AV указывает на раннюю стабилизацию параметров структуры колоса в процессе селекционного отбора генотипов по их значениям, чем продуктивная эффективность в агроценозе. Корреляционный анализ показал, что AV интегрирует основные репродуктивные компоненты: rGW = 0,80, rGN = 0,75 и rF = 0,84 ($p < 0,01$), а GYC связан с GW ($r = 0,52$) и AV ($r = 0,55$; $p < 0,01$). Ограничением является отрицательная связь SL с DDSN ($r = -0,81$), DDGW и DDGN ($r = -0,55 \ldots 0,57$; $p < 0,01$). Компенсаторная взаимосвязь между GN и TKW ($r = -0,50$; $p < 0,01$), и зависимость GW с TKW ($r = 0,32$; $p < 0,05$) указывает на наличие линий, сочетающих крупность зерна с продуктивностью колоса в агроценозе. PCA параметров колоса (KMO = 0,667; $\chi 2 = 1330,916$; $p < 0,001$) позволил выделить основные компоненты, описывающие 94,67% изменчивости. Так PC1 (49,77%) отражает продуктивную эффективность, где наибольшую значимость имели DDGN (0,404), AV (0,401), DDGW (0,363) и GN (0,361), а PC2 (18,42%) противопоставляет длину и плотность колоса, усложняя тем самым поиск генотипов, удовлетворяющих всем параметрам модели. Кластеризация Уорда позволила разделить 150 лучших селекционных линий относительно медиан значений предложенного идеотипа по частотам урожая (2020–2026 гг.) как соотношение 0,12 высокоэффективных (Q1) к 0,88 базовым. Первая группа превосходила вторую по GW (2,62 г и 2,19 г, соответственно), GN (48,75 шт. и 41,40 шт.), F (70,36% и 60,29%) и AV (20,26% и 14,58%) при схожих морфологических параметрах колоса. То есть эффективность отборов определялась реализацией продуктивного потенциала колоса. Выделены по SI оценке 12 ценных линий в кластера 1, образующие ряд: SL = 9,62 см, SN = 17,50 шт., GW = 2,72 г, GN = 49,55 шт., TKW = 55,46 г, F = 70,70%, AV = 20,24%, GYC = 81,84%. Наибольший сдвиг селекционного дифференциала отмечен для AV (+17,4%), GW (+13,8%), GN (+10,5%) и F (+8,8%), комплементарное увеличение значений GN и TKW (+4,71 зерна и +1,70 г) позволяет сформулировать вывод о разрыве отрицательной парной корреляции при многопризнаковом отборе для поиска рекомбинантных генотипов с параметрами выше компромиссного тренда возделываемых сортов (таблица 2).

Таблица 2 – Селекционный дифференциал параметров структуры продуктивности

Показатель	Сорта и линии (n=150)	Идеотип (n=12)	S	S, %
GW, г	2,39	2,72	+0,33	+13,8
GN, шт.	44,84	49,55	+4,71	+10,5
TKW, г	53,76	55,46	+1,70	+3,2
F, %	65,00	70,70	+5,70	+8,8
AV, %	17,24	20,24	+3,00	+17,4
GYC, %	80,88	81,84	+0,96	+1,2
SL, см	9,23	9,62	+0,39	+4,2
SN, шт.	17,22	17,50	+0,28	+1,6
DDGW	2,61	2,85	+0,24	+9,2
DDGN	48,97	51,88	+2,91	+5,9
DDSN	18,84	18,35	−0,49	−2,6

PCA продуктивности линий в агроценозе (KMO = 0,631; $\chi 2$ = 186,491; p <0,001) позволил выделить две компоненты, описывающие 71,90% изменчивости. PC1 (54,35%) по NSS (0,92, шт.), GWSS (0,91 г), GWSS/TGW (0,89) и NSS/TN (0,88), характеризует продуктивность и стабильность агроценоза. PC2 (17,54%) по TKWSS (0,76) и GWSS/WSS (0,62) определяет крупность зерна и эффективный вклад колоса в продуктивность. По CSS из высокопродуктивного кластера 1 выделены 12 линий, показатели которых по GWSS и NSS на 34,8 и 33,6%, соответственно, превышали средние значения сортов и линий текущего этапа сортосмены. Ранги 12 лучших линий по SI, и 12 линий, лучших по CSS, совпали у 9 линий (L27, L33, L14, L18, L3, L28, L24, L4 и L42), коэффициент сопряженности – 75%, индекс Жаккара – 0,60; при случайной выборке ожидается 3,06 общих линий, а вероятность выделить не менее девяти линий $P(X \geq 9) = 2{,}83 \times 10^{-5}$. Множественное совпадение сочеталось с умеренной согласованностью внутреннего порядка, $\rho(SI; CSS) = 0{,}367$ ($n = 9$; $p = 0{,}332$). То есть проведение оценки генотипов по колосовому и агроценотическому отбору формирует в основном одну и ту же группу генотипов, но по-разному ранжируют ее членов, и подтверждая их комплементарность. Средние показатели девяти кросс-валидированных линий превосходили значения исходной группы по GW на 15,4%, GN на 8,3%, TKW на 6,3%, AV на 14,9%, GWSS на 33,1%, NSS на 30,4% и NSS/TN на 13,8%. Следовательно двухуровневая система оценок может рассматриваться в качестве консервативного ансамблевого фильтра, отсекающего линии, у которых главный колос не репрезентативен для агроценоза, и линии, высокая продуктивность которых не согласуется с моделью архитектуры колоса. Последовательность отбора вида: ценотическая конкуренция → разреженный посев → нормальный ценоз, позволяет распределить селекционные задачи: витальность, потенциал и воспроизводимость в агроценозе, выражаемые через параметры экологической пластичности и стабильности генотипов.

Заключение и практические рекомендации: 1) на основе анализа за период 2000–2026 гг. установлено, что урожайность озимой пшеницы в Калужской

области увеличилась в 2,5 раза, при этом из стохастически зависимой величины (Cv = 32%) изменилась в стабильный параметр (Cv = 11,4%), определяемое переходом к возделыванию сортов нового идеотипа; 2) показано, продуктивность современных сортов преимущественно определяется увеличением продуктивного стеблестоя до 520–680 шт./м2, озерненности колоса (42–56 шт.) и стабильно высокой массой 1000 зерен (46,0–54,0); 3) снижение влияния рисков ведения зернового производства обуславливается внедрением мозаичного агроландшафтного размещения сортов: 40–50% пашни рекомендуется отводить под пластичные универсальные сорта, на 30–40% – высевать новые высокоинтенсивные генотипы в цели максимализации валового сбора зерна, на 10–20% – засухоустойчивые короткостебельные сорта; 4) комплементарность топ-выборок селекционных линий превышает ожидание (P = 2,83×10-5), а умеренное совпадение рангов (ρ = 0,367) подтверждает преимущество двухуровневой системы оценок по колосовой и ценотической продуктивности для ускорения выведения сортов со стабильно высокой продуктивностью; 5) выделены ценные линии L3, L14, L18, L24, L27, L28 и L33 с оптимальным сочетанием параметров структуры и реализации продуктивности в агроценозе для прохождения государственного сортоиспытания.

Список использованных источников

1. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1980. – 587 с. – Текст: непосредственный.

2. Никитина, В. И. Изменчивость полигенных признаков зерновых культур в условиях Сибири. Изменчивость хозяйственно-ценных признаков яровой мягкой пшеницы и ячменя в условиях лесостепной зоны Сибири / В. И. Никитина. – Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2014. – 287 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 978-3-659-64246-3. – EDN YGMWCX.

3. Фатыхов, И. Ш. Экологическая пластичность и стабильность сортов яровой пшеницы на госсортоучастках Удмуртской Республики / И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова, Е. Ю. Колесникова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(53). – С. 44-50. – Текст: непосредственный. – DOI 10.31563/1684-7628-2020-53-1-44-50. – EDN TNRUIP.

4. Malek Hubaish Walli, Assessment of Genetic and Phenotypic Parameters, as well as Correlations and Analysis of the Dynamics of Productivity Показатели of Wheat Genotypes (Triticum aestivum L.) In Conditions of Salt Stress / M.H. Walli, M. Zargar, A.N. Alkhasnavi, [et al.] // Problems of development of the regional agro-industrial complex Scientific and practical journal, "Dagestan State Agrarian University". – 2025 – Vol. 62, No. 2 – P. 36–44. – Текст: непосредственный. – DOI: 10.52671/20790996. – https://apk05.ru/arkhiv.

5. Dekin, G. O. Multivariate analysis of spike traits to identify optimal phenotypic profiles of productive tiller number in novel hybrid soft winter wheat breeding lines / G. O. Dekin, V. A. Burlutskiy // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2026. – Vol. 18, No. 2. – P. 320-335. – Текст: непосредственный. – DOI 10.12731/2658-6649-2026-18-2-1470. – EDN EFOAIC.

6. Рахимов, Т. А. Показатели урожайности сортов и константных линий озимой пшеницы / Т. А. Рахимов, Т. Э. Наджимов // Актуальные проблемы современной науки. – 2024. – № 2(137). – С. 156-158. – Текст: непосредственный. – EDN RNIEXY.

7. Adilova, S. S. Multivariate cluster and principal component analyses of selected yield traits in Uzbek bread wheat cultivars / D. E. Qulmamatova, S. K. Baboev, T. A. Bozorov, A. I. Morgunov // American Journal of Plant Sciences. – 2020. – Vol.11, No. 6. –903 p. – Текст: непосредственный. – DOI: 10.4236/ajps.2020.116066. – EDN: ENRWUA

8. Официальный сайт филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Калужской области [Электронный ресурс] // ФГБУ «Россельхозцентр». – URL: (дата обращения: 12.09.2026). – Текст: электронный.

PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE KALUGA REGION (2000–2026)

V.A. Burlutsky[1],[2]*, G.O. Dekin[1], A.V. Zelenev[1], A.A. Tkachenko[1], V.N. Mazurov[2]

[1]Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

[2]Kaluga Research Institute of Agriculture – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Potato named after A. G. Lorch", Kaluga, Russia

The article presents an analysis of the yield dynamics and the main elements determining its structure for varieties of winter soft wheat (Triticum aestivum L.) and breeding lines cultivated in the Kaluga Region during the period 2000–2026. The sequences of stages of variety replacement and industry intensification were identified based on experimental, production, and statistical data. It was established that the average yield increased by more than 2.5 times, and in the current period (2020–2026) reached 45 c/ha; the realization of the potential of new genotypes of the intensive morphotypes amounted to 90 c/ha and higher. Multivariate correlation analysis, principal component analysis (PCA), Ward's hierarchical clustering, the weighted breeding index (SI), and the nonparametric rank-sum index (CSS) made it possible to assess the productivity parameters and their components, and to classify the varieties according to the parameters of ecological plasticity and stability into the main agroproduction groups. The adaptive-landscape specification of the varietal mosaic is presented as a recommendation for mitigating the negative effects of agroecological factors. Breeding lines L3, L14, L18, L24, L27, L28, and L33 have a balanced combination of parameters of the ear productivity structure and agrocenotic realization of productivity and are recommended for undergoing state variety testing.

Keywords: winter wheat, yield, biometry, ecological plasticity, Kaluga Region.

УДК 630*266:631.6

ВОДОРАЗДЕЛЬНЫЕ ПОЛОСЫ ГЕНКО И ИХ ВКЛАД В СТЕПНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ РОССИИ

А.А. Володькин

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

В статье рассматривается деятельность выдающегося лесовода Нестора Карловича Генко (1839–1904), разработавшего и реализовавшего в Самарском Заволжье уникальный проект степного лесоразведения. Отмечается, что Генковские полосы стали крупнейшим в европейском и мировом масштабе экспериментом по формированию рукотворных лесных биоценозов в засушливой степи и доказали свою жизнеспособность на протяжении более чем столетнего периода. Подчёркивается непреходящее научное и практическое значение этого наследия для современного адаптивно-ландшафтного земледелия в условиях нарастающей аридизации климата.

Ключевые слова: степное лесоразведение, Генковские полосы, водораздельные насаждения, лесные биоценозы, защитное лесоразведение

Особое место среди корифеев степного лесоразведения принадлежит Нестору Карловичу Генко (1839–1904) – действительному статскому советнику, учёному лесничему Департамента Уделов, одному из выдающихся лесоустроителей России. Развивая теоретические положения предшественников и опираясь на опыт Велико-Анадольского и Бердянского лесничеств, он разработал проект облесения удельных степей. Генко лично руководил закладкой питомников, выбором земель под посадку, уходом за насаждениями, приобретением оборудования и благоустройством быта лесоводов и стражи. Вся его жизнь была подвигом во имя леса и степного лесоразведения; в нём сочетались талант учёного-естествоиспытателя с исключительными способностями организатора сверхтрудного и рискованного дела – выращивания леса в степи.

За несколько лет под руководством Генко было засажено лесом свыше 12 тыс. га, из которых 7,8 тыс. га пришлось на Самарскую губернию. Всего в Самарской, Оренбургской, Саратовской, Воронежской и Ставропольской губерниях создано свыше 11 тыс. га водораздельных массивных насаждений; все посадки оказались успешными и сохранились до настоящего времени, включая отдельные участки и деревья старше 100 лет. В Самарском удельном округе созданы шесть крупных лесокультурных участков – Шиланский, Владимирский, Безенчукский, Камышинский, Тепловский и Дубовский. Автором проекта и руководителем работ выступил Генко. Самые ранние и масштабные посадки расположены на территории Дубово-Умётского лесничества Волжского района Самарской области. За семнадцать лет (1889–1906) здесь создавалось около 460 га лесонасаждений ежегодно; при ручном труде это был героический труд десятков тысяч крестьян. Самарскую землю с её чернозёмами по праву считают школой степного ландшафтного лесоразведения: по тем временам это был самый

успешный и впечатляющий этап великого эксперимента в природе – осуществление рискованного проекта по созданию рукотворного лесного бастиона на пути суховеев и засух в безлесных степях Самарского Заволжья.

По результатам работ, как успешных, так и неудачных, Генко разработал основные положения агротехники выращивания лесонасаждений в степи. Облесение следовало производить по возвышенной части степей – водоразделам, а не по долинам с солонцеватыми почвами. Наиболее благоприятными породами признаны твердолиственные – дуб, ясень обыкновенный, клён остролистный, берест и липа; ильм, вяз и клён татарский также считались пригодными. В качестве подгоночных и почвоотеняющих использовались прочие лиственные; хвойные долгое время считались менее надёжными, хотя впоследствии сосна показала выдающиеся результаты. Предпочтение отдавалось посадке сеянцами, а не посеву, за исключением дуба, который высевали желудями. Для степных лесоводов разработали инструкцию, регламентировавшую все этапы – от подготовки почвы до ухода за культурами.

В отличие от узких полезащитных полос, Генко целенаправленно закладывал широкие ленты (400–600 м, чаще 640 м, что составляло 300 саженей) исключительно по водоразделам, не прямыми линиями, а ломаными, перпендикулярно господствующим юго-восточным суховейным ветрам. Общая протяжённость семнадцати полос в Самарском Заволжье превысила 150 км. Такая конфигурация должна была обеспечить максимальное накопление снега на полях, замедление таяния, повышение утилизации зимней влаги и даже некоторый подъём грунтовых вод. Широкие полосы на основных водоразделах (сыртах) должны были играть водорегулирующую и противоэрозионную роль, улучшить климат и гидрологию, уменьшить развитие оврагов, стать заслоном на пути засух и суховеев. Намечалось создание 64 полос общей площадью 18 835 га. Уникальные рукотворные насаждения представляют собой изломанные ленты шириной 640 м и длиной от 2 до 25 км по водоразделам рек Чагры, Безенчук, Чапаевки и Самары.

В породном составе Генковских полос преобладал дуб черешчатый (до 67%). Берёза составляла около 8–9%, сосна – до 6%, остальное – ясень, клён остролистный, ильмовые. Вспомогательные породы: вяз обыкновенный, гладкий, среднеазиатский вяз листовой, мелколистный, туркестанский, берест, карагач, а также боярышник и лох. Экологически правильно подобранный состав позволил сформировать новый лесной биогеоценоз, способный существовать в степи.

Обследования показали, что 35–40-летние насаждения обладают сравнительно высоким запасом древесины и естественным возобновлением: наибольшей производительностью отличались насаждения с господством сосны и берёзы (запас от 100 до 206 м³/га), тогда как насаждения с дубом, ясенем и клёном имели меньшие запасы (30–100 м³/га). По интенсивности роста породы располагаются в ряд – берёза, сосна, ясень, дуб, клён; при этом сосна замедляла рост сопутствующих пород, берёза служила подгоном для клёна и ясеня и затеняла дуб, а ясень отрицательно влиял на дуб и клён. На основе наблюдений рекомендовали в качестве основных вводить быстрорастущие породы (берёзу, сосну, ясень), в смеси с ними – лиственницу сибирскую и вяз туркестанский, в качестве вспомогательных – клён остролистный и вяз обыкновенный.

При повторном обследовании 50–60-летних насаждений первого поколения продуктивность снова оказалась неодинаковой: запас дубовых и кленовых составлял 120–130 м³/га, берёзовых – 180–200 м³/га, сосновых – 300–350 м³/га. По сравнению с 25–40-летним возрастом продуктивность дубовых и кленовых насаждений возросла на 35–40%, берёзовых – на 30%, сосновых – на 100%. По данным лесоустройства 1962–1963 годов, общая площадь семнадцати полос составляла 7 830 га, с господством: дуба – 68,6%, ясеня – 8,9%, клёна – 6,5%, берёзы – 6,8%, сосны – 5,6%, ильмовых – 3,4%. Преобладали древостои III класса бонитета (53–57%). С 1926 по 1962 год площадь с преобладанием сосны сократилась на 38,1% (на 175,4 га), с преобладанием берёзы – на 47% (на 219,1 га). Сохранившиеся насаждения остаются устойчивыми и жизнеспособными до 50–60 лет, текущий прирост превышает средний, что свидетельствует о продолжающемся накоплении массы. Исключение составляют ясеневые насаждения первого поколения, которые в нерасстроенном виде не сохранились: ясень в 50–60 лет достиг возраста хозяйственной спелости, прекратил активное накопление массы, и его площадь сократилась на 54,1%.

В дискуссии о целесообразности широких полос наиболее авторитетным оппонентом Генко выступал академик Г. Н. Высоцкий, который 40 лет отдал степной проблеме. Он считал пределом лесопроизрастания в виде массивов вне пространств, орошаемых проточными водами, зону, где отношение многолетней средней годичной свободной испаряемости к осадкам приближается к 1. В южной части степи и полупустыне это отношение в два и более раз превышает единицу, и там, по мнению Высоцкого, более надёжны узкие полосы. Он подчёркивал, что степи представляют для древесной растительности крайне пёстрые условия, и не может быть общего шаблона. Высоцкий рассматривал леса Генко как грандиозный ботанико-географический эксперимент. Академик В. Н. Сукачёв, высоко оценивший труды Высоцкого, считал их до сих пор руководящими. Тем не менее более чем полувековой опыт Генковских полос в Самарском Заволжье, где отношение испаряемости к осадкам ниже критического уровня, опроверг опасения деградации широких насаждений: в 50–60-летнем возрасте дуб и клён увеличили продуктивность на 35–40%, а сосна – на 100% по сравнению с 25–40-летним возрастом, что свидетельствует в пользу жизнеспособности широких полос в северной части степной зоны.

Создание широких полос коренным образом изменило ландшафт Заволжской степи. Под пологом сформировался густой покров естественного возобновления клёна остролистного с участием ясеня ланцетного; естественное возобновление дуба незначительно. Появились типичные лесные виды растений, грибы, ягоды; фауна обогатилась зайцем, барсуком, лисой, куницей, косулей, лосём, многими видами птиц. Искусственные лесные биоценозы создавались на чернозёмах суходольных лугов, степей и пахотных земель. При строительстве исходные биоценозы разрушали распашкой и заселяли древесными и кустарниковыми видами, как аборигенными, так и интродуцированными. Ручной прополкой предотвращали заселение степной и рудеральной растительностью. Со временем видовое биоразнообразие расширялось, что вело к устойчивости и переводу ценоза в природный, самовоспроизводящийся. Чем старше лесопосадка, тем шире

биоразнообразие. Генковские полосы стали оазисом в степи, местом обитания лесных видов на расстоянии многих километров от естественных массивов. Благодаря им создаются благоприятные микроклиматические условия для полевых культур: задерживается влага при снеготаянии, сократилась эрозия. Вокруг населённых пунктов исчезли суховеи, повысилась влажность воздуха, выросли урожаи. Отдельные деревья имеют крупные размеры.

В середине XX века Генковские полосы объявлены памятниками природы Самарской области (общая площадь около 8,7 тыс. га). Лесной массив на 78% состоит из дуба, 8% – берёзы, 11% – клёна, ясеня и вяза. Все полосы находятся под охраной. Однако насаждения первого поколения испытывают антропогенные и климатические стрессы. Санитарное состояние удовлетворительное, но отмечается единичное усыхание дуба (причины: морозобойные трещины, сосудистый микоз, резкое повышение грунтовых вод, другие антропогенные факторы). В очагах усыхания проводят выборочные и санитарные рубки, меры борьбы с вредителями, прогалины заполняют подпологовыми культурами. В целом полосы сохранились хорошо и представляют собой особую эколого-ландшафтную и культурно-историческую ценность – рукотворное общенациональное наследие России.

В настоящее время на водораздельных полосах сформировались разнообразные насаждения – чистые и смешанные. Средний возраст около 100 лет лишь для небольшой части деревьев семенного происхождения; основная масса имеет возраст около 55 лет, поскольку в военный период полосы были единственным источником древесины. Значение лесополос неоценимо: это подлинное образование лесного биоценоза в Заволжской степи, где нашли приют многие представители лесной флоры, фауны и грибы. Уникальные полосы, заложенные Генко в 1886–1903 годах для защиты от юго-восточных суховеев, сохранились до нашего времени. При жизни лесовода этот опыт не приобрёл последователей, но спустя столетие его применили при проектировании лесных насаждений вдоль Волги, Дона, Северского Донца и на их водоразделах. Генковские полосы сыграли большую роль в развитии защитного лесоразведения: они позволили уточнить ассортимент пород, выяснить взаимосвязи в посадках, долговечность, закономерности роста и продуктивность насаждений.

Широкие водораздельные посадки стали важнейшим этапом в степном ландшафтном лесоразведении и доказали возможность его успешного проведения. Они превратились в ценнейший объект для познания законов формирования биогеоценоза и лесных элементов степных ландшафтов, для разработки агроэкологических систем будущего. За столетие накоплен ценный опыт, разработаны приёмы воспроизводства и сохранения леса в степи, ведутся многолетние биоэкологические, лесоводственные, гидрологические и почвенные исследования. Эти посадки называют уникальными «ландшафтно-экологическими лабораториями под открытым небом». Более чем полуторавековой опыт защитного лесоразведения в России демонстрирует эффективное воздействие на агроэкосистемы и масштабность упущенных возможностей из-за деградации природной среды. Теоретическое и практическое наследие Генко – не только исторический феномен, но и действующая модель для современного адаптивно-ландшафтного

земледелия в условиях нарастающей аридизации климата юго-востока Европейской России. Изучение этих полос продолжается, а их значение как природных эталонов будет только возрастать. Генко по праву входит в когорту основателей степного лесоразведения в России; его заслуги огромны, но по-настоящему ещё не оценены – они только начинают осознаваться. Они остаются не только памятником своему создателю, но и наглядным свидетельством того, что разумное вмешательство человека в природу способно превратить безлесную степь в устойчивую лесную экосистему.

Список использованных источников

1. Басакова, И. Н. История становления лесокультурного дела в степных и лесостепных районах России / И. Н. Басакова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3(65). – С. 74-77. – EDN ZAYUQJ.

2. Бугаев, В.А. Н. К. Генко - основатель степного лесоразведения / В. А. Бугаев, А. Н. Смольянов, М. Т. Сериков // Генко Нестор Карлович - основатель степного защитного лесоразведения в Заволжье: Сборник докладов межобластной научно-практической конференции. - Самара, 2004. - С. 11-15.

3. Кокова, И.Ф. Нестор Карлович Генко: документальная повесть о выдающемся русском лесоводе / И. Ф. Кокова. - Самара: Книжное издательство, 2017. - 144 с.

4. Панов, В. И. У истоков великого эксперимента. Самарская земля - школа степного ландшафтного лесоразведения. К 165-летию Н.К. Генко / В. И. Панов // Генко Нестор Карлович - основатель степного защитного лесоразведения в Заволжье: Сборник докладов межобластной научно-практической конференции. - Самара, 2004. - С. 2-6.

5. Паюсова, Т. В. «Зеленые бастионы» Нестора Генко / Т. В. Паюсова // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. - 2010. - Т. 19, № 4. - С. 177-182. EDN: QCXJRH

6. Рогова, Е. С. Эколого-краеведческий проект "лесополосы Н.К. Генко - Зелёное наследие Самарского края" / Е. С. Рогова // Образование-2030. Учиться. Пробовать. Действовать: сборник статей VII Всероссийской конференции по экологическому образованию. Часть 2. - Москва: Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского, 2021. - С. 48-51. EDN: QPMKNN

7. Хавроньин, А. В. Водораздельные (Генковские) лесные полосы в степном Заволжье / А. В. Хавроньин // "Зелёная книга" Поволжья. Охраняемые территории Самарской области. - Самара, 1995. - С. 36-37.

8. Хавроньин, А. В. Водораздельные лесные полосы в Степном Заволжье / А. В. Хавроньин // Памятники природы Куйбышевской области. - Куйбышев, 1986. - С. 50-52.

9. Хавроньин, А.В. Водораздельные лесные полосы в юго-восточных степях Самарского Заволжья / А. В. Хавроньин // Генко Нестор Карлович - основатель степного защитного лесоразведения в Заволжье: Сборник докладов межобластной научно-практической конференции. - Самара, 2004. - С. 16-18.

10. Шабалин, И. М. Зеленые бастионы / И. М. Шабалин // Генко Нестор Карлович - основатель степного защитного лесоразведения в Заволжье: Сборник докладов межобластной научно-практической конференции. - Самара, 2004. - С. 19-23.

GENKO'S WATERSHED STRIPS AND THEIR CONTRIBUTION TO STEPPE AFFORESTATION IN RUSSIA

A.A. Volodkin

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The article examines the work of the prominent forester Nestor Karlovich Genko (1839–1904), who developed and implemented a unique steppe afforestation project in the Samara Trans-Volga region. It is noted that the "Genko belts" represented a major experiment–on both a European and global scale-in creating man-made forest biocenoses within the arid steppe, and that they have proven their viability over a period of more than a century. The enduring scientific and practical significance of this legacy for modern adaptive landscape agriculture, particularly amidst increasing climate aridification, is emphasized.

Keywords: steppe afforestation, Genko belts, watershed plantations, forest biocenoses, protective afforestation

УДК 372.881.1

THE ROLE OF CHINESE LANGUAGE EDUCATION IN ENVIRONMENTAL AWARENESS-RAISING AMONG YOUTH

Gao Yibo

Peoples' Friendship University of Russia Named after Patrice Lumumba
Moscow, Russia

The article examines the educational potential of teaching Chinese as a foreign language in the context of environmental education of youth. The relevance of the study is determined by the need to develop environmental literacy and environmental culture among the younger generation, as well as by the search for interdisciplinary ways to integrate environmental content into the educational process. It is shown that Chinese language teaching can serve not only as a means of developing communicative competence, but also as an effective channel for environmental education. The paper substantiates pedagogical conditions, methods and techniques for including environmental topics in Chinese language classes: the use of authentic texts, Chinese media, project activities, and intercultural comparison of environmental traditions in China and Russia. Special attention is paid to the role of the teacher, media and youth communities in disseminating environmental knowledge. It is concluded that integrating

environmental content into Chinese language teaching contributes to the simultaneous development of linguistic, intercultural and environmental competencies among students.

Keywords: Chinese language, environmental education, environmental literacy, youth, intercultural communication, media, biodiversity, pedagogical technologies.

Introduction

The current stage of human development is characterized by worsening global environmental problems: climate change, biodiversity loss, environmental pollution, and depletion of natural resources. These challenges affect all spheres of society and require joint efforts not only from scientists, politicians and environmental specialists, but also from the education system. In the Russian Federation, environmental education and awareness are considered important areas of state policy aimed at forming the environmental culture of the population, especially young people.

Young people are the most receptive and active social group, capable not only of acquiring new knowledge but also of transmitting it to society. However, the effectiveness of environmental education largely depends on how organically environmental ideas are integrated into the educational and communication practices familiar to young people. In this context, foreign language teaching acquires particular importance, as it has strong educational and worldview potential.

The Chinese language has become increasingly popular in Russia and around the world in recent decades. Learning it provides access not only to the rich culture and history of China, but also to modern environmental practices actively developing in the People's Republic of China. China pays great attention to the environmental agenda: the concept of "ecological civilization" (生态文明), the principle "lucid waters and lush mountains are invaluable assets" (绿水青山就是金山银山) have become part of state ideology and educational programs. This creates favorable prerequisites for integrating environmental content into Chinese language teaching.

The purpose of this article is to determine the role of Chinese language teaching in the environmental education of youth and to substantiate the pedagogical conditions under which Chinese language classes become an effective means of developing environmental literacy.

To achieve this goal, the following tasks are addressed:

to reveal the essence of environmental education and its significance for young people;

to identify the educational potential of Chinese language teaching;

to propose methods and techniques for integrating environmental topics into Chinese language classes;

to determine the role of the teacher, media and youth communities in this process.

Materials and Methods

The methodological basis of the study is the system-activity, competence-based and intercultural approaches. The methods of theoretical analysis of pedagogical, environmental and linguodidactic literature, generalization of pedagogical

experience, and analysis of authentic teaching materials and Chinese media were used. Elements of comparative analysis of environmental traditions in China and Russia were also applied.The theoretical basis includes works by Russian scholars in the field of environmental education (A.N. Zakhlebny, E.N. Dzyatkovskaya, N.M. Mamedov), theory and methods of teaching foreign languages (I.A. Kolesnikova, T.L. Guruleva), as well as research on intercultural communication.Results and Discussion

1. Environmental education of youth: essence and tasks Environmental education is a continuous process of disseminating environmental knowledge, forming environmental consciousness, value orientations and practical skills of rational nature management. Unlike environmental education, which is mainly associated with formal educational programs, awareness covers broader segments of the population and uses various channels: mass media, social networks, cultural events, and volunteer projects.For young people, interactive and practice-oriented forms of environmental education are especially important. Young people strive not only to receive information but also to participate in real activities, influence the situation, and express their civic position. Therefore, environmental education should be connected with project work, volunteering, creative and communicative practices.

2. Educational potential of Chinese language teachingTeaching a foreign language is traditionally considered a means of developing communicative competence. However, modern linguodidactics emphasizes that language is inextricably linked with culture, values and social experience. By learning Chinese, students become acquainted with the environmental traditions of China, modern environmental policy of the PRC, and the specifics of environmental coverage in Chinese media.The Chinese language has several advantages for environmental education:

Access to authentic materials on environmental protection, biodiversity, and "green" technologies;

The opportunity to compare environmental traditions and modern practices in China and Russia;

Widespread use of visual materials, media texts, and videos, which increases youth motivation;

Potential for organizing intercultural dialogue on environmental issues.

Thus, Chinese language teaching can become not only a linguistic but also an educational space where environmental literacy and active civic position are formed.

3. Methods and techniques for integrating environmental topics into Chinese language classesThe integration of environmental content into Chinese language teaching can be implemented through the following methodological solutions.

3.1 Use of authentic texts on environmental topics.In class, it is advisable to use texts about nature reserves in China, rare animal species (giant panda, Chinese river dolphin, snow leopard), national parks, and urban environmental problems. Such texts not only expand vocabulary but also form environmental ideas.

3.2 Work with Chinese media and social networks.Modern Chinese media (CCTV, People's Daily, China Daily, WeChat, Weibo, Douyin) actively cover the environmental agenda. Analyzing news, documentaries, and short videos in Chinese

allows students to see how environmental problems are discussed in China and compare this with Russian practice.

3.3 Project activities.Effective forms include:

Preparing bilingual booklets and posters about biodiversity;

Translating environmental materials from Chinese into Russian and from Russian into Chinese;

Creating videos and presentations in Chinese about environmental actions;

Conducting excursions and virtual tours of nature reserves.

3.4 Discussions and debates.Topics for discussion: "Why is it important to preserve biodiversity?", "How can young people participate in nature conservation?", "What are the similarities and differences in the environmental policies of China and Russia?" Such forms develop not only oral speech but also critical thinking and environmental responsibility.

3.5. Intercultural comparison.Comparing Chinese and Russian environmental traditions, holidays, proverbs, and philosophical ideas (for example, the Taoist principle of harmony between man and nature) contributes to a deeper understanding of the environmental culture of different peoples.

3.6. Participation in nature conservation initiatives.Students can take part in volunteer actions, environmental quests, clean-up days, tree planting, and then describe this experience in Chinese. This connects learning activities with real socially significant practice.

4. The role of the teacher and media in environmental education of youthThe teacher acts not only as a transmitter of language knowledge but also as an organizer of the educational space. Their task is to select environmentally significant content, create conditions for intercultural dialogue, and support students' initiative. It is important that the teacher themselves possess sufficient environmental culture and can integrate it into language teaching.Mass media and social networks play a dual role. On the one hand, they are a source of current information and visual examples. On the other hand, they can form a superficial or consumerist attitude toward nature. Therefore, in the educational process, it is important to teach young people to critically analyze media texts and distinguish scientifically based information from manipulative messages.

5. Criteria of effectivenessThe effectiveness of integrating environmental content into Chinese language teaching can be assessed by the following criteria:

Growth of lexical knowledge on environmental topics in Chinese;

Increase in the level of environmental literacy and awareness;

Development of intercultural competence;

Participation of students in nature conservation and educational events;

Formation of sustainable motivation for further study of environmental aspects of Chinese and Russian culture.

Conclusion

Thus, Chinese language teaching has significant potential in the field of environmental education of youth. Integrating environmental topics into language classes allows for simultaneously solving educational, developmental and upbringing tasks. Students not only improve communication skills but also expand their understanding of

biodiversity, sustainable development, and environmental culture, learn to compare approaches of different countries, and participate in real nature conservation initiatives.

Prospects for further work are related to the development of educational modules and methodological recommendations for greening Chinese language teaching, creating a bank of authentic texts and media materials, and conducting empirical studies of the effectiveness of the proposed methods.

References

1. Garanina, N.S. (2020). Environmental education as one of the aspects of education. In Ecology of the XXI century: synthesis of education and science: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference (pp. 27–31). Chelyabinsk: South Ural State Humanitarian Pedagogical University. EDN: ZWPBMK. (in Russian)

2. Heng, P., & Valeeva, R.Z. (2020). Studying some aspects of the Chinese language and phenomena of Chinese culture in the process of teaching Russian-speaking students. In Actual problems of linguistics, interlanguage and intercultural communication in teaching foreign and Russian languages in modern education systems: Proceedings of the Scientific and Practical Conference with International Participation (pp. 32–34). eLIBRARY ID: 43937216. (in Russian)

3. Korunova, V.O. (2017). The specificity of environmental information in the media as a means of constructing the environmental consciousness of Russians. Society: Sociology, Psychology, Pedagogy, (7), 45–47. EDN: ZBHFWJ. DOI: 10.24158/spp.2017.7.8. (in Russian)

4. Lazutkina, Yu.S., Goltsman, E.V., & Kirienko, A.A. (2022). Environmental education of the population through the organization of environmental volunteers' work. In Main problems and directions of educational work in a modern university: Proceedings of the V All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (pp. 59–62). Barnaul: AltSTU. EDN: RXMJRG. (in Russian)

5. Israilova, L.Yu. (2025). Linguodidactic aspects of teaching Chinese to mining company personnel focused on environmental cooperation. Environmental Management Issues, *4*(4), 83–94. DOI: 10.25726/v0829-5172-0005-k. EDN: NRLIMB. (in Russian)

РОЛЬ ОБУЧЕНИЯ КИТАЙСКОМУ ЯЗЫКУ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ПРОСВЕЩЕНИИ МОЛОДЕЖИ

Гао Ибо

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

В статье рассматривается воспитательный потенциал обучения китайскому языку как иностранному в контексте экологического просвещения молодежи. Актуальность исследования обусловлена необходимостью формирования экологической грамотности и экологической культуры молодого поколения, а также поиском междисциплинарных путей интеграции экологического содержания в образовательный процесс. Показано, что обучение китайскому языку может выступать не только средством формирования коммуникативной

компетенции, но и эффективным каналом экологического просвещения. В работе обосновываются педагогические условия, методы и приемы включения экологической тематики в занятия по китайскому языку: использование аутентичных текстов, китайских СМИ, проектной деятельности, межкультурного сравнения экологических традиций Китая и России. Особое внимание уделяется роли педагога, медиа и молодежных сообществ в распространении экологических знаний. Сделан вывод о том, что интеграция экологического содержания в обучение китайскому языку способствует одновременному развитию языковой, межкультурной и экологической компетенций обучающихся.

Ключевые слова: китайский язык, экологическое просвещение, экологическая грамотность, молодежь, межкультурная коммуникация, СМИ, биоразнообразие, педагогические технологии.

УДК 37.033

РОЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И НКО В ЭКОПРОСВЕЩЕНИИ И ПОВЫШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ МОЛОДЕЖИ

Т.Г. Гарбузова

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,
г. Санкт-Петербург, Россия

В статье иллюстрируется как осуществляется успешное взаимодействие между образовательными учреждениями и некоммерческими организациями в экопросвещении и повышении экологической грамотности молодежи на практических примерах в рамках реализации эколого-просветительских проектов реализуемых Санкт-Петербургским государственным лесотехническим университетом имени С.М. Кирова совместно АНО «ВСЦ Ломоносовского района Ленинградской области» на протяжении уже более 10 лет.

Ключевые слова: экопросвещение, экологическая грамотность, образовательные учреждения, особо охраняемые природные территории, экологический туризм.

Важность значения экологического просвещения и повышения экологической грамотности, особенно среди молодежи настолько высока, что закреплена в ряде документов на законодательном уровне на долгосрочную перспективу и основные ее положения прописаны в статье 74 Федерального закона №7 -ФЗ «Об охране окружающей среды» , а также закреплено понятие «экологическое благополучие» как национальная цель в Указе Президента РФ № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», помимо этого в нашей стране большое внимание уделяется экологизации бизнеса, разработке и внедрению экологически «чистых» и

безопасных технологий, мониторингу окружающей среды и повышению экологической культуры ,что подтверждается принятие следующих нормативных документов [1;2]:

– Федеральной научно-технической программы в области экологического развития и климатических изменений на 2021- 2030 годы;

– Основами государственной политики в области экологического развития до 20230 года.

Также нельзя не отменить важное событие, произошедшее в 2026 году, а именно вступившие в силу с 1 сентября 2026 года обновленные экологические стандарты для бизнеса.

Опираясь на вышесказанное, образовательные учреждения всех уровней должны осуществлять свой вклад в развитие экопросвещения и повышение экологической грамотности. Уже давно признано как факт, чтоб данный процесс должен быть непрерывным и начинаться с детских дошкольных учреждений, углубляться в школах и продолжаться в высших учебных заведениях, в противном случае эпизодические экологопросветительские инициативы будут малоэффективны и не дадут необходимых результатов, так как невозможно заставить человека и проконтролировать соблюдение всех экологических требований без его осознанности и понимания важности сохранения и поддержания окружающей природной среды в балансе, недопущения возникновения причин экологических проблем, вместо дальнейшей борьбы с уже имеющимися, такими как, например, уборка мусора в местах массового отдыха и т.д. [3;4].

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова уже много лет активно работает в сфере экопропросвещения и повышения экологической грамотности молодежи как непосредственно в рамках образовательного процесса, так и в рамках волонтерской деятельности, взаимодействуя в том числе с некоммерческими организациями, занимающимися реализацией экологических проектов [5].

Так, с АНО «ВСЦ Ломоносовского района Ленинградской области» Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова сотрудничает уже более 10 лет, проводя регулярно мероприятия, направленные экопросвещение и повышение экологической грамотности.

Одно, из таких совместно организованных мероприятий, которое особенно полюбилось студентам и они его ждут каждый год с нетерпение, это «Ежегодная эколого-патриотическая акция Форт «Серая лошадь» [6]. В этом году пройдет юбилейная 10-я акция на территории особо охраняемой природной территории государственного природного заказника «Лебяжий». В рамках волонтерского выезда студентами СПбГЛТУ имени С.М. Кирова выполняется очистка прибрежной полосы Финского залива, а также благоустройство части исторических сооружений памятника ЮНЕСКО Форт «Серая лошадь» с целью сохранения культурного наследия и поддержания устойчивого развития государственного природного заказника «Лебяжий», являющегося уникальным объектом по своему богатому составу флоры и фауны, образованным еще в 1979 году и получившим в 1994 году международный статус водно-болотного угодья.

В 2025 году в рамках расширения сотрудничества в области экопросвещения и волонтерской деятельности между АНО «ВСЦ Ломоносовского района Ленинградской области» СПбГЛТУ имени С.М. Кирова был реализован пилотный проект по экопросвещению с целью развития эколого-патриотических троп Форт «Красная горка» и «Серая лошадь» на территории государственного природного заказника «Лебяжий» [7;8].

В рамках пилотного проекта сотрудниками и студентами СПбГЛТУ имени С.М. Кирова были созданы уникальные эколого-просветительские видео материалы для стендов экотроп, связанные с историей, уникальной флорой и фауной государственного природного заказника «Лебяжий», первые из которых уже размещены в свободном доступе и в дальнейшем будут доступны в виде QR-кода на соответствующих информационных стендах. Работа продолжается и в перспективе планируется подготовка серии эколого-просветительских видео материалов [9;10].

Таким образом, в статье проиллюстрировано как реализуется взаимодействие между образовательными учреждениями и некоммерческими организациями в экопросвещении и повышении экологической грамотности молодежи на практических успешных примерах в рамках реализации эколого-просветительских проектов реализуемых Санкт-Петербургским государственным лесотехническим университетом имени С.М. Кирова совместно АНО «ВСЦ Ломоносовского района Ленинградской области» уже на протяжении более 10 лет [11].

Список использованных источников

1. Гарбузова, Т. Г. Экологизация как мировой тренд развития инженерного образования / Т. Г. Гарбузова // Современное инженерное образование: вызовы и перспективы: Материалы III национальной научно-практической конференции, Магнитогорск, 07–08 февраля 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 393-396. – EDN WJIREM.

2. Гарбузова, Т. Г. Охраняемые природные территории как инструмент формирования экологической культуры / Т. Г. Гарбузова // Культура и антикультура: Сборник статей X Международной научно-методологической конференции. В 2-х томах, Тюмень, 01–30 июня 2023 года / Отв. редактор Л.Л. Мехришвили. Том 1. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. – С. 67-71. – EDN VRWZYK.

3. To the problem of reducing the impact on soil during mechanization of thinning / R. Yu. Dobretsov, S. B. Dobretsova, V. A. Sokolova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 042089. – EDN SCPENT.

4. Гарбузова, Т. Г. Информатизация экологического образования: основные направления, методы / Т. Г. Гарбузова // Антропогенная трансформация геопространства: меняющийся мир - штрихи к портрету : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Волгоград, 11–12 декабря 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2024. – С. 326-329. – EDN IRPLQN.

5. Гарбузова, Т. Г. Устойчивое развитие системы ООПТ региона как основа экологического туризма / Т. Г. Гарбузова // Инновационное развитие индустрии туризма и гостеприимства : Материалы и доклады VII Всероссийской научно-практической конференции, Воротынец, 27 апреля 2023 года. – Княгинино: Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 2023. – С. 13-17. – EDN XBWHYD.

6. Selection of parameters of machines for collection of logging waste / S. Ye. Ariko, D. A. Kononovich, S. A. Voinash [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52019. - EDN WTCUSK.

7. Гарбузова, Т. Г. Экологический маркетинг как эффективный инструмент устойчивого развития общества / Т. Г. Гарбузова // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: Сборник статей XXI Международной научно-практической конференции, Пенза, 23–24 января 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 39-42. – EDN UTREMB.

8. Research of weight and linear wear from resource indicators of cultivator paws hardened by combined method / M. O. Vasilenko, I. L. Rogovskii, S. A. Voinash [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 32025. – EDN JGPPVO.

9. Гарбузова, Т. Г. Устойчивое управление лесами как действенный инструмент сохранения лесного биоразнообразия / Т. Г. Гарбузова // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Материалы третьей международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 года / Под редакцией В.М. Гедьо. Том 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2018. – С. 270-273. – EDN LXFCLR.

10. Гарбузова, Т. Г. Развитие устойчивого природоориентированного туризма на охраняемых природных территориях как важный аспект экологического образования и воспитания молодежи / Т. Г. Гарбузова // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Материалы второй Международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 24–26 мая 2017 года / Под редакцией В.М. Гедьо. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2017. – С. 181-182. – EDN ZIMBVR.

11. Гарбузова, Т. Г. Возможности цифровизации комплексной экологической оценки для обеспечения экологической биобезопасности / Т. Г. Гарбузова // Экология и здоровье человека : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, памяти профессора Ю.Д. Жилова, Москва, 28 февраля – 01 2022 года / Отв. редактор Ю.П. Молоканова. – Москва: Московский государственный областной университет, 2022. – С. 116-118. – EDN SVZSTC.

THE ROLE OF INTERACTION BETWEEN EDUCATIONAL INSTITUTIONS AND NGOS IN ECO-EDUCATION AND IMPROVING YOUTH ENVIRONMENTAL LITERACY

T.G. Garbuzova

Saint Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

The article illustrates how successful collaboration between educational institutions and non-profit organizations in environmental education and improving youth ecological literacy is carried out through practical examples within the framework of environmental education projects implemented by the St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, together with the ANO 'VSC Lomonosov District of the Leningrad Region,' over more than 10 years.

Keywords: eco-education, ecological literacy, educational institutions, specially protected natural areas, eco-tourism.

УДК 504

ПОНЯТИЕ СУБЪЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МИГРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Е.А. Гепп

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

В статье рассматривается понятие субъектов экологической миграции в условиях усиливающегося воздействия природных и антропогенных изменений окружающей среды на жизнедеятельность населения.

Ключевые слова: экологическая миграция, экологический мигрант, окружающая среда, климатические изменения, природные катастрофы, экологические факторы.

Миграция может выступать непосредственной реакцией на внезапную экологическую катастрофу, способом предотвращения будущих рисков либо долгосрочной адаптацией к постепенной трансформации окружающей среды. При этом экологическая составляющая миграционных процессов редко существует изолированно, то есть, экологические изменения взаимодействуют с экономическими, социальными, политическими и демографическими факторами, вследствие чего установить единственную причину перемещения конкретного лица зачастую невозможно.

Понятие экологической миграции сформировалось на пересечении исследований в области экологии, географии населения, демографии, социологии и

миграционных исследований. Первоначально основное внимание уделялось лицам, вынужденным покидать места проживания вследствие экологических катастроф, но последующее развитие научных исследований показало, что экологически обусловленное перемещение населения значительно шире и не может быть сведено исключительно к чрезвычайным ситуациям.

Одним из наиболее распространенных в научной литературе является, согласно которому экологическими мигрантами могут рассматриваться лица или группы лиц, которые преимущественно вследствие внезапных либо постепенно развивающихся изменений окружающей среды, неблагоприятно влияющих на их жизнь или условия проживания, вынуждены покинуть привычное место жительства либо принимают решение сделать это временно или постоянно, перемещаясь внутри страны или за ее пределы.

Существенное значение в данном определении имеет отсутствие жесткого противопоставления добровольной и вынужденной миграции, то есть, имеется в виду то, что человек может быть вынужден покинуть территорию вследствие непосредственной угрозы жизни, но в других случаях решение о перемещении принимается заблаговременно, когда экологические изменения еще не сделали проживание физически невозможным, например, из-за длительного снижения урожайности земель, нехватки воды или постепенной деградация территорий.

В связи с этим экологического мигранта целесообразно определять как физическое лицо либо группу лиц, которые вследствие внезапных или постепенно развивающихся изменений окружающей среды, включая природные, климатические и антропогенно обусловленные процессы, полностью или частично изменяют место своего обычного проживания либо вынуждены сделать это в целях сохранения жизни, здоровья, безопасности, средств существования или приемлемых условий жизнедеятельности.

Предложенное понимание позволяет выделить несколько основных признаков экологического мигранта: во-первых, таким признаком является наличие изменения окружающей среды, которое оказывает существенное влияние на жизнедеятельность человека; во-вторых, экологический фактор должен находиться в причинной или опосредованной связи с перемещением, при чем экологические изменения не обязательно должны быть единственной причиной миграции; в-третьих, перемещение может иметь различный характер – от кратковременной эвакуации до окончательного переселения; в-четвертых, экологический мигрант может перемещаться как внутри государства, так и пересекать международную границу.

Особого внимания заслуживает вопрос о степени добровольности такого перемещения. Использование исключительно категорий «добровольная» и «вынужденная» миграция не всегда позволяет адекватно описать экологически обусловленную мобильность. Между ситуацией, когда человек внезапно эвакуируется вследствие стихийного бедствия, и ситуацией, когда семья самостоятельно переезжает из региона, в котором в течение многих лет ухудшаются

экологические условия, существует значительное количество промежуточных форм. В связи с этим экологическую миграцию целесообразно рассматривать как своеобразный континуум, на одном конце которого находится полностью вынужденное перемещение, а на другом – относительно самостоятельное решение о переезде, принятое в качестве адаптационной стратегии. Между ними находятся различные промежуточные ситуации, когда экологические обстоятельства существенно ограничивают свободу выбора, но не исключают ее полностью.

Такой подход имеет принципиальное значение для понимания природы экологической миграции, так как она может быть не только следствием экологического кризиса, но и способом адаптации населения к изменяющейся окружающей среде.

Итак, прежде всего экологических мигрантов можно классифицировать по степени вынужденности перемещения:

– К первой группе относятся лица, вынужденные покинуть место проживания вследствие непосредственной экологической угрозы, что характерно для ситуаций наводнений, землетрясений, извержений вулканов, крупных лесных пожаров, техногенных аварий и иных чрезвычайных событий.

– Вторая группа включает лиц, чье решение о перемещении существенно обусловлено ухудшением экологических условий, однако окончательный выбор места проживания сохраняется за самим человеком или семьей. Такая миграция может рассматриваться как ограниченно добровольная или адаптационная.

– Третью группу составляют лица, принимающие решение о перемещении в связи с экологическими изменениями преимущественно самостоятельно, например, вследствие постепенного ухудшения качества окружающей среды или сокращения природных ресурсов.

Следующим важным критерием является территориальный характер перемещения:

– Внутренняя миграция осуществляется в пределах одного государства и на практике может приобретать значительные масштабы, особенно при перемещении населения из экологически неблагоприятных регионов в другие части страны.

– Трансграничная миграция предполагает пересечение государственной границы и в силу этого одновременно затрагивает вопросы международной миграции, допуска на территорию другого государства и предоставления соответствующего правового режима.

По продолжительности перемещения экологических мигрантов можно разделить на временных, сезонных, долгосрочных и постоянных.

– Временное перемещение характерно для ситуаций, когда после восстановления экологических условий население возвращается к прежнему месту проживания.

– Сезонная миграция может возникать в результате регулярного воздействия природных факторов, например, засух или сезонных наводнений.

– Долгосрочное перемещение связано с продолжительным ухудшением экологических условий, тогда как постоянная миграция возникает в случаях, когда возвращение становится невозможным или практически нецелесообразным.

По масштабу перемещения субъектами экологической миграции могут выступать отдельные лица, семьи, социальные группы и территориальные сообщества, где последняя категория имеет особое значение в условиях масштабных экологических изменений, когда изменение места проживания становится не индивидуальным, а коллективным процессом. В таких случаях речь может идти о планируемом переселении целых населенных пунктов или сообществ.

Но важно понимать, что классификация субъектов экологической миграции должна быть многомерной, так как один и тот же человек может одновременно относиться к нескольким категориям: например, быть внутренним, временным и вынужденным экологическим мигрантом, переместившимся вследствие внезапного природного бедствия, в то время, как другой человек может быть трансграничным, долгосрочным и относительно добровольным экологическим мигрантом, использующим перемещение в качестве адаптационной стратегии.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что экологическая миграция представляет собой сложное и многомерное социально-экологическое явление, содержание которого не может быть сведено исключительно к вынужденному перемещению населения вследствие природных катастроф. Она охватывает широкий спектр ситуаций – от кратковременной эвакуации до окончательного переселения, от непосредственной реакции на экстремальное событие до постепенного изменения места проживания в качестве долгосрочной адаптационной стратегии.

Список использованных источников

1. Экологическая миграция населения: Международно-правовые аспекты: Научное издание / Д. В. Иванов, Д. К. Бекяшев. - М.: Аспект Пресс, 2013. - 176 с.

THE CONCEPT OF SUBJECTS OF ECOLOGICAL MIGRATION IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL CHANGE

E.A. Gepp

Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

The article examines the concept of subjects of ecological migration in the context of the increasing impact of natural and anthropogenic environmental changes on the livelihoods of the population.

Keywords: ecological migration, ecological migrant, environment, climate change, natural disasters, environmental factors.

УДК 504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КАК ПРИЧИНА МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ

Е.А. Гепп

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Рассматриваются основные экологические факторы, способные непосредственно или опосредованно влиять на принятие решения о перемещении и другие неблагоприятные экологические процессы.

Ключевые слова: экологическая миграция, экологические факторы, изменение климата, природные катастрофы, деградация земель, дефицит водных ресурсов.

Экологически обусловленная миграция может быть вызвана как внезапными событиями, так и процессами, развивающимися на протяжении десятилетий: наводнение или лесной пожар способны привести к немедленной эвакуации населения, тогда как засуха, опустынивание, повышение уровня моря или постепенная деградация сельскохозяйственных земель могут постепенно сформировать решение о переезде.

И вот экологический фактор миграции следует понимать как изменение состояния природной или антропогенно измененной окружающей среды, которое непосредственно или косвенно влияет на условия жизнедеятельности населения и способно обусловить изменение места проживания.

При этом экологический фактор не всегда является самостоятельной и единственной причиной миграции, а в большинстве случаев взаимодействует с другими обстоятельствами. Например, засуха может привести к сокращению урожая, что, в свою очередь, уменьшает доходы сельского населения, затем снижение доходов может привести к безработице, ухудшению материального положения и, в конечном счете, к решению о переезде. Таким образом, экологическое изменение становится исходным фактором целой цепочки социально-экономических последствий.

Именно поэтому причинно-следственная связь между окружающей средой и миграцией не всегда является непосредственной, то есть, в одних случаях экологическая угроза напрямую заставляет население покинуть территорию, в других – она формирует условия, при которых миграция становится наиболее рациональной или практически единственной доступной стратегией.

Одной из наиболее очевидных групп экологических факторов являются внезапные природные катастрофы: наводнения, землетрясения, цунами, ураганы, извержения вулканов, крупные лесные пожары, оползни и другие экстремальные события. А их особенностью является относительно короткий период между возникновением угрозы и необходимостью принятия решения о перемещении. И именно в таких условиях миграция чаще всего приобретает характер вынужденной эвакуации.

Однако экологическая миграция не ограничивается последствиями чрезвычайных событий, так как еще значительное влияние оказывают и постепенные изменения окружающей среды, которые могут не приводить к немедленному перемещению, но постепенно делают территорию менее пригодной для проживания. К числу таких процессов относятся опустынивание, деградация земель, засоление почв, сокращение водных ресурсов, повышение уровня моря и постепенное изменение температурных условий.

Постепенные экологические изменения имеют особое значение для миграционных исследований, поскольку они стирают четкую границу между «экологической» и «экономической» миграцией, например, снижение плодородия почвы непосредственно связано с состоянием окружающей среды, но одновременно оказывает экономическое воздействие на сельскохозяйственное производство. И человек, покидающий такую территорию, может объяснять свое решение необходимостью найти работу, хотя первоначальным фактором ухудшения экономической ситуации стало изменение природных условий.

Также другой важнейшим фактором экологической миграции – это изменение климата, которое оказывает влияние на частоту и интенсивность некоторых экстремальных явлений, водные ресурсы, сельское хозяйство, состояние экосистем и пригодность отдельных территорий для проживания. К примеру, повышение температуры, изменение режима осадков, увеличение продолжительности засушливых периодов и повышение уровня моря способны создавать условия, при которых сохранение прежнего места проживания становится все более сложным.

Конечно, и вода является базовым условием существования человека, сельского хозяйства и большинства видов экономической деятельности. То есть, сокращение доступности пресной воды может усиливать конкуренцию за ресурсы, снижать производительность сельского хозяйства и ухудшать санитарно-гигиенические условия. В результате чего население может перемещаться в регионы с более устойчивым водоснабжением.

Другим существенным фактором является деградация земель, а именно, истощение почв, эрозия, засоление и опустынивание уменьшают возможности использования территории для сельского хозяйства и традиционных форм хозяйственной деятельности. Особенно значимым это становится для населения, экономическое положение которого непосредственно зависит от природных ресурсов.

Отдельную группу составляют экологическое загрязнение и техногенные воздействия: загрязнение воздуха, воды и почвы, промышленные аварии, радиационное загрязнение и другие формы антропогенного воздействия могут сделать отдельные территории временно или постоянно неблагоприятными для проживания. Но в отличие от многих природных процессов, техногенные экологические изменения имеют ярко выраженную антропогенную составляющую.

Таким образом, экологические факторы можно условно разделить на несколько взаимосвязанных групп: внезапные природные события; постепенные изменения природных условий; климатические изменения; деградация природных ресурсов; загрязнение и техногенные воздействия.

На практике эти факторы нередко действуют одновременно, усиливая миграционное давление на население.

Получается, одной из основных особенностей экологической миграции является ее многофакторный характер, например, продолжительная засуха может одновременно снижать урожайность, сокращать доходы сельского населения, увеличивать стоимость продовольствия и создавать дефицит рабочих мест. В результате человек перемещается не просто потому, что произошло экологическое изменение, а потому, что это изменение запустило целую систему экономических и социальных последствий.

В этой связи экологический фактор можно рассматривать как первичный, усиливающий или косвенный фактор миграции

1. Первичным он является тогда, когда непосредственно приводит к необходимости перемещения.

2. Усиливающим – когда уже существующие экономические или социальные проблемы становятся более серьезными под воздействием экологических изменений.

3.Косвенным – когда экологическая трансформация сначала изменяет хозяйственные условия, а затем через них влияет на миграционное поведение.

Но помимо экономических причин существуют социальные и демографические ограничения: пожилые люди, лица с ограниченными возможностями, семьи с маленькими детьми и люди, не имеющие социальных связей за пределами территории проживания, могут обладать значительно меньшей мобильностью.

Таким образом, экологические изменения способны формировать парадоксальную ситуацию: население, наиболее подверженное экологическому риску, одновременно может иметь наименьшие возможности для перемещения. Это означает, что миграция не всегда является доступной формой адаптации.

В конечном счете, изменение окружающей среды влияет на миграционные процессы не посредством единого механизма, а через сложную систему экологических, социальных и экономических взаимосвязей. И экологическая миграция в этой системе выступает одновременно возможным результатом экологической уязвимости и потенциальным механизмом адаптации к изменяющимся условиям.

Список использованных источников

1. Экологическая миграция населения: Международно-правовые аспекты: Научное издание / Д. В. Иванов, Д. К. Бекяшев. - М.: Аспект Пресс, 2013. - 176 с.

ENVIRONMENTAL FACTORS AS A REASON FOR POPULATION MIGRATION

E.A. Gepp

Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

The main environmental factors that can directly or indirectly influence the decision to relocate and other adverse environmental processes are considered.

Keywords: ecological migration, environmental factors, climate change, natural disasters, land degradation, water scarcity.

УДК 631.589.2:631.811.98

РАЗРАБОТКА ЖИДКИХ КАЛЬЦИЙ-МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ БЕСПОЧВЕННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОНАТОВ ЕДТА

А.М. Гилёв[1,2]

[1]Дальневосточный федеральный университет, институт Мирового Океана, г. Владивосток, Россия
[2]ООО «Рубиско», г. Комсомольск-на-Амуре, Россия

Представлены результаты разработки жидкого удобрения, содержащего кальций и магний в форме хелатных комплексов ЭДТА. Состав включает 4% кальция ЭДТА и 1% магния ЭДТА. Удобрения предназначены для устранения дефицита кальция и магния у растений, выращиваемых в гидропоники.

Ключевые слова: гидропоника, жидкие удобрения, хелатирующий агент, макроэлементы, кальций (Ca), магний (Mg), этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА)

Благодарности: работа выполнена в рамках проекта «Разработка линейки удобрений для выращивания растений с применением гидропонных технологий» компании ООО «Рубиско» и при поддержке госзадание № FNZS-2026-0020.

В гидропонике залогом получения готовой растительной продукции является использование минеральных удобрений и составление питательных растворов на их основе [7]. В гидропонике используют комплексные минеральные удобрения, в которых содержатся все необходимые макро- и микроэлементы; их оптимальная концентрация обеспечивает стабильный рост и развитие культур в условиях беспочвенного культивирования [4,7]. Основными первичными макроэлементами являются азот, фосфор и калий, к вторичным макроэлементам относятся сера, кальций и магний [4].

Кальций (Ca) и магний (Mg) важны для структурной целостности клеточных стенок, синтеза хлорофилла, активации ферментов и транспорта углеводов [2]. Однако при выращивании в гидропонике встаёт вопрос поддержания Ca и Mg в доступной для растений форме. В питательных растворах значительная часть этих катионов существует не в виде свободных ионов, а в составе сульфатных соединений ($CaSO_4$, $MgSO_4$), что снижает их биодоступность [8]. Наличие кальция в субстрате не всегда гарантирует его поступление в растения [3,8]. Это обусловливает необходимость поиска более доступной формы, которая будет легче усваиваться в гидропонике, например, с использованием хелатных агентов в виде солей EDTA [5].

Кальций и магний образуют с ЭДТА менее прочные комплексы чем с микроэлементами (Fe, Mn, Zn), но умеренная прочность связывания Ca и Mg с ЭДТА может обеспечивать их постепенное высвобождение, предотвращая осаждение и чрезмерное удержание [3,5]. Помимо основных комплексных удобрений

существуют дополнительные добавки или моноудобрения, позволяющие восполнить недостаток тех или иных элементов. На российском рынке присутствует множество добавок и удобрений, позволяющих восполнить нехватку элементов, однако они практически все иностранные и представлены в минеральной форме. Разработка добавок, специализированных именно на коррекции дефицита Ca и Mg и оптимизированных для гидропонного применения с учётом совместимости с другими компонентами питательных растворов в хелатной форме EDTA, остаётся недостаточно проработанной.

Цель - разработать жидкие удобрения кальция-магния для беспочвенного культивирования растений на основе хелатных соединений EDTA.

В ходе работы были изучены технологии производства концентрированных жидких удобрений для гидропоники, которые базируются на питательных смесях, разработанных основоположниками вегетационного метода – Кнопом, Прянишниковым и Гельригелем [1]. Однако современные составы удобрений для гидропоники опираются на новую методику Хогланда и Снайдера, где ключевым фактором выступает использование хелатных форм (EDTA, DTPA, EDDHA), которые предотвращают выпадение металлов в осадок и сохраняют стабильность в широком диапазоне pH. Это позволяет выстраивать баланс макро- и микроэлементов с учётом их взаимного влияния [6].

Разработка формулы и подбор соотношения элементов для создания удобрения базировались на литературных данных [2,3,6,8,]. Параметры кальция и магния определялись путем сопоставления двух факторов, представленных в таблице 1 ниже: рекомендуемой концентрации в рабочем растворе для корневых подкормок и оптимального содержания в растительных тканях [6].

Таблица 1 – Оптимальные концентрации кальция и магния в питательном растворе и в сухой биомассе листьев

Оптимальная концентрация / Элемент	В питательном растворе (мг/л)	В сухой биомассе листьев (% от сухого вещества)
Кальций (C a)	150 – 250	1,0 – 3,0%
Магний (Mg)	50 – 80	0,25 – 0,75%

При разработке добавки удобрений, в составе которой имеются кальций и магний, учитывали их баланс и соотношение в растворе; оптимальное соотношение Ca:Mg в растворе обычно составляет от 3:1 до 4:1 [6]. При избытке кальция растение начинает блокировать усвоение магния, и наоборот. Также в качестве контрольного аналога (прототипа) было использовано удобрение Calcium Magnesium (добавка для осмотической воды) производства Terra Aquatica (Франция). Содержание действующих веществ в аналоге: азот (N) – 1%; кальций (CaO) – 4%; магний (MgO) – 1%.

Процесс создания образца удобрения основывался на использовании минеральных солей, предварительно переведённых в хелатную форму с помощью

этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА). Приготовление концентрированного раствора осуществляли путём последовательного растворения навесок компонентов в дистиллированной воде при непрерывном перемешивании. Порядок введения компонентов строго регламентировался с целью предотвращения реакций комплексообразования и выпадения осадка.

В результате был получен прозрачный лабораторный образец с небольшой вязкостью. Густота раствора объясняется высоким содержанием хелатирующего агента ЭДТА, а слабый желтый цвет обусловлен присутствием металлов - кальция и магния. Измеренные физико-химические показатели оказались следующими: pH среды, измеренный потенциометрическим методом с помощью pH-метра Mettler Toledo, составил 8,23 (слабощелочная), а электропроводность (EC), измеренная прибором Milwaukee EC59 PRO, составила 36 200 ppm или 72,40 мСм/см по шкале (коэффициенту) USA (0,50).

Для хранения удобрений использовали флаконы на 100 мл из полиэтилентерефталата по ГОСТу 32686-2014. Материал флаконов характеризовался матированной, светонепроницаемой поверхностью, защищающей от воздействия солнечного света. Перед переносом готовых жидких удобрений внутренний объём флаконов подвергался асептической обработке в кварцевом шкафу с использованием бактерицидного УФ-излучения. На заключительном этапе была разработана информационная этикетка, содержащая название, элементный и процентный состав, а также рекомендации по применению с указанием дозировок для листовой и корневой подкормок. Внешний вид готового удобрения представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Разработанные кальций-магниевые удобрения

Таким образом, в результате исследований был получен экспериментальный образец органоминерального удобрения на основе кальция и магния в хелатных соединениях ЭДТА, ориентированного на интенсивное питание растений в условиях беспочвенного культивирования. Особенность разработанного состава заключается в использовании хелатированных форм кальция и магния,

обеспечивая их более доступное и эффективное усвоение растениями при выращивании в гидропонике. Предложенное удобрение может рассматриваться как перспективная органоминеральная добавка для современного растениеводства в системах беспочвенного выращивания.

Список использованных источников

1. Журбицкий, З. И. Теория и практика вегетационного метода / З. И. Журбицкий; АН СССР, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – Москва: Наука, 1968. – 266 с.

2. Корожан, Н. В. Влияние содержания кальция и магния в листьях крапивы двудомной на накопление в них фенольных соединений / Н. В. Корожан // Вестник фармации. – 2019. – № 2 (84). – С. 29-33.

3. Швартау, В. В. Кальций в растительных клетках / В. В. Швартау, П. А. Вирыч, Т. И. Маковейчук, А. Ю. Артеменко // Biosystems Diversity. – 2014. – № 1. – С. 19-32

4. Ягодин, Б. А. Агрохимия: учебник / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко; под редакцией Б. А. Ягодина. – Москва: Колос, 2002. – 584 с.

5. Barton, L. Iron Nutrition in Plants and Rhizospheric Microorganisms / L. Barton, J. Abadía. – 2006. – DOI: 10.1007/1-4020-4743-6.

6. Hoagland, D. R. The water-culture method for growing plants without soil / D. R. Hoagland, D. I. Arnon // California Agricultural Experiment Station Circular. – 1938. – Vol. 347. – P. 1–39.

7. Shishkin, P. Hydroponics technology to grow plants without soil / P. Shishkin, O. Antipova // Vegetable crops of Russia. – 2017. – No. 3– P. 56–61.

8. Trejo-Téllez, L. I. Nutrient Solutions for Hydroponic Systems / L. I. Trejo-Téllez, F. Gómez-Merino. – 2012. – DOI: 10.5772/37578.

DEVELOPMENT OF LIQUID CALCIUM-MAGNESIUM FERTILIZERS BASED ON EDTA CHELATES FOR SOILLESS PLANT CULTIVATION

A.M. Gilyov [1,2]

[1] Department of Soil Science, Institute of the World Ocean, Vladivostok, Russia
[2]Rubisko LLC, Komsomolsk-on-Amur, Russia

The results of developing a liquid fertilizer containing calcium and magnesium in the form of EDTA chelates are presented. The composition includes 4% calcium EDTA and 1% magnesium EDTA. The fertilizer is designed to correct calcium and magnesium deficiencies in hydroponically grown plants.

Keywords: hydroponics, liquid fertilizers, chelating agent, macroelements, calcium (Ca), magnesium (Mg), ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)

УДК 33

РОЛЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИНСТИТУТОВ В РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

Е.А. Дмитриев[1]

Сочинский государственный университет,
г. Сочи, Россия

Статья посвящена анализу глобальных экологических инициатив, реализуемых в период 2020–2026 гг. В условиях нарастающего климатического кризиса, утраты биоразнообразия и загрязнения окружающей среды международное сообщество активизирует усилия по выработке и внедрению коллективных решений. В работе рассмотрены ключевые механизмы межгосударственного сотрудничества, включая Парижское соглашение, Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК), а также финансовые инструменты поддержки природоохранных проектов, в частности деятельность Глобального экологического фонда (GEF).

Особое внимание уделено анализу эффективности зеленых облигаций Финансируемых Всемирным фондом. На примере конкретных проектов в области возобновляемой энергетики, сохранения лесов и циркулярной экономики показаны как успешные кейсы, так и системные барьеры (недостаточность финансирования, политические риски, технологические ограничения)

Ключевые слова: декорбонизация: экологические проекты; экологические организации; экологические дивиденды.

Неуклонное возрастание мирового потребления природных ресурсов и ускорение производственных процессов привели к обострению множества экологических вызовов. В эпоху глобализации эти проблемы перестали быть исключительно внутренним делом отдельных государств и теперь требуют скоординированных действий международного сообщества. К числу наиболее критических угроз относятся изменение климатических показателей, загрязнение Мирового океана и пресноводных источников, деградация лесных экосистем и массовое вымирание биологических видов. Текущая неблагоприятная экологическая ситуация во многом является следствием техногенной модели развития и роста потребления в развитых странах на протяжении прошлого и текущего веков.

Повышение валового внутреннего продукта и доходов населения в развитых государствах сопровождалось ростом государственных расходов на охрану природы и реализацию природоохранных программ. Однако при этом опасные отходы и вредоносные производства активно перемещались в менее развитые страны с более низкими экологическими нормативами, используя механизмы международной торговли и прямых иностранных инвестиций. С одной стороны, такой трансфер способствовал ускоренному развитию этих стран и улучшению уровня жизни их населения, но с другой – усугубил экологический кризис в них,

[1] Научный руководитель: к.э.н, доцент – Н.Н. Анисимова

превратив многие из них в значимые источники загрязнения. Для улучшения глобальной экологической обстановки и противодействия климатическим изменениям 197 государств, включая Россию, Китай и Индию, подписали Парижское соглашение. Оно предусматривает радикальное сокращение выбросов парниковых газов и ограничение роста средней глобальной температуры в XXI веке до 2 градусов Цельсия, с целью в дальнейшем удержать этот показатель на уровне 1,5 градуса.

Ключевую роль в данном процессе играют международные организации. Экологическими вопросами занимаются такие структуры, как ООН, Всемирный банк и Глобальный экологический фонд (GEF) [2]. Наблюдается устойчивый рост числа проектов, реализуемых международными организациями, в которых участвуют более 180 стран. Именно поэтому накопленный ими опыт в финансировании и реализации экологических инициатив представляет собой значительный интерес как для науки, так и для практики.

Особую актуальность вопросы финансирования международных экологических проектов приобретают сейчас, когда они все чаще включаются в повестку дня организаций и форумов, чья деятельность ранее не была связана с экологией. Например, МВФ добавил в свою повестку вопросы экологии, включая борьбу с изменением климата, а международные банки развития взяли на себя обязательство привести свои финансовые операции в соответствие с целями Парижского соглашения.

Международный экологический проект – это инвестиционный проект, реализуемый полностью или частично за счет средств международных организаций или международных банков развития и направленный на борьбу с формами проявления глобальной экологической проблемы. Исходя из анализа мирового опыта, было установлено, что экологические проекты классифицируются в зависимости от решаемых проблем или экономических отраслей. Примечательно, что основная доля проектов, финансируемая за счет «зеленых» облигаций Всемирного банка, относится к возобновляемой энергии и энергоэффективности.

(рисунок 1)



Рисунок 1 – Обязательства Всемирного банка по «зеленым» облигациям

Основными направлениями географического распределения финансовых ресурсов международных организаций стали развивающиеся страны, такие как Китай, Индия, Бразилия и другие страны Азии и Латинской Америки. Так, например, основная доля проектов, финансируемая за счет «зеленых» облигаций Всемирного банка, сосредоточена в регионе Восточной Азии и Океании, что составляет приблизительно 34% всех обязательств. В состав региона входят Китай, Индонезия,

Филиппины, Восточный Тимор и Вьетнам. На страны Латинской Америки и Карибского бассейна приходится 25% всех обязательств, на Южную Азию – 21%. (рисунок 2)

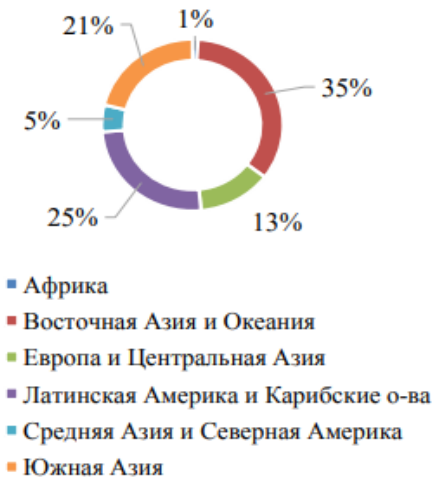


Рисунок 2 – Географическое распределение проектов, финансируемых за счет «зеленых» облигаций Всемирного банка

Кроме того, почти треть средств, выделяемых Глобальным экологическим фондом на финансирование экологических проектов приходится на страны Африки. Следом идут страны Латинской Америки и Карибского региона (23% выделяемых средств). Среди стран Азии (3% выделяемых средств) лидируют Китай и Индия.

Ситуация в сфере экологии в России остается сложной. Решение экологических проблем становится все более важным для роста экономического благосостояния и улучшения качества жизни населения страны. Россия обладает внушительным экологическим потенциалом и способна внести весомый вклад в решение глобальных экологических проблем.

Что касается реализации экологических инициатив международных структур в России, то они осуществляются при поддержке Всемирного банка, Глобального экологического фонда (GEF) [2] и Программы ООН [1] по окружающей среде. Например, для GEF Россия является значимым объектом инвестиций, особенно в сферах сохранения биоразнообразия, противодействия глобальному изменению климата и охраны трансграничных водных ресурсов. Финансы Фонда служат важным дополнительным механизмом решения экологических задач в стране. За 25 лет сотрудничества с GEF Россия получила более 4 млрд долларов, что позволило реализовать 90 проектов по охране окружающей среды на своей территории.

После событий 2022 года прозвучали призывы к прекращению финансирования РФ: западные партнеры свернули свою деятельность, а ключевые экологические организации получили статус «иностранного агента». Тем не менее, несмотря на возникшие трудности, в 2024 году в России оставалось около 24 активных проектов на сумму $270 млн, охватывающих такие направления, как сохранение биоразнообразия и климатическая политика.

Список использованных источников

1. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. Электронный текст. URL/ https://www.un.org/ru/documents/

2. GEF (Глобальный экологический фонд). Официальный сайт. Электронный текст. URL/ http s://www.thegef.org

3. Анисимова Н.Н. Теоретические подходы к изучению социального капитала : Социально-экономические и правовые исследования в контексте цифровой трансформации. Сборник научных статей . Москва, 2025. С. 13-16.

4. Цурак Л.А. Вдовина В.А. Тренды развития финансового сектора российской федерации. Социально-экономическое пространство регионов. СГУ г. Сочи № 2 (18) 2024 г.

5. Бобина Н.В., Каменская Л.А., Проведение социологических опросов и информирование населения как составная часть мониторинга состояния зелёных насаждений города-курорта Сочи. В книге: Проблемы и перспективы развития системы учета, аудита и государственного управления в условиях цифровой экономики. II Всероссийская научно-практическая конференции с международным участием., 2022. С. 295-298.

6. Заруднева А.Ю., Брынцева М.Е., Зайцева О.М. Зелёный PR: Как компании используют экологические инициативы для улучшения своей репутации. В сборнике: Материалы и методы инновационных научно-практических исследований и разработок. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2026. С. 112-115.

THE ROLE OF INTERNATIONAL INSTITUTIONS IN THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL PROJECTS

E.A. Dmitriev[1]

Sochi State University,
Sochi, Russia

The article is devoted to the analysis of global environmental initiatives implemented in the period 2020-2026. In the context of the growing climate crisis, loss of biodiversity and environmental pollution, the international community is stepping up efforts to develop and implement collective solutions. The paper examines key mechanisms of interstate cooperation, including the Paris Agreement, the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), as well as financial instruments to support environmental projects, in particular the activities of the Global

[1] Scientific supervisor: Candidate of Economic Sciences, Associate Professor – N.N. Anisimova

Environment Facility (GEF). Special attention is paid to the analysis of the effectiveness of green bonds financed by the World Fund. Using the example of specific projects in the field of renewable energy, forest conservation and circular economy, both successful cases and systemic barriers (lack of funding, political risks, technological limitations) are shown.

Keywords: decorbonization: environmental projects; environmental organizations; environmental dividends.

УДК 004.8:502.1

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МОНИТОРИНГЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

И.А. Дрозденко

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена теме «применение искусственного интеллекта в мониторинге биоразнообразия». Цель работы состоит в обобщении современных подходов к оценке экологических рисков и в определении направлений природоохранной деятельности. Рассмотрены ключевые факторы, ограничивающие устойчивость природных систем, принципы мониторинга и возможности управленческих решений. Показано, что сохранение биоразнообразия требует сочетания научно обоснованных наблюдений, профилактики ущерба и учёта региональных условий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, мониторинг, биоразнообразие, экологические данные, цифровые технологии.

Применение искусственного интеллекта в мониторинге биоразнообразия относится к числу задач, в которых экологические, социальные и экономические последствия тесно взаимосвязаны. Сохранение природных систем невозможно свести к защите отдельных объектов: необходимо учитывать состояние местообитаний, характер хозяйственной нагрузки и способность экосистем к восстановлению. Такой подход позволяет рассматривать биоразнообразие как условие устойчивости территорий и как основу для долгосрочного природопользования [1; 2].

Одним из наиболее заметных факторов риска является неоднородность экологических данных, ошибки автоматического распознавания и ограниченность полевой верификации. Воздействия редко проявляются поодиночке: они могут усиливать друг друга, изменять доступность ресурсов и повышать уязвимость популяций. Поэтому при оценке ситуации важно фиксировать не только непосредственные последствия, но и предпосылки накопления экологического ущерба, которые становятся заметны спустя длительный период [1; 4].

В центре анализа должны находиться качество исходных данных, воспроизводимость алгоритмов, полноту выборки и экспертную проверку результатов. Наблюдения следует проводить регулярно и по сопоставимым методикам, поскольку единичный учёт не отражает естественную изменчивость природных процессов. Пространственная привязка данных, описание условий наблюдений и хранение первичной информации повышают достоверность последующих выводов и позволяют сравнивать результаты разных исследовательских групп [3].

Биоразнообразие выполняет не только природоохранную, но и функциональную роль. Видовое и генетическое разнообразие поддерживает пищевые связи, круговорот веществ, опыление, почвообразование и восстановление сообществ после нарушений. Утрата даже внешне малозаметных компонентов биоты может ослаблять устойчивость всей системы. В связи с этим природоохранные меры должны учитывать экологические связи, а не ограничиваться перечнем охраняемых видов [3; 5].

При разработке решений необходимо ориентироваться на сочетание автоматизированного анализа с полевыми наблюдениями, открытые стандарты данных и контроль качества моделей. Превентивные меры обычно результативнее и экономически оправданнее, чем ликвидация уже возникшего ущерба. Они предполагают раннее выявление угроз, установление допустимых нагрузок и оценку возможных последствий до начала хозяйственной деятельности. Важна также понятная система ответственности за нарушение установленных экологических требований [2; 4].

Существенное значение имеет масштаб управления. Общие нормативные принципы должны дополняться региональными решениями, поскольку природные комплексы отличаются климатом, ландшафтной структурой, степенью освоенности и составом видов. Унифицированный показатель не заменяет полевого знания территории. Комбинация общих критериев и локальной экспертизы позволяет снизить риск формального подхода к охране природы [1; 3].

Современный мониторинг опирается на сочетание полевых методов и цифровых технологий. Дистанционные данные помогают выявлять пространственные изменения, автоматические системы увеличивают частоту наблюдений, а геоинформационный анализ облегчает сопоставление разнородных сведений. Вместе с тем интерпретация результатов требует проверки в природе и участия специалистов, поскольку качество выводов определяется качеством исходной информации [3; 4].

Для повышения эффективности мероприятий необходим обмен данными между научными организациями, органами управления и природопользователями. Закрытость информации и несогласованность действий затрудняют оценку реальной экологической ситуации. Открытые правила наблюдений, единые форматы данных и понятное представление результатов делают природоохранные решения более обоснованными и проверяемыми [2; 3].

Эффективность принятых мер должна оцениваться по заранее определённым критериям. К ним относятся сохранность местообитаний, динамика

ключевых видов, снижение интенсивности угроз и доступность результатов мониторинга. Важно сопоставлять достигнутые изменения с исходным состоянием и не подменять экологический эффект формальным выполнением отдельных процедур. Регулярная оценка позволяет своевременно корректировать программы и направлять ресурсы на наиболее уязвимые компоненты природной среды [3; 4].

Отдельного внимания заслуживает участие населения. Экологическое просвещение, волонтёрские наблюдения и обсуждение проектов не подменяют профессиональную экспертизу, но расширяют возможности раннего обнаружения проблем и снижают конфликтность решений. Устойчивый результат достигается тогда, когда ограничения природопользования понятны, а сохранение природных ценностей воспринимается как общая задача [1; 5].

Таким образом, применение искусственного интеллекта в мониторинге биоразнообразия требует системного подхода, объединяющего мониторинг, сохранение местообитаний, оценку рисков и ответственное природопользование. Научно обоснованные решения должны опираться на сопоставимые данные, учитывать особенности территории и предусматривать контроль результатов. Такой подход создаёт условия для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций в долгосрочной перспективе [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BIODIVERSITY MONITORING

I.A. Drozdenko

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines применение искусственного интеллекта в мониторинге биоразнообразия. Its purpose is to summarise approaches to environmental risk assessment and to identify priorities for conservation action. The paper considers key factors limiting the resilience of natural systems, monitoring principles and management options. Biodiversity conservation requires evidence-based observation, damage prevention and consideration of regional conditions.

Keywords: artificial intelligence, monitoring, biodiversity, environmental data, digital technologies.

УДК 502.171:004

КОГДА ТЕХНОЛОГИИ ПОМОГАЮТ ПРИРОДЕ: ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

И.А. Дрозденко

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Современный экологический мониторинг развивается в условиях роста объема и разнообразия информации о состоянии природной среды. Спутниковые данные, геоинформационные системы, автоматические датчики и беспилотные летательные аппараты позволяют перейти от отдельных наблюдений к регулярному получению пространственно распределенных данных. В статье рассматриваются основные направления цифровой трансформации экологического мониторинга, возможности интеграции различных источников информации, роль дистанционного зондирования и автоматизированного анализа. Показано, что цифровые технологии наиболее эффективны как часть единой системы, в которой автоматизированные данные дополняются полевыми исследованиями и экспертной оценкой.

Ключевые слова: экологический мониторинг, цифровизация, геоинформационные системы, дистанционное зондирование, спутниковые данные, беспилотные летательные аппараты, искусственный интеллект, экологические данные.

Современное состояние окружающей среды характеризуется высокой динамичностью природных и антропогенных процессов. Традиционный экологический мониторинг сохраняет значение, поскольку полевые и лабораторные наблюдения обеспечивают непосредственную оценку состояния компонентов

природы. Вместе с тем периодический характер таких работ ограничивает пространственный охват и скорость получения информации. Цифровая трансформация позволяет изменить организацию мониторинга: данные могут поступать из разных источников, автоматически сохраняться, сопоставляться во времени и пространстве и использоваться для выявления изменений. Такой подход особенно важен при наблюдении за большими территориями и быстро меняющимися экологическими процессами [1].

Одним из основных инструментов цифрового экологического мониторинга являются геоинформационные системы. Они связывают экологические показатели с конкретными координатами и позволяют анализировать их совместно с данными о землепользовании, инфраструктуре и природных условиях. Российские исследования показывают, что объединение данных дистанционного зондирования, экологических обследований и статистической информации может использоваться для построения геоинформационно-аналитических моделей городской среды [5].

Особое место занимает дистанционное зондирование Земли. Космическая съемка позволяет регулярно получать сведения о значительных территориях, включая труднодоступные районы. Сопоставление снимков за разные даты дает возможность выявлять изменения растительного покрова, водных объектов и состояния земель. При этом различные спектральные характеристики изображений могут использоваться для решения конкретных экологических задач. Например, мониторинг Куйбышевского водохранилища с применением спутниковых данных и спектральных индексов позволил выделять зоны распространения синезеленых водорослей и оценивать интенсивность развития их биомассы [2].

Важным направлением становится объединение спутниковых данных с наземными наблюдениями. Автоматические датчики способны непрерывно фиксировать температуру, влажность, состав воздуха, уровень воды и другие параметры. Их преимущество состоит в высокой частоте измерений и возможности оперативной передачи информации. Однако автоматизация не исключает необходимости контроля качества: оборудование требует калибровки, технического обслуживания и проверки результатов. Поэтому надежная система мониторинга должна сочетать автоматические измерения с контрольными полевыми и лабораторными исследованиями. Такой принцип особенно важен при создании долговременных наблюдений за природными территориями [3].

Дополнительные возможности дают беспилотные летательные аппараты. Они позволяют проводить детальную съемку относительно небольших участков и выбирать время обследования в соответствии с конкретной задачей. БПЛА могут использоваться для наблюдения за лесными территориями, водными объектами, линейной инфраструктурой и участками возможного загрязнения. Перспективность этого направления связана также с развитием автоматической обработки изображений. Алгоритмы компьютерного зрения способны предварительно выделять объекты и аномалии, после чего специалист проводит их экологическую интерпретацию [6].

Особое значение имеет роль специалиста. Цифровая система может быстро обнаружить необычное изменение показателя или выделить участок, требующий

внимания, но экологический смысл результата зависит от условий конкретной территории. Изменение растительного индекса может быть связано с естественной сезонностью, погодой, хозяйственной деятельностью или особенностями съемки. Поэтому окончательная оценка должна учитывать полевые наблюдения и знания о природных процессах. Для особо охраняемых природных территорий это позволяет объединять спутниковые изображения, результаты маршрутов и автоматических измерений при наблюдении за состоянием местообитаний [3].

Таким образом, цифровая трансформация экологического мониторинга представляет собой не замену традиционных методов, а их технологическое развитие. Спутниковые системы расширяют территориальный охват, датчики повышают частоту наблюдений, БПЛА обеспечивают детальное обследование локальных участков, а ГИС и аналитические инструменты объединяют разнородные сведения. Наиболее важным результатом становится сокращение времени между обнаружением изменения и его интерпретацией. При наличии проверяемых данных и научного сопровождения цифровые технологии позволяют повысить оперативность мониторинга и создать основу для более обоснованных природоохранных решений [1; 2; 5].

Список использованных источников

1. Бычков, И. В. Цифровые технологии мониторинга и прогнозирования экологической обстановки в Сибири / И. В. Бычков, Е. С. Фереферов // Вестник Российской академии наук. – 2022. – Т. 92, № 4. – С. 315–323. – DOI 10.31857/S086958732204003X. – EDN WPWONC.

2. Шерстобитов, Д. Н. Мониторинг развития сине-зеленых водорослей в Куйбышевском водохранилище при помощи индексов дистанционного зондирования Земли / Д. Н. Шерстобитов, В. В. Ермаков, В. Н. Пыстин, О. В. Тупицына // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2023. – Т. 31, № 2. – С. 232–240. – DOI 10.22363/2313-2310-2023-31-2-232-240. – EDN HCCIZZ.

3. Желтухин, А. С. Стационарные исследования в Центрально-Лесном государственном природном биосферном заповеднике / А. С. Желтухин, Ю. А. Курбатова, Р. Б. Сандлерский, М. Ю. Пузаченко // Вопросы географии. – 2021. – № 152. – С. 357–378. – DOI 10.24057/probl.geogr.152.13. – EDN XLVOXD.

4. Бондур, В. Г. Аэрокосмические методы и технологии мониторинга нефтегазоносных территорий и объектов нефтегазового комплекса / В. Г. Бондур // Исследование Земли из космоса. – 2010. – № 6. – С. 3–17. – EDN NBSTHV.

5. Епринцев, С. А. Геоинформационно-аналитическая модель повышения качества окружающей среды городов Центрального Черноземья / С. А. Епринцев, С. А. Куролап, О. В. Клепиков, С. В. Шекоян, П. М. Виноградов // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. – 2024. – Т. 2, № 9. – С. 27–33. – DOI 10.23885/2500-123X-2024-2-9-27-33. – EDN ZGNIID.

6. Колесников, В. М. Перспективы использования БПЛА для экологического мониторинга и безопасной эксплуатации нефтегазопроводов / В. М.

Колесников, М. А. Якунин // Человек. Общество. Инклюзия. – 2023. – Т. 14, № 3-1. – С. 168–177. – EDN JAEJCN.

WHEN TECHNOLOGIES HELP NATURE: DIGITAL TRANSFORMATION OF ENVIRONMENTAL MONITORING

I.A. Drozdenko

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

Modern environmental monitoring is developing in conditions of growing volumes and diversity of information about the state of the natural environment. Satellite data, geographic information systems, automated sensors and unmanned aerial vehicles make it possible to move from isolated observations to regular collection of spatially distributed data. The article examines the main directions of digital transformation of environmental monitoring, the integration of different information sources, remote sensing and automated analysis. It is shown that digital technologies are most effective as part of an integrated system in which automated data are supplemented by field research and expert assessment.

Keywords: environmental monitoring, digitalization, geographic information systems, remote sensing, satellite data, unmanned aerial vehicles, artificial intelligence, environmental data.

УДК 551.583

НА ГРАНИ ПЕРЕМЕН: КАК КЛИМАТ МЕНЯЕТ МИР ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

И.А. Дрозденко

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Современные климатические изменения воздействуют на живые организмы через трансформацию температурно-влажностного режима, сезонной динамики и условий обитания. В статье рассматриваются основные последствия этих процессов для наземных, лесных и водных экосистем, включая изменение местообитаний, смещение ареалов и перестройку экологических взаимодействий. Особое внимание уделено мониторингу, оценке уязвимости и адаптационным мерам. Показано, что последствия климатических изменений должны оцениваться с учетом региональных условий и совокупности природных и антропогенных факторов.

Ключевые слова: климатические изменения, биоразнообразие, экосистемы, местообитания, экологический мониторинг, уязвимость, адаптация.

Современные климатические изменения заметно преобразуют условия существования живых организмов. Изменение температуры и осадков, смещение сезонных процессов, учащение опасных явлений и изменение водного режима воздействуют на растения, животных и экосистемы. Последствия проявляются неодинаково: устойчивость природных комплексов зависит от состояния местообитаний, их связности, видового состава и антропогенной нагрузки [1; 2].

Мир живой природы реагирует на климатические изменения не только сокращением численности отдельных видов. Меняются сроки цветения и размножения, сезонные перемещения, границы распространения организмов и структура сообществ. Многие такие изменения выявляются лишь при длительных наблюдениях, поэтому климатические последствия необходимо оценивать по сопоставимым рядам данных для разных компонентов природной среды [1; 3].

Одним из наиболее очевидных проявлений становится перестройка условий обитания. Повышение температуры способно продлевать вегетационный период, но одновременно усиливать дефицит влаги. Изменение осадков отражается на почвенном увлажнении, речном стоке и водоемах. Для растительности меняются продуктивность и конкурентные отношения, для животных – кормовая база и сезонная доступность местообитаний [2; 3].

Особенно чувствительными оказываются экосистемы, находящиеся близко к границам экологической устойчивости. В северных регионах климатический фактор проявляется через изменение температурно-влажностного режима и экстремальных явлений. Для лесов сочетание потепления, засух и пожаров способно снижать устойчивость древостоев и усиливать биотические угрозы. Российские исследования показывают необходимость учитывать различия в адаптационном потенциале лесных экосистем [4].

Изменения затрагивают и водные экосистемы. Температура воды, продолжительность ледового периода и режим перемешивания влияют на развитие планктона и другие компоненты сообществ. Исследования Байкала показывают, что климатические колебания в сочетании с антропогенной нагрузкой сопровождаются структурными перестройками фито- и зоопланктона, что отражается на пищевых связях и функционировании экосистемы [5].

Важным следствием становится изменение пространственных границ распространения организмов. При благоприятных условиях отдельные виды способны осваивать новые территории, тогда как виды с узкой экологической специализацией могут сокращать ареалы. Моделирование климатических условий помогает оценивать потенциальные направления распространения, однако такие оценки требуют полевой проверки и учета состояния местообитаний [2; 4].

Климатический фактор редко действует изолированно. Фрагментация местообитаний, загрязнение, пожары, вырубка лесов и освоение территорий уменьшают способность природных комплексов адаптироваться. На освоенных территориях климатическое воздействие накладывается на уже измененную структуру ландшафтов и водного баланса, что определяет различную выраженность последствий и требует регионального подхода [2; 3].

Особое значение имеет развитие систем мониторинга. Необходимо объединять наземные наблюдения, дистанционное зондирование, гидрометеорологические измерения и биологические исследования. Сопоставление данных позволяет выявлять тенденции, определять уязвимые территории и связывать изменения популяций с преобразованием местообитаний. Для лесных экосистем перспективна связка «наблюдение – прогноз – адаптационные меры» [1; 4].

Сохранение живой природы требует сочетания адаптационных и природоохранных мероприятий: поддержания связности местообитаний, охраны природных территорий, восстановления деградированных экосистем, снижения риска крупных пожаров и сохранения водного режима. Важно предупреждать дополнительные антропогенные нарушения, поскольку ослабленная экосистема хуже переносит климатические экстремумы [4].

Таким образом, климат меняет мир живой природы через трансформацию температурно-влажностного режима, местообитаний, видового состава и экологических связей. Наиболее заметны последствия там, где климатическая нагрузка сочетается с фрагментацией территорий и другими воздействиями. Основой природоохранной работы должны становиться длительный мониторинг, оценка уязвимости и поддержание способности экосистем к естественной адаптации [1; 2; 4].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

4. Константинов, А. В. Сценарный подход к адаптации лесных экосистем Российской Федерации в условиях изменений климата / А. В. Константинов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2023. – Т. 87, № 4. – С. 558–567. – DOI 10.31857/S2587556623040039. – EDN VJTUSW.

5. Бондаренко, Н. А. Структурные перестройки фито- и зоопланктона под воздействием климатических изменений и антропогенной нагрузки (оз. Байкал, Россия) / Н. А. Бондаренко, И. В. Томберг, О. Г. Пенькова, Н. Г. Шевелева // Биология внутренних вод. – 2023. – № 6. – С. 727–739. – DOI 10.31857/S0320965223060050. – EDN JVQQKT.

ECOLOGY AT THE EDGE OF CHANGE: HOW CLIMATE IS TRANSFORMING THE LIVING WORLD

I.A. Drozdenko

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines how climate change transforms the living world through changes in temperature and precipitation, seasonal rhythms, extreme events and water regimes. The main consequences for terrestrial, forest and aquatic ecosystems are considered, including habitat changes, shifts in species distribution and restructuring of ecological interactions. Particular attention is paid to long-term monitoring, assessment of ecosystem vulnerability and adaptation measures. It is shown that climate impacts should be assessed together with regional conditions and anthropogenic pressures.

Keywords: climate change, biodiversity, ecosystems, habitats, environmental monitoring, vulnerability, adaptation.

УДК 504.064.3

ОТ ДАННЫХ К ДЕЙСТВИЯМ: ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОНИТОРИНГЕ И СОХРАНЕНИИ ЭКОСИСТЕМ

И.А. Дрозденко

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Цифровая трансформация экологических исследований меняет подходы к наблюдению за природными территориями и принятию природоохранных решений. Спутниковая съемка, геоинформационные системы, беспилотные летательные аппараты, сенсорные сети, фотоловушки и методы искусственного интеллекта позволяют получать и обрабатывать значительные объемы пространственно-временных данных. Однако эффективность цифрового мониторинга определяется не только количеством информации, но и возможностью преобразовать ее в оценку состояния экосистем, выявление рисков и конкретные управленческие действия.

Ключевые слова: цифровые технологии, экологический мониторинг, экосистемы, ГИС, дистанционное зондирование, беспилотные летательные аппараты, искусственный интеллект, биоразнообразие, охрана природы.

Экологический мониторинг постепенно переходит от отдельных обследований к системам непрерывного накопления и анализа данных. Для природных территорий это особенно важно: состояние экосистем меняется под воздействием климата, пожаров, загрязнения и хозяйственной деятельности. При больших площадях наблюдений наземные исследования требуют значительных

затрат времени. Цифровые технологии позволяют повысить охват и оперативность контроля, одновременно сохраняя возможность последующей проверки результатов специалистами [1].

Наиболее эффективным является сочетание нескольких уровней наблюдения. Спутниковая съемка дает широкий пространственный охват, БПЛА позволяют детально обследовать отдельные участки, а наземные наблюдения используются для проверки и интерпретации дистанционных данных. Российские разработки показывают возможность объединения ДЗЗ, ГИС и наземной информации в единой цифровой платформе [1; 3]. Такой подход формирует последовательность «обнаружение - детализация - проверка».

Дистанционное зондирование и ГИС позволяют отслеживать изменения растительного покрова, водных объектов и нарушенных территорий. Серии снимков дают возможность оценивать динамику, а вегетационные индексы переводят часть наблюдений в количественную форму. Картографическое представление становится одновременно средством анализа пространственных процессов и выбора участков для дополнительного контроля [2; 4].

БПЛА особенно полезны при локальном обследовании проблемных зон. Они обеспечивают изображения высокого разрешения и могут использоваться для построения ортофотопланов и цифровых моделей территории. Дополнение БПЛА измерительными средствами расширяет возможности контроля непосредственно в зоне наблюдения [5]. Параллельно развиваются сенсорные сети и решения Интернета вещей, которые формируют непрерывные временные ряды параметров среды и могут использоваться для раннего выявления неблагоприятных изменений [6].

Для мониторинга животного мира важную роль играют фотоловушки. Они позволяют длительно наблюдать за животными без постоянного присутствия исследователя, но формируют большие массивы изображений. Поэтому применяются компьютерное зрение и машинное обучение: алгоритмы обнаруживают объекты, отсекают пустые кадры, классифицируют виды и помогают подсчитывать особей [7]. Аналогичные методы используются при анализе спутниковых снимков и сегментации экологических объектов [8].

Однако цифровой мониторинг не означает полной автоматизации экологических решений. На результат влияют качество исходных данных, геопривязка, характеристики сенсоров и ограничения алгоритмов. Ошибки возможны при необычном освещении, перекрытии объектов и появлении условий, отсутствовавших в обучающей выборке. Поэтому автоматизированные результаты требуют контроля специалистом, а полевые исследования сохраняют значение как средство проверки и экологической интерпретации данных [1; 7].

Ключевым этапом становится преобразование наблюдений в конкретные действия. Снижение показателей растительности, обнаружение пожара или изменение пространственного распределения животных могут служить сигналами для дополнительного обследования и природоохранного реагирования. Региональные информационные системы уже объединяют сбор, хранение, обработку и анализ экологических данных [1].

Таким образом, цифровые технологии расширяют возможности экологического мониторинга за счет объединения ДЗЗ, ГИС, БПЛА, сенсорных сетей, фотоловушек и искусственного интеллекта. Их основная ценность заключается не только в увеличении объема данных, но и в возможности быстрее выявлять изменения и направлять информацию к специалистам, ответственным за природоохранные решения. Переход от данных к действиям требует интеграции цифровых и полевых методов, контроля качества и развития единых информационных систем.

Список использованных источников

1. Бычков, И. В. Цифровые технологии мониторинга и прогнозирования экологической обстановки в Сибири / И. В. Бычков, Е. С. Фереферов // Вестник Российской академии наук. - 2022. - Т. 92, № 4. - С. 315-323. - EDN WPWONC.

2. Павлова, А. В. Использование ГИС-технологий и цифровой модели рельефа для исследования пространственных процессов / А. В. Павлова, И. С. Телятников // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. - 2022. - Т. 19, № 1. - С. 35-41. - EDN QEYRPG.

3. Ерунова, М. Г. Цифровая платформа агроэкологического мониторинга на основе интеграции ДЗЗ и ГИС в Красноярском крае / М. Г. Ерунова, О. Э. Якубайлик // Journal of Agriculture and Environment. - 2026. - № 8 (72). - EDN PCEMAK.

4. Волкодаева, М. В. О методах контроля состояния зеленых насаждений урбанизированных территорий / М. В. Волкодаева, Я. А. Володина // Системы контроля окружающей среды. - 2023. - № 4 (54). - С. 65-70. - EDN NFHEBV.

5. Симанович, С. В. Некоторые аспекты адаптации средств измерений для инструментального контроля выбросов с использованием БПЛА / С. В. Симанович, И. И. Гаврилин // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2025. - Т. 33, № 3. - С. 312-327. - EDN RQQWJP.

6. Миронов, Г. Д. Применение IoT-устройств в экологическом мониторинге лесов / Г. Д. Миронов, М. А. Осипов, М. С. Ступниченко // Материалы международной научной конференции «Энергоресурсосберегающие и экологически безопасные технологии лесопромышленного комплекса - 2025». - Воронеж, 2025. - УДК 504.064.3.

7. Огурцов, С. С. Применение технологий искусственного интеллекта при обработке изображений с фотоловушек: принципы, программы, подходы / С. С. Огурцов, В. А. Ефремов, А. В. Леус // Принципы экологии. - 2024. - № 1. - С. 4-37.

8. Воробьев, В. Е. Выбор методов кластеризации при машинном обучении для исследования экологических объектов по спутниковым данным / В. Е. Воробьев, А. Б. Мурынин, А. А. Рихтер // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. - 2024. - № 5. - С. 126-137. - EDN TARMZN.

FROM DATA TO ACTION: DIGITAL TECHNOLOGIES IN ECOSYSTEM MONITORING AND CONSERVATION

I.A. Drozdenko

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

Digital technologies are transforming environmental monitoring and conservation management. Satellite imagery, GIS, UAVs, sensor networks, camera traps and artificial intelligence provide large volumes of spatial and temporal data. The paper examines how these tools complement field observations, detect ecosystem changes and support conservation actions. Effective use requires integration of data, quality control and expert interpretation.

Keywords: digital technologies, environmental monitoring, ecosystems, GIS, remote sensing, UAVs, artificial intelligence, biodiversity, conservation.

УДК 502.1

ОТ ОХРАНЫ К РАЗВИТИЮ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ

И.А. Дрозденко

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Современное управление природными экосистемами требует перехода от преимущественной охраны отдельных объектов к комплексному учету состояния экосистем, их функций и экосистемных услуг. В статье рассматриваются возможности такого подхода для сохранения биоразнообразия, восстановления нарушенных территорий и согласования природоохранных и социально-экономических задач. Особое внимание уделено многоуровневому управлению, оценке экосистемных услуг, пространственному планированию и природоориентированным решениям. Показано, что развитие не должно противопоставляться охране природы: устойчивый результат достигается при сохранении экологических функций и рациональном использовании природного потенциала.

Ключевые слова: природные экосистемы, экосистемный подход, экосистемные услуги, биоразнообразие, устойчивое развитие, восстановление экосистем, природопользование.

Управление природой длительное время во многом строилось вокруг ограничения негативного воздействия и охраны отдельных наиболее ценных объектов. Такой механизм необходим, однако разрозненные мероприятия не всегда позволяют учитывать взаимосвязи между экосистемами, ресурсами и социально-экономическими процессами. Современная экологическая повестка требует

рассматривать природную территорию как целостную систему, в которой состояние лесов, водных объектов, почв, местообитаний и видов взаимосвязано. Для России особенно важен пространственный масштаб такого управления: исследования показывают, что эффективный учет биоразнообразия и экосистемных услуг требует многоуровневого подхода с учетом различий между регионами и уровнями территориального управления [1].

Изменение логики управления связано с переходом от простой фиксации ограничений к оценке того, какие функции выполняет экосистема и какие выгоды она обеспечивает. Экосистемные услуги включают регулирование водного режима и климата, сохранение почв, поглощение углерода, обеспечение биологических ресурсов и рекреационные возможности. Их учет позволяет связать экологическое состояние территории с качеством жизни и хозяйственными решениями. Для лесных территорий это означает оценку не только древесных ресурсов, но и водоохранной функции, сохранения биоразнообразия и углеродного поглощения [2].

Практическое значение экосистемного подхода проявляется в возможности сопоставлять варианты использования одной территории. Решение, выгодное в краткосрочном хозяйственном отношении, может сопровождаться потерей регулирующих и поддерживающих функций природы. Поэтому при планировании важно учитывать состояние местообитаний, водосборов, почв и зеленой инфраструктуры, а также долгосрочные последствия. Подходы к измерению экосистемных услуг показывают, что сведения об экологических функциях могут использоваться при принятии управленческих решений [2].

Особое место занимает пространственное планирование. Природная экосистема редко совпадает с административной границей, поэтому управление отдельным участком без учета соседних территорий дает ограниченный результат. Для особо охраняемых природных территорий это означает необходимость согласовывать режимы охраны с развитием прилегающих населенных пунктов, инфраструктуры и рекреационной деятельности. Исследования совместного развития ООПТ и поселений показывают значение согласованной пространственной организации и учета интересов пользователей территории [3].

Важным направлением нового подхода становится восстановление, а не только предотвращение дальнейшего ущерба. Нарушенная экосистема после прекращения воздействия может восстанавливаться естественным путем, причем скорость и полнота процесса зависят от степени нарушения и свойств местообитания. Обзор отечественных исследований показывает, что естественное восстановление представляет самостоятельный объект мониторинга и управления и не всегда происходит одинаково быстро [4]. Если самовосстановления недостаточно, применяются рекультивация, ренатурирование и восстановление растительного покрова с учетом локальных условий. Российский опыт показывает, что эффективность таких мероприятий зависит от последовательности этапов и соответствия методов конкретной экосистеме [4].

Переход к развитию не означает ослабления природоохранных требований. Напротив, задача состоит в более точном определении тех функций, которые нельзя утрачивать при хозяйственном использовании. В лесном хозяйстве

это может включать сохранение участков высокой природоохранной ценности, ключевых биотопов, водорегулирующих функций и способности лесов поглощать углекислый газ. Подходы к измерению экосистемных услуг на территориях лесопользования показывают, что экологические характеристики могут служить показателями качества управления природным капиталом и устойчивости лесопользования [2].

Управление природными экосистемами все теснее связывается с оценкой результатов. Для этого необходимы понятные показатели: состояние местообитаний, динамика численности видов, качество водных и почвенных систем, антропогенная нагрузка, результаты восстановления и фактическое предоставление экосистемных услуг. Не менее важен учет интересов местных сообществ и пользователей ресурсов. Рекреация, сельское хозяйство, лесопользование и охрана природных комплексов требуют согласования, а не изоляции друг от друга [2; 3].

Перспективным направлением является соединение природоохранных мероприятий с экономической оценкой экосистемных услуг. Денежная оценка не должна подменять экологические критерии, однако она может сделать часть природных выгод видимой для систем планирования и сравнения вариантов. Отечественные исследования отмечают потенциал учета экосистемных услуг лесов в хозяйственной практике и одновременно указывают на необходимость дальнейшего уточнения методов и уменьшения неопределенности оценок [2]. В результате новый взгляд на управление формируется вокруг сочетания охраны, восстановления и устойчивого использования.

Таким образом, переход от охраны к развитию следует понимать как расширение самой задачи управления природой. Экосистемные услуги, восстановление нарушенных участков, приоритизация территорий, пространственное планирование и учет интересов пользователей формируют взаимосвязанную систему решений. Такой подход позволяет перейти от реакции на отдельные экологические проблемы к управлению состоянием природных систем, при котором развитие территории возможно без утраты ключевых экологических функций [1; 2; 3; 4].

Список использованных источников

1. Букварева, Е. Н., Алейников, А. А., Климанова, О. А. [и др.] Оценка и приоритизация территорий для сохранения биоразнообразия на примере центра Европейской части России // Лесоведение. – 2022. – № 6. – EDN VSQCFN.

2. Тихонова, Т. В. Подходы к измерению экосистемных услуг на территории лесопользования // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2022. – № 3. – EDN WILJNG.

3. Веретенникова, К. В., Дмитриев, Л. С. Особенности совместного развития особо охраняемых природных территорий и прилегающих к ним населенных пунктов Ленинградской области // Урбанистика. – 2023. – № 2. – EDN JURGZP.

4. Воробейчик, Е. Л. Естественное восстановление наземных экосистем после прекращения промышленного загрязнения. 1. Обзор современного состояния исследований // Экология. – 2022. – № 1. – С. 3–41. – EDN YVHYTI.

FROM PROTECTION TO DEVELOPMENT: A NEW VIEW OF NATURAL ECOSYSTEM MANAGEMENT

I.A. Drozdenko

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

Modern management of natural ecosystems requires a transition from the predominant protection of individual objects to an integrated consideration of the condition of ecosystems, their functions and ecosystem services. The article examines the possibilities of this approach for biodiversity conservation, restoration of disturbed territories and coordination of environmental and socio-economic tasks. Particular attention is paid to multi-level management, assessment of ecosystem services, spatial planning and nature-based solutions. It is shown that development should not be opposed to nature protection: a sustainable result is achieved through the preservation of ecological functions and the rational use of natural potential.

Keywords: natural ecosystems, ecosystem approach, ecosystem services, biodiversity, sustainable development, ecosystem restoration, natural resource management.

УДК 574.4

ПРИРОДА БЕЗ ГРАНИЦ: ОБЪЕДИНЯЯ НАУКУ, ТЕХНОЛОГИИ И ОБЩЕСТВО РАДИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

И.А. Дрозденко

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Сохранение биоразнообразия в современных условиях требует объединения научных знаний, цифровых технологий и общественного участия. Наблюдение за природными системами становится все более многомерным: наряду с полевыми исследованиями используются дистанционное зондирование, геоинформационные системы, автоматизированные датчики, беспилотные летательные аппараты, компьютерное зрение и методы генетического анализа. В статье рассматриваются возможности комплексного применения этих инструментов для мониторинга состояния видов и экосистем, раннего выявления экологических рисков и поддержки природоохранных решений. Особое внимание уделяется тому, как научные данные могут преобразовываться в практические действия при взаимодействии исследователей, государственных структур, природоохранных организаций и граждан.

Ключевые слова: биоразнообразие, экологический мониторинг, цифровые технологии, ГИС, дистанционное зондирование, искусственный интеллект, генетический мониторинг, гражданская наука.

Биоразнообразие представляет собой один из ключевых элементов устойчивого функционирования природных систем. Разнообразие видов, популяций и экосистем поддерживает трофические связи, круговорот веществ, воспроизводство биологических ресурсов и способность природных комплексов реагировать на изменения среды. При этом антропогенная нагрузка, изменение климата, трансформация местообитаний и другие факторы действуют одновременно, поэтому для сохранения биоразнообразия недостаточно разовых обследований. Необходима система постоянного наблюдения, позволяющая выявлять изменения на разных пространственных и временных масштабах и своевременно связывать полученные данные с управленческими решениями [1].

Важным условием такого мониторинга становится интеграция разных источников информации. Полевые наблюдения дают детальные сведения о составе сообществ и состоянии конкретных видов, однако их пространственный охват ограничен. Дистанционное зондирование расширяет возможности анализа территории, а геоинформационные системы позволяют объединять разнородные данные и отображать их в пространственном контексте. Российские исследования показывают, что ГИС и цифровые модели могут использоваться для экологического мониторинга территорий, картографирования процессов и построения прогнозных моделей [2]. Такое объединение данных особенно важно для природных территорий, где условия среды быстро меняются и требуют регулярного обновления наблюдений.

Следующим этапом становится автоматизация отдельных процедур экологического мониторинга. Современные программные комплексы позволяют формировать сети наблюдений, обрабатывать поступающие измерения и выделять участки, для которых необходимы дополнительные обследования. Например, применение методов дистанционного зондирования и компьютерного зрения рассматривается как основа автоматизированного мониторинга водных объектов [3]. Подобные решения не заменяют специалиста, а создают для него информационную основу: система может быстро выявить аномальный участок, после чего эксперт проводит проверку результатов и определяет дальнейшие действия.

Значительные перспективы связаны с применением беспилотных летательных аппаратов и методов искусственного интеллекта. БПЛА позволяют получать изображения труднодоступных участков, оперативно обследовать большие площади и повторять съемку через небольшие интервалы времени. Это особенно актуально при контроле лесных территорий, где раннее обнаружение пожаров может снизить масштаб последствий. Исследования российских авторов показывают возможность использования сверточных нейронных сетей для автоматического обнаружения лесных пожаров по данным, полученным с бортовых камер БПЛА [4]. Аналогичные подходы могут применяться для выявления нарушений растительного покрова, отдельных объектов антропогенного воздействия и изменений границ местообитаний.

Отдельное значение имеет генетический мониторинг, позволяющий оценивать изменения, которые не всегда заметны по внешнему состоянию популяций. Исследование генетической изменчивости природных популяций сосны обыкновенной показало, что молекулярные маркеры могут использоваться для

оценки пространственной структуры и влияния антропогенных факторов на внутрипопуляционное разнообразие [5; 6]. Включение генетических показателей в общую систему наблюдений расширяет представление о состоянии биоразнообразия: экологические данные характеризуют среду и сообщества, а генетические - устойчивость популяций и сохранение их внутреннего разнообразия.

Таким образом, сохранение биоразнообразия в современных условиях требует перехода от разрозненных наблюдений к единой системе, в которой научные методы, цифровые технологии и общественное участие дополняют друг друга. Полевые исследования, ГИС, дистанционное зондирование, БПЛА, искусственный интеллект и генетический анализ позволяют получать более полную картину состояния природных систем. Однако сами по себе технологии не обеспечивают сохранение природы: их результативность определяется качеством данных, экспертной оценкой и способностью преобразовывать информацию в конкретные природоохранные меры. Поэтому задача будущего мониторинга заключается не только в накоплении данных о биоразнообразии, но и в создании устойчивого механизма их использования для своевременного управления экосистемами.

Список использованных источников

1. Розенберг, Г. С. Экологическая цифровизация как задача инженерной экологии (обзор проблемы) / Г. С. Розенберг, Н. В. Костина, Г. Э. Кудинова, А. Г. Розенберг // Успехи современной биологии. – 2023. – Т. 143, № 3. – С. 300–312. – DOI 10.31857/S0042132423030092. – EDN QQFFTY.

2. Павлова, А. В. Использование ГИС-технологий и цифровой модели рельефа для исследования пространственных процессов / А. В. Павлова, И. С. Телятников // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2022. – Т. 19, № 1. – С. 35–41. – DOI 10.31429/vestnik-19-1-35-41. – EDN QEYRPG.

3. Гусев, А. В. Разработка программного комплекса для определения ключевых параметров водных объектов, необходимых для построения сети экологического мониторинга / А. В. Гусев, М. А. Шахраманьян // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2026. – Т. 34, № 1. – С. 129–137. – DOI 10.22363/2313-2310-2026-34-1-129-137. – EDN YELZJY.

4. Загородний, С. С. Экспериментальная многокритериальная оценка архитектур сверточных нейронных сетей для задачи раннего обнаружения лесных пожаров по данным БПЛА / С. С. Загородний, И. К. Белова, С. Н. Никулина // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2026. – Т. 34, № 3. – С. 500–514. – DOI 10.22363/2313-2310-2026-34-3-500-514. – EDN EVYAWA.

5. Тихонова, И. В. Изменчивость генетических nSSR-маркеров в антропогенно-нарушенных популяциях сосны обыкновенной Средней и Западной Сибири: методические аспекты генетического мониторинга / И. В. Тихонова, А. К. Экарт, А. Н. Кравченко, К. Г. Хомутова, Н. А. Тихонова // Сибирский

экологический журнал. – 2023. – Т. 30, № 5. – С. 613–625. – DOI 10.15372/SEJ20230504. – EDN PHYWOL.

6. Надольный, А. А. Идентификация находок синантропных пауков-охотников (Aranei, Sparassidae) с комментариями о видовом составе семейства в Крыму / А. А. Надольный, М. Д. Емец // Биоразнообразие и устойчивое развитие. – 2024. – Т. 9, № 2. – С. 11–16. – DOI 10.21072/eco.2024.09.2.02. – EDN HDUSEK.

NATURE WITHOUT BORDERS: UNITING SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY FOR BIODIVERSITY

I.A. Drozdenko

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

Biodiversity conservation under modern conditions requires the integration of scientific knowledge, digital technologies and public participation. Environmental observation is becoming increasingly multidimensional: alongside field studies, researchers use remote sensing, geographic information systems, automated sensors, unmanned aerial vehicles, computer vision and genetic methods. The article examines the possibilities of combining these tools for biodiversity and ecosystem monitoring, early detection of environmental risks and support of conservation decisions. Particular attention is paid to the transition from scientific data to practical action through cooperation among researchers, public authorities, conservation organizations and citizens.

Keywords: biodiversity, environmental monitoring, digital technologies, GIS, remote sensing, artificial intelligence, genetic monitoring, citizen science.

УДК 551.583

ПРИРОДА В ЭПОХУ ПЕРЕМЕН: БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПЕРЕД ЛИЦОМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ВЫЗОВОВ

И.А. Дрозденко

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Современная эпоха характеризуется масштабными изменениями природной среды, среди которых изменение климата занимает одно из центральных мест. Повышение температуры, изменение режима осадков и учащение экстремальных природных явлений оказывают все более заметное влияние на биоразнообразие и состояние экосистем. Живые организмы вынуждены адаптироваться к новым условиям, изменять ареалы распространения или сталкиваться с угрозой сокращения численности и исчезновения. В статье рассматриваются основные механизмы воздействия климатических изменений на биоразнообразие, последствия для устойчивости экосистем и возможные направления сохранения природного разнообразия в условиях глобальных экологических перемен.

Ключевые слова: климатические изменения, биоразнообразие, экосистемы, глобальное потепление, адаптация видов, устойчивое развитие, охрана природы.

Изменение климата становится одним из наиболее значимых факторов трансформации живой природы. Повышение температуры, изменение режима осадков и учащение экстремальных природных явлений оказывают комплексное воздействие на растения, животных и экосистемы. Меняются продолжительность сезонов, миграционные маршруты животных и условия существования многих видов. Климатические изменения затрагивают экологические, экономические и социальные аспекты развития и требуют комплексной оценки их последствий [1; 2].

Биоразнообразие включает разнообразие видов, генетическое разнообразие и многообразие экосистем. Различные организмы участвуют в круговороте веществ, формировании почв, опылении растений и поддержании устойчивости природных сообществ. Сокращение биоразнообразия может нарушать экологические связи и влиять на способность экосистем выполнять важные функции и предоставлять экосистемные услуги [3].

Одним из наиболее заметных последствий климатических изменений становится трансформация природных условий и изменение ареалов распространения видов. Организмы вынуждены адаптироваться к изменяющейся среде или перемещаться в районы с более благоприятными условиями. Особенно уязвимыми оказываются виды, связанные с ограниченными территориями и специфическими условиями обитания. Одновременно изменение природной среды может усиливать воздействие других экологических угроз [1; 2; 4].

Ситуация осложняется фрагментацией естественных мест обитания. Развитие городов, транспортной и хозяйственной инфраструктуры ограничивает перемещение животных и растений, способствует изоляции популяций и сокращению генетического разнообразия. Изменение климата также влияет на сезонные процессы и взаимосвязи между видами, изменяя условия размножения и доступность пищевых ресурсов. Климатические изменения и антропогенное воздействие в совокупности повышают риски для биоразнообразия [2; 4].

Особую опасность представляют экстремальные природные явления: засухи, аномальная жара, наводнения и лесные пожары. Они способны быстро изменять состояние природных территорий и приводить к утрате мест обитания. При учащении подобных явлений экосистемы не успевают восстанавливаться, а их устойчивость снижается. В условиях потепления возрастает вероятность экстремальных погодных явлений, которые на суше могут сопровождаться засухами и природными пожарами [1; 5].

Климатические изменения взаимосвязаны с другими угрозами биоразнообразию, включая утрату мест обитания, загрязнение окружающей среды и распространение инвазивных видов. Изменение температуры и режима увлажнения способно трансформировать природные сообщества и усиливать экологические риски. Поэтому проблемы сохранения биоразнообразия необходимо рассматривать в рамках комплексной эколого-климатической политики [2; 4].

Биологически разнообразные экосистемы обладают большей устойчивостью к внешним воздействиям. Наличие различных видов и экологических связей способствует сохранению функций природной системы при изменении численности отдельных организмов. Леса и другие природные экосистемы участвуют в регулировании природных процессов и снижении климатических рисков, поэтому их деградация приводит одновременно к сокращению биоразнообразия и ослаблению экологической устойчивости территорий [3; 6].

В условиях климатических изменений особое значение приобретает мониторинг биоразнообразия. Традиционные полевые исследования дополняются современными методами наблюдения и обработки экологических данных. Современные подходы к мониторингу учитывают устойчивость экосистем, индикаторы их состояния и процессы трансформации природной среды [3].

Сохранение биоразнообразия требует участия научных и государственных организаций, а также общества. Экологическое образование и повышение экологической грамотности способствуют формированию ответственного отношения к природным ресурсам. Решение экологических и климатических проблем требует согласованной природоохранной политики и долгосрочного планирования, учитывающего взаимосвязь состояния окружающей среды, климата и качества жизни населения [2].

Таким образом, климатические изменения оказывают комплексное воздействие на биоразнообразие, приводя к трансформации мест обитания, изменению условий существования видов и нарушению экологических связей. Сокращение биологического разнообразия, в свою очередь, снижает устойчивость природных систем. Решение существующих проблем требует объединения научных исследований, экологического мониторинга, сохранения и восстановления природных территорий, развития природоохранной политики и участия общества.

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

6. Ваганов, Е. А. Оценка вклада российских лесов в снижение рисков климатических изменений / Е. А. Ваганов, Б. Н. Порфирьев, А. А. Широв, А. Ю. Колпаков, А. И. Пыжев // Экономика региона. – 2021. – Т. 17, № 4. – С. 1096–1109. – DOI 10.17059/ekon.reg.2021-4-4. – EDN IQGRGN.

NATURE IN AN AGE OF CHANGE: BIODIVERSITY IN THE FACE OF CLIMATE CHALLENGES

I.A. Drozdenko

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The modern era is characterized by large-scale changes in the natural environment, among which climate change occupies a central place. Rising temperatures, changes in precipitation patterns and an increasing frequency of extreme natural events have an increasingly noticeable impact on biodiversity and ecosystem conditions. Living organisms are forced to adapt to new conditions, change their distribution ranges or face the threat of population decline and extinction. The article examines the main mechanisms of climate change impacts on biodiversity, the consequences for ecosystem resilience and possible directions for preserving natural diversity in the context of global environmental change.

Keywords: climate change, biodiversity, ecosystems, global warming, species adaptation, sustainable development, nature conservation.

УДК 504

ЭКОЛОГИЯ БУДУЩЕГО: ОТ ГЛОБАЛЬНЫХ УГРОЗ К ПРАКТИЧЕСКИМ РЕШЕНИЯМ

И.А. Дрозденко

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Современная экологическая повестка характеризуется переходом от фиксации отдельных проблем к поиску системных решений. Изменение климата, деградация экосистем, загрязнение воздуха и вод, накопление отходов и рост антропогенной нагрузки взаимосвязаны и способны усиливать друг друга. Поэтому эффективное природоохранное управление должно опираться на постоянный мониторинг состояния среды, оценку рисков и практические меры по снижению воздействия на природные системы. В статье рассматриваются ключевые экологические угрозы и направления их решения, связанные с развитием

мониторинга, цифровизации, ресурсосбережения, восстановления экосистем и экологического управления.

Ключевые слова: экологические угрозы, экологическая безопасность, устойчивое развитие, экологический мониторинг, цифровизация, природопользование, охрана окружающей среды.

Современные экологические проблемы имеют комплексный характер и затрагивают одновременно природные, экономические и социальные процессы. Изменение климата сопровождается трансформацией температурного и водного режима, изменением частоты экстремальных явлений и ростом нагрузки на природные системы. Для России последствия климатических изменений различаются по территориям, поэтому при разработке природоохранных мер необходимо учитывать региональные особенности и длительные ряды наблюдений [1; 2].

Одной из особенностей экологических угроз является их взаимное усиление. Снижение качества среды обитания, сокращение природных местообитаний, загрязнение и изменение климата одновременно воздействуют на устойчивость экосистем. При ухудшении состояния природных территорий снижается их способность регулировать водный баланс, поддерживать почвообразование, сохранять биологическое разнообразие и обеспечивать население экосистемными услугами. Следовательно, экологическая политика должна учитывать не отдельный показатель, а совокупность взаимосвязанных процессов [2; 3].

Значимым направлением остается предупреждение загрязнения и сокращение отходов. Для этого необходимо переходить от преимущественно ликвидационного подхода к управлению источниками воздействия: выявлять наиболее опасные участки, контролировать изменения концентраций загрязняющих веществ и сокращать образование отходов на стадии производства и потребления. Развитие повторного использования и переработки материалов дополняется цифровым учетом потоков отходов и интеллектуальными системами, позволяющими оптимизировать их сбор и транспортирование [3; 5].

Практическое решение экологических задач невозможно без достоверной информации. Традиционные полевые наблюдения дополняются дистанционным зондированием Земли, геоинформационными системами, автоматическими станциями, сенсорными сетями и программными средствами обработки данных. Цифровизация позволяет объединять разнородную информацию, выявлять пространственные и временные изменения, обнаруживать аномалии и формировать прогнозы. Российские исследования показывают возможности цифрового мониторинга атмосферы, водных объектов, лесов и других компонентов природной среды [3; 4].

Особое значение имеют системы, в которых получение данных непосредственно связано с оценкой риска и управленческим решением. На Байкальской природной территории цифровой мониторинг используется для наблюдения за гидрологическими параметрами, растительным покровом, загрязнителями и лесными пожарами; автоматизация сбора и обработки информации создает основу для более оперативного прогнозирования изменений [4]. Разработка

программных комплексов для определения параметров водных объектов показывает возможность дальнейшего перехода к автоматизированному построению мониторинговых сетей [6].

Цифровые решения, однако, не должны рассматриваться как самоцель. Их эффективность зависит от качества исходных данных, корректности методов измерений, сопоставимости наблюдений и компетентности специалистов. Поэтому перспективной является интеграция автоматических систем с полевыми обследованиями, лабораторными анализами и экспертной оценкой. Такой подход снижает риск ошибочных выводов и позволяет использовать цифровую информацию как основание для природоохранных мероприятий, а не только как средство накопления больших массивов данных [3; 4].

Одновременно необходимо развивать природоориентированные решения: восстановление лесов и водных экосистем, рекультивацию нарушенных земель, сохранение природных территорий и снижение фрагментации местообитаний. Для климатически уязвимых регионов это позволяет сочетать адаптацию к изменениям среды с поддержанием биоразнообразия и экосистемных функций. Важна также согласованность действий государства, бизнеса, научных организаций и местных сообществ, поскольку экологические результаты зависят от качества управления на уровне конкретных территорий [1; 2].

Таким образом, экология будущего должна строиться на переходе от разрозненного реагирования к системному управлению экологическими рисками. Основными направлениями становятся непрерывный мониторинг, цифровизация обработки данных, предотвращение загрязнения, ресурсосбережение, развитие циклических моделей обращения с материалами и восстановление экосистем. Совмещение научных методов, современных технологий и практических природоохранных мероприятий позволяет повысить обоснованность экологических решений и создать условия для долгосрочного сохранения качества окружающей среды.

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Глобальные изменения климата и их особенности на территории России / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Розенберг, Г. С. Экологическая цифровизация как задача инженерной экологии (обзор проблемы) / Г. С. Розенберг, Н. В. Костина, Г. Э. Кудинова, А. Г. Розенберг // Успехи современной биологии. – 2023. – Т. 143, № 3. – С. 300–312. – DOI 10.31857/S0042132423030092. – EDN QQFFTY.

4. Бычков, И. В. Цифровые технологии мониторинга и прогнозирования экологической обстановки в Сибири / И. В. Бычков, Е. С. Фереферов // Вестник Российской академии наук. – 2022. – Т. 92, № 4. – С. 315–323. – DOI 10.31857/S086958732204003X. – EDN WPWONC.

5. Туева, Е. В. Развитие современных технологий управления отходами: обзор SWB-решений / Е. В. Туева // Российская наука, инновации, образование: материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием. – 2024. – С. 121–126. – DOI 10.47813/rosnio-III.2024.3002. – EDN UCZNSU.

6. Гусев, А. В. Разработка программного комплекса для определения ключевых параметров водных объектов, необходимых для построения сети экологического мониторинга / А. В. Гусев, М. А. Шахраманян // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2026. – Т. 34, № 1. – С. 129–137. – DOI 10.22363/2313-2310-2026-34-1-129-137. – EDN YELZJY.

ECOLOGY OF THE FUTURE: FROM GLOBAL THREATS TO PRACTICAL SOLUTIONS

I.A. Drozdenko

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

Modern environmental challenges require a transition from identifying individual problems to developing systemic solutions. Climate change, ecosystem degradation, pollution, waste accumulation and growing anthropogenic pressure are interconnected. Effective environmental management therefore depends on continuous monitoring, risk assessment and practical measures to reduce pressure on natural systems. The article considers major environmental threats and practical solutions based on environmental monitoring, digitalization, resource efficiency, ecosystem restoration and improved environmental governance.

Keywords: environmental threats, environmental safety, sustainable development, environmental monitoring, digitalization, natural resource management, environmental protection.

УДК 502.753+582.737 (470.57)

ОПЫТ ПЕРВИЧНОЙ ИНТРОДУКЦИИ РЕДКОГО ВИДА ASTRAGALUS UCRAINICUS M. POP. ET KLOK. (FABACEAE) В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

О.А. Елизарьева, А.А. Мулдашев, Н.В. Маслова

Уфимский институт биологии УФИЦ РАН,
г. Уфа, Россия

В сообщении приводятся данные по первичной интродукции *Astragalus ucrainicus* в лесостепной зоне Республики Башкортостан в Природном ботаническом саду (ПБС) (ботанический памятник природы «Гуровская гора» в Кушнаренковском р-не) и Ботаническом саду в г. Уфе. Вид занесен в региональную Красную книгу (категория и статус: 2 – вид, сокращающийся в численности и

распространении) (2021). В опыте в ПБС получены виргинильные и генеративные растения. В условиях опыта в Ботаническом саду вид устойчив: растения цветут и плодоносят, образуют жизнеспособные семена. Сохранение этого вида возможно в условиях ex situ.

Ключевые слова: *Astragalus ucrainicus, Fabaceae*, охрана *ex situ*, Красная книга, Республика Башкортостан

Астрагал украинский *Astragalus ucrainicus M. Pop. et Klok*. (сем. Бобовые – *Fabaceae Lindl*.) – восточноевропейский степной и лесостепной вид. Это крайне редкий вид флоры Республики Башкортостан (РБ) (известен из 2-х пунктов). Включен в региональную Красную книгу (2021) с категорией и статусом: 2 – вид, сокращающийся в численности и/или распространении; У (VU); II приоритет природоохранных мер. [2]. В РБ *A. ucrainicus* произрастает в петрофитной и луговой степи в Альшеевском районе и находится здесь близ восточной границы ареала (Башкирское Предуралье). Вид охраняется на территории ботанического памятника природы «Степной участок напротив д. Балгазы», здесь проводится мониторинг популяции [2, 5]. *A. ucrainicus* также охраняется в Оренбургской, Самарской, Тамбовской, Ульяновской областях и в Краснодарском крае [6]. Включен в список редких и исчезающих видов флоры бывшего СССР (для Центральноевропейской части) [4].

A. ucrainicus относится к приоритетным редким видам степной зоны РБ, нуждающимся в дополнительных специальных мероприятиях для их охраны: 1) искусственное увеличение площади и численности малочисленных популяций; 2) создание искусственных популяций в сходных эколого-фитоценотических условиях; 3) интродукция для сохранения генофонда краеареальных популяций и получения посадочного и семенного материала для реинтродукционных работ (маточные участки в Ботаническом саду в г. Уфе) [2, 3].

Опыт первичной интродукции *Astragalus ucrainicus* в Природном ботаническом саду (ПБС) на территории ботанического памятника природы «Гуровская гора» в Кушнаренковском районе РБ. Изучение редких и исчезающих видов флоры РБ в интродукции на территории ПБС (лесостепная зона Башкирского Предуралья) с целью создания искусственных популяций этих видов за пределами их ареалов проводится нами с 2005 г. [2, 5]. Так, например, наши работы показывают возможность создания искусственных популяций редких видов семейства *Fabaceae*, в частности копеечника крупноцветкового *Hedysarum grandiflorum Pall*. и к. Разумовского *H. razoumovianum Fisch. et Helm*., а также питомников этих видов для получения посевного материала для восстановления площади и численности критически малочисленных и нарушеных популяций, находящиеся под угрозой исчезновения (основные факторы угрозы: чрезмерный выпас, прокладка линейных объектов, добыча мела и известняка), а также для перемещения этих популяций семенами в безопасные экологически сходные места [2, 5, 8].

В ПБС *A. ucrainicus* изучается с 2013 г. (посев семенами поздней осенью). Всходы наблюдали ежегодно в течение 4-х лет после посева, значительная часть всходов погибала. В 2017 г. появились виргинильные растения (13 экз.) высокой и средней жизненности, зимуют и продолжают развитие. Виргинильный период продолжительный. В 2020 г. отмечено одно цветущее растение. Результаты первого опыта обнадеживающие. Растения вживаются в новое растительное сообщество. Необходим подсев семян для увеличения численности. Пересадка живых растений из ботанического сада в ПБС не дала положительного результата.

Опыт первичной интродукции *Astragalus ucrainicus* на территории Ботанического сада в г. Уфе. В интродукционном питомнике Ботанического сада г. Уфы (лесостепная зона Башкирского Предуралья) A. ucrainicus выращивался с 2016 по 2020 гг. в составе коллекции редких видов рода *Oxytropis DC.* и *Astragalus L.* [1, 7]. На участке растения выращивались в монокультуре. Растения были получены из семян через выращивание рассады (происхождение образца: РБ, Альшеевский р-н, окр. д. Балгазы). Перед посевом для облегчения прорастания семена скарифицировали. Приживаемость рассады 30 %. Растения в условиях культуры небольшой высоты (11–15 см), травянистые. Фенологический ритмотип – весенне-летне-осеннезеленый. Цветение происходило на третий год жизни во II декаде июня – I декаде июля (растение летнецветущее). Вид вегетативно-неподвижный, размножается только семенами. Самосев не наблюдается. Болезней и вредителей не отмечено. Зимоустойчив. После 5 лет наблюдений установлено, что вид проходит полный годичный цикл развития, цветет, плодоносит, дает семена. Семена жизнеспособные. Цветет каждый год, ритм фенологического развития устойчивый. По результатам интродукционного испытания *A. ucrainicus* был отнесен к группе перспективных растений (14 баллов) [1]. Такой результат свидетельствует о возможности сохранения вида в культуре, получении посевного и посадочного материала для реинтродукционных работ.

Наши исследования по первичной интродукции *Astragalus ucrainicus* показывают возможность сохранения этого редкого вида в условиях *ex situ*.

Работа выполнена в рамках ведения Красной книги растений РБ и госзадания УИБ УФИЦ РАН по теме «Анализ и прогноз комплексного влияния антропогенных факторов и климатических изменений на растительный покров Южно-Уральского региона» (№ 123020800001-5).

Список использованных источников

1. Елизарьева О.А. Опыт интродукции астрагала украинского – Astragalus ucrainicus M. Pop. et Klok. (Fabaceae) в Республике Башкортостан / О.А. Елизарьева // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства. Сб. статей IV Междунар. науч.-практич. конф. – Пенза, 2021. – С. 17-20. EDN:HCXUDH

2. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1: Растения и грибы / под ред. д-ра биол. наук В.Б. Мартыненко. 3-е изд., доп. и переработ. – Москва: Студия онлайн, 2021. – 392 с. EDN:RTRDGJ

3. Мулдашев, А.А. Приоритеты и методы реинтродукции редких видов растений в степной зоне Республики Башкортостан / А.А. Мулдашев, Л.М. Абрамова, А.Х. Галеева, Н.В. Маслова, З.Х. Шигапов // Теоретические и прикладные проблемы использования, сохранения и восстановления биологического разнообразия травяных экосистем: Материалы Междунар. науч. конф. – Ставрополь: Аргус, 2010. – С. 257-259. EDN:XVDBZV

4. Редкие и исчезающие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране / Под. ред. А.Л. Тахтаджяна. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1981. – 264 с.

5. Реестр особо охраняемых природных территорий республиканского значения. Изд. 4-е, перераб. – Воронеж: ИП Коновалов И.С., 2020. – 404 с.

6. Astragalus ucrainicus Popov & Klokov // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. [Электронный ресурс] URL: https://www.plantarium.ru/page/view/item/5750.html (дата обращения: 19.09.2026).

7. Maslova, N.V. Rare species of the genus Oxytropis DC. (Fabaceae) from the flora of the Republic of Bashkortostan under cultivation within the city of Ufa / N.V. Maslova, O.A. Elizaryeva, G.M. Galikeeva, N.M. Tyutyunova. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 107. – conference 1 – 012086 – doi :10.1088/1755-1315/107/1/012086 EDN:XYETPV

8. Maslova, N.V. Creating Rare Species Artificial Populations of the Genus Hedysarum L. (Fabaceae) / N.V. Maslova, A.A. Muldashev, O.A. Elizaryeva // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 272. – 022200 – doi:10.1088/1755-1315/272/2/022200 EDN:MGWICX

EXPERIENCE OF PRIMARY INTRODUCTION OF THE RARE SPECIES ASTRAGALUS UCRAINICUS (FABACEAE) IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

O.A. Elizarieva, A.A. Muldashev, N.V. Maslova

Ufa Institute of Biology, UFRC RAS,
Ufa, Russia

This report presents data on the primary introduction of *Astragalus ucrainicus* to the forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan in the Natural Botanical Garden (NBG) (the Botanical Natural Monument «Gurovskaya Mountain» in the Kushnarenkovsky District) and the Botanical Garden in Ufa. This species is listed in the regional Red Data Book (category and status: 2 – a species declining in numbers and distribution) (2021). In an experiment at the NBG, virginile and generative plants were obtained. Under experimental conditions at the Botanical Garden, this species is stable: plants flower and bear fruit, forming viable seeds. Conservation of this species is possible under the ex situ conditions.

Keywords: *Astragalus ucrainicus*, *Fabaceae*, ex situ conservation, Red Data Book, the Republic of Bashkortostan.

УДК 630.4 + 630.6

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ И ОХРАНЫ ЛЕСОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Ермолаев

Министерство лесного охотничьего хозяйства и природопользования Пензенской области, г. Пенза, Россия

В статье рассматриваются вопросы совершенствования управления и охраны лесов Пензенской области. Приведены сведения о площади лесного фонда, видах использования лесов и порядке предоставления лесных участков. Рассмотрены мероприятия по лесовосстановлению, уходу за насаждениями, а также результаты работ по охране лесов от пожаров в 2026 году. Отражены данные о патрулировании, выявленных лесонарушениях и мерах административной ответственности. Особое внимание уделено цифровизации отрасли - применению беспилотных летательных аппаратов, геоинформационных систем и внедрению ФГИС ЛК, обеспечивающей централизацию данных лесного реестра и прослеживаемость древесины.

Ключевые слова: лесное хозяйство, охрана лесов, управление лесами, лесовосстановление, мониторинг лесов, ФГИС ЛК, лесонарушения, цифровизация.

Основной задачей Министерства лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Пензенской области (далее - Министерство) государственное управление в сфере лесных отношений, охраны и использования животного мира, а также в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на территории Пензенской области. Для выполнения поставленных задач на землях лесного фонда приказом №402 Федерального агентства лесного хозяйство организовано 16 подведомственных лесничеств.

Министерством работа ведется сразу по нескольким направлениям–организация использования лесов, лесовосстановление, защита и санитарное состояние, охрана от пожаров и лесонарушений, вовлечение общественности. В целом они направлены на достижение одной большой цели: сохранить и приумножить лесные богатства региона.

Согласно статье 42 Лесного кодекса Российской Федерации установлено 19 видов использования лесов. Леса могут использоваться для одной или нескольких целей из этого списка, если иное не предусмотрено Лесным кодексом или другими федеральными законами. В соответствии со статьёй 73.1 Лесного кодекса Российской Федерации лесные участки предоставляются лесопользователям по результатам открытых конкурсов и аукционов, а для отдельных видов пользования - в постоянное (бессрочное) или безвозмездное пользование, без проведения торгов, а также на основании публичного сервитута. Использование лесов, представляющее собой предпринимательскую деятельность, осуществляется на землях лесного фонда лицами, зарегистрированными в Российской Федерации в соответствии с Федеральным законом от 8 августа 2001 года № 129-

ФЗ «О государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей».

Леса Пензенской области занимают площадь 997,6 тыс. га, в том числе земли лесного фонда - 963,4 тыс. га, земли обороны и безопасности - 13,6 тыс. га, земли населённых пунктов, на которых расположены леса, - 12,2 тыс. га и земли особо охраняемых природных территорий - 8,4 тыс. га (федеральный природный заповедник «Приволжская лесостепь»). На территории области для сохранения и поддержания биологического разнообразия в природные экосистемы образовано 83 памятника природы регионального значения и 7 зоологических заказников общей площадью 77 299 га.

На территории Пензенской области мероприятия по лесовосстановлению осуществляются арендаторами лесных участков, предоставленных для заготовки древесины, а также в рамках реализации мероприятий федерального проекта «Сохранение лесов» национального проекта «Экологическое благополучие». Мероприятия направлены на обеспечение баланса выбытия и восстановления лесов, сокращение ущерба от лесных пожаров. Они включены в государственную программу «Развитие лесного хозяйства Пензенской области».

В 2026 году лесовосстановление выполнено на площади 636,2 га при плане 1040 га, из них искусственное лесовосстановление выполнено на площади 431,7 га, естественное 204,5 га. Дополнение раннее созданных лесных культур проведено на площади 806,8 га, при плане 706,9 га. Параллельно ведут агротехнический и лесоводственный уход за молодыми насаждениями, чтобы саженцы лучше приживались. Агротехнические и лесоводственные уходы за лесными культурами проведены на площади 3340 га, при плане 3937 га. Обработка почвы под лесные культуры проведена на площади 292,8 га при плане 411,8 га. Посев семян лесных растений в питомниках произведен на площади 1,4 га, при плане 1,3 га, заготовлено семян лесных растений в объеме 1000 кг, при плане 500 кг.

В целях обеспечения охраны лесов от пожаров в рамках федерального проекта «Сохранение лесов» национального проекта «Экологическое благополучие» в 2026 году на приобретение лесопожарной техники и оборудования из федерального бюджета было выделено 11 060,9 тыс. руб. На указанные средства приобретено 2 малых лесопатрульных комплекса, 1 бортовой автомобиль, 5 видеокамер системы дистанционного видеомониторинга пожарной обстановки в лесах и лесопожарное оборудование оснащении подведомственных структур (в первую очередь ГБУ ПО «Лесопожарный центр») современной лесопожарной техникой и оборудованием. Это напрямую повышает оперативность обнаружения и тушения возгораний. Кроме того, ведётся профилактическая работа: противопожарное обустройство территорий (строительство дорог, опорных рубежей, искусственных водоёмов), мониторинг пожарной опасности, просветительские кампании с населением.

В рамках выполнения мероприятий по охране лесов от пожаров запланирован и реализован следующий комплекс работ: реконструкция лесных дорог, предназначенных для охраны лесов от пожаров – 67,8 км; эксплуатация лесных дорог, предназначенных для охраны лесов от пожаров – 67,8 км; устройство минерализованных полос – 2720 км; уход за существующими минерализованными

полосами – 9892 км; установка аншлагов при въезде в лес – 464 шт.; установка шлагбаумов, ограничивающих въезд в лес - 698 шт.; благоустройство зон отдыха граждан в количестве 143 шт.; создание в целях тушения лесных пожаров условий для забора воды в количестве - 204 шт.

В соответствии с государственным заданием ГБУ ПО «Лесопожарный центр» осуществляет мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров на всей территории земель лесного фонда Пензенской области в части наблюдения и контроля за пожарной опасностью в лесах и лесными пожарами, организации системы обнаружения и учета лесных пожаров, системы наблюдения за их развитием, а также приема и учета сообщений о лесных пожарах. Государственными лесными инспекторами Пензенской области за нарушение правил пожарной безопасности в лесах по статье 8.32 КоАП РФ «Нарушение правил пожарной безопасности в лесах» возбуждено более 60 дел об административных правонарушениях.

В рамках противопожарной пропаганды во всех подведомственных лесничествах проводятся сходы граждан с освещением вопросов соблюдения правил пожарной безопасности в лесах и ответственности за их нарушение. Проведенный комплекс мероприятий по охране лесов от пожаров позволил не допустить в лесопожарный период 2026 года лесных пожаров на территории Пензенской области.

Государственные лесные инспекторы регулярно проводят патрулирование лесных территорий, часто совместно с правоохранительными органами. Для раннего обнаружения лесонарушений используют разные инструменты: лесопатрульные комплексы для оперативной доставки групп в отдалённые участки, системы видеонаблюдения (например, «Лесохранитель»), разрабатывают и утверждают маршруты патрулирования.

При патрулировании лесов выявляются факты незаконных рубки (без разрешительных документов, в объёме, превышающем разрешённый, за пределами лесосеки), нарушения при разработке лесосек (несоблюдение правил заготовки древесины); нарушения правил пожарной безопасности (разведение костров в неположенных местах, выжигание травы), нарушения санитарной безопасности (загрязнение, распространение болезней или вредителей в насаждениях).

В 2026 году в рамках осуществления лесной охраны проведено 12966 патрулирований, совместно с правоохранительными органами – 273 патрулирования, по результатам которых выявлено 198 нарушений лесного законодательства, из которых 14 случаев незаконной рубки лесных насаждений, общим объемом 39,07 м3, ущерб, причинённый лесам составил более 4,3 млн. рублей.

По 186 нарушениям возбуждены дела об административном правонарушении. На 22 сентября 2026 г. рассмотрено 183 дела, вынесено штрафов на общую сумму – 166,8 тыс. рублей (из них оплачено – 151,5 тыс. рублей). Материалы по 12 делам направлены в следственные органы в целях выявлений лиц виновных в нарушениях и привлечения их к установленной законом ответственности.

Охрана лесов – это не разовая акция, а системный процесс, включающий постоянный мониторинг и профилактику, оперативное реагирование и привлечение виновных к ответственности. Важную роль в этом играют сами жители:

внимательное поведение в лесу и своевременный сигнал помогают сохранить зелёные богатства региона. Для вовлечения общественности и повышения открытости лесного хозяйства Министерство активно поддерживает инициативы, помогающие привлекать людей к делу охраны лесов. Пензенская область активно участвует во всероссийских акциях «Сохраним лес» и «Сад памяти». Наряду с этим развиваются школьные лесничества, а Пензенский лесной колледж включён в федеральный проект «Профессионалитет», что способствует подготовке новых кадров для отрасли и формированию экологической культуры с юных лет.

В марте-апреле 2026 года на территории лесничеств Пензенской области была проведена традиционная ежегодная международная акция «Сад памяти», приуроченная к празднованию победы в Великой Отечественной войне. Проводимые Минлесхозом акции по посадке леса на протяжении многих лет привлекают внимание жителей нашего региона. В них принимают участие как представители органов государственной власти, так и школьники, студенты ВУЗов и различные организации Пензенской области. Всего в рамках акции приняли участие более 650 человек, на территории 29 участков лесного фонда на площади 30,1 га высажено 42 тыс. сеянцев лесных растений. Кроме того, акция прошла на территории муниципальных районов и городских округов Пензенской области. На 57 участках посажено более 20 тысяч штук сеянцев и саженцев хвойных и лиственных пород. В акции приняли участие 1830 жителей. Ежегодно осенью проводится акция «Сохраним лес».

В области для мониторинга лесов применяют комплекс технологий – от классических полевых методов до цифровых систем дистанционного наблюдения. С помощью беспилотных летательных аппаратов, которые имеются в каждом лесничестве и лесопожарном центре, можно получить детальные снимки отдалённых участков. Они помогают точно оконтурить вырубки, определить их площадь, оценить повреждения от вредителей или пожаров, а также проконтролировать качество лесохозяйственных работ.

Лесные инспектора используют в работе мобильные приложения для мобильных телефонов и планшетов для ориентирования на местности, для фиксирования непосредственно в лесу координат территории, фото, тип нарушения и передавать данные в лесничество и Министерство. Также в практике лесного хозяйства используют космические снимки со спутников для ежегодного контроля лесопользования и актуализации карт лесного фонда.

С 2023 года в лесном хозяйстве внедряются геоинформационные системы, объединяющие данные спутников, полевых обследований и лесоустроительной документации и применяемые для планирования патрулей, анализа рисков и учёта нарушений. Внедрение Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса (ФГИС ЛК) в Пензенской области значительно повысило эффективность и прозрачность управления лесным хозяйством. Система позволила перевести ключевые государственные услуги в электронный формат и обеспечила открытый доступ к информации о лесах.

С 2025 года лесопользователи и участники рынка древесины в Пензенской области используют ФГИС ЛК - цифровую платформу, объединяющую десятки государственных услуг, сведения государственного лесного реестра, актуальные

данные в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, лесоразведения, учёта древесины и её прослеживаемости, а также информацию о сделках с ней. Новый ресурс содержит систематизированные сведения, применяемые на всех уровнях лесной индустрии – от лесничеств до федеральных структур. Она получает, обрабатывает, хранит и визуализирует данные лесных карт, сведения о лесном фонде, состоянии, количестве и качестве насаждений и их использовании, обеспечивая достоверность и скорость предоставления данных для принятия решений, точность планирования мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов, эффективность контроля исполнения планов и оценки контрольных мероприятий, а также точность и оперативность предоставления данных ведомствам и организациям.

В настоящее время на территории Пензенской области отчётность лесопользователей принимается в электронном виде через «Личный кабинет» ФГИС ЛК. Все заинтересованные субъекты предпринимательской деятельности в автоматическом режиме могут получить государственные услуги: предоставление актов лесопатологического обследования, лесных деклараций, отчёта об использовании лесов, отчётов о воспроизводстве лесов, отчётов о защите лесов, отчёта об охране лесов от пожаров, проектов лесовосстановления, проектной документации лесного участка, таксационных описаний лесосек и проектов освоения лесов. Подача отчётов в ФГИС ЛК осуществляется по утверждённым схемам с использованием единых шаблонов, что снижает риск ошибок и обеспечивает единообразие данных. Однако стандартные формы имеют определённые ограничения, что усложняет их применение в нестандартных ситуациях. Система проверяет формальные критерии - обязательность заполнения полей и соответствие данных установленным форматам, - что позволяет автоматически выявлять и устранять грубые ошибки при подаче отчётов в ФГИС ЛК. Оператором системы ведутся электронные лесные карты (публичные и служебные), содержащие графическую и текстовую информацию по лесному реестру. Данные государственного лесного реестра можно получить через оператора ФГИС ЛК по запросу зарегистрированных в системе лиц.

Одной из ключевых задач внедрения ФГИС ЛК является предоставление участникам правоотношений в лесной отрасли точных таксационных характеристик ресурсов, что должно обеспечить более прозрачное ведение лесного хозяйства. В системе отражены несколько десятков миллионов пространственных объектов лесного фонда, в том числе выделы, лесничества и лесосеки. Это подтверждает успешность цифровой трансформации лесного комплекса региона. ФГИС ЛК за счёт формирования единого государственного лесного реестра делает сбор данных централизованным: применяется единый формат обмена данными и используются пользовательские инструменты в режиме «одного окна».

Благодаря системе обеспечена централизация информации в едином лесном реестре, внедрён полный электронный документооборот для лесопользователей, реализован принцип прослеживаемости перемещения древесины от мест заготовки до мест складирования и переработки с помощью ГЛОНАСС, что позволило значительно сократить объём незаконно заготавливаемой древесины.

Список использованной литературы

1. Володькин, А. А. Пространственно-временной анализ лесовыращивания в Пензенской области / А. А. Володькин // Сурский вестник. – 2025. – № 3(32). – С. 3-8. – EDN PXUWKM.

2. Володькин, А. А. Экологическая роль лесных насаждений Пензенской области / А. А. Володькин // Инновации природообустройства и защиты окружающей среды: Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Саратов: ООО Издательство «КУБиК», 2019. – С. 617-622. – EDN VWZSUS.

3. Володькин, А.А. Основы цифровой трансформации лесного хозяйства при подготовке специалистов / А. А. Володькин // Организационно-методические аспекты повышения качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программам высшего и среднего профессионального образования: Сборник статей V Всероссийской научно-методической конференции. – Пенза: ПГАУ, 2023. – С. 94-97. – EDN BVSQGQ.

4. Володькина, О.А. Оперативно-профилактические мероприятия как инструмент лесного надзора / О. А. Володькина, А. А. Володькин // Биоразнообразие, современное природопользование и экологическое благополучие: проблемы и перспективы решения: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: ПГАУ, 2025. – С. 65-71. – EDN IEWHGM.

5. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области в 2025 году». - Пенза, 2026 - 132 с.

6. Лесной план Пензенской области, утвержденное постановление Губернатора Пензенской области от 29 декабря 2018 года N 161 (с последующими изменениями). - 207 с.

7. Лыкова, А.С. Распространение лесных пожаров в лесах Пензенской области / А. С. Лыкова, О.А. Володькина // Проблемы и мониторинг природных экосистем: Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: ПГАУ, 2024. – С. 91-95. – EDN KSLASJ.

8. Официальный сайт Министерства лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Пензенской области http://minleshoz.pnzreg.ru.

9. Солодовник, К.С. Динамика площадей и продуктивности лесных насаждений пензенской области / К. С. Солодовник, А. А. Володькин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: ПГАУ, 2023. – С. 189-192. – EDN JUSKJS.

10. Шейкин, Д. В. Административная ответственность за нарушения лесного законодательства в Пензенской области / Д. В. Шейкин, М. А. Володькин, А. А. Володькин // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов международной научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: ПГАУ, 2026. – С. 340-343. – EDN DSOTEA.

IMPROVING FOREST MANAGEMENT AND PROTECTION IN THE PENZA REGION

A.N. Ermolaev

Ministry of Forestry, Hunting, and Nature Management of the Penza Region, Penza, Russia

This article examines issues related to improving forest management and protection in the Penza Region. It presents data on the total forest area, types of forest use, and the procedures for allocating forest plots. The article reviews measures for reforestation and stand maintenance, as well as the results of forest fire protection efforts in 2026. It also details patrol activities, detected forest violations, and administrative enforcement measures. Particular attention is paid to the digitalization of the sector–specifically the use of unmanned aerial vehicles and geographic information systems, as well as the implementation of the Federal State Information System of the Forest Complex (FGIS LK), which ensures the centralization of forest registry data and timber traceability.

Keywords: forestry, forest protection, forest management, reforestation, forest monitoring, FGIS LK, forest violations, digitalization.

УДК 504

ЗАСУХА: ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НАЗЕМНЫЕ И ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМ

К.С. Жихорева

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Современные данные свидетельствуют, что климатические изменения способны усиливать риски локального исчезновения видов, изменения видового состава и структуры сообществ, деградации местообитаний и снижения устойчивости экосистем.

Ключевые слова: изменение климата, засуха, биоразнообразие, экосистемы, растения, экосистема

Засуха представляет собой длительный период аномально низкой доступности воды, возникающий в результате недостатка осадков, повышенного испарения, снижения влажности почвы, уменьшения речного стока или сочетания этих факторов, и в отличие от кратковременных погодных колебаний, продолжительная засуха способна воздействовать одновременно на различные компоненты природных экосистем, изменяя их структуру, продуктивность и способность поддерживать биологическое разнообразие.

Особенно важным является понятие аридизации, под которым понимается усиление засушливости условий окружающей среды. Аридизация может быть

связана, к примеру, с изменением количества и сезонности осадков, повышением температуры, сокращением продолжительности влажных периодов, усилением испарения и изменением водного баланса почв и водоёмов, и, в отличие, от отдельного эпизода засухи, аридизация представляет собой более продолжительный процесс изменения условий функционирования экосистем.

И очевидно, что повторяющиеся засухи имеют принципиально иное значение по сравнению с единичным экстремальным событием, так как после кратковременного нарушения экосистема при наличии достаточного количества времени и ресурсов может восстановить исходную структуру, но, если периоды засухи становятся более частыми, а интервалы между ними сокращаются, восстановление может не завершаться до наступления следующего стрессового события.

В результате возникает эффект накопления нарушений.

Наиболее чувствительными к подобным изменениям оказываются виды с узкими экологическими нишами, ограниченной способностью к перемещению или низкой скоростью восстановления популяций, или, напротив, виды с широкой экологической толерантностью, высокой пластичностью и способностью использовать различные ресурсы могут получать преимущества в изменяющихся условиях.

Одним из первых проявлений засухи является нарушение водного баланса организмов: для растений снижение доступности воды приводит к уменьшению тургорного давления, закрытию устьиц и ограничению газообмена. Получается, что с одной стороны, закрытие устьиц снижает потери воды, но с другой – ограничивает поступление углекислого газа и, соответственно, интенсивность фотосинтеза, а при продолжительном стрессе это может приводить к снижению роста, формирования биомассы, цветения и семенной продуктивности.

Однако подобная перестройка не обязательно означает сохранение первоначального уровня биоразнообразия, так как в некоторых случаях происходит упрощение видовой структуры и снижение числа экологических ниш, и тем временем, исчезновение отдельных видов может сопровождаться утратой специфических функциональных связей, например, взаимодействий между растениями и опылителями, хищниками и жертвами, растениями и почвенными микроорганизмами.

Помимо описанного выше, изменение сроков цветения, прорастания, размножения и миграции может нарушать синхронность взаимодействий между видами, например, изменение сроков цветения растений способно влиять на доступность кормовых ресурсов для насекомых-опылителей, в результате чего климатический стресс одного компонента экосистемы может распространяться на другие трофические уровни.

Также снижение влажности почвы изменяет активность микроорганизмов, скорость разложения органического вещества и доступность питательных элементов, то есть, при длительной засухе замедляются многие процессы минерализации и микробного обмена. А после восстановления влажности, напротив, может наблюдаться кратковременное усиление микробиологической активности, что отражает сложную динамику углеродного и азотного циклов. А эти уже

изменения в почвенных процессах могут непосредственно влиять на растительность: если засуха сопровождается снижением содержания органического вещества, разрушением структуры почвы и усилением эрозии, происходит дальнейшее уменьшение её влагоёмкости, тем самым, формируется своеобразная положительная обратная связь: дефицит влаги снижает растительный покров, уменьшение растительного покрова повышает уязвимость почвы, а деградация почвы, в свою очередь, усиливает воздействие последующих засух.

Таким образом, последствия засухи распространяются далеко за пределы непосредственного физиологического стресса. Они затрагивают продуктивность, круговорот веществ, почвенные процессы, трофические связи и способность экосистем восстанавливаться после нарушений.

Получается, что наземные экосистемы реагируют на дефицит влаги прежде всего через изменение растительного покрова:

– в степных и лесостепных сообществах продолжительные засухи могут снижать продуктивность травянистой растительности, изменять соотношение между многолетними и однолетними видами и способствовать распространению более засухоустойчивых растений, а при сильном нарушении растительного покрова возрастает вероятность ветровой и водной эрозии;

– в лесных – дефицит воды снижает рост деревьев и повышает физиологическую нагрузки, и повторяющиеся периоды сильной засухи могут увеличивать восприимчивость растений к вредителям и заболеваниям, а также повышать риск возникновения и распространения пожаров, а сокращение растительного покрова уменьшает доступность пищи и убежищ, изменяет микроклимат местообитаний и может приводить к перемещению популяций.

Но пресноводные экосистемы – реки, ручьи, озёра, пруды, болота и другие водно-болотные угодья – отличаются особенно высокой чувствительностью к изменениям водного режима. Причина заключается в том, что вода одновременно является физической средой обитания и одним из основных экологических ресурсов.

При засухе может происходить:

- снижение речного стока;
- уменьшение площади и глубины водоёмов;
- сокращение связи между отдельными водными участками;
- пересыхание малых рек и временных водотоков;
- снижение уровня грунтовых вод;
- сокращение площади водно-болотных угодий.

Исследования речных экосистем показывают, что экстремальные события, включая засухи, способны существенно изменять речное биоразнообразие, причём последствия могут быть особенно сильными при сочетании нескольких стрессовых факторов.

Также, стоит выделить, что еще из наиболее важных последствий становится изменение температурного режима: при уменьшении глубины вода может быстрее прогреваться, что увеличивает физиологический стресс для водных организмов, и одновременно могут изменяться:

– концентрация растворённого кислорода;
– минерализация;
– мутность;
– концентрации биогенных элементов;
– концентрации загрязняющих веществ;
– кислотно-щелочной баланс.

Особенно опасным является сочетание высокой температуры и низкой обеспеченности кислородом.

Таким образом, засуха является сложным экологическим стрессором, воздействующим одновременно на физические условия среды, организмы, сообщества и экосистемные процессы, а её последствия проявляются на различных уровнях – от физиологических изменений отдельных растений до перестройки пищевых сетей и изменения структуры целых экосистем.

Список использованных источников

1. Груза, Г.В. О неопределенности некоторых сценарных климатических прогнозов температуры воздуха и осадков на территории России/Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова, Л.Н. Аристова, Л.К. Клещенко//Метеорология и гидрология, 2006. -No 10. -С. 5-23.

DROUGHT: IMPACTS ON TERRESTRIAL AND AQUATIC ECOSYSTEMS

K. S. Zhikhoreva

Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

Current data indicate that climate change can increase the risks of local species extinction, changes in the species composition and structure of communities, habitat degradation and reduced ecosystem stability.

Keywords: climate change, drought, biodiversity, ecosystems, plants, ecosystem.

УДК 54

ЗАСУХА: УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ И СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

К.С. Жихорева

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия

Воздействие засухи распространяется не только непосредственно на экосистемы, но и на сельскохозяйственные территории, её влияние на растениеводство, почвы, пастбища, животноводство.

Ключевые слова: засуха, сельское хозяйство, сельскохозяйственные территории, урожайность, почва, растениеводство.

Агроэкосистемы отличаются от естественных сообществ высокой степенью управления, упрощённой структурой и преобладанием ограниченного числа культивируемых видов, которые в условиях засухи могут усиливать уязвимость сельскохозяйственного производства. Поэтому даже относительно непродолжительный период недостатка влаги может привести к существенному снижению продуктивности.

Но для сельского хозяйства особенно важно различать метеорологический и сельскохозяйственный дефицит влаги.

1. Метеорологическая засуха определяется прежде всего недостатком атмосферных осадков, однако одинаковое количество осадков может иметь совершенно разные последствия в зависимости от их сезонного распределения, температуры воздуха, типа почвы и потребностей выращиваемых культур.

2. Сельскохозяйственная засуха возникает тогда, когда количество доступной растениям воды становится недостаточным для нормального роста и развития культуры.

Таким образом, для сельского хозяйства определяющим параметром является не только количество выпавших осадков, но и доступность воды в корнеобитаемом слое почвы.

Начнём с того, что дефицит влаги влияет на прорастание семян, формирование корневой системы, фотосинтез, цветение и налив зерна, и при совпадении засухи с критическими фазами развития культур снижение урожайности может быть особенно существенным. При этом реакция растений зависит от генотипа, состояния почвы, сроков сева и применяемой технологии. Одновременно интенсификация сельского хозяйства способна воздействовать на естественное биоразнообразие, уменьшение разнообразия культур, уничтожение естественной растительности, чрезмерное применение агрохимикатов и упрощение ландшафтной структуры могут снижать численность опылителей, почвенных организмов и других компонентов биоты. Однако степень снижения урожая не является постоянной величиной и зависит от:

- интенсивности засухи;
- продолжительности водного дефицита;
- времени его возникновения;
- типа сельскохозяйственной культуры;
- сорта;
- глубины корневой системы;
- свойств почвы;
- температуры воздуха;
- наличия орошения;
- применяемых агротехнологий.

Поэтому два соседних поля могут испытывать одинаковый атмосферный дефицит осадков, но демонстрировать различное снижение урожайности.

Серьезной проблемой является также увеличение риска деградации земель: сухая почва становится более восприимчивой к ветровой эрозии, особенно на территориях с недостаточным растительным покровом, но при сильном ветре мелкие почвенные частицы могут переноситься на значительные расстояния, что приводит к потере наиболее плодородной части верхнего горизонта. И уже повторяющиеся засухи в сочетании с интенсивной обработкой почвы, перевыпасом скота и недостаточным управлением растительным покровом способны ускорять процессы деградации земель и опустынивания, в результате чего снижается способность территории поддерживать стабильное сельскохозяйственное производство.

Также недостаток осадков приводит к уменьшению продуктивности естественной растительности, сокращению количества кормовой биомассы и ухудшению ее питательной ценности, поскольку также при продолжительном засушливом периоде пастбища могут не успевать восстанавливаться после выпаса, особенно если нагрузка на них остается высокой, тем самым создавая замкнутый цикл деградации: уменьшение растительного покрова повышает уязвимость почвы, ухудшает ее способность удерживать влагу и, в свою очередь, делает территорию еще более чувствительной к последующим засушливым периодам. А уже через состояние пастбищ засуха непосредственно влияет и на животноводство: тут снижение доступности естественных кормов заставляет сельскохозяйственных производителей увеличивать расходы на приобретение кормов или сокращать поголовье, и недостаток воды также может отрицательно влиять на состояние животных.

При чем, воздействие засухи может выходить за пределы одного сельскохозяйственного сезона: снижение растительного покрова уменьшает защиту поверхности почвы, а при последующих интенсивных осадках это может способствовать поверхностному стоку и эрозии, а на территориях с недостаточным растительным покровом также возрастает опасность ветровой эрозии.

Экономические последствия засухи формируются не только за счет прямого сокращения урожая, так как снижение производства сельскохозяйственной продукции может приводить к росту затрат на корма, воду, семена и другие производственные ресурсы, а увеличение стоимости продукции и уменьшение доходов сельскохозяйственных производителей могут распространяться на связанные отрасли экономики. Особенно чувствительными к подобным изменениям являются небольшие хозяйства, располагающие ограниченными финансовыми резервами и имеющие меньше возможностей для инвестирования в системы орошения, накопления воды или страхования урожая.

Исходя из описанного, адаптация к засухе должна осуществляться на нескольких уровнях – от сохранения генетического разнообразия до управления ландшафтами, где, скорее всего, приоритетным направлением является сохранение относительно ненарушенных местообитаний, поскольку именно они обладают наибольшим потенциалом естественного восстановления. При чем, биоразнообразие играет двойственную роль в этих процессах: с одной стороны, различные виды и генетические формы обладают неодинаковой чувствительностью к дефициту влаги и поэтому по-разному реагируют на климатический стресс; с

другой стороны, именно разнообразие функциональных характеристик организмов создаёт основу для сохранения экосистемных процессов при изменении условий среды. И потеря биоразнообразия, напротив, способна уменьшать адаптационный потенциал природных систем.

Список использованных источников

1. Добровольский С.Г. Климатические изменения в системе «гидросфера - атмосфера». - М.: Геос, 2002. - 256 с.

DROUGHT: SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL SYSTEMS AND CONSERVATION OF BIODIVERSITY

K.S. Zhikhoreva

Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

The impact of drought extends not only directly to ecosystems, but also to agricultural territories, its impact on crop production, soils, pastures, and livestock.

Keywords: drought, agriculture, agricultural territories, productivity, soil, crop production.

УДК 614

СНЕЖНЫЕ ЛАВИНЫ В СИСТЕМЕ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В.Д. Здоровцев

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

В статье рассматриваются основные условия и механизмы формирования снежных лавин, факторы, определяющие их возникновение, особенности классификации и оценки лавинной опасности, а также экологические последствия.

Ключевые слова: снежная лавина, природная чрезвычайная ситуация, лавинная опасность, снежный покров, горные территории.

Актуальность изучения снежных лавин обусловлена не только непосредственной опасностью этого природного процесса, но и расширением хозяйственного освоения горных территорий через расширенное строительство автомобильных и железных дорог, развитие туризма, горнолыжных комплексов, населённых пунктов, энергетических и других объектов в районах с потенциальной лавинной опасностью.

Основным условием возникновения лавины является наличие на горном склоне снежного покрова, устойчивость которого оказывается нарушенной. Но

в нормальном состоянии снег удерживается на склоне благодаря внутреннему сцеплению снежных частиц, трению между слоями, взаимодействию снега с поверхностью склона и другим силам, препятствующим его перемещению, однако. при изменении внешних условий равновесие может быть нарушено, в результате чего снежная масса начинает двигаться вниз.

После начала движения снежная масса способна быстро увеличиваться за счёт вовлечения дополнительного снега со склона, при чем скорость отдельных лавин может достигать десятков метров в секунду. При этом опасность создаёт не только сама движущаяся масса снега, но и воздушная волна, возникающая перед лавиной. Она способна повреждать деревья, сооружения и другие объекты ещё до непосредственного контакта со снежной массой.

Опасность особенно возрастает в районах, где природные лавиноопасные зоны пересекаются с объектами человеческой деятельности (населённые пункты, автомобильные и железные дороги, туристические маршруты, горнолыжные комплексы, линии электропередачи, трубопроводы, промышленные и энергетические сооружения). В подобных условиях природный процесс может перерасти в чрезвычайную ситуацию, сопровождающуюся человеческими жертвами, разрушениями, нарушением транспортного сообщения и значительным материальным ущербом.

Характер последствий зависит от нескольких обстоятельств: мощности лавины, её скорости, объёма снежной массы, характера рельефа, времени возникновения, плотности населения и степени освоенности территории. Получается, что одна и та же по природным характеристикам лавина может иметь совершенно разные последствия в необитаемой горной местности и в районе расположения населённого пункта или важной транспортной магистрали.

Первым из важнейших факторов является крутизна склона. Наиболее благоприятными для образования лавин считаются склоны с углом наклона приблизительно от 25 до 45°, а на более пологих склонах снежная масса чаще удерживается благодаря недостаточному воздействию силы тяжести, тогда как на очень крутых склонах снег нередко осыпается небольшими порциями и не успевает сформировать мощный устойчивый слой. Однако данные значения не следует рассматривать как абсолютные границы. Лавиноопасные процессы могут возникать и при других углах наклона в зависимости от структуры снежного покрова, состояния грунта, метеорологических условий и особенностей рельефа.

Второй фактор – это строение снежной толщи: снег представляет собой неоднородную систему, состоящую из различных слоёв, которые формируются в разные периоды снегопада и последующего преобразования снежного покрова. И между слоями могут возникать зоны различной плотности и прочности: если же слабый слой оказывается перекрыт более тяжёлым и плотным снегом, то формируется потенциально неустойчивая структура, а при дополнительной нагрузке происходит разрушение слабого слоя и соскальзывание верхних масс снега.

Третий фактор – погодные условия. Интенсивный снегопад увеличивает нагрузку на склон и способствует формированию новых неустойчивых слоёв, а

резкое повышение температуры вызывает таяние снега и образование воды внутри снежной толщи, что может уменьшать сцепление между её отдельными слоями. Дождь по снегу также способен значительно увеличивать массу снежного покрова и одновременно снижать его устойчивость. Опасность может возрастать и после резкого похолодания, когда формируются слабые прослойки и различные по физическим свойствам горизонты снега.

Дополнительными причинами схода лавин могут быть природные и антропогенные механические воздействия: к ним относятся камнепады, землетрясения, обрушения участков склонов, движение животных и людей, воздействие техники, а также иные локальные нагрузки.

Лавины, как правило, могут подразделяться по объёму перемещаемого снега, характеру движения, форме траектории, состоянию снежной массы и другим признакам.

По характеру движения выделяют лавины, перемещающиеся преимущественно по определённому руслу, и лавины, распространяющиеся по более широкой поверхности склона. На некоторых участках рельефа движение снежной массы происходит скачкообразно, когда снег перемещается отдельными порциями с образованием участков отрыва и падения.

А в зависимости от состояния снега различают сухие, влажные и мокрые лавины:

1. Сухие лавины обычно характеризуются относительно низкой влажностью снежной массы и способны развивать значительные скорости.

2. Влажные и мокрые лавины движутся медленнее, однако обладают большой плотностью и массой, поэтому их воздействие на сооружения и элементы инфраструктуры может быть чрезвычайно сильным.

Для практической оценки опасности используются специальные системы наблюдения и предупреждения. В горных районах анализируются состояние снежного покрова, температура воздуха, интенсивность осадков, скорость и направление ветра, структура снежной толщи, состояние склонов и сведения о произошедших лавинных сходах. Совокупность этих данных позволяет определить степень потенциальной опасности и принять необходимые профилактические меры.

Наиболее серьёзным последствием лавин является угроза жизни и здоровью людей, так как Человек, оказавшийся в лавинном потоке, может получить механические травмы, оказаться погребённым под снегом или пострадать вследствие воздействия воздушной волны. Опасность усиливается тем, что после остановки лавины снежная масса может быстро уплотняться, существенно затрудняя самостоятельное освобождение человека.

Также значительный ущерб лавины способны наносить хозяйственным объектам: снежные массы могут разрушать или повреждать жилые и производственные здания, туристические комплексы, линии электропередачи, мосты и другие сооружения. Особую проблему создаёт перекрытие автомобильных и

железных дорог, поскольку даже при отсутствии разрушений транспортное сообщение может быть полностью прекращено.

Последствия могут иметь и длительный характер. После схода крупной лавины требуется расчистка дорог, восстановление повреждённых коммуникаций, обследование зданий и сооружений, проведение поисково-спасательных мероприятий и восстановительных работ.

Но воздействие лавин на природную среду неоднозначно, так как с одной стороны, лавинные процессы могут приводить к разрушению растительного покрова, повреждению лесов, уничтожению отдельных растений и изменению структуры почвы, а с другой стороны, они являются естественной частью функционирования горных экосистем и в определённых условиях способствуют их обновлению.

Лавинные отложения также могут участвовать в перераспределении водных ресурсов, так как накопившийся снег постепенно тает и поступает в водотоки, влияя на сезонный водный режим горных территорий. Однако чрезмерное накопление снежных масс в местах их остановки может способствовать переувлажнению отдельных участков и изменению локальных условий существования растительности.

Таким образом, лавина одновременно может выступать разрушительным фактором и естественным механизмом перераспределения вещества и энергии в горных экосистемах. А эффективная защита населения и территорий от снежных лавин должна основываться на понимании закономерностей формирования лавин, постоянном наблюдении за состоянием природной среды и рациональном взаимодействии природных и инженерных методов защиты

Список использованных источников

1. Войтковский К.Ф. Лавиноведение/ К.Ф. Войтковский - Издательство МГУ, 1989. - 158 с.

2. Веденин С. Основы лавинной безопасности. Спасательные работы в лавинах. - MountSchool.ru, 2016, 42 с.

AVALANCHES IN THE SYSTEM OF NATURAL EMERGENCIES

V.D. Zdorovtsev

Donskoy State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article discusses the main conditions and mechanisms of avalanche formation, the factors determining their occurrence, the classification and assessment of avalanche hazards, as well as the environmental consequences.

Keywords: avalanche, natural emergency, avalanche danger, snow cover, mountainous areas.

УДК 574.2

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕКОТОРЫХ ИНТРОДУЦИРУЕМЫХ РАСТЕНИЙ

Л.А. Земскова, Д.А. Гришина, К.С. Каменецкая, Т.С. Тимошина

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, г. Брянск, Россия

Исследование посвящено оценке адаптационного потенциала интродуцируемых древесных растений: *Cotinus coggygria, Rhus coriaria, Aesculus pavia* в условиях крупной урбоэкосистемы Брянска. Цель работы – изучить ключевые физиологические показатели – фотосинтез и транспирацию для обоснования рекомендаций применения интродуцентов в озеленении на основании их экологической устойчивости. Установлено, что суточная и сезонная динамика физиологических процессов у интродуцируемых видов не имеет существенных отличий от местного вида. Максимальная продуктивность фотосинтеза отмечена для особей всех объектов в летние месяцы. Для скумпии зафиксирована низкая интенсивность фотосинтеза и высокий прирост биомассы. Содержание пигментов и интенсивность транспирации варьировались в границах, характерных для каждого вида.

Ключевые слова: интродуценты, урбоэкосистемы, фотосинтез, транспирация, Брянск.

В увеличении видового разнообразия декоративных деревьев и кустарников традиционные методы интродукции занимают значительное место. Выращиваемые из семян или при вегетативном размножении растения по-разному приживаются в почвенно-климатических условиях, не характерных для местообитаний их естественного ареала [1, 2]. Поэтому при подборе озеленительного ассортимента предпочтение отдают растительному материалу, демонстрирующему широкие адаптивные качества к условиям среды на различных этапах онтогенеза.

В современных работах специалисты отмечают несколько проблем в озеленении урбоэкосистем: достаточно бедный ассортимент видов, представленный в основном аборигенной фракцией; необходимость увеличении видового разнообразия растений при формировании зелёных насаждений за счёт интродуцентов и, как следствие, расширение круга флористических, эколого-физиологических и биохимических работ по подбору видов с широкой экологической валентностью [1, 3]. Предпринятое авторами обследование видового разнообразия городских посадок показало, что интродуцированные виды в составе древостоя занимают менее 32 %, представленные немногочисленными экземплярами.

Редких в интродукции растений, таких как скумпия развесистая, сумах пушистый, вяз лопастной в озеленительном ассортименте насчитываются единицы. Основная причина небольшого ассортимента – затруднённое воспроизведение этих растений семенным или вегетативным путём, обмерзание побегов зимой, восприимчивость к возвратным весенним холодам. В связи с

вышеизложенным, значительный интерес представляют фенологические наблюдения за этими объектами, изучение показателей физиологических процессов – фотосинтеза, водообмена, дыхания, роста и развития [3]. Цель работы – изучить ключевые физиологические показатели – фотосинтез и транспирацию для обоснования рекомендаций применения интродуцентов в озеленении на основании их экологической устойчивости. Объекты исследования: *Cotinus cjggegria* – скумпия развесистая; *Rhus coriaria* – сумах пушистый; *Betula pendula* – береза бородавчатая; *Aesculus pavia* – каштан конский.

Методы изучения: газометрические (интенсивность фотосинтеза); весовые (интенсивность транспирации). Наблюдения за объектами проводились с 2024 по 2026 гг. Результаты исследования приведены в виде динамики показателей для видов (рисунки 1, 2).

Интродуцируемые растения практически не отличаются по основным показателям – содержанию пигментов, интенсивности фотосинтеза. Так, максимум фотосинтеза приходится у всех видов растений с 10:00 до 11:30 часов, затем отмечалось снижение поглощения CO_2, достигшее минимального значения в период с 12:30 до 13:30 часов.

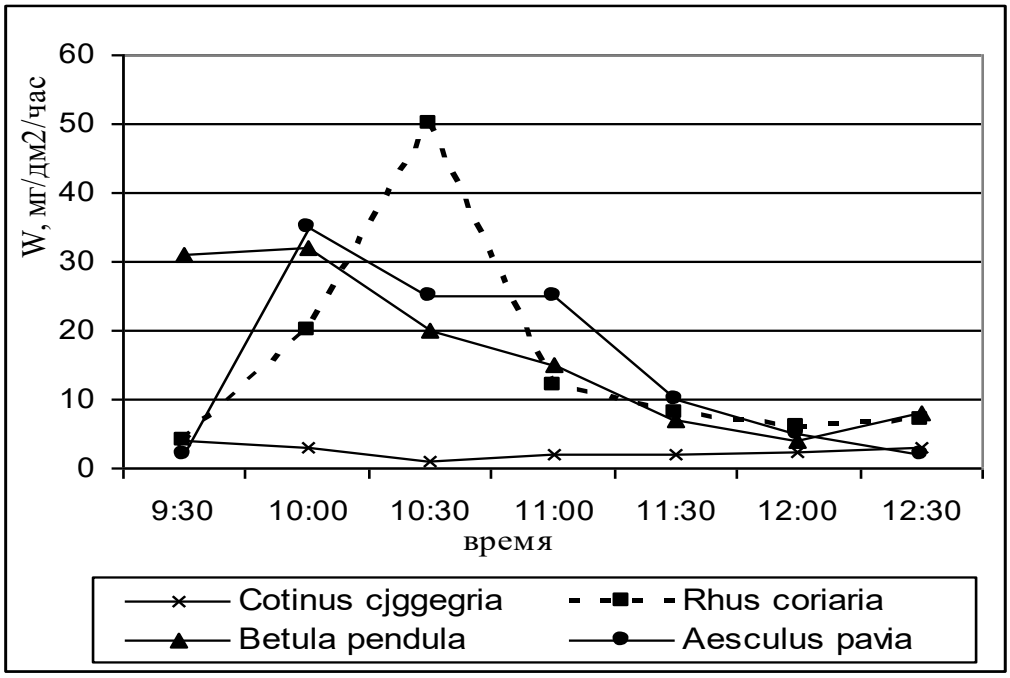


Рисунок 1 – Интенсивность фотосинтеза древесных растений (мг/дм^2/час)

Исключение составляет скумпия, у которой интенсивность фотосинтеза значительно меньше, чем у других растений. Такая закономерность отмечалась нами в период перед цветением растений (июнь). Основным показателем фотосинтеза является чистая продуктивность растений (ЧПФ). Для скумпии ЧПФ составляет в интервале месяцев вегетативного периода с мая, июня, июля, августа 2,3, 7,2, 6,4, 5,4 г/м^2/сутки; для сумаха – 3,2, 7,4, 7,9, 6,2 г/м^2/сутки соответственно; для каштана конского – 4,2, 8,2, 8,4, 8,0 г/м^2/сутки соответственно; для берёзы бородавчатой – 3,6, 8,2, 8,4, 7,6 г/м^2/сутки соответственно. С течением времени ЧПФ возрастает пропорционально у всех изучаемых объектов.

По мнению ряда исследователей основными показателем устойчивости является содержание пигментов в листьях изучаемых растений. Для скумпии общее содержание пигментов составляет в интервале месяцев вегетативного периода с мая, июня, июля, августа – 1,05, 1,56, 2,04, 1,5 мг/г сырого вещества; для сумаха – 0,60, 0,66,1,92,0,80 г мг/г сырого вещества соответственно; для каштана конского – 0,76, 0,88, 1,87, 0,90 мг/г сырого вещества соответственно; для берёзы бродавчатой – 0,92, 0,88, 1,02, 1.2 мг/г сырого вещества соответственно. Содержание пигментов в листьях интродуцируемых растений и основной дендрофлоры колеблется в пределах, характерных для каждого растения; и оно подтверждается исследованиями в течении сезона.

Одним из важных показателей устойчивости растений, их приспособленности к внешним условиям является транспирация. Для скумпии показатели транспирации составляют для фиксированных точек времени - 11:00, 12:00, 13:00, 14:00 – 1455, 500, 1818, 545 мг/дм^2/час; для сумаха – 1200,636,736, 632 мг/дм^2/час соответственно. Интенсивности транспирации зависит от индивидуальных особенностей растений: изменение внешних условий вызывают адекватные колебания интенсивности транспирации и они практически не отличаются от колебаний интенсивности испарения у контрольных растений.

Суммарные показатели адаптации растений к новым условиям является рост растений. Исследования показали, что прирост сухого вещества интродуцентов и основной дендрофлоры не отличается у всех изученных растений (рис 2).

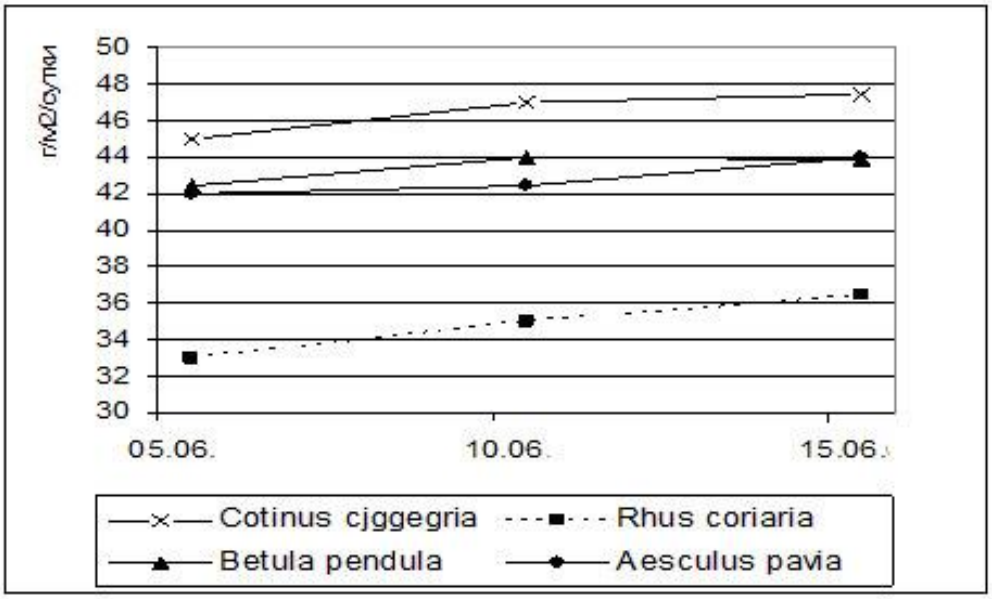


Рисунок 2 – Прирост сухого вещества для видов растений

На достаточно высоком уровне накапливает биомассу скумпия; у березы провислая и каштана конского показатели биопродуктивности сходные.

Таким образом, изучаемые физиологические показатели интродуцируемых растений практически не отличаются от показателей у аборигенных растений. В ряде случаев наблюдалось обмерзание побегов у интродуцентов; вместе с тем для них характерно быстрое возобновление из спящих почек. Исследуемые

виды растений достаточно декоративны и устойчивы, в связи с чем их целесообразно использовать в озеленении городов.

Список использованных источников

1. Бродский, А.К. Биоразнообразие в преодолении современного экологического кризиса: исследование экосистемного и антропоцентрического подходов в стратегии устойчивого развития / А.К. Бродский, Н.Г. Бобылев // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2017. – Т. 62. – № 3. – С. 237-253. EDN 291111.

2. Пастушенко А.Д. Обзор дендрофлоры города Рязани / А.Д. Пастушенко // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2023. – Т. 17. – № 3. – С. 149-165. EDN: WMJVHQ

3. Чиркова, Т.Н. Физиологические основы устойчивости растений / Т.Н. Чиркова. – СПб: СПбГУ, 2002. – 244 с.

THE PHYSIOLOGICAL INDICATORS OF SOME INTRODUCED PLANTS

L.A. Zemskova, D.A. Grishina, K.S. Kamenetskaya, T.S. Timoshina

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, Bryansk, Russia

This study assesses the adaptive potential of introduced woody plants: Cotinus coggygria, Rhus coriaria, and Aesculus pavia, in the large urban ecosystem of Bryansk. The objective of the study was to examine key physiological parameters–photosynthesis and transpiration–to support recommendations for the use of introduced species in landscaping based on their ecological sustainability. It was found that the daily and seasonal dynamics of physiological processes in the introduced species do not differ significantly from those of native species. Maximum photosynthetic productivity was observed for individuals of all specimens during the summer months. Low photosynthetic rates and high biomass growth were recorded for smoke trees. Pigment content and transpiration rates varied within the limits characteristic of each species.

Keywords: introduced species, urban ecosystems, photosynthesis, transpiration, Bryansk.

УДК 575.27

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ БАКТЕРИЙ: МЕХАНИЗМЫ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СТРАТЕГИИ КОНТРОЛЯ

Я.А. Зырянова, С.Ю. Ярцева, Н.А. Головачева

Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), г. Москва, Россия

В современном мире нерациональное использование антибиотиков привело к глобальному распространению антибиотикорезистентности у бактерий.

Внутрибольничные инфекции, вызванные устойчивыми штаммами (например, Pseudomonas aeruginosa и Klebsiella pneumoniae), представляют особую угрозу. Адаптация бактерий к препаратам снижает эффективность терапии, повышая риск осложнений и летальности. В данном обзоре рассматриваются молекулярные механизмы резистентности, факторы ее распространения и стратегии борьбы с нею.

Ключевые слова: антибиотикорезистентность, бактерии, молекулярные организмы, биопленки, нерациональное применение.

С момента открытия пенициллина прошло менее века, а уже к концу XX века распространенность метициллинрезистентного Staphylococcus aureus (MRSA) достигла 30% среди клинических изолятов по всему миру. Сегодня проблема усугубляется появлением штаммов с расширенной (XDR) и панрезистентностью (PDR). По оценкам специалистов, к 2050 году смертность от инфекций, вызванных устойчивыми бактериями, может достигнуть 10 миллионов человек в год, что превысит смертность от онкологических заболеваний [1].

Для понимания способов формирования резистентности необходимо в первую очередь рассмотреть основные мишени и механизмы действия самих антибактериальных препаратов:

1. Ингибиторы синтеза клеточной стенки (например, β-лактамы и гликопептиды) нарушают образование пептидогликана – основного структурного компонента оболочки бактерий [2].

2. Ингибиторы синтеза белка (аминогликозиды, тетрациклины, макролиды) связываются с различными субъединицами рибосом и блокируют трансляцию. Действие может быть бактериостатическим или бактерицидным [2].

3. Ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот. Рифамицины блокируют РНК-полимеразу (остановка транскрипции), а фторхинолоны ингибируют ДНК-гиразу и топоизомеразу IV, нарушая репликацию ДНК [2].

В ответ на селективное давление антибиотиков бактерии задействуют разнообразные молекулярные механизмы защиты. В зависимости от их происхождения выделяют природную и приобретенную устойчивость:

1.Природная (естественная) – постоянный видовой признак. Бактерия изначально нечувствительна к антибиотику за счет утолщения клеточной стенки, активации эффлюксных насосов или выработки инактивирующих ферментов.

2.Приобретенная – возникает в результате мутаций или горизонтального переноса генов. Включает модификацию мишени, ферментативную инактивацию, активное выведение (эффлюкс) и снижение проницаемости мембран (утрата пориновых каналов).

Среди ключевых молекулярных путей приобретенной резистентности наиболшую угрозу представляют ферментативная деструкция препаратов и структурная модификация их мишеней. Ферментативная инактивация антибиотиков -- один из наиболее распространенных механизмов защиты, при котором бактерии вырабатывают ферменты, разрушающие или модифицирующие

препарат. Например, β-лактамазы гидролизуют β-лактамное кольцо пенициллинов и цефалоспоринов. Особую опасность представляют карбапенемазы и β-лактамазы расширенного спектра (ESBL), инактивирующие препараты "последней надежды"]. Ферменты, модифицирующие аминогликозиды, снижают их способность связываться с рибосомой [2, 3]. Наряду с ферментативной инактивацией, устойчивость часто формируется за счет прямого изменения структуры самой мишени. Мутации в генах, кодирующих белки-мишени, изменяют их структуру или функцию. В результате сродство антибиотика к мишени снижается, что делает бактерию нечувствительной к препарату.

Повсеместное распространение устойчивых бактерий привело к возобновлению интереса к фаготерапии. Помимо целых вирусов, перспективным инструментом являются кодируемые фагами литические ферменты (эндолизины и деполимеразы), разрушающие клеточную стенку бактерий изнутри. Использование таких ферментов против грамотрицательных бактерий требует преодоления барьера их наружной мембраны. Для снижения иммунного ответа макроорганизма в ответ на введение фагов сейчас активно разрабатываются методы их инкапсуляции.

Проблема эффективности применяемой терапии усугубляется также образованием бактерий коллективной формы защиты. Биопленки – это организованные сообщества бактерий, погруженных в самопроизводимый внеклеточный полимерный матрикс. Бактерии внутри биопленки демонстрируют резистентность в 10–1000 раз выше по сравнению с планктонными формами. Это обусловлено замедлением диффузии препаратов и переходом бактерий в персистентное (метаболически неактивное) состояние. По данным исследований, до 70% микробных инфекций человека ассоциированы с биопленками, что обуславливает их хроническое течение и сложность терапии.

К ключевым факторам распространения антибиотикорезистентности относится нерациональное применение антибиотиков в медицине: самолечение, использование субоптимальных дозировок и необоснованное назначение при вирусных инфекциях.

В сельском хозяйстве, животноводстве и аквакультуре использование антибиотиков в профилактических целях и в качестве стимуляторов роста формирует мощное селективное давление. Это способствует отбору резистентных штаммов и их передаче через продукты питания [4]. Кроме того, неметаболизированные антибиотики со сточными водами попадают в окружающую среду, приводя к аккумуляции генов устойчивости в природных водоемах и почвенных микробиоценозах [5].

В мае 2015 г. Всемирная ассамблея здравоохранения утвердила «Глобальный план действий по борьбе с устойчивостью к противомикробным препаратам», определяющий пять стратегических задач [6]:

1. Повышение информированности населения и совершенствование образования медицинских работников по вопросам лекарственной устойчивости и ее последствий для общественного здоровья;

2. Усиление эпидемиологического надзора и расширение научно-исследовательской деятельности в данной области;

3. Совершенствование мониторинга, включая создание единых баз данных для сбора и систематизации информации об АБР;

4. Обеспечение устойчивого финансирования и инвестиций в программы противодействия резистентности;

5. Разработка инновационных альтернативных методов лечения, включая новые классы противомикробных препаратов и вакцины.

Глобальный план нацелен на долгосрочное международное сотрудничество и призывает государства-члены внедрять национальные стратегии, адаптированные под единые мировые стандарты инфекционного контроля.

Список использованных источников

1. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis / C. J. L. Murray, K. S. Ikuta, F. Sharara [et al.] // The Lancet. – 2022. – Vol. 399, iss. 10325. – P. 629–655.

2. Reygaert, W. C. An overview of the antimicrobial resistance mechanisms / W. C. Reygaert // AIMS Microbiology. – 2018. – Vol. 4, no. 3. – P. 482–501.

3. Munita, J. M. Mechanisms of antibiotic resistance / J. M. Munita, C. A. Arias // Microbiology Spectrum. – 2016. – Vol. 4, no. 2. – P. 1–24.

4. Cabello, F. C. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a threat to human and animal health / F. C. Cabello // Environmental Microbiology. – 2006. – Vol. 8, no. 7. – P. 1137–1144.

5. Kümmerer, K. Antibiotics in the aquatic environment – A review – Part I / K. Kümmerer // Chemosphere. – 2009. – Vol. 75, no. 4. – P. 417–434.

6. Глобальный план действий по борьбе с устойчивостью к противомикробным препаратам / Всемирная организация здравоохранения. – Женева : ВОЗ, 2015. – 28 с.

BACTERIAL ANTIBIOTIC RESISTANCE: MECHANISMS, DISTRIBUTION, AND CONTROL STRATEGIES

Ya.A. Zyryanova, S.Yu. Yartseva, N.A. Golovacheva

K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (FCU), Moscow, Russia

In the modern world, the irrational use of antibiotics has led to the global spread of antibiotic resistance in bacteria. Nosocomial infections caused by resistant strains (e.g., Pseudomonas aeruginosa and Klebsiella pneumoniae) pose a particular threat. Bacterial adaptation to drugs reduces therapeutic efficacy, increasing the risk of complications and mortality. This review examines the molecular mechanisms of resistance, the factors contributing to its spread, and control strategies.

Keywords: antibiotic resistance, bacteria, molecular mechanisms, biofilms, irrational use.

УДК 574

АКТИВНОСТЬ ЦЕЗИЯ-137 В ШЛЯПКАХ И НОЖКАХ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ LECCINUM VULPINUM

Д.М. Иванов

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова, г. Санкт-Петербург, Россия

В результате анализа удельной активности цезия-137 в шляпках и ножках плодовых тел *Leccinum vulpinum* установлено, что она не превышает допустимых значений 2500 Бк/кг, хотя для ряда видов базидиальных грибов, формирующих плодовые тела в той же экосистеме, ранее были зарегистрированы превышения нормы. Определено отношение удельной активности в шляпках и ножках плодовых тел грибов. Выявлена тенденция к снижению удельной активности цезия-137 с увеличением массы шляпки.

Ключевые слова: экосистема соснового леса, цезий-137, пирогенная сукцессия, *Leccinum vulpinum*, удельная активность в шляпках и ножках.

Распределение цезия-137, поступившего в окружающую среду после аварии на ЧАЭС (26.04.1986), в лесных экосистемах является динамическим, и обусловлено рядом факторов, среди которых: строение почвенного профиля, гидрологический режим, кислотность почвенных растворов, влияние очеса зеленых мхов, роль грибов, образующих эктотрофную микоризу с корнями древесных пород и пирогенная сукцессия.

Особый интерес к изучению представителей рода *Leccinum* вызывает то, что среди его видов выявлен вид биомонитор, т.е. такой, который способен изменять морфологические признаки в ответ на накопление цезия-137 в плодовых телах [1]. Вид *Leccinum holopus (Rostk.) Watling* – Подберезовик болотный – является, на данный момент, единственным известным биомонитором среди базидиальных грибов, у плодовых тел которого изменяется морфология трубчатого гименофора в зависимости от количества цезия-137 [1]. Для описания организма, изменяющего морфологические признаки при накоплении в нем загрязняющего вещества, предложено использовать термин биомонитор [2].

В настоящей работе особое внимание уделено одному из представителей данного рода – виду – *Leccinum vulpinum Watling* – Красный гриб сосновый, образующего облигатную эктомикоризу с сосной.

Цель работы – провести биомониторинг удельной активности цезия-137 в частях плодовых тел *L. vulpinum*.

Сбор плодовых тел *L. vulpinum* был проведен 26.08.2026. Наблюдения в сосновом лесу на левом берегу реки Оредеж проводятся с 2004 г [3]. Плодовые тела разделяли на шляпку и ножку, взвешивали с точностью до 0,1 г, разрезали на полосы 1 см, высушивали в потоке теплого воздуха 35-40 ºС, затем находили массу сухой шляпки и ножки. Активность цезия-137 в частях плодовых телах измеряли методами гамма-спектрометрии и бета-радиометрии.

Результаты и их обсуждение.

Результаты измерений и расчетов приведены в таблице, образцы плодовых тел расположены в порядке уменьшения удельной активности в шляпке.

Таблица 1 – Удельная активность цезия-137 в шляпке и ножке плодовых тел грибов Leccinum vulpinum и ее соотношение

№	№ фото	mшл, г*	mнжк, г*	Qср±ΔQ шляпка Бк/кг**	Qср±ΔQ ножка Бк/кг**	Qшл/Qнжк
1.	6677	1,0	3,0	2403±336	1499±58	1,6±0,3
2.	6688	4,2	2,1	2040±72	559±147	3,6±1,1
3.	6672	6,2	5,1	1873±61	975±41	1,9±0,1
4.	6678	9,2	3,9	1669±74	814±60	2,1±0,2
5.	6687	20,7	6,1	1437±68	497±48	2,9±0,4
6.	6742	1,8	2,7	1302±97	959±118	1,4±0,3
7.	6686	13,5	4,3	1157±62	552±67	2,1±0,4

Примечания:

* – воздушно-сухая масса, г; ** – расчёт доверительного интервала средней активности проведён при уровне значимости $p<0,05$.

На основе измерения массы свежих и сухих частей плодовых тел было установлено, что у шляпки доля сухого вещества заметно падает с увеличением размера гриба - у маленьких: 7,9-8,4%, у больших: 5,9-6,4%, т.е. крупные шляпки более водянистые. У ножки такой чёткой зависимости нет: и у маленьких, и у больших доля сухого вещества держится около 9-10%, разброс больше, но тренда на уменьшение нет. Содержание воды, соответственно: в шляпке 92-94%, в ножке 90-91%.

Перейдем к анализу данных по удельной активности цезия-137 в частях плодовых тел (см. табл.). Активность цезия-137 в сухих плодовых телах грибов не должна превышать 2500 Бк/кг [4]. В исследовании [5], которое было выполнено в том же сосновом лесу на примере девяти видов грибов с крупными плодовыми телами, на основе материалов, собранных в полевой сезон 2025 года, было установлено, что разные виды грибов накапливают цезий-137 по разному, в зависимости от того, к какой эколого-трофической группе принадлежит вид, и от того, на какой глубине находится его вегетативный мицелий. При этом в работе [5] было установлено превышение удельной активности цезия-137 в шляпках плодовых тел в 3,5, а в ножках в 1,8 раза для гриба *Rozites caperatus (Pers.: Fr) P. Karst* – Колпак кольчатый. Также установлено превышение активности цезия-137 в шляпках следующих видов: *Paxillus atrotomentosus (Batsch) Fr.* – Свинушка толстая; Paxillus involutus (Batsch) Fr. – Свинушка тонкая; *Russula emetica (Schaeff.) Pers.* – Сыроежка едкая; *Suillus variegatus (Sw.) Kuntze* – Моховик желто-бурый [5]. Причем, Сыроежку едкую и Моховик желто-бурый грибники собирают в качестве дополнительного источника питания. В следующих видах удельная активность цезия-137 не превышала допустимые значения: *Boletus*

edulis Bull. – Белый гриб; Lactarius rufus (Scop.: Fr) Fr. – Горькушка; *Leccinum vulpinum Watling* – Красный гриб сосновый; *Suillus bovinus (L.) Kuntze* – Козленок [5]. Причем, согласно данным [5] *L. vulpinum* обладал самой низкой активностью среди изученных в работе видов.

В данном исследовании (см. табл.) не установлено превышение допустимого значения удельной активности цезия-137 в частях плодовых тел *L. vulpinum*. Это связано с тем, что вегетативный мицелий *L. vulpinum*, облигатного симбиотрофа, локализован в верхней части подзолистого горизонта, где находится максимальное количество тонких корней сосны с эктомикоризными окончаниям. Удельная активность цезия-137 в этой части почвенного профиля в четыре – пять раз ниже [6], чем в подстилке и маломощном (0,5-1,0 см) гумусовом горизонте. Современное строение верхней части почвенного профиля обусловлено пожаром, который прошел в данном сосновом лесу между 1999 и 2003 гг.

Следует отметить, что крупные лесные пожары, последствия которых наблюдаются и в настоящее время, произошли в Гатчинском и Лужском районе в 2002 г. Просмотр исторических снимков в программе «Google Планета Земля» не дает информации о стоянии исследуемого соснового леса на те годы, что не позволяет однозначно установить время лесного пожара. По настоящее время в сосновом лесу на коре отдельных сосен, в нижней части стволов, сохранились обугленные участки коры. В результате низового пожара выгорели очес мха и верхние органические горизонты почвы.

В полевой сезон 2004 г были начаты наблюдения в сосновом лесу на левом берегу реки Оредеж и установлено обильное плодоношение *L. vulpinum* [3]. Динамику формирования новой подстилки за счет накапливающегося опада в первые годы наблюдений можно проследить как по панорамным фотографиям автора, так и более локально, по фотографиям мест обитания грибов.

По наблюдениям автора к 2004-2005 гг. относится прокладка узких просек в сосновом лесу (их направления видны на спутниковых снимках), что, возможно, было связано с выборочной рубкой или противопожарными мероприятиями. Следует отметить, что противопожарных борозд (минерализованных полос) в данном сосновом лесу не проложено.

Интенсивное развитие практически сплошного очеса зеленых мхов, сформированного видами *Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.* – Плеврозиум Шребера и *Dicranum scoparium Hedw.* – Дикранум метловидный, и оказывающих существенное влияние на миграцию цезия-137 в верхней части почвенного профиля за счет реминерализации спекшихся в результате низового пожара частиц почвы, отмечено с 2012 г.

В рамках мониторинга удельной активности цезия-137 в плодовых телах *L. vulpinum* был проведён корреляционный анализ зависимости активности цезия-137 в шляпке от массы сухой шляпки двумя методами: линейная корреляция Пирсона с проверкой значимости по t-критерию Стьюдента и ранговая корреляция Спирмена с проверкой значимости по табличным критическим значениям. Установлено, что оба метода дают согласованный результат: связь между массой сухой шляпки и удельной активностью цезия-137 в шляпке умеренная, отрицательная – с увеличением массы сухой шляпки удельная активность имеет

тенденцию к снижению (коэффициент корреляции Пирсона $r \approx -0{,}56$, коэффициент ранговой корреляции Спирмена $r_s \approx -0{,}57$). Однако при имеющемся объёме выборки ($n = 7$) ни один из коэффициентов не достигает критического значения, то есть статистически значимой корреляции не выявлено: доля необъяснённой дисперсии составляет около 68%, а наблюдаемое значение t-критерия Стьюдента ($t \approx -1{,}52$ при $df = 5$) меньше табличного ($t_{крит} = 2{,}57$), как и значение r_s меньше критического ($r_{s,крит} = 0{,}786$). Полученный результат следует рассматривать как предварительную тенденцию, требующую подтверждения на большем числе наблюдений, в первую очередь за счёт дополнительного исследования небольших плодовых тел, шляпка которых охватывает ножку и еще не раскрылась в подушковидную.

Сходный корреляционный анализ, проведённый для массы сухой ножки и активности цезия-137 в ножке, устойчивой тенденции не выявил, что в значительной степени обусловлено малой выборкой плодовых тел ($n = 7$).

Чистые сосновые леса и плодовые тела *Leccinum vulpinum Watling* – Красного гриба соснового – можно использовать не только в качестве модельных объектов для изучения динамики распределения цезия-137 между компонентами экосистемы, но и для учета его миграции в результате пирогенного переноса и использования дикорастущих грибов в качестве источника питания.

Список использованных источников

1. Ivanov D., Ivanov E. Ecological Monitoring of Caesium-137 Activity by Phenotypic Plasticity of Hymenophore Leccinum holopus. In: Beskopylny, A., Shamtsyan, M., Artiukh, V. (eds) XV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2022”. INTERAGROMASH 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, Springer, Cham. 2023. Vol. 575. – P. 130-141. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2_13

2. Черненькова Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение – М.: Наука, 2002. – 191 с.

3. Иванов Д.М. Экологические взаимоотношения Leccinum vulpinum и Сосны обыкновенной // В сб. Мониторинг природных экосистем. Пенза. 2008. С. 85-87.

4. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов // Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01. Утв. главным государственным санитарным врачом РФ 6 ноября 2001 г., с изменениями от 31 мая 2002 г., 20 августа 2002 г.,15 апреля 2003 г.

5. Иванов Е.Д. Распределение цезия-137 между шляпкой и ножкой плодовых тел грибов в сосновом лесу // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства: Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 18–19 ноября 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 124-127. – EDN MIGGDS.

6. Иванов Д.М. Роль гумусового горизонта в накоплении цезия-137 плодовыми телами Leccinum vulpinum // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сборник статей VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета. – Пенза: РИО ПГАУ, 2021. – С. 65-69.

THE CESIUM-137 ACTIVITY IN THE CAPS AND STEMS OF LECCINUM VULPINUM FRUIT BODIES

D.M. Ivanov

Saint-Petersburg State University of Civil Aviation Named After Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov,
Saint-Petersburg, Russia

As a result of the specific activity analysis of cesium-137 in the caps and stems of the Leccinum vulpinum fruit bodies, it was found that it does not exceed the permissible values of 2500 Bq/kg, although for a number of basidial fungi species forming fruit bodies in the same ecosystem, exceedances of the norm were previously recorded. The ratio of specific activity in the caps and stems of the fungi fruit bodies is determined. A tendency to decrease the specific activity of cesium-137 with an increase in the mass of the cap was revealed.

Keywords: pine forest ecosystem, cesium-137, pyrogenic succession, Leccinum vulpinum, specific activity in the caps and stems.

УДК 631.4

ВОДОСБОРНЫЕ ПОЧВЫ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «РЕКА БИРЛЯ»

А.В. Игнашева[1], А.Б. Александрова[1], О.М. Солодникова[1], Л.И. Латыпова[2]

[1]Институт проблем экологии и недропользования АН РТ,
г. Казань, Россия
[2]Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Россия

В работе приведены результаты исследования морфологических и агрохимических свойств пойменных почв памятника природы «Река Бирля» (Республика Татарстан). Установлено, что почвы относятся к типу аллювиальных дерновых насыщенных, характеризуются наличием погребённых гумусовых горизонтов и признаков оглеения. Гранулометрический состав изменяется от среднесуглинистого в верхней части профиля до глинистого в нижней. Содержание гумуса варьирует от 2 % (в прибрежной зоне) до 5 % (в центральной пойме), реакция среды слабокислая и близкая к нейтральной. Почвы центральной поймы более плодородны по сравнению с прирусловыми. Полученные данные могут быть использованы при планировании природоохранных мероприятий и лесомелиорации.

Ключевые слова: пойменные почвы, морфологические свойства, агрохимические свойства, гумус.

Водосборные почвы обусловливают экологическое благополучие водных объектов [1-3]. Интерес представляют водосборные почвы малой реки Бирля,

охранный статус которой подчёркивает её экологическую ценность. Несмотря на свой природоохранный статус, река используется для бытовых нужд местного населения, водопоя скота и полива. Кроме того, распашка берегов до бровки и несоблюдение водоохранной зоны, создаёт напряжённый водохозяйственный баланс и угрожает устойчивости речной экосистемы [4].

Известно, что малые реки тесно связаны с ландшафтными условиями. В отличие от больших и средних рек, они отличаются повышенной чувствительностью к климатическим изменениям и антропогенным воздействиям, совокупное действие которых провоцирует деградацию почвенного покрова, сокращение биоразнообразия, загрязнение водоёмов и прогрессирующее обмеление рек [3-5]. Все это определяет актуальность изучения пойменных почв в целях оценки их современного экологического состояния для дальнейшей разработки мер по охране пойменных экосистем и их рационального использования.

Цель исследования – изучить морфологические и агрохимические свойства пойменных почв памятника природы «Река Бирля».

Объектом исследования были пойменные почвы памятника природы «Река Бирля», левого притока реки Свияга. Расположена в Кайбицком муниципальном районе Республики Татарстан. Исток реки находится в 3 км к югу от села Большое Подберезье, устье – в 2 км севернее села Бурундуки. Для почвенного обследования была выбрана территория у н.п. Бурундуки. В рамках данной работы представлены наиболее типичные разрезы глубиной 120 см, заложенные в пойме, характеризующие особенности образования и развития аллювиальных почв.

Известно, что ключевой особенностью пойменных почв является их сингенетическое формирование, обусловленное одновременным протеканием почвообразовательных процессов с процессами осадконакопления аллювиальных наносов. В связи с этим, они характеризуются слоистостью почвообразующего аллювия, признаками глееобразования, а также наличием погребенных гумусовых горизонтов [6-8].

Описание исследованных нами почв проводилось согласно Классификации и диагностике почв (1977).

Исследованные нами почвы характеризовались наличием в профиле слабослоистых и слоистых отложений, обозначенные как горизонты «С» и «С1» (рис. 1). Почвы, формирующиеся вблизи береговой зоны (разрез 1) под луговой злаковой растительностью, отличались мощной дерниной (Ад), достигающей 5 см, ниже которой залегал гумусовый горизонт А1 серо-коричневого цвета, подстилаемый слабослоистым аллювием. На глубине 80 см в профиле присутствовал погребенный горизонт (Апогр), что типично для почв, формирующихся в прирусловой части реки.

В профиле почв, развивающихся под ивняками на расстоянии более 25 м от берега (разрез 2), мощность дернины (Ад) не превышала 2 см, что, очевидно, связано с неблагоприятными условиями развития дернины в результате затенения древесно-кустарниковой растительностью. С глубины 80 см отмечались морфологические признаки, по совокупности которых был выделен глеевый горизонт «G» (рис. 1). Наличие данного горизонта косвенно указывало на близкое

залегание грунтовых вод, что следует принимать во внимание при лесомелиоративной деятельности.

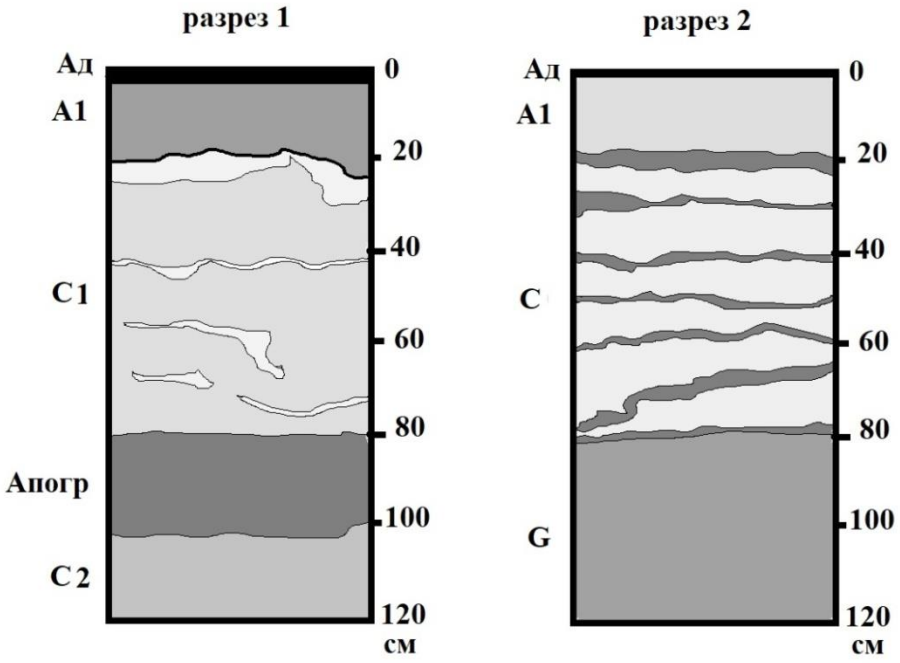


Рисунок 1 – Схемы морфологических профилей аллювиальных почв памятника природы «река Бирля»

Для определения агрохимических свойств исследованных почв пробы отбирались послойно по всему профилю с шагом 0-20 см.

Общепринятыми в почвоведении методами были определены следующие показатели: гранулометрический состав по методу Н.А. Качинского с пробоподготовкой растиранием с пирофосфатом натрия; содержание органического вещества по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова; обменные катионы кальция и магния – трилонометрическим (комплексометрическим) методом; pH водной вытяжки; содержание валового азота и фосфора колометрически после разложения смесью серной и хлорной кислот.

Гранулометрический состав исследованных нами почв варьировал от среднесуглинистого в верхней части профиля, до глинистого – в нижней части профиля. В горизонте А1 1 в обоих разрезах содержание физической глины не превышало 35,3 %, тогда как на глубине 80 см достигало до 84,3%. Отмечалась выраженная тенденция к накоплению тонких фракций в нижних горизонтах аллювиальных почв. Вместе с тем, верхняя часть профиля почв, формирующихся вблизи береговой зоны (разрез 1) характеризовалась более легким гранулометрическим составом по сравнению с почвами, развивающимися дальше береговой зоны (разрез 2), что косвенно отразилось и на агрохимических показателях.

Изучение агрохимических свойств почв показало, что реакция среды водной вытяжки изученных почв составляла выше 6,0 единиц (рис. 2). Учитывая, что верхняя часть профиля не имела следов оглеения в обоих разрезах, то почвы были классифицированы как тип «аллювиальные дерновые насыщенные».

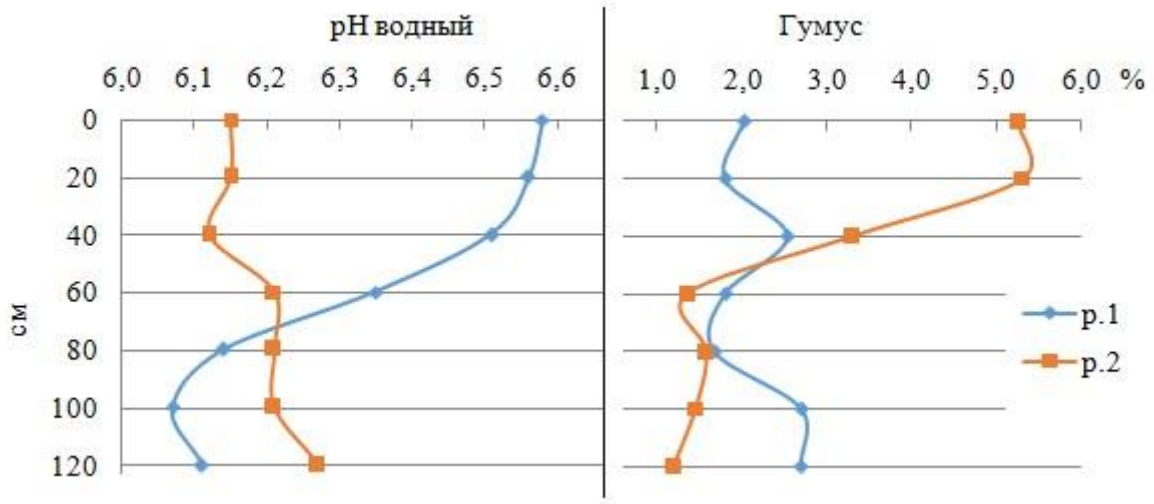


Рисунок 2 – Профильное распределение реакция среды водной вытяжки (pH водный) и содержания гумуса в аллювиальных почвах памятника природы «Река Бирля»

В профиле исследованных разрезов накопление гумуса отмечалось по всему профилю. Отличительной особенностью аллювиальных почв памятника природы «Река Бирля» было наличие привнесенного «аллювиального» гумуса», варьирующего от 2-5% в верхней части профиля до 1-3% на глубине превышающей метровую отметку.

Близкое расположение почвы к береговой зоне обусловливало влияние паводков и отложение свежих наносов, очевидно, с невысоким содержанием органического вещества, содержание которого в разрезе 1 не превышало 2%. Тогда как формирование почвы (разрез 2) в центральной пойме обусловило накопление органического вещества, как за счет поемных процессов, так и процессов гумификации растительных остатков, развивающихся на аллювиальных отложениях. Содержание гумуса в верхнем горизонте А1 оценивается как «низкое» в разрезе 1 и «высокое» в разрезе 2, что может быть учтено при планировании защитных лесонасаждений.

Накопление валового азота по профилю почв варьировало от 0,06% до 0,13% в разрезе 1, от 0,38% до 0,07% – в разрезе 2. Содержание валового фосфора составило 0,08–0.09% и 0,14–0,07% соответственно. Содержание обменных оснований (Ca + Mg) в исследованных почвах находилось в пределах от 32,5 до 47,5,мг-экв/100 г, при этом доля Mg колебалась от 12,5 до 32,5 мг-экв/100 г.

Заключение

Пойменные почвы реки Бирля относятся к аллювиальным дерновым насыщенным. В прибрежной зоне почвы имеют более лёгкий гранулометрический состав, низкое содержание гумуса (до 2 %) и обеднены азотом и фосфором из-за частого отложения свежих наносов. В центральной пойме, напротив, формируются тяжёлосуглинистые и глинистые почвы с высоким содержанием гумуса (до 5 %) и лучшей обеспеченностью элементами питания, что связано с активной гумификацией растительных остатков.

Накопление органического вещества по всему профилю (до 1 м) свидетельствует о высокой потенциальной продуктивности, однако её реализация зависит от гидрологического режима и антропогенной нагрузки. Реакция среды нейтральная, содержание обменных оснований достаточно высокое.

Полученные данные могут служить основой для обоснования дифференцированного подхода к использованию пойменных земель: прибрежные участки нуждаются в ограничении хозяйственной деятельности и берегоукреплении, тогда как центральная пойма пригодна для сенокосов и лесомелиорации с учётом уровня грунтовых вод.

Список использованных источников

1. Валиев В.С., Иванов Д.В., Александрова А.Б., Зиганшин И.И., Двухконтурная модель формирования и прогноза окислительно-восстановительных условий в озерах // Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 4. С. 64–78. doi: 10.17076/lim2323 – EDN UBODMV.

2. Александрова А.Б., Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Валиев В.С., Хасанов Р.Р. Особенности латеральной миграции и аккумуляции металлов в системе почва - донные отложения в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2026. – № 2-1(230-1). – С. 53-62. – DOI 10.18522/1026-2237-2026-2-1-53-62. – EDN XONYHY.

3. Воронин, А. В. Экологические проблемы использования малых рек / А. В. Воронин, С. П. Киселёва, С. В. Рыков // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2007. № 3. С. 74–77.

4. Государственный комитет Республики Татарстан по биологическим ресурсам: официальный сайт. URL: https://ojm.tatarstan.ru/reki.htm?page=3 (дата обращения: 15.08.2026).

5. Соколов А.А., Руднева О.С. Оценка эффективности аграрного природопользования в степных и лесостепных регионах России // Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2015. №3. С. 16-19. DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-3-16-19.

6. Григорьян, Б. Р. Почвы островов Чистопольского района переменного подпора Куйбышевского водохранилища / Б. Р. Григорьян, В. И. Кулагина, Д. В. Иванов // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2006. – Т. 148, № 2. – С. 123-130. – EDN HZORGZ.

7. Григорьян, Б.Р. Влияние аллювиального литогенеза на формирование островных почв Куйбышевского водохранилища / Б. Р. Григорьян, В. И. Кулагина, Д. В. Иванов // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2008. – Т. 150, № 3. – С. 112-122. – EDN JVARQV.

8. Аллювиальные почвы национального парка "Нижняя Кама" / А. Б. Александрова, В. И. Кулагина, Б. Р. Григорьян, В. В. Маланин // Научные труды Государственного природного заповедника "Присурский". – 2010. – Т. 24. – С. 4-5. – EDN XHRJYT.

CATCHMENT SOILS OF THE "BIRLA RIVER" NATURE MONUMENT

A.V. Ignasheva[1], A.B. Alexandrova[1], O.M. Solodnikova[1], L.I. Latypova[2]

[1]Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Science, Kazan, Russia
[2] Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

This paper presents the results of a study on the morphological and agrochemical properties of floodplain soils within the "Birla River" Nature Monument (Republic of Tatarstan). The soils were classified as alluvial soddy saturated types, characterized by the presence of buried humus horizons and gleying features. The particle-size distribution varies from medium loamy in the upper part of the profile to clayey in the lower part. Humus content ranges from 2 % in the riparian zone to 5 % in the central floodplain; the soil reaction is weakly acidic to near-neutral. The soils of the central floodplain are more fertile compared to those of the near-channel area. The obtained data can be used in the planning of nature conservation measures and forest reclamation.

Keywords: floodplain soils, morphological properties, agrochemical properties, humus.

УДК 66.074.2

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ОЧИСТКИ НА ОСНОВЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БУМАЖНОЙ ПЫЛИ

Д.Н. Исаев, Л.А. Мелехина, М.В. Подшивалова, Г.А. Фролова

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Егорьевский технологический институт (филиал), г. Егорьевск, Россия

Возрастающее количество бронхолегочных заболеваний, как известно напрямую связано с качеством окружающей среды, а именно с содержанием в атмосферном воздухе не только патогенных вирусов, но и мелкодисперсных аэрозолей различной природы. Полидисперсные смеси твердых аэрозолей, образующихся как естественным, так и искусственным путем, поступают при вдыхании в бронхи и легкие, накапливаясь в них, проникают в кровеносную систему, тем самым приводя к развитию тяжелых воспалительных процессов. В связи с этим в экологическом законодательстве Российской Федерации значительное внимание уделяется нормированию качества атмосферного воздуха, направленное на снижение уровня негативного воздействия на окружающую среду и человека. С целью минимизации данного воздействия для предприятий рекомендована правильная организация вентиляции производственных помещений с

использованием газоочистительных установок, выбор которых производится на основе природы и физико-механических свойств загрязняющих веществ.

Ключевые слова: негативное воздействие на окружающую среду, бумажная пыль, рукавный фильтр.

Процессы образования полидисперсных смесей твердых аэрозолей весьма различны, с ними человек сталкивается как в бытовых условиях, так и на различных производствах, в первую очередь связанных с механическим воздействием на твердые материалы (смешение, дробление, измельчение, шлифование, резание и т.д.), при сжигании различных видов топлива. Во всех случаях состав образующейся композиции определяется в первую очередь природой материала, а также степенью дисперсности, что является важной информацией при определении физико-химических свойств твердых аэрозолей и выборе методов очистки воздуха от них.

Бумажная пыль – это взвешенные в воздухе твёрдые частицы, которые образуются в значительных количествах в процессах отделки и сортирования бумаги и в меньших количествах – на бумагоделательной машине. Состав пыли, как правило, неоднороден и определяется природой волокнистых материалов, наполнителей и проклеивающих веществ, входящих в состав бумаги. То есть помимо бумажных частиц и волокон, можно встретить химические компоненты, используемые при изготовлении бумаги, такие как глина, диоксид титана, карбонат кальция. Кроме того, на состав влияет процесс обработки бумаги [3, 4].

Например, пыль, отделяющаяся в процессе обработки печатных бумаг, состоит из волокон древесины и мельчайших частиц наполнителя минерального происхождения, а пыль, выделяющаяся при отделке бумаг, в состав которых не входят наполнители, состоит преимущественно из мельчайших частиц волокна [3].

Полный дисперсный состав определяется особенностями производства, что позволяет не только сделать точное описание состава пыли, но и правильно выбрать метод очистки воздуха рабочей зоны.

ПДК бумажной пыли варьируется в пределах от 6 до 300 мг/м³. Сама по себе бумажная пыль считается малоопасной и относится к 4 классу опасности [1,2].

Как показал анализ литературных данных, уровень запылённости на бумажных фабриках превышает рекомендуемые предельно допустимые концентрации (ПДК) в 10 мг/м3. Тем не менее, некоторые исследования, проведённые на бумажных фабриках, также показали низкий уровень запылённости [4].

Однако необходимо отметить, что продолжительное воздействие бумажной пыли даже в незначительных концентрациях может привести к развитию у работников профессиональных заболеваний дыхательных путей, таких как хроническая обструктивная болезнь лёгких, астма и снижение функции лёгких и увеличением распространённости различных форм респираторных симптомов. Как правило, последствия для здоровья, зависят от типа пыли, продолжительности воздействия, а также от концентрации и размера частиц пыли в зоне дыхания [6].

Влияние пылевых частиц на здоровье человека достаточно хорошо изучено. Присутствие микрогетерогенных частиц твердых аэрозолей в воздухе может стать причиной различных бронхолегочных заболеваний, вызывать аллергии, конъюнктивит, быть одной из причин сахарного диабета. Возможно проявление кожных заболеваний, проблем со слухом, развитие менингита, а в ряде случаев даже кратковременное вдыхание бумажной пыли вызывает чиханье и удушье.

При вдыхании ниже 5 мг/м³ вдыхание бумажной пыли вызывает раздражение верхних дыхательных путей (нос, рот, горло), объём выше 5 мг/м³ – раздражения и расстройства в лёгких. Необходимо отметить, что однократный контакт с пылью не несёт угроз, опасность представляет только длительное воздействие.

Кроме токсикологического влияния на здоровье человека бумажная пыль взрывоопасна, что чревато негативными (и даже летальными) последствиями не только для сотрудников, но и для технологического оборудования и производственных помещений.

Бумажная пыль образуется и в процессе печати. В отличие от печати на бытовых принтерах, которая сегодня демонстрирует близкую к абсолютной безопасность, монтажно-копировальные и полиграфические процессы можно смело отнести к одним из наиболее вредных технологий [4,5].

В составах выбросов от печатных аппаратов промышленного назначения могут присутствовать такие загрязнители, как изопропиловый спирт, винилбензол, скипидар, дихлорэтан, гидроцианид, четыреххлористый углерод, хлороводород, азотная и серная кислоты, ксилол, толуол, бензин, керосин, уайт-спирит, смолы, иные технические жидкости, масла и отходы с вкраплениями алюминиевой фольги.

Поэтому все помещения должны быть снабжены естественной и принудительной вентиляцией.

Объектом исследования в данной статье являлась бумажная пыль, образующаяся в процессах вырубки форм бумажных изделий для кондитеров (салфеток, тарталетки, формы для выпечки и др.) предприятия местного производителя городского округа Егорьевск. Характеристика пыли по ФККО [1] представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Пыль бумажная

Код по ФККО (2017, в редакции от 2025г.)		3 06 121 71 42 4
Наименование вида отходов		пыль бумажная при резке бумаги и картона
Происхождение	Производство	Бумажных изделий для кондитеров
	Процесс	резка бумаги
Состав		Наименование компонента
Агрегатное состояние и физическая форма		Пыль

Код по ФККО (2017, в редакции от 2025г.)	3 06 121 71 42 4
Класс опасности	4
Примечание	Низкая степень негативного воздействия на окружающую среду, время восстановления после ущерба не менее 3 лет

Бумажная пыль, как уже было отмечено выше, полидисперсна. В воздухе одновременно присутствуют пылевые частицы различных размеров, хотя обычно число мелких частиц больше, чем крупных [8].

Тонко диспергированные, взвешенные в воздухе частицы обычно несут на себе электрические заряды. Это может произойти в момент дезинтеграции твёрдого вещества или за счёт адсорбции ионов из воздушной среды. Приобретение заряда осуществляется также в результате взаимного трения частиц в пылевом потоке друг о друга и поверхности при движении.

Приобретение электрического заряда (электрозаряженность) влияет на поведение пылевых частиц в воздушной атмосфере. Это проявляется в таких процессах как:

– коагуляция пылевых частиц, несущих на себе противоположные заряды, что позволяет им укрупняться и тем самым быстрее выпадать из воздуха.

– адсорбция пылинками ионов одинакового знака затрудняющая слипание частиц.

Величина получаемых зарядов зависит от размеров и массы частиц. Установлено, что электризация возрастает с повышением температуры и падает с повышением влажности.

Как и большинство пыли - бумажная пыль может быть взрывоопасной. Это связано с тем, что пыль – горючий материал, и в сочетании с воздухом при атмосферном давлении и нормальной температуре она может образовать взрывоопасную смесь [3, 4, 5].

Взрывоопасность оценивается по нижнему концентрационному пределу воспламенения (НКПВ) – показателю, который отражает, сколько горючего вещества должно минимально содержаться в одном кубометре воздуха, чтобы произошло возгорание. По пылям НКПВ оценивается в г/м³. Все производства, где НКПВ ниже 65 г/м³ или 10%, относятся к взрывоопасным.

В закрытых помещениях бумажных фабрик, подверженных таким опасностям, обычно поддерживается высокая влажность воздуха, чтобы снизить вероятность взрыва бумажной пыли в воздухе.

С целью минимизации количества пыли в воздухе рабочей зоны необходимо проведение ряда мероприятий, которые могут включать в себя следующие рекомендации:

– с целью не допуска чрезмерного затупления, необходима своевременная заточка режущего инструмента (ножей);

– зачистка частей оборудования, соединённых с вытяжным вентилятором;

– герметизация процессов, сопровождающиеся выделением пыли: изолированные помещения с вытяжной вентиляцией для пылящего оборудования, использование кожухов с организацией из них вытяжки;

– установка местных отсосов над источниками выделения пыли;

– очистка вентиляционного воздуха от пыли перед выбросом его в атмосферу с использованием циклонов, рукавных фильтров, картриджных фильтров.

Бумажная пыль, образующаяся в процессах резки и печати, как уже было отмечено ранее, даже в незначительных количествах способна оказывать негативное влияние на здоровье человека, поэтому все помещения должны быть не только снабжены естественной и принудительной вентиляцией, но и аспирационными устройствами над источниками выделения загрязняющих компонентов [4].

Целлюлозно-бумажные комбинаты (ЦБК), полиграфии и смежные отрасли промышленности отличаются чрезвычайно широким перечнем эмитируемых загрязнителей жидкой, твердой, аэрозольно-паровой и газообразной природы, поэтому максимальную эффективность фильтрации – в зависимости от природы поллютанта и технологической операции – могут показывать различные типы пылеулавливающих и газоочистных установок [4].

Анализ современных литературных данных показал, что из всех существующих очистных устройств для сухой тонкой очистки от пыли самыми лучшими являются фильтры с фильтрующим материалом ФП, обеспечивающие эффективность очистки 99,99%, а также матерчатые (рукавные) фильтры. Для грубой сухой и средней очистки воздуха из инерционных пылеуловителей наиболее пригодными и обеспечивающими высокую эффективность являются циклоны.

Сопоставление ряда характеристик вышеуказанного оборудования, а также проведенный анализ физико-механических свойств образующегося в техпроцессе твердого аэрозоля, позволили остановить выбор на рукавном фильтре, как наиболее предпочтительном варианте для удаления волокнистых частиц, входящих в состав бумажной пыли. Преимущества данного вида оборудования определяются в первую очередь эффективной очисткой до 99% полидисперсных систем в сочетании с непрерывной работой очистного оборудования.

По исходным данным, для расчета (объемный расход 0,6 $м^3/с$; запыленность 18 $мг/м^3$) была определена удельная газовая нагрузка и площадь фильтрования, по которой проведен выбор рукавного фильтра ФВ-30 (Г4-1БФМ) с фактической поверхностью фильтрования 30$м^2$, фильтрующая поверхность 15$м^2$, основные характеристики которого приведены в таблице 2. Схематическое изображение фильтра представлено на рисунке 1.

Таблица 2 – Характеристики фильтра ФВ-30 (Г4-1БФМ)

Параметр	Значение
Площадь поверхности фильтровальной ткани, $м^2$	30
Число секций, шт	2
Число рукавов, шт	36

Параметр	Значение
Материал рукавов	Сукно фильтровальное №2, нитрон, лавсан НФМ
Диаметр рукава, мм	135
Высота рукава, мм	2090
Сопротивление фильтра, Па (не более)	450
Допустимое разрежение внутри фильтра, кПа	3
Продолжительность встряхивания рукавов за один цикл, с	12 – 15
Период между встряхиванием секции, мин	3 – 4
Мощность электродвигателя, кВт	0,6
Частота вращения, об/мин	1350
Масса, кг	900

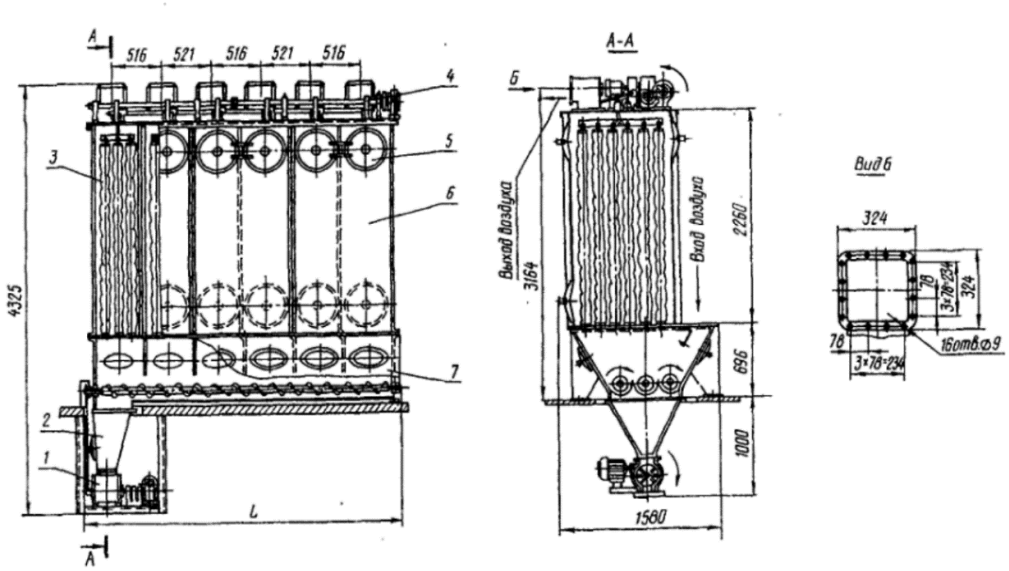


Рисунок 1 – Рукавный фильтр ФВ-30 (Г4-1БФМ). 1 – шлюзовой затвор с приводом; 2 – сборник пыли; 3 – рукав; 4 – крышка с механизмом встряхивания; 5 – люк; 6 – шкаф; 7 – желоб.

Рукавные фильтры типа ФВ предназначены для средней и тонкой очистки газов от волокнистой пыли. Рукава выполняют из суровой бязи.

Список использованных источников

1. Отходы бумажные. - URL: Источник: 30626211605 - Отходы бумажные при производстве туалетной бумаги и бумажных салфеток – ФККО Увозова. – Текст: электронный (дата обращения 22.12.2025).

2. Федеральный классификационный каталог отходов. - URL: Источник: https://rpn.gov.ru/fkko/30612171424/ – Текст: электронный (дата обращения 22.12.2025).

3. Шабалин Е.А., Пыль и меры борьбы с ней в бумажной промышленности /Е.А. Шабалин, текст научной статьи по специальности «Промышленные биотехнологии» - URL: Источник: https://cyberleninka.ru/article/n/pyl-i-mery-borby-s-ney-v-bumazhnoy-promyshlennosti. – Текст: электронный (дата обращения 22.12.2025).

4. Очистка воздуха от бумажной пыли, картонных волокон, лигнина, фильтрация выбросов ЦБК, полиграфических производств, методы и оборудование. - URL: Источник: https://gas-cleaning.ru/article/pulp-paper-and-printing?ysclid=mjfpbui0lj759554572&utm_medium=organic&utm_source=yandex. – Текст: электронный (дата обращения 12.01.2026).

5. Экология и полиграфическое производство - URL: Источник: https://compuart.ru/article/24437?ysclid=mjfpftumr317416585. – Текст: электронный (дата обращения 12.01.2026).

6. Дилнесса Ф., Теодрос Г., Элиас М., Вонду Р.Д. Влияние древесной пыли на рабочем месте на функцию легких у столяров в городе Джимма, юго-западная Эфиопия. Сравнительное поперечное исследование. EC Pulmonol Respir Med. 2019;8(8):587–93. – Текст.

7. Б - Пожарная опасность веществ и материалов - справочник. - URL: Источник: https://firesafetyblog.ru/pozharnaya-opasnost-veschestv-i-materialov/b.html. – Текст: электронный (дата обращения 12.01.2026).

8. Волохина, А.Т. Исследование запыленности воздуха в производственных помещениях и методов защиты от пыли: учебно-методическое пособие / А.Т. Волохина, М.А. Гуськов, А.В. Коробов; под ред. Е.В. Глебовой. – [2-е изд., перераб.]. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2023. – 1,14 Мб – Электрон.дан. - 1 электрон.опт.диск (CD-ROM); 12 см. – Систем.требования: компьютер IBM-PC совместимый; монитор, видеокарта, поддерживающ. разреш.1024x768; привод CD-ROM; программа для чтения pdf-файлов. – Загл.с этикетки диска. – Текст. Изображение: электронные. - URL: Источник: gubkin.ruspmi.ru. – Текст: электронный (дата обращения 12.01.2026).

SELECTION OF CLEANING EQUIPMENT BASED ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PAPER DUST

D.N. Isaev, L.A. Melekhina, M.V. Podshivalova, G.A. Frolova

Moscow State Technological University «STANKIN», Yegoryevsk Technological Institute (branch), Yegoryevsk, Russia

The increasing number of bronchopulmonary diseases is known to be directly related to the quality of the environment, namely, the presence in the atmospheric air not only of pathogenic viruses, but also of fine aerosols of various natures. Polydisperse mixtures of solid aerosols, formed both naturally and artificially, are inhaled into the bronchi and lungs, accumulating in them, penetrating into the circulatory system, thereby leading to the development of severe inflammatory processes. In this regard, the environmental legislation of the Russian Federation pays considerable attention to the regulation of atmospheric air quality, aimed at reducing the level of negative impact

on the environment and human health. In order to minimize this impact, it is recommended that enterprises properly organize the ventilation of production facilities using gas purification systems, the choice of which is based on the nature and physical and mechanical properties of the pollutants.

Keywords: negative environmental impact, paper dust, bag filter.

УДК 630*231

ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ ВИДОВ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ОБЪЕКТАХ КОМПЛЕКСНОГО УХОДА ЗА ЛЕСОМ (НА ПРИМЕРЕ ГАТЧИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Т.А. Ищук, Н.В. Беляева

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,
г. Санкт-Петербург, Россия

В статье представлены результаты по исследованию видового состава и структуры живого напочвенного покрова на объектах с лесохозяйственным воздействием после рубок ухода и комплексного ухода за лесом.

Ключевые слова: подрост, рубки ухода, лесовосстановление, комплексный уход за лесом, живой напочвенный покров, проективное покрытие

Живой напочвенный покров (ЖНП) является одним из главных компонентов развития лесного фитоценоза. После проведения лесохозяйственных мероприятий, таких как изреживание основного полога с применением различных рубок ухода, происходит увеличение доступных минеральных элементов для нижних ярусов и улучшение лесорастительных условий. В общем проективном покрытии живого напочвенного покрова важную роль играет видовой состав травяно-кустарничкового яруса, который влияет на естественное лесовозобновление ели. [2, 4, 5]

На территории Гатчинского лесничества были обследованы следующие постоянные пробные площади (ППП): ПП 6-2, ПП 6-3, ПП 6-5, ПП 6-6, ПП 6-9, каждая из которых имеет площадь 0,2 га. Ранее, на данных участках проводили различные лесохозяйственные мероприятия. Пробная площадь 6-3 является контрольной и не была затронута хозяйственным воздействием. На ПП 6-2 проводилась двукратная рубка в 1971 и 1981 году; ПП 6-6 – двукратная рубка в 1971 и 1981 году и внесение двукратного удобрения в 1972 и 1982 годах. На ПП 6-9 была произведена рубка в 1971 году. ПП 6-5 затронута рубкой в 1971 году и трехкратным внесением удобрений в 1972, 1977 и 1982 году. Характеристика объектов исследования представлена в таблице 1. [3]

Таблица 1 – Таксационные показатели объектов исследования

№ ПП	Год учета	Ярус	Состав древостоя	Возраст, лет	Класс бонитета	Тип леса	Полнота	Запас, м3
ПП 6-2	2023	I	10С	84	I	С.БР	0,9	425
ПП 6-3	2023	I	10С	87	I	С.БР	0,7	338
ПП 6-5	2023	I	10С	91	I	С.БР	0,8	429
ПП 6-6	2023	I	10С	89	Ia	С.БР	0,7	425
ПП 6-9	2023	I	10С	91	Ia	С.БР	0,8	383
ПП – пробная площадь; С. БР – сосняк брусничный								

Состав видов, которые входили в живой напочвенный покров определяли путем заложения круговых площадок с радиусом 1,75 см. Учетные площадки располагались на одинаковом расстоянии, по свободному ходу не менее 3 ходов. Центр каждой круговой площадке был отмечен колышком. При осмотре каждой площадки определяли разнообразие видов и проективное покрытие, разделяя на 3 группы: кустарнички, травы и мхи. [1]

Таблица 2 – Проектированное покрытие и видовой состав живого напочвенного покрова на ПП 6-2

Ярус	Видовое название растения		Встречаемость, %	Среднее проективное покрытие, %
	русское	латинское		
Травяно-кустарничковый	Кустарнички:		178	50,2
	1.Черника обыкновенная	Vaccinium Myrtillus L.	96	44,1
	2. Брусника обыкновенная	Vaccinium Vitis-idaea L.	60	5,46
	3. Голубика обыкновенная	Vaccinium uliginosum L.	14	0,56
	4. Вереск обыкновенный	Calluna vulgaris	8	0,08
	Травы:		156	31,64
	1.Мятлик луговой	Poa pratensis L.	54	24,7
	2.Марьянник обыкновенный	Melampyrum Pratense L.	44	1,94
	3. Седмичник европейский	Trientalis europeae L.	30	2,22

Ярус	Видовое название растения		Встречаемость, %	Среднее проективное покрытие, %
	русское	латинское		
	4. Вейник обыкновенный	Calamagrostis epigeros	12	0,76
	5. Плаун булавовидный	Lycopodium clavatum	4	0,5
	6. Северная Линнея	Linnaea borealis L.	4	0,6
	7. Майник двулистный	Maianthemum bifolium L.	8	0,92
Мохово-лишайниковый	Мхи:		120	71,86
	1. Кукушкин лен	Polytricum commune	26	7,76
	2. Мох этажчатый	Hylocomicum proliferum	90	62,7
	3. Мох Шребера	Pleurozium schreberi	4	1,4
Общее проективное покрытие на площади, %				153,7

Таблица 3 – Проектированное покрытие и видовой состав живого напочвенного покрова на ПП 6-3

Ярус	Видовое название растения		Встречаемость, %	Среднее проективное покрытие, %
	русское	латинское		
Травяно-кустарничковый	Кустарнички:		245,2	22,2
	1.Черника обычновенная	Vaccinium Myrtillus L.	100	16,4
	2. Брусника обыкновенная	Vaccinium Vitis-idaea L.	95,2	4,5
	3. Голубика обыкновенная	Vaccinium uliginosum L.	17,7	0,6
	4. Вереск обыкновенный	Calluna vulgaris	9,7	0,2
	5. Багульник болотный	Ledum palustre	22,6	0,5
	Травы:		54,8	0,55
	1.Мятлик луговой	Poa pratensis L.	4,8	0,05
	2.Марьянник обыкновенный	Melampyrum Pratense L.	50	0,5
	Мхи:		112,9	66,6

Ярус	Видовое название растения		Встречаемость, %	Среднее проективное покрытие, %
	русское	латинское		
Мохово-лишайниковый	1. Кукушкин лен	Polytricum commune	1,6	0,2
	2 Дикранум многоможка	Polypodium vulgare L.	100	65,5
	3 Мох сфагнум	Sphagnum	11,3	0,9
Общее проективное покрытие на площади, %				89,35

Таблица 4 – Проектированное покрытие и видовой состав живого напочвенного покрова на ПП 6-5

Ярус	Видовое название растения		Встречаемость, %	Среднее проективное покрытие, %
	русское	латинское		
Травяно-кустарничковый	Кустарнички:		198	58,98
	1.Черника обычновенная	Vaccinium Myrtillus L.	96	48,1
	2. Брусника обыкновенная	Vaccinium Vitis-idaea L.	82	8,92
	3. Голубика обыкновенная	Vaccinium uliginosum L.	4	1,06
	4. Вереск обыкновенный	Calluna vulgaris	16	0,9
	Травы:		142	23,08
	1.Мятлик степной	Poa stepposa L.	62	19,68
	3. Седмичник обыкновенный	Trientalis europeae L.	22	1,02
	4. Вейник тростниковидный	Calamagrostiarun dinacea	4	0,8
	5.Папоротник	Pteridium aquilinum	2	0,02
	6.Марь остроконечная	Chenopodium acuminatum	40	0,82
	7. Майник двулистный	Maianthemum bifolium L.	6	0,32
	Осока лесная	Carex sylvatica	6	0,42
Мохово-	Мхи:		94	70,8
	Мох Шребера	Pleurozium schreberi	94	70,8

Ярус	Видовое название растения		Встречаемость, %	Среднее проективное покрытие, %
	русское	латинское		
лишайниковый				
Общее проективное покрытие на площади, %				152,86

Таблица 5 – Проектированное покрытие и видовой состав живого напочвенного покрова на ПП 6-6

Ярус	Видовое название растения		Встречаемость, %	Среднее проективное покрытие, %
	русское	латинское		
Травяно-кустарничковый	Кустарнички:		176	55,84
	1.Черника обыкновенная	Vaccinium Myrtillus L.	98	48,88
	2. Брусника обыкновенная	Vaccinium Vitis-idaea L.	56	5,84
	3. Голубика обыкновенная	Vaccinium uliginosum L.	2	0,04
	4. Вереск обыкновенный	Calluna vulgaris	20	1,08
	Травы:		60	4,48
	1. Вороний глаз обыкновенный	Paris quadrifolia	12	0,56
	2. Марьянник луговой	Melampyrum pratence	16	0,6
	3. Майник двулистный	Maianthemum bifolium L.	10	0,48
	4. Осока лесная	Carex sylvatica	22	2,84
Мохово-лишайниковый	Мхи:		102	98,2
	1.Мох сфагнум	Sphagnum	6	5
	2.Кукушкин лен	Polytricum commune	96	93,2
Общее проективное покрытие на площади, %				158,52

Таблица 6 – Проектированное покрытие и видовой состав живого напочвенного покрова на ПП 6-9

Ярус	Видовое название растения		Встречаемость, %	Среднее проективное покрытие, %
	русское	латинское		
Травяно-кустарничковый	Кустарнички:		144,3	39,6
	1.Черника обыкновенная	Vaccinium Myrtillus L.	91,4	32,0
	2. Брусника обыкновенная	Vaccinium Vitis-idaea L.	50,0	7,5
	3.Линнея Северная	Linnaea boredis L.	2,9	0,1
	Травы:		172,8	44
	1. Седмичник европейский	Trientalis europeae L.	40	3,8
	2. Марьянник лесной	Melampyrum nemorosum L.	4,3	0,1
	3. Майник двулистный	Maianthemum bifolium L.	28,6	4,3
	4. Осока острая	Carex acuta L.	1,4	0,1
	5.Мятлик луговой	Poa pratensis L.	67,1	31,0
	6.Вейник лесной	Calamasrostis arundinacea L.	25,7	4,4
	7.Иван-чай узколистный	Chamaenerion angustifolium L.	1,4	0,1
	8.Ожика волосистая	Luzula pilosa L.	4,3	0,2
Мохово-лишайниковый	Мхи:		128,5	83,7
	1.Кукушкин лен	Polytricum commune	21,4	9,4
	2.Плаун булавовидный	Lycopodium clavatum L.	7,1	1,6
	3.Мох Шребера	Pleurozium Schreberi L.	98,6	72,6
	4.Мох этажчатый	Hylocomium proliferum L.	1,4	0,1
Общее проективное покрытие на площади, %				167,3

На основании полученных данных (табл. 2-6), можно проанализировать видовое разнообразие живого напочвенного покрова, его встречаемость и среднее проективное покрытие и сделать следующие выводы:

На всех исследуемых объектах присутствуют все компоненты живого напочвенного покрова: кустарнички, травы и мхи. Преобладающим является мохово-лишайниковый ярус, его доля составляет от 66,6% до 98,2%. Можно предположить, что на всех изучаемых участках повышенная влажность почвы, что и объясняет такие показатели. По отношению к плодородию почвы на всех пробных площадях преобладают мезотрофы.

Показатель проективного покрытия напочвенного покрова на участке 6-3 является минимальным и составляет – 89,4%. На данной пробной площади не проводили лесохозяйственные мероприятия, она являлась контрольной. Это способствовало возрастанию конкуренции за различные элементы питания, свет и влагу. Максимальный показатель по ЖНП составляет 167,3% и приходится на пробную площадь 6-9, где проведенная в 1971 году рубка ухода, наоборот, высвободила дополнительные ресурсы для развития растительности нижних ярусов. Также на этом участке насчитывается наибольшее количество видов в составе живого напочвенного покрова.

Список использованных источников

1. Беляева Н.В., Грязькин А.В., Калинский П.М. Точность учетных работ при оценке естественного лесовозобновления // Аграрный научный журнал. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова, 2012. – № 8. – С.7-12.

2. Беляева Н.В., Ищук Т.А., Фоминых М.Б. Особенности естественного возобновления сосны обыкновенной (Pinus Sylvestris L.) в Приозерском участковом лесничестве Ленинградской области // Journal of Agriculture and Environment, 2025, №9 (61)

3. Беляева Н.В., Ищук Т.А., Фоминых М.Б. Зависимость естественного возобновления елового подроста от структуры живого напочвенного покрова (на примере Гатчинского лесничества Ленинградской области) // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России, XXIV Международная научно-практическая конференция. – Пенза: ПГАУ, 2026. – С. 58-62

4. Беляева Н.В., Кази И.А., Ищук Т.А. Оценка успешности естественного лесовозобвноления ели европейской и сосны обыкновенной (на примере Гатчинского лесничества Ленинградской области) // Леса России и хозяйство в них. 2026. №2 (97). С. 43-55, DOI: 10.51318/FRET.2026.97.2.004

5. Ищук Т.А., Беляева Н.В. Особенности формирования высокопродуктивных ельников из смешанных березово-еловых древостоев рубками ухода за лесом: монография. – Санкт-Петербург: «Галаника», 2023. – 248 с. ISBN 978-5-6048381-6-7

ASSESSMENT OF THE DIVERSITY OF TYPES OF LIVING GROUND COVER AT OBJECTS OF COMPREHENSIVE FOREST CARE (BASED ON THE EXAMPLE OF THE GATCHINSKY FORESTRY OF THE LENINGRAD REGION)

N.V. Beliaeva, T.A. Ishchuk

St. Petersburg State Forest Technical University, Russia
St. Petersburg, Russia

The article presents the results of a study of the species composition and structure of living ground cover on objects with forestry impact after thinning and comprehensive forest care.

Keywords: regrowth, thinning, reforestation, comprehensive forest care, living ground cover, projective cover.

УДК 504.06

СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ В ОБЛАСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВОЙ ОБОЛОЧКИ МИНДАЛЯ

Н.А. Кальсин, А.А. Чашникова

Уфимский университет науки и технологий,
г. Уфа, Россия

В работе проведен обзор существующих технологий по переработке плодовой оболочки миндаля с получением новых продуктов и материалов. В работе рассмотрены технологии по получению биокомпозитов, компонента древесностружечных плит, адсорбента и пеллет для сжигания.

Ключевые слова: плодовая оболочка, миндаль, растительный отход, биоэкономика.

Растительные материалы являются широко распространенным отходом урбанизированной территории [1] и сельского хозяйства. В процессе производства овощей, фруктов, орехов образуются растительные отходы. Одним из таких отходов являются плодовые оболочки миндаля. Данный отход является ценным ресурсом, который можно переработать с получением новых продуктов и материалов в соответствии с концепциями биоэкономики и экономики замкнутого цикла [2].

Целью данной работы является изучить существующие практики по использованию плодовой оболочки миндаля в качестве материала для производства новых материалов и продуктов. Для этого необходимо изучить продукты, предлагаемые отечественными предприятиями, и проанализировать технологии, исследуемые зарубежными исследователями.

Предприятия на территории Российской Федерации предлагают дробленую скорлупу миндаля фракциями 0,5-5,0 мм с описанием потенциальных областей применения:

1. Сельское хозяйство: мульчирующий материал для почвы; подстилка для животных; кормовая добавка.
2. Косметическая промышленность: скрабы, пилинги, мыло, зубная паста.
3. Абразивная промышленность: пескоструйная обработка металлов, стекла, древесины; полировка и шлифовка поверхности.
4. Фильтрация и очистка воды: фильтрующий материал для удаления примесей.
5. Строительство и производство материалов: биоразлагаемый утеплитель и материал для звукоизоляции; экологически чистые стройматериалы.
6. Производство топлива: пеллеты и брикеты.

Ученые по всему миру стремятся найти способы применения данного материала. Ana Ibáñez García и другие [3] в своей работе исследовали свойства биокомпозита из крахмального полимера и порошка из скорлупы миндаля размером 0,05-0,25 мм. Порошок из скорлупы миндаля получили путем измельчения в два этапа с использованием измельчителя Shini модели SG-1621 (размер частиц

менее 5 мм) и измельчителя ZM 200 (размер частиц менее 1 мм). Далее порошок просеивали с помощью набора сит для получения частиц разного размера: 0,250–0,125, 0,125–0,08, 0,08–0,05, и менее 0,05 мм.

Композиты из полимера на основе крахмала и порошка скорлупы миндаля (рисунок 1а) изготовлены с использованием двухшнекового экструдера Rondol с совместным вращением диаметром 10 мм. Полимер подавался через основной бункер, а порошок скорлупы миндаля - через дополнительный. Частицы полимера из крахмала в разных пропорциях смешивались с порошком из скорлупы миндаля состоящим из просеянных частиц выбранных размеров по 25 % каждая.

Образцы для испытаний (рисунок 1б) были отлиты с использованием машины для литья под давлением MTT 12/90 HSE. Затем, образцы выдерживали при температуре 23°C и относительной влажности 50% в течение не менее 16 часов перед испытанием. Далее проводились испытания на ударную вязкость, гибкость, твердость.

а) б)



Рисунок 1 – а) композит из крахмального полимера с добавлением 30% измельченной скорлупы миндаля б) образцы из композита для изучения механических характеристик

Результаты экспериментов показали, что введение наполнителя незначительно повышает жесткость материала, о чем свидетельствует небольшое увеличение модуля упругости при изгибе, однако ударопрочность, а также прочность при растяжении и изгибе при разрыве резко снижаются. Изученные сорта миндальной скорлупы не оказывали существенного влияния на твердость и ударную вязкость. Авторы пришли к выводу, что полученные материалы могут использоваться в различных потребительских товарах в качестве альтернативы материалам на основе ископаемого сырья.

Filip Brlekovi´c и другие [4] изучали потенциал создания современных изоляционных биокомпозитов с использованием отходов скорлупы миндаля и фундука в качестве гранулированных наполнителей в сочетании с геополимерным

связующим для разработки экологически чистых материалов с минимальным воздействием на окружающую среду. В результате экспериментов наивысшие значения прочности на сжатие составили 4,1 МПа для биокомпозитов из скорлупы фундука и 6,4 МПа для биокомпозитов из скорлупы миндаля при предварительной обработке известковым молоком при температуре 80 °C в течение 1 часа.

Hamidreza Pirayesh и другие [5] исследовали свойства древесно-стружечных плит, в состав которых добавляли плодовую оболочку миндаля в различных пропорциях. Добавление частиц миндальной скорлупы улучшило водостойкость панелей – поглощение воды панелями уменьшилось по сравнению с полностью древесными панелями на 8,4-67,8% и 4,6-51,4% при двухчасовом и двадцатичетырехчасовом экспериментах соответственно. Однако, с увеличением содержания частиц миндальной скорлупы свойства при изгибе и прочность внутреннего сцепления снижались. Авторы установили, что количество частиц миндальной скорлупы в смеси должно составлять не более 30%, чтобы соответствовать стандарту, предъявляемому к механическим свойствам панелей.

Cafer Saka и другие [6] исследовали сорбционную способность активированного угля из плодовых оболочек миндаля для сорбции Pb и Cd. Адсорбент производили путем микроволнового нагрева с активацией гидроксидом калия и последующей модификацией активированного угля азотом и кислородом в результате гидротермального нагрева с использованием азотной кислоты. Авторы определили что характер сорбции исследуемого материала соответствует изотерме Ленгмюра и кинетике псевдовторого порядка. Сорбционная емкость при адсорбции Cd(II) и Pb(II) составила 106,38 и 76,33 мг/г соответственно.



Рисунок 2 – Гранулы [7]

Jaya Shankar Tumuluru и другие [7] исследовали пеллеты из высокоплотного полиэтилена/полипропилена и биоугля из скорлупы миндаля/ необработанной скорлупы миндаля в соотношении 70:30 с использованием связующих материалов (рисунок 2). Перед испытаниями на гранулирование миндальную

скорлупу подвергали торрефикации в лабораторном реакторе с неподвижным слоем при температуре 300 °C в течение 30 минут. Далее полученный материал и полипропилен измельчали и формировали из них гранулы.

В результате экспериментов исследователи [7] обнаружили, что торрефикация миндальной скорлупы значительно улучшила ее химический состав. В частности, содержание связанного углерода, увеличилось с 18% до 62%, а содержание летучих веществ после торрефикации снизилось с 80,5% до 32,6%. Кроме того, после торрефикации высшая теплота сгорания увеличилась с 19,67 до 27,82 МДж/кг, а низшая теплота сгорания – с 16,49 до 26 МДж/кг. Коэффициент полезного действия при торрефикации миндальной скорлупы вырос до 1,86 по сравнению с исходным значением 0,25 до торрефикации. Содержание углерода увеличилось с 49,4% до 72,9%, содержание водорода после торрефикации снизилось с 6% до 3,5%, содержание азота выросло с 0,25% до 0,73%, а содержание серы осталось неизменным. Конечное содержание кислорода в торрефецированной плодовой оболочке снизилось с 42,99% до 17,19%. Авторы утверждают, что для соответствия стандартам ISO по плотности и прочности при производстве пеллет из плодовой оболочки миндаля и полипропилена/полиэтилена требуются дополнительные эксперименты.

Таким образом, в работе проведен обзор существующих способов по использованию плодовой оболочки миндаля для производства новых продуктов. Использование отходов производства напрямую соответствует концепциям экономики замкнутого цикла и биоэкономики, а также позволяет снизить нагрузку на полигоны отходов, путем вовлечения отходов в хозяйственный оборот в качестве вторичных ресурсов.

Список использованных источников

1. Кальсин, Н. А. Растительные отходы урбанизированной территории / Н. А. Кальсин, Э. С. Насырова // Гражданская оборона и природно-технические системы: сборник статей по материалам XX Международной научно-практической конференции, Воронеж, 21 марта 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2024. – С. 30-32.

2. Кальсин, Н. А. Перспективы использования растительных отходов в биоэкономике / Н. А. Кальсин, А. С. Мельникова, А. А. Чашникова // Вестник евразийской науки. – 2025. – Т. 17, № 3.

3. Ibáñez, G. A. Study of the Influence of the Almond Shell Variety on the Mechanical Properties of Starch-Based Polymer Biocomposites / G. A. Ibáñez, G. A. Martínez, B. S. Ferrándiz // Polymers. – 2020. – Vol. 12, №9.

4. Brleković, F. Waste Nutshell Particulate Biocomposites with Geopolymer Matrix / F. Brleković, K. Mužina, T. Haramina, S. Kurajica // Biomass. – 2025. – Vol. 5, №31.

5. Hamidreza, P. Using almond (Prunus amygdalus L.) shell as a bio-waste resource in wood based composite / P. Hamidreza, K. Abolghasem // Composites Part B: Engineering. – 2012. – pp. 1475-1479.

6. Saka, C. Nitrogen- and oxygen-doped carbon particles produced from almond shells by hydrothermal method for efficient Pb(II) and Cd(II) adsorption/ C. Saka, İ.

Teğin, Kübra K., Ömer Y // Biomass Conversion and Biorefinery. – 2024. – № 14. – pp. 17467–17480.

7. Tumuluru, J.S. Innovative Approach to Produce Raw, Torrefied Almond Shells and Plastic Waste Blend Pellets / J.S. Tumuluru, O. Oginni, Z.P. Smith, B.D. Wahlen // Energies. – 2026. – Vol. 19, № 1159.

MODERN EXPERIENCE IN THE PROCESSING OF ALMOND FRUIT SHELL

N.A. Kalsin, A.A. Chashnikova

Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Russian Federation

The paper provides an overview of existing technologies for processing almond fruit shells to obtain new products and materials. The paper examines technologies for producing biocomposites, a component of particle boards, an adsorbent, and pellets for combustion.

Keywords: fruit shell, almond, plant waste, bioeconomy.

УДК 577.21:633.511

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОРФОЛОГО-ТРАНСКРИПЦИОННОГО ОТВЕТА ХЛОПЧАТНИКА НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ БИОСТИМУЛЯТОРЫ ПРИ СОЛЕВОМ СТРЕССЕ

В.С. Камбурова[1], И.Б. Салахутдинов[1], Д.И. Тожибоева[1], Ф.С. Раджапов[1], Е.Ф. Назарова[1], Э.А. Латыпова[2]

[1]Центр геномики и биоинформатики Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан;
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» г. Москва, Россия

Проведён интегральный анализ связей между длиной корня и побега и экспрессией 13 стресс-ассоциированных генов у хлопчатника при 0 и 150 мМ NaCl и обработке биостимуляторами. Наиболее высокие корреляции с обоими ростовыми признаками установлены для генов гормональной регуляции *Gh_GH3.17, Gh_NCED5 и Gh_OPR3*, а также антиоксидантного гена *Gh_CAT1*. Средняя связь транскрипционных показателей с длиной корня была сильнее, чем с длиной побега. На уровне функциональных модулей наибольшая сопряжённость с ростом отмечена для гормонального и антиоксидантного блоков. Структура связей зависела от генотипа и варианта обработки; при этом согласованность изменений не отождествлялась с абсолютной солеустойчивостью. Результаты

обосновывают совместное использование корневого признака и панели гормонально-редоксных генов для оценки ответа хлопчатника на биостимуляторы.

Ключевые слова: хлопчатник, биостимуляторы, солевой стресс, экспрессия генов, длина корня, длина побега, корреляционный анализ, связь «ген – признак».

Введение. Ответ растения на биостимулятор в стрессовых условиях проявляется одновременно на нескольких уровнях. Изменение роста отражает итоговое состояние проростка, тогда как транскрипционные показатели характеризуют включение отдельных регуляторных и защитных путей. Раздельный анализ этих групп признаков позволяет описать морфологический и молекулярный эффекты, но не показывает, насколько согласованно они изменяются. Поэтому после самостоятельной оценки роста и экспрессии необходим интегральный этап, связывающий оба уровня в единой системе «ген-признак» [1-4].

При засолении особое значение имеет корневая система, первой воспринимающая осмотическое и ионное воздействие. Сохранение корневого роста зависит от гормональной перестройки, ограничения окислительного повреждения и поддержания метаболического равновесия. Эти процессы представлены генами ABA-, ауксин-, JA- и SA-зависимой регуляции, антиоксидантной защиты, осмопротекции и углеводного обмена. Однако высокая экспрессия отдельного гена сама по себе не доказывает его вклада в рост; информативность маркера возрастает, если его изменение устойчиво сопряжено с фенотипическим признаком [2-5].

Биостимуляторы могут изменять как величину морфологического ответа, так и внутреннюю структуру транскрипционных связей. При этом сильная корреляция не обязательно означает высокую абсолютную устойчивость: у чувствительного генотипа большой диапазон ответа на соль и обработку способен формировать более выраженную ковариацию, тогда как у устойчивого генотипа признаки могут изменяться в более узком диапазоне. Следовательно, коэффициенты связи следует интерпретировать как меру согласованности, а не как доказательство причинного влияния или прямой показатель солеустойчивости [6-8]. Цель исследования состояла в интегральной оценке связей между морфологическими признаками и экспрессией стресс-ассоциированных генов хлопчатника при действии микробиологических биостимуляторов в условиях модельного засоления.

Материалы и методы. Интегральный анализ выполняли для генотипов хлопчатника *Gossypium hirsutum L*. Ишонч и Порлок-1. Рассматривали варианты без препарата и с обработкой Ризоком-1, Микрозим-1 и Хосил при 0 и 150 мМ NaCl. Каждый вариант включал пять биологических повторностей. В качестве морфологических признаков использовали длину корня и длину побега. Транскрипционный блок включал 13 генов: Gh_NCED5, Gh_GH3.17, Gh_OPR3, *Gh_ICS1, Gh_SOD, Gh_APX, Gh_CAT1, Gh_POD1, Gh_GPX, Gh_GR, Gh_P5CS, Gh_SPS и Gh_SuSy.*

Относительную экспрессию определяли методом количественной RT-ПЦР с нормализацией по *Gh_UBQ7* и расчётом методом $2^{-}\Delta\Delta Ct$. Морфологические и молекулярные данные проверяли на полноту и сопоставимость, после чего

стандартизовали. Для каждой пары «ген-признак» рассчитывали коэффициент корреляции Пирсона. Интегральный корреляционный индекс гена определяли как среднее абсолютное значение двух коэффициентов – с длиной корня и длиной побега. Дополнительно гены объединяли в гормональный, антиоксидантный, осмопротекторный и углеводный функциональные модули.

Расчёты основаны на средних значениях экспериментальных комбинаций и отражают ассоциации в пределах исследованной системы «генотип × солевой фон × препарат». Поэтому полученные коэффициенты не рассматривали как доказательство причинности. При интерпретации отдельно учитывали абсолютные значения роста и экспрессии, установленные на предыдущих этапах исследования, и степень согласованности их изменений.

Результаты и обсуждение. Все исследованные гены положительно коррелировали с длиной корня и побега, однако сила связей существенно различалась. Наиболее высокие коэффициенты для корня установлены для *Gh_GH3.17* (r = 0,81), *Gh_NCED5* (r = 0,78), *Gh_OPR3 и Gh_*CAT1 (по 0,72). Далее следовали *Gh_GPX* (0,67), *Gh_APX и Gh_ICS1* (по 0,62), *Gh_GR* (0,61), *Gh_POD1* (0,59) и *Gh_SOD* (0,58). Более слабые связи отмечены для *Gh_SuSy* (0,55), *Gh_P5CS* (0,48) и *Gh_SPS* (0,47). Такой ряд показывает, что изменение корневого роста в большей степени было сопряжено с гормонально-редоксным контуром, чем с осмопротекторным и углеводным блоками.

Для длины побега иерархия в основном сохранялась, но коэффициенты были ниже: *Gh_GH3.17* – 0,78, *Gh_NCED5* – 0,76, *Gh_OPR3* – 0,67, *Gh_CAT1* – 0,66 и *Gh_GPX* – 0,59. Значения для *Gh_APX, Gh_ICS1, Gh_GR, Gh_SOD* и *Gh_POD1* находились в диапазоне 0,47-0,52; минимальные коэффициенты получены для *Gh_P5CS* (0,37) и *Gh_SPS* (0,41). Следовательно, корень был более чувствительным фенотипическим индикатором транскрипционной перестройки, чем побег.

Интегральный индекс подтвердил ведущие позиции *Gh_GH3.17* (0,79) и *Gh_NCED5* (0,77), за которыми располагались *Gh_OPR3* (0,70), *Gh_CAT1* (0,69) и *Gh_GPX* (0,63) (рис. 1).

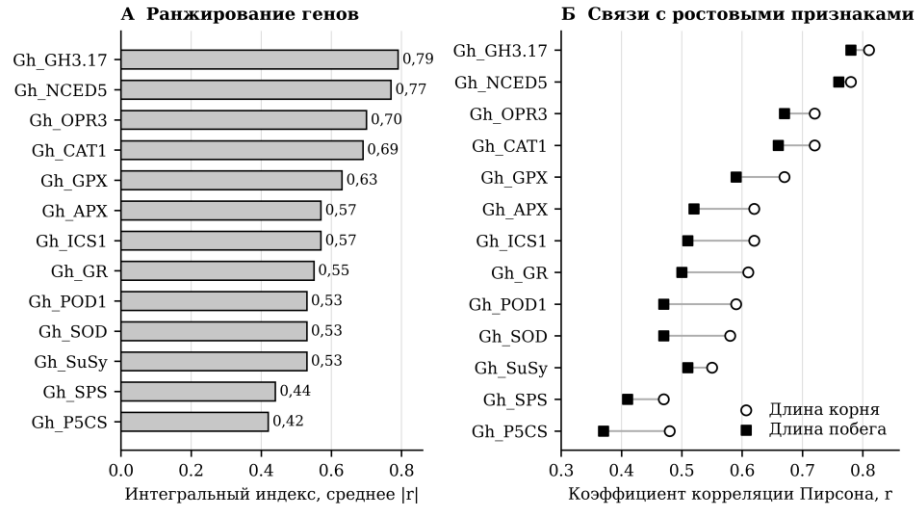


Рисунок 1 – Интегральное ранжирование генов и их корреляции с длиной корня и побега хлопчатника

Эта группа объединяет гормональную регуляцию с антиоксидантной защитой. Гены *Gh_APX* и *Gh_ICS1* имели индекс 0,57, *Gh_GR* – 0,55, *Gh_POD1*, *Gh_SOD* и *Gh_SuSy* – по 0,53. Нижние позиции занимали *Gh_SPS* (0,44) и Gh_P5CS (0,42). Ранжирование характеризует относительную тесноту связей в данном опыте и не означает, что гены с меньшим индексом биологически несущественны: они могли участвовать в адаптации, но слабее ковариировали с двумя выбранными ростовыми признаками.

Различие между связями с корнем и побегом было минимальным для *Gh_NCED5* (Δr = 0,02) и *Gh_GH3.17* (0,03). Следовательно, эти гены одинаково тесно сопровождали изменение обеих частей проростка. Наибольшее превышение корневой корреляции отмечено для *Gh_POD1* и *Gh_P5CS* (по 0,12), а также для *Gh_GR, Gh_SOD* и *Gh_ICS1* (по 0,11). Этот результат указывает на преимущественную чувствительность корневого компонента к изменениям антиоксидантной защиты, осмопротекции и части гормонального ответа.

На уровне функциональных модулей наиболее тесную связь с ростом формировал гормональный блок: средние коэффициенты составляли 0,74 для корня и 0,67 для побега (табл. 1).

Таблица 1 – Средние корреляции функциональных модулей с ростовыми признаками

Функциональный модуль	Число генов	Длина корня, r	Длина побега, r	Δr
Гормональный ответ	4	0,74	0,67	0,07
Антиоксидантная защита	6	0,64	0,54	0,10
Углеводный обмен	2	0,52	0,46	0,06
Осмопротекция	1	0,48	0,37	0,11

Примечание. Δr = rкорень − rпобег.

Антиоксидантный модуль занимал второе место – 0,64 и 0,54 соответственно. Углеводный обмен и осмопротекция характеризовались более низкими значениями. Следовательно, в исследованной системе биостимулятор-ассоциированное изменение морфологии прежде всего сопровождалось перестройкой гормональной регуляции и редокс-защиты. Это согласуется с центральным положением *Gh_GH3.17, Gh_NCED5, Gh_OPR3, Gh_CAT1* и *Gh_GPX* в индивидуальном рейтинге.

Разбиение по препаратам показало, что в вариантах без обработки и с Ризоком-1 большинство связей оставалось положительным и относительно высоким. Для Микрозим-1 структура была более контрастной, а Хосил формировал наиболее дифференцированный профиль. Эти различия подтверждают, что препараты изменяли не только отдельные значения роста или экспрессии, но и конфигурацию их сопряжённости. Однако из корреляционного анализа нельзя

заключить, что препарат непосредственно регулирует рост через конкретный ген; для такого вывода необходимы функциональные эксперименты.

Генотипический анализ также требовал разграничения двух понятий. Ишонч демонстрировал более согласованное изменение gene-trait профиля между вариантами, тогда как у Порлок-1 структура была более неоднородной. Это не противоречит более высоким абсолютным морфологическим и транскрипционным показателям Порлок-1 при засолении. У чувствительного Ишонча переход от сильного угнетения к частичному восстановлению под действием препаратов создавал широкий диапазон совместных изменений и, следовательно, мог усиливать корреляцию. У Порлок-1 высокий исходный уровень устойчивости и меньший диапазон некоторых признаков снижали величину ковариации. Таким образом, согласованность ответа характеризует его организацию, а абсолютные показатели – степень сохранения функции.

С практической точки зрения наиболее обоснованной представляется комбинированная панель, включающая длину корня, *Gh_GH3.17, Gh_NCED5, Gh_OPR3, Gh_CAT1* и *Gh_GPX*. Корневой признак обладал более сильной связью с большинством транскриптов, а выбранные гены представляли два ведущих функциональных модуля. Длина побега сохраняет дополнительную ценность как показатель надземного роста, но её связь с молекулярным профилем была в среднем слабее. Такая панель пригодна для сравнительного скрининга внутри аналогичного экспериментального дизайна; перенос пороговых значений на другие генотипы и условия требует самостоятельной валидации.

Заключение. Интегральный анализ выявил устойчивую положительную сопряжённость между ростовыми признаками и экспрессией стресс-ассоциированных генов хлопчатника. Наиболее тесно с длиной корня и побега были связаны *Gh_GH3.17, Gh_NCED5, Gh_OPR3* и *Gh_CAT1*, а среди функциональных модулей доминировали гормональная регуляция и антиоксидантная защита. Для большинства генов корреляции с длиной корня превышали связи с длиной побега, что подтверждает высокую информативность корневого признака. Тип препарата и генотип изменяли структуру gene-trait связей. При этом корреляционная согласованность не являлась эквивалентом абсолютной солеустойчивости и не использовалась для причинной интерпретации. Совместная оценка корневого роста и гормонально-редоксной панели генов позволяет более полно характеризовать ответ хлопчатника на микробиологические биостимуляторы при модельном засолении.

Список использованных источников

1. Kamburova V. S., Imamkhodjaeva A. S., Salakhutdinov I. B. et al. Seed germination and morphological responses of cotton under model salt stress // Plant Science Today. - 2025. - Vol. 12, no. 4. - P. 1-6. DOI: 10.14719/pst.10481.

2. Salakhutdinov I. B., Mirzabaev D. A., Kamburova V. S. et al. Evaluation of salt tolerance in cotton (Gossypium hirsutum L.) seedlings using the multitrait genotype-ideotype distance index (MGIDI) // Plant Science Today. 2026. - Vol. 13, no. 1. - P. 1-8. DOI: 10.14719/pst.12364.

3. Maryum Z., Luqman T., Nadeem S. et al. An overview of salinity stress, mechanism of salinity tolerance and strategies for its management in cotton // Frontiers in Plant Science. - 2022. - Vol. 13. - Art. 907937. DOI: 10.3389/fpls.2022.907937.

4. Chaudhary M. T., Majeed S., Rana I. A. et al. Impact of salinity stress on cotton and opportunities for improvement through conventional and biotechnological approaches // BMC Plant Biology. - 2024. - Vol. 24, no. 1. - P. 1-13. DOI: 10.1186/s12870-023-04558-4.

5. Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. Functional genomics in plant abiotic stress responses and tolerance: from gene discovery to complex regulatory networks and their application in breeding // Proceedings of the Japan Academy, Series B. 2022. - Vol. 98, no. 8. - P. 470-492. DOI: 10.2183/pjab.98.024.

6. González-Morales S., Solís-Gaona S., Valdés-Caballero M. V. et al. Transcriptomics of biostimulation of plants under abiotic stress // Frontiers in Genetics. - 2021. - Vol. 12. - Art. 583888. DOI: 10.3389/fgene.2021.583888.

7. Lakhdar A., Trigui M., Montemurro F. An overview of biostimulants' effects in saline soils // Agronomy. - 2023. - Vol. 13, no. 8. - Art. 2092. DOI: 10.3390/agronomy13082092.

8. Khalid F., Rasheed Y., Asif K. et al. Plant biostimulants: mechanisms and applications for enhancing plant resilience to abiotic stresses // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. - 2024. - Vol. 24, no. 4. - P. 6641-6690. DOI: 10.1007/s42729-024-01996-3.

INTEGRATED ASSESSMENT OF THE MORPHOLOGICAL-TRANSCRIPTIONAL RESPONSE OF COTTON TO MICROBIAL BIOSTIMULANTS UNDER SALT STRESS

V.S. Kamburova*1*, I.B. Salakhutdinov*1*, D.I. Tojiboeva*1*, F.S. Rajabov*1*, E.F. Nazarova*1*, E.A. Latypova*2*

[1]Center of Genomics and Bioinformatics,Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan;
[2] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy", Moscow, Russia

Associations between root and shoot lengths and the expression of 13 stress-related genes were analyzed in cotton under 0 and 150 mM NaCl and in response to biostimulant treatments. The strongest correlations with both growth traits were found for the hormonal genes Gh_GH3.17, Gh_NCED5, and Gh_OPR3 and the antioxidant gene Gh_CAT1. Gene expression was more strongly associated with root length than with shoot length. Hormonal and antioxidant modules showed the highest mean correlations with growth. The association structure depended on genotype and treatment, while the strength of correlations was not interpreted as evidence of absolute salt tolerance or causality. Joint assessment of root growth and a hormonal-redox gene panel provides an integrated measure of cotton response to microbial biostimulants.

Keywords: cotton, biostimulants, salt stress, gene expression, root length, shoot length, correlation analysis, gene-trait.

УДК 581.5:502.7

ОЦЕНКА ВИТАЛИТЕТНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В ГРАДИЕНТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

Е.Б. Карбасникова, А.А. Карбасников, М.Д. Горбунова

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, г. Вологда – с. Молочное, Россия

В статье приведена оценка виталитетного состояния семи видов деревьев, наиболее часто используемых в озеленении г. Вологда. Определено состояние растений вдоль дорог и на удалении от них на 50 м. Установлено хроническое угнетение роста и улучшение индексов жизненного состояния всех пород по мере удаления от источника загрязнения. Выделены группы высокочувствительных, среднечувствительных и устойчивых древесных видов для оптимизации городского озеленения.

Ключевые слова: виталитет, жизненное состояние, загрязнение, дендрофлора, поллютанты

Сохранение средообразующих функций городских экосистем напрямую зависит от устойчивости дендрофлоры к техногенному стрессу. Древесные растения выступают основным биологическим фильтром, поглощая атмосферные поллютанты и задерживая пылевые частицы. При этом они сами служат наиболее чувствительными биоиндикаторами качества среды: поглощают и нейтрализуют часть атмосферных поллютантов, задерживают пылевые частицы, сохраняя прилегающие территории от пагубного воздействия экотоксикантов и т.д. [1]. На протяжении последних десятилетий ведутся работы по изучению роли растений в улучшении качества урбанизированной среды в связи с их способностью поглощать промышленные загрязнения, и тем самым снижать их содержание в окружающей среде [1, 2].

Важной особенностью древесных растений является функциональная поливариантность, способная сформировать, адаптационный потенциал растений, составляющий основу их выживания и успешного развития, несмотря на влияние негативных факторов внешней среды.

Цель исследования заключалась в выявлении закономерности изменения виталитетного состояния деревьев в зависимости от расстояния до источника выбросов (автотранспорт) в г. Вологда.

Объектом исследования стали посадки вдоль городских улиц и насаждения общего пользования, расположенные в г. Вологда. Особое внимание уделялось насаждениям вдоль оживленных перекрестков.

Климат города Вологда умеренно-континентальный. В годовом ходе самая высокая средняя месячная температура воздуха (+17,2°С) наблюдается в июле, а самая низкая (-11,6°С) - в январе. Уровень загрязнения воздуха в городе умеренный. Основными источниками его загрязнения выступают автомобильный

транспорт, предприятия теплоэнергетики, промышленные предприятия и строительная отрасль.

В нашем исследовании основной акцент сделан на изучение воздействия на дендрофлору города автомобильными выбросами. По данным ежегодных докладов о состоянии окружающей среды именно на автотранспорт приходится около 80% выбросов в городе. В выхлопных газах содержится оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, твердые частицы, а также тяжелые металлы.

На выбранных объектах в городе были определены биометрические показатели деревьев с использованием стандартных методик, проведена визуальная оценка санитарного состояния и наличия повреждений. Индекс жизненного состояния оценивался по методике В.А. Алексеева (1989) [3].

Для проведения исследования нами были выбраны 7 пород деревьев, широко распространённых в городе и встречающихся в насаждениях различного назначения (табл. 1). Посадки, в которых проводилось исследование являются одновозрастными (в пределах одного класса возраста). После определения биометрических показателей отмечено, что диаметр стволов изучаемых деревьев находится в диапазоне 22–33 см, а средняя высота большинства пород около 12–15 метров, что указывает на замедленный рост из-за хронического стресса.

Таблица 1 – Дендрометрические показатели исследуемых деревьев и индекс их жизненного состояния

№ п/п	Видовое название	Индекс жизненного состояния*		Средние		
		у дороги	на расстоянии 50 м	диаметр, см	высота, м	возраст, лет
1	Береза повислая (Betula pendula Roth.)	0,38 сильно ослаблен.	0,43 сильно ослаблен.	33	15	52
2	Ель европейская (Picea abies (L.) H.Karst.)	0,49 сильно ослаблен.	0,62 ослаблен.	29	15	56
3	Ель колючая (Picea pungens Engelm.)	0,66 ослаблен.	0,77 здоров.	32	14	56
4	Вяз гладкий (Ulmus laevis Pall.)	0,58 ослаблен.	0,61 ослаблен.	25	12	54
5	Липа мелколистная (Tilia cordata Mill.)	0,60 ослаблен.	0,68 ослаблен.	22	9	58
6	Клен остролистный (Acer platanoides L.)	0,43 сильно ослаблен.	0,60 ослаблен.	27	14	54
7	Ясень обыкновенный (Fraxinus excelsior L.)	0,42 сильно ослаблен.	0,58 ослаблен.	22	12	52

** 0,80-1,0 – здоровые; 0,50-0,79 – ослабленные; 0,20-0,49 – сильно ослабленные; менее 0,19 – усыхающие*

Выше всего индексы жизненного состояния у ели колючей (0,66/0,77), липы мелколистной (0,60/0,68) и вяза гладкого (0,58/0,61). Данные породы являются наиболее устойчивыми в условиях города. Работы других исследователей также подтверждают высокую газоустойчивость данных пород деревьев [2,4]. Самое низкое виталитетное состояние имеет береза повислая, даже на удалении от проезжей части (0,38/0,43).

Для всех исследуемых пород зафиксировано улучшение жизненного состояния при удалении от проезжей части на 50 м, что подтверждает прямую зависимость виталитета растений от концентрации выхлопных газов. Наиболее выраженная положительная динамика наблюдается у клена остролистного (+28%), ясеня обыкновенного (+28%) и ели европейской (21%). Согласно исследованиям Г.М. Илькуна, 1971 [4] данные древесные породы имеют низкую газоустойчивость, поэтому они и имеют выраженную реакцию.

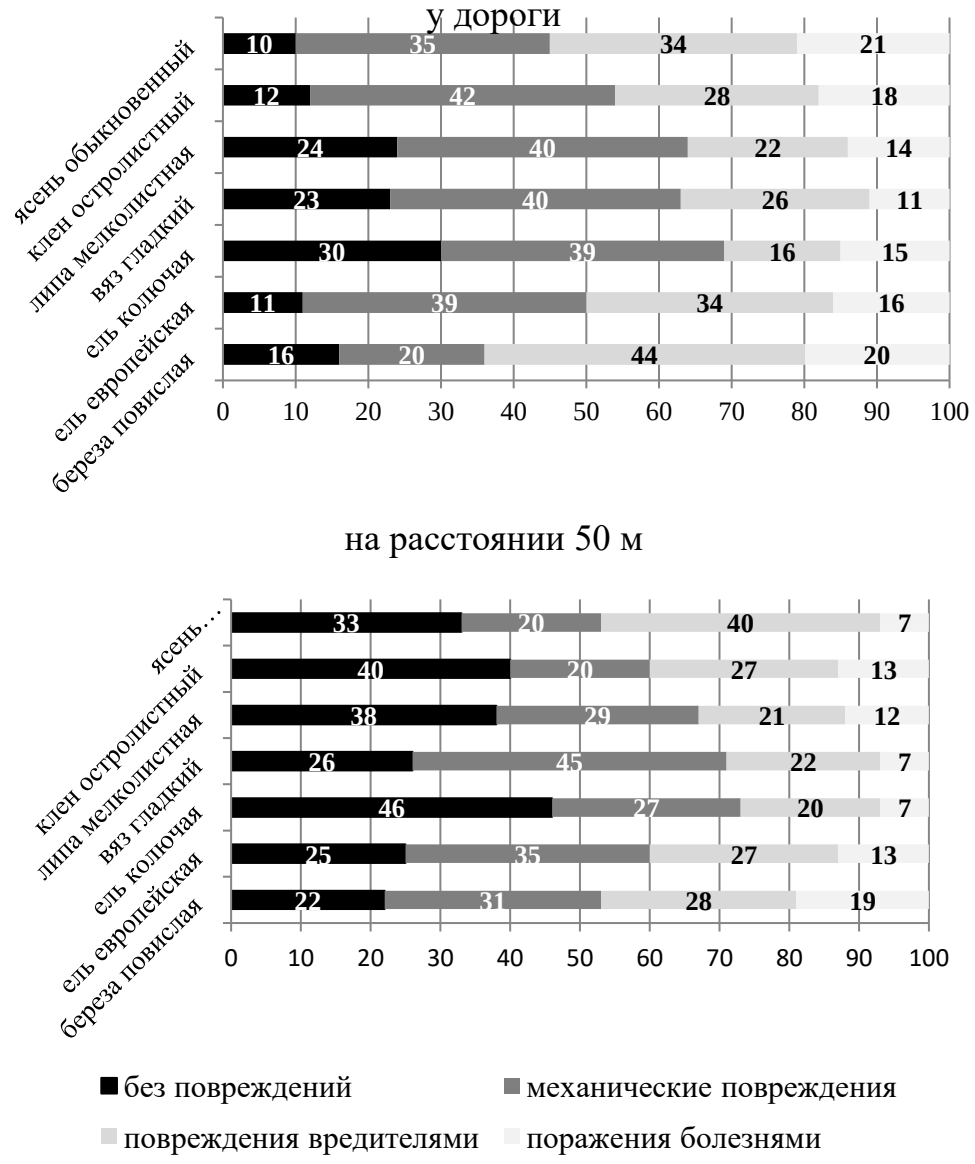


Рисунок 1 – Встречаемость различных видов повреждений, в %

Также в ходе исследования у деревьев были зафиксированы следующие повреждения (рис. 1): морозобойные трещины коры, сухие ветви, механические

повреждения ветвей и ствола, повреждения вредителями (жуки-листоеды, листовертки, короеды, усачи), поражения болезнями (кремовая пятнистость листьев липы, голландская болезнь вяза, водянка березы, побурение хвои, мучнистая роса, некроз и хлороз листьев).

Оценка наиболее встречаемых повреждений и поражений показала, что наибольший процент деревьев с вредителями и болезнями находится у дорог, особенно сильно подвержены воздействию береза повислая 64%, клен остролистный 56%, ясень обыкновенный 55%.

Проведенное исследование позволило выделить три группы древесных пород:

– высокочувствительные к выбросам автотранспорта: береза повислая и ясень обыкновенный;

– виды со средней чувствительностью: ель европейская и клен остролистный;

– устойчивые: ель колючая, липа мелколистная, вяз гладкий.

Проведенное исследование подтвердило прямую зависимость виталитетного состояния дендрофлоры г. Вологды от концентрации автомобильных выбросов. Зафиксированное улучшение жизненных показателей всех семи изученных пород при удалении от проезжей части на 50 метров доказывает эффективность санитарно-защитных разрывов и подтверждает их необходимость в плотной городской застройке. Выявленная градация видов по степени чувствительности к выбросам позволяет научно обосновать дифференцированный подход к озеленению. Полученные данные целесообразно использовать при разработке локальных нормативов градостроительного проектирования и планов реконструкции улично-дорожной сети города.

Список использованных источников

1. Карбасникова, Е.Б. Состояние ассимиляционного аппарата древесных растений под воздействием выбросов автотранспорта / Е.Б. Карбасникова, А.А. Карбасников // Сельское и лесное хозяйство: инновационные направления развития. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда-Молочное, 2021. – С. 8-12.

2. Залывская О.С. Аккумуляция свинца в урбаносистеме (на примере Архангельской агломерации) /О.С. Залывская, Е.Б. Карбасникова, Н.А. Бабич// Хвойные бореальной зоны. –2021. – Т. 39. – № 3. – С. 191-196.

3. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев //Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51-57

4. Жданов Е.Г., Карбасникова Е.Б. Ассортимент дендрофлоры и ее санитарное состояние в парке Евковка г. Вологды // Инновационные технологии в сельском хозяйстве и лесном комплексе: теория и практика. Международная научно-практическая конференция, посвященная 85-летию со Дня рождения профессора кафедры земледелия и агрохимии факультета агрономии и лесного хозяйства Ю.Г. Дубова. – Вологда-Молочное, 2014. – С. 123-126.

5. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – Киев, 1971. – 250 с.

ASSESSMENT OF THE VITALITY STATE OF TREES IN THE GRADIENT OF URBAN ENVIRONMENTAL POLLUTION

E.B. Karbasnikova, A.A. Karbasnikov, M.D. Gorbunova

Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda – Molochnoe village, Russia

The article presents an assessment of the vitality state of seven tree species most commonly used in the landscaping of the city of Vologda. The condition of plants was determined along roads and at a distance of 50 meters from them. Chronic growth inhibition has been established, alongside an improvement in the life state indices of all species as the distance from the pollution source increases. Groups of highly sensitive, moderately sensitive, and resistant woody species have been identified to optimize urban greening.

Keywords: vitality, life state, pollution, dendroflora, pollutants

УДК 621.18:662.75:504.3

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧНОГО СЖИГАНИЯ МАЗУТА В ПАРОВЫХ КОТЛАХ

В.Д. Катин[1,2], А.А. Журавлев[1]

[1]Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск, Россия

[2]Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия

В статье предложена разработанная авторами принципиально новая конструкция устройства для экологичного сжигания жидкого топлива в котельных установках предприятий железнодорожной отрасли. Авторское инновационное техническое решение отличается от известных аналогов новизной устройства и повышенной экологической эффективностью, обусловленной низкими выбросами как оксидов азота, так и продуктов неполного горения: сажи, оксида углерода и углеводородов.

Ключевые слова: предприятия железнодорожного транспорта, паровые котлы, сжигание жидкого топлива, водомазутные эмульсии, подача рециркулирующих газов пара, снижение выбросов оксидов азота и продуктов неполного горения, экологическая эффективность.

Для снижения антропогенного воздействия котельного парка предприятий железнодорожной отрасли на окружающую природную среду, прежде всего на атмосферный воздух, необходимы модернизация и разработка принципиально новых технологий сжигания топлива, в том числе мазута, и создание

экологически безопасных установок для их практического использования. На это нацеливает действующий в настоящее время ФЗ «Об охране окружающей среды» в части применения в мазутных котельных на предприятиях железнодорожного транспорта наилучших доступных и экологичных технологий, в том числе авторских, защищенных патентами на полезные модели.

Так, авторами ранее разработано устройство для сжигания жидкого топлива, взятое в качестве аналога, которое содержит последовательное соединенные трубопровод подачи мазута, фильтр, насос, диспергатор, теплоиспользующий агрегат (котел) с форсункой и топкой, дымовую трубу, соединенную через дымоход с агрегатом, участок трубопровода подачи топлива, проложенный в канале дымохода, и рециркуляционный дымосос с каналом для подачи дымовых газов в топку. Подробное описание и характеристика данной установки изложено в патенте [1].

Однако существенным недостатком данного устройства являются повышенные выбросы продуктов неполного горения, включающие оксид углерода, сажу и углеводороды.

Наиболее близким по технической сущности к новому авторскому техническому решению является устройство для сжигания мазута, описанное подробно в патенте [2].

Прототип содержит котельный агрегат с форсункой и топкой, дымовую трубу, трубопровод подачи жидкого топлива, диспергатор, расположенный на трубопроводе, насос для перекачивания мазута по трубопроводу, фильтр для удаления механических примесей, установленный на трубопроводе подачи жидкого топлива перед насосом, участок трубопровода, проложенный в канале дымохода, рециркуляционный дымосос, дымовой канал для соединения рециркуляционного дымососа с дымовой трубой и топкой котельного агрегата, дополнительного установлена в топке котла специальная труба с распылителем пара в зону горения жидкого топлива.

Принцип работы прототипа описан ниже. Мазут по трубопроводу подачи поступает в фильтр, где оно очищается от механических примесей, и далее при помощи насоса проходит по участку трубопровода, проложенному в канале дымохода (длина 50-100 м), где он подогревается до необходимой температуры за счет теплоты дымовых газов, уходящих из агрегата через дымоход в дымовую трубу. Подогретый мазут поступает в диспергатор, в котором из него приготавливается однородная водомазутная эмульсия, подаваемая в форсунку, в которой происходит распыление и сжигание эмульсии в топке агрегата. Затем, уходящие из котла через дымоход дымовые газы поступают в дымовой канал и в рециркуляционный дымосос и далее по дымовому каналу – в топку, что приводит не только к уменьшению образования оксидов азота, но и к появлению продуктов неполного горения (сажи, оксида углерода и углеводородов). Для подавления их образования через трубу с распылителем подают пар в зону горения водомазутной эмульсии, который не только дополнительно снижает максимальную температуру горения, но и способствует их полному выгоранию за счет повышения концентрации гидроксильного радикала ОН в зоне горения, образуемого при диссоциации воды.

В то же время недостатком данного устройства является низкая эффективность использования пара, поскольку пар подается в топку отдельно, без предварительного подогрева и без перемешивания с рециркулирующими газами. Пар снижает температуру в локальной зоне, а неравномерное распределение не позволяет в полной мере использовать гидроксильные радикалы для дожигания CO, углеводородов и сажи.

Задачей нового авторского технического решения является повышение экологической и энергетической эффективности сжигания жидкого топлива за счет предварительного подогрева пара и его гомогенизации с рециркулирующими дымовыми газами перед подачей в топку.

Для достижения поставленной цели в указанном устройстве для сжигания топлива, согласно авторскому решению, труба для подачи пара размещена внутри дымового канала рециркуляции от рециркуляционного дымососа до топки, при этом выходное отверстие трубы для подачи пара совмещено с выходным отверстием дымового канала, а на конце трубы установлен распылитель пара.

Признаком, отличающим авторское решение от прототипа, является рациональное размещение трубы для подачи пара внутри дымового канала рециркуляции с совмещением их выходных отверстий, что обеспечивает предварительный подогрев пара за счет тепла рециркулирующих дымовых газов и их совместную подачу в топку в виде гомогенизированной газопаровой смеси.

Благодаря данному отличительному признаку, пар, проходят внутри горячего дымового канала, перегревается до высокой температуры, что увеличивает его диссоциацию с образованием гидроксильных радикалов OH, активно дожигающих продукты неполного горения: CO, сажу и углеводороды. Одновременно происходит интенсивное перемешивание пара с рециркулирующими газами, что обеспечивает равномерное снижение температуры по всему объему факела и дополнительное сокращение термических оксидов азота. Таким образом, существенно повышается экологическая эффективность и полнота сгорания топлива, а также упрощается конструкция за счет отказа от отдельного ввода пара. Предлагаемое устройство показано на рис. 1.

Устройство работает следующим образом. Жидкое топливо по трубопроводу 6 поступает в фильтр 9, очищается от механических примесей, затем насосом 8 подается по участку трубопровода 6’, проложенному в дымоходе 5 (длиной 50-100 м), где подогревается за счет тепла уходящих дымовых газов. Подогретое топливо поступает в диспергатор 7, где приготавливается однородная эмульсия, которая подается в форсунку 2 и распыляется в топке 3 агрегата 1. Продукты сгорания через дымоход 5 удаляются в дымовую трубу 4. Часть дымовых газов забирается рециркуляционным дымососом 10 и подается по дымовому каналу 11 обратно в топку 3. Одновременно через трубу 12, проложенную внутри канала 11, подается пар. Проходя по трубе 12, пар нагревается от горячих стенок канала 11 и от самих рециркулирующих газов, перегреваясь до температуры 300-500 °C. На выходе из канала 11 перегретый пар через распылитель 13 активно

смешивается с потоком рециркулирующих газов, и готовая газопаровая смесь поступает в корень факела. Это приводит к равномерному снижению пиковых температур, сокращению образования термических NOx, а также к интенсивному дожиганию CO, сажи и углеводородов за счет гидроксильных радикалов, образующихся при диссоциации перегретого пара. В результате обеспечивается высокая экологическая эффективность и полнота сгорания топлива.

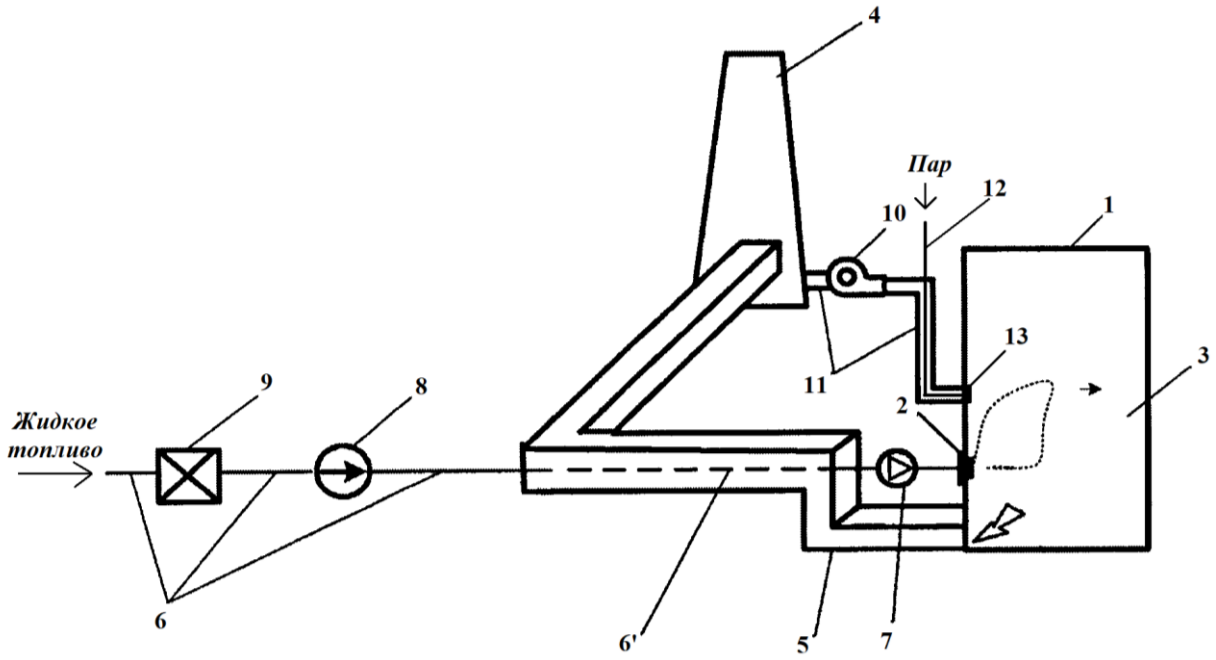


Рисунок 1 – Схема новой авторской установки для экологичного сжигания мазута в котле

Таким образом, реальное использование предлагаемого авторского устройства позволяет повысить экологическую эффективность сжигания мазута за счет комплексного воздействия – предварительного подогрева пара, его перемешивания с рециркулирующими газами и равномерной подачи в зону горения, что снижает выбросы как оксидов азота, так и продуктов неполного сгорания. Учитывая невысокие дополнительные затраты на создание нового устройства, его можно, несомненно, рекомендовать для широкого применения в мазутных котельных предприятий железнодорожного транспорта.

Список использованных источников

1. Патент № 169530 РФ, МПК F23 C 9/00. Устройство для сжигания жидкого топлива / В.Д. Катин, И.В. Вольхин; Заявлено 06.07.2016; Опубл. 22.03.2017. Бюл. №9.

2. Патент №219783 РФ, МПК F23 C 9/00. Устройство для сжигания жидкого топлива / В.Д. Катин, А.А. Журавлев, А.Н. Луценко. Заявлено 10.01.2023; Опубл. 07.08.2023. Бюл. №22.

DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE TECHNICAL SOLUTION FOR CREATING A DEVICE FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COMBUSTION OF FUEL OIL IN STEAM BOILERS

V.D. Katin[1,2], A.A. Zhuravlev[1]

[1]Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, Russia
[2]Pacific National University, Khabarovsk, Russia

The article proposes a fundamentally new design of a device developed by the authors for environmentally friendly combustion of liquid fuel in boiler installations of railway industry enterprises. The authors' innovative technical solution differs from known analogues by the novelty of the device and increased environmental efficiency due to low emissions of both nitrogen oxides and products of incomplete combustion: soot, carbon monoxide, and hydrocarbons.

Keywords: railway transport enterprises, steam boilers, liquid fuel combustion, water-fuel oil emulsions, supply of recirculating gases and steam, reduction of emissions of nitrogen oxides and products of incomplete combustion, environmental efficiency.

УДК 630.43

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ-ОСТРАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

Т.Н. Клейменова[1], Т.А. Соколова[2], Н.В. Хватыш[2]

[1]Калининградский филиал автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации», г. Калининград, Россия,
[2]Государственный университет по землеустройству, г. Москва, Россия

Лесные пожары представляют собой одну из наиболее острых экологических проблем Хабаровского края. Регион относится к числу наиболее пожароопасных субъектов Российской Федерации. По данным Рослесхоза, в 2023 году по площади, пройденной огнём, край занял второе место в стране после Республики Саха (Якутия) – 821,6 тыс. га земель лесного фонда при 821 зарегистрированном пожаре. Ежегодно природные пожары наносят серьёзный ущерб лесным экосистемам, атмосферному воздуху и здоровью населения края. Рассматривается влияние сухих гроз и стволовых вредителей (короедов) на пожарную опасность лесов. Предложена адаптивная методика предотвращения пожаров на территории Хабаровского края.

Ключевые слова: лесные пожары, стволовые вредители, сухие грозы, индекс влажности растительности NDMI

По результатам физико-географической характеристики установлено, что Хабаровский край относится к числу наиболее пожароопасных регионов Российской Федерации: для его территории характерны обширные лесные массивы (около 74 % лесопокрытой площади приходится на хвойные породы – лиственницу и ель аянскую), резко континентальный климат с длительным засушливым периодом и высокая частота сухих гроз. Основными причинами возгораний выступают природные факторы (засушливая погода, аномально высокие температуры, сухие грозы) и антропогенный фактор (неосторожное обращение с огнём, несанкционированные палы сухой травы). По данным 2024 года неосторожное обращение с огнём стало причиной 59,9 % возгораний, а сухие грозы – 28 %. Одним из ключевых природных факторов возникновения лесных пожаров на территории Хабаровского края являются сухие грозы – особый вид грозовой активности, при котором электрические разряды (молнии) достигают земной поверхности, но осадки практически не выпадают. Метеорологи называют это явление вирга, или «призрачный дождь»: капли дождя успевают полностью испариться в слое сухого приземного воздуха ещё до достижения земли, оставляя в небе характерные «полосы падения» под облаком [5].

Условия для возникновения сухих гроз формируются при сочетании высокой температуры воздуха (выше +30 °С) и низкой относительной влажности (обычно менее 30–40 %). При этом грозовое облако сохраняет всю свою электрическую активность, а молнии остаются полноценным источником теплового и электрического воздействия на земную поверхность. Воздушный канал, по которому проходит молниевый разряд, кратковременно разогревается до 10 000–33 000 °С – значительно выше температуры поверхности Солнца, – что приводит к мгновенному воспламенению сухих лесных горючих материалов на месте удара [5].

Для лесов Хабаровского края сухие грозы представляют особую опасность по нескольким причинам. Во-первых, большая часть территории края – это труднодоступные горно-таёжные районы с низкой плотностью дорожной сети (Аяно-Майский, Тугуро-Чумиканский, Охотский, имени Полины Осипенко районы), где раннее обнаружение и тушение пожаров затруднено. Во-вторых, северные районы края имеют преобладание хвойных пород – лиственницы и ели аянской – с высокой пожарной опасностью при низком влагосодержании лесных горючих материалов. В-третьих, сезон сухих гроз в крае приходится на самый жаркий и засушливый период (июнь–август), когда влажность напочвенного покрова минимальна [6].

В Хабаровском крае доля возгораний, вызванных сухими грозами, по данным 2024 года составила 28 %, что является вторым по значимости источником возгораний после неосторожного обращения с огнём (59,9 %) [6].

Мониторинг сухих гроз и оперативное реагирование на пожары, возникающие от молниевых разрядов, осуществляется лесными службами с использованием Информационной системы дистанционного мониторинга Рослесхоза

(ИСДМ-Рослесхоз) и сайтов грозопеленгации Росгидромета. Грозопеленгаторы фиксируют электромагнитное излучение разрядов молний и позволяют определить точные координаты ударов, что особенно важно для своевременного обнаружения возгораний в труднодоступных районах. Опыт внедрения подобной системы с 2026 года апробируется на территории Свердловской области и показал высокую эффективность раннего обнаружения пожаров от молний [6].

Изменение климатических условий – рост средних температур, увеличение продолжительности засушливых периодов и аномально жарких сезонов – приводит к росту частоты сухих гроз в Хабаровском крае. По данным Министерства природных ресурсов края, в 2023 году именно совпадение длительной засухи с грозовой активностью в северных районах стало одной из основных причин рекордной площади пожаров – 335,3 тыс. га. Это обусловливает необходимость внедрения на территории Хабаровского края современных систем грозопеленгации и комплексной автоматизированной системы оперативного реагирования на возгорания от молниевых разрядов, что предусмотрено в адаптивной методике предотвращения пожаров [5, 6].

Расчёт эмиссий загрязняющих веществ от лесных пожаров выполнен по методике 1997 года для всех семи лет рассматриваемого периода. Объём ежегодных выбросов варьировался от 43,2 млн кг в 2020 году до рекордных 317,1 млн кг в 2023 году. Суммарный экологический ущерб, рассчитанный по ставкам платы за негативное воздействие на окружающую среду согласно Постановлению Правительства РФ № 913 от 13.09.2016, составил около 68,3 млн рублей. Наибольший ущерб – 28,3 млн рублей – нанесён в 2023 году, минимальный – 3,9 млн рублей – в 2020 году. Подтверждена прямая зависимость величины экономического ущерба от масштабов горения.

Применение методов дистанционного зондирования Земли – расчёт индекса влажности растительности NDMI по снимкам Sentinel-2 и Landsat-8/9, использование систем ИСДМ-Рослесхоз и FIRMS NASA – позволило построить картосхему распределения зон пожарной опасности по территории края методом интерполяции IDW. Анализ картосхемы показал, что южные и центральные районы в окрестностях Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре, а также район имени Лазо, характеризуются пониженными значениями NDMI и соответствуют зонам наибольшей пожарной опасности.

Выявлена двусторонняя связь между лесными пожарами и очагами массового размножения стволовых вредителей (уссурийского полиграфа, короеда-типографа, усачей рода Monochamus): пожары создают ослабленные древостои, благоприятные для размножения вредителей. Вредители формируют массивы сухостоя и валежа, повышающие класс пожарной опасности территории и способствующие переходу низовых пожаров в верховые. Это обосновывает необходимость интеграции санитарной защиты лесов в общий противопожарный контур. Существенное влияние на геоэкологическое состояние лесов Хабаровского края и на их пожарную опасность оказывают стволовые вредители – жуки-короеды (подсемейство Scolytinae). Эти насекомые заселяют ослабленные, повреждённые и усыхающие деревья хвойных пород, прогрызают ходы под корой, разрушают проводящие ткани и нарушают питание дерева. В конечном итоге это

приводит к его гибели. Дополнительную опасность представляет то, что короеды переносят споры грибов, вызывающих гниль древесины [2].

Для темнохвойных лесов Дальнего Востока и Хабаровского края наибольшую угрозу представляют несколько видов. Уссурийский полиграф (Polygraphus proximus Blandford) – инвазивный вид, заселяющий пихту белокорую и вызывающий массовое усыхание пихтовых древостоев; его встречаемость в повреждённых насаждениях достигает 89 % [7]. Короед-типограф (Ips typographus L.) повреждает ель, в том числе ель аянскую – одну из основных лесообразующих пород края. Гари и ослабленные пожарами насаждения активно заселяются также усачами рода Monochamus (чёрные пихтовые и еловые усачи) [1, 3].

Между лесными пожарами и очагами размножения жуков-короедов существует тесная двусторонняя связь. С одной стороны, именно пожары являются одной из наиболее распространённых причин формирования очагов массового размножения стволовых вредителей: деревья, повреждённые низовым огнём, обожжённые у корневой шейки или ослабленные тепловым воздействием, теряют способность сопротивляться заселению насекомыми и становятся благоприятной средой для короедов. После прохождения пожара ослабленные древостои в течение нескольких лет служат резерватом, из которого вредители расселяются на соседние здоровые участки леса [1].

С другой стороны, массовое размножение короедов само по себе резко повышает пожарную опасность лесов. Повреждённые вредителями деревья усыхают, теряют хвою и кору, а на больших площадях формируются массивы сухостоя и валежа. В усохших елово-пихтовых древостоях масса валежа может достигать значительных величин, образуя труднопроходимые завалы. Сухая древесина обладает низким влагосодержанием и легко воспламеняется, поэтому повреждённые короедом участки характеризуются повышенным классом природной пожарной опасности [3].

Особенно опасно то, что наличие сухостоя и обилие тонкомерного сухого материала способствуют переходу низовых пожаров в верховые. В нормальном состоянии елово-пихтовые древостои с зелёным пологом сдерживают развитие верхового огня, однако в насаждениях, повреждённых короедом, сухие кроны и валеж создают непрерывную цепь горючих материалов от поверхности почвы до полога леса. В результате пожары в таких лесах распространяются быстрее, охватывают большие площади и труднее поддаются тушению [1].

Таким образом, жуки-короеды и лесные пожары образуют взаимно усиливающий цикл деградации лесных экосистем Хабаровского края: пожары создают ослабленные древостои, благоприятные для размножения вредителей, а вредители формируют массивы сухостоя, повышающие вероятность и интенсивность новых пожаров. Учёт состояния очагов стволовых вредителей необходим при оценке пожарной опасности территории и планировании санитарно-оздоровительных мероприятий – выборочных и сплошных санитарных рубок, уборки валежа и сухостоя, а также мониторинга усыхания лесов с применением данных дистанционного зондирования, включая рассмотренный ранее индекс NDMI [3].

На основе анализа отечественных и зарубежных источников, с учётом природных факторов (распространения короедов, угрозы сухих гроз) и

установленных характеристик геоэкологического состояния территории, предложена адаптивная методика предотвращения пожаров на территории Хабаровского края. Методика интегрирует четыре взаимосвязанных этапа: спутниковый и наземный мониторинг (включая систему грозопеленгации по опыту Свердловской области), санитарную защиту лесов от стволовых вредителей с применением феромонных ловушек (40 шт/га, опыт Китая, заповедник Байинаобао), превенцию (минерализованные полосы и контролируемые отжиги по канадской программе FireSmart) и реагирование силами ФБУ «Авиалесоохрана» с использованием БПЛА. Ключевым отличием предложенной методики от классического подхода является интеграция санитарной защиты лесов от короедов в общий противопожарный контур и учёт фактора сухих гроз.

Полученные результаты подтверждают, что лесные пожары являются основным фактором ухудшения геоэкологического состояния атмосферного воздуха и лесных экосистем Хабаровского края. Реализация предложенной адаптивной методики позволит снизить класс пожарной опасности территории, минимизировать экологический и экономический ущерб от лесных пожаров и повысить устойчивость лесных экосистем края к изменению климатических условий.

Борьба с природными пожарами в Хабаровском крае осложнена обширностью и труднодоступностью лесных территорий, низкой плотностью дорожной сети и недостаточным уровнем пожарной грамотности населения. По данным Главного управления МЧС России по краю, эти факторы затрудняют и прогнозирование, и оперативное тушение возгораний, особенно в удалённых северных районах. Поэтому снижение масштабов пожаров требует комплекса мер, охватывающих мониторинг, профилактику, реагирование и работу с населением.

В настоящее время в крае ведётся систематический мониторинг пожарной обстановки на основе данных дистанционного зондирования Земли (ИСДМ-Рослесхоз, термоточки FIRMS) и прогноза опасных погодных явлений – грозовых разрядов, шквалистого ветра и засушливых периодов [6]. Ежегодно с середины апреля вводится особый противопожарный режим, ограничивающий разведение открытого огня, что снижает число возгораний антропогенного происхождения. Профилактика дополняется созданием минерализованных полос и зон безопасности, контролируемыми отжигами сухой растительности и уборкой захламлённых участков. Тушение обеспечивается наземными силами (пожарные машины, оборудование, добровольные пожарные отряды и патрули) и авиацией ФБУ «Авиалесоохрана», выполняющей сброс огнегасящих составов с самолётов и вертолётов [4].

Анализ результатов исследований показал, что годы с превышением предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере совпадают с годами наибольшей площади пожаров. На основании этого предлагается ряд рекомендаций по снижению числа и последствий возгораний в регионе.

Целесообразно расширить трансграничное сотрудничество с провинцией Хэйлунцзян (КНР): наладить регулярный обмен данными о задымлённых территориях и усилить совместный контроль выбросов загрязняющих веществ в приграничных районах, где дым переносится через государственную границу.

Необходимо усилить просветительскую работу с населением городов и сельских поселений, разъясняя опасность неосторожного обращения с огнём, непотушенных костров вблизи древесной и кустарниковой растительности и неконтролируемых сельскохозяйственных палов.

Особого внимания требует борьба с травяными палами: наиболее действенным способом противодействия им остаётся предупреждение, своевременное выявление и пресечение противоправных действий. Это предполагает согласованную работу органов власти, местного самоуправления, сельскохозяйственных и лесохозяйственных организаций при повышении ответственности самих граждан.

Для снижения числа возгораний от бытового мусора, оставляемого в лесах в праздничные периоды, целесообразно проводить регулярные общественные акции по уборке лесных территорий.

По данным отчётов МЧС, в крае отмечается сокращение протяжённости противопожарных минерализованных полос, сдерживающих распространение низовых пожаров. Сеть их необходимо восстановить и расширить. Одновременно следует увеличить число лесных дорог, обеспечивающих быстрый доступ к очагам в отдалённых районах. Также целесообразно проведение профилактических контролируемых противопожарных выжиганий напочвенных горючих материалов в соответствии с установленными методическими указаниями [8].

Перспективным направлением является включение в состав пожарных формирований беспилотных авиационных систем. Оснащённые тепловизорами и видеокамерами, они позволяют быстро обнаруживать очаги по тепловому излучению, вести мониторинг распространения огня и при необходимости доставлять огнегасящие составы. Основные преимущества их применения – высокая скорость и манёвренность, и безопасность, поскольку разведка ведётся с расстояния, исключающего риск для пожарных расчётов [4].

Перечисленные меры систематизированы в предлагаемой адаптивной методике предотвращения лесных пожаров, объединяющей мониторинг, санитарную защиту лесов, превенцию и реагирование [4].

Список использованных источников

1. Типограф, или большой еловый короед (Ips typographus L.) // Насекомые-вредители леса Уральского федерального округа: [сайт]. – URL: http://insects.botgard.uran.ru/node/23 (дата обращения: 14.09.2026).

2. Опасный вредитель лесов короед-типограф // Управление Россельхознадзора по городу Москва, Московской и Тульской областям: [сайт]. – URL: https://777.fsvps.gov.ru/vreditel/ (дата обращения: 14.09.2026).

3. Почему усыхают темнохвойные леса на Дальнем Востоке // Наука и жизнь: научно-популярный журнал. – URL: https://www.nkj.ru/open/37520/ (дата обращения: 14.09.2026).

4. Рекомендации по противопожарной профилактике в лесах и регламентация работы лесопожарных служб // ФБУ «Авиалесоохрана»: [сайт]. – URL:

https://aviales.ru/files/documents/2010/10/rek_pples.pdf (дата обращения: 14.09.2026).

5. Сухая гроза // Википедия: свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сухая_гроза (дата обращения: 14.09.2026).

6. Сухие грозы – одна из основных причин пожаров на северных территориях ДФО // Рослесхоз: официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства. – URL: https://rosleshoz.gov.ru/news/dfo/sukhie-grozy-dfo-22264/ (дата обращения: 14.09.2026).

7. Керчев И.А. Экология полиграфа уссурийского Polygraphus proximus Blandf. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западно-Сибирском регионе инвазии / И.А. Керчев // Российский журнал биологических инвазий. – 2014. – № 2. – С. 80–94.

8. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.08.2019 № 580 «Об утверждении Методических указаний по организации и проведению профилактических контролируемых противопожарных выжиганий хвороста, лесной подстилки, сухой травы и других лесных горючих материалов в лесах, расположенных на землях лесного фонда» // Информационно-правовая система «Гарант». – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72669244/ (дата обращения: 14.09.2026).

FOREST FIRES – A SERIOUS ENVIRONMENTAL PROBLEM IN THE KHABAROVSK REGION

T.N. Kleymenova[1], T.A. Sokolova[2], N.V. Khvatysh[2]

[1]Kaliningrad Branch of the Autonomous Non-Profit Educational Organization of Higher Education of the Central Union of the Russian Federation, "Russian University of Cooperation", Kaliningrad, Russia,
[2]State University of Land Management, Moscow, Russia

Forest fires represent one of the most pressing environmental problems in the Khabarovsk Territory. The region is among the most fire-prone subjects of the Russian Federation. According to Rosleskhoz, in 2023, the region ranked second in the country in terms of the area affected by fire, after the Republic of Sakha (Yakutia) – 821.6 thousand hectares of forest land were affected, with 821 registered fires. Every year, natural fires cause serious damage to forest ecosystems, the atmospheric air, and the health of the region's population. The impact of dry thunderstorms and stem pests (bark beetles) on the fire hazard of forests is examined. An adaptive method for preventing fires in the Khabarovsk Territory is proposed.

Keywords: forest fires, stem pests, dry thunderstorms, NDMI vegetation moisture index.

УДК 502.3:551.583

РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТЧЁТНОСТИ О ВЫБРОСАХ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ: АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ И ОЖИДАЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Д.С. Климов

Институт проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН), г. Москва, Россия

Работа посвящена актуальным изменениям в системе отчётности о выбросах парниковых газов в РФ. Проанализированы новые критерии отнесения организаций к регулируемым, обновлённые коэффициенты пересчёта выбросов и перспективная форма отчёта. Рассмотрено снижение порога выбросов до 50 тыс. т CO2-эквивалента, вступление в силу административной ответственности и методические особенности расчёта. Материал будет полезен для экологов, специалистов по устойчивому развитию и работников предприятий, выполняющих заполнение отчетности о выбросах парниковых газов.

Ключевые слова: выбросы парниковых газов, углеродная отчётность, CO_2-эквивалент, регулируемые организации, климатическое регулирование, декарбонизация, порог выбросов, административная ответственность, экологический учёт, устойчивое развитие.

Институт обязательной отчётности о выбросах парниковых газов, закреплённый статьёй 14 Федерального закона от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» [2], сформировался в отечественной практике сравнительно недавно [1]. Первая отчётная кампания берёт своё начало с 01.01.2023 применительно к данным за 2022 год. Тем не менее, краткий период действия этого механизма не помешал ему претерпеть целый ряд существенных трансформаций, отражающих поступательное развитие национальной климатической политики. Попробуем обобщить и систематизировать нормативные изменения, вступившие в силу в течение минувшего 2026 года, а также проанализируем те преобразования, к которым регулируемым организациям надлежит готовиться в ближайшей перспективе.

Наиболее ожидаемым и заранее анонсированным нововведением стало расширение круга субъектов, обязанных представлять отчётность. С 01.01.2025, то есть применительно к отчётному периоду 2024 года, пороговое значение массы выбросов, при достижении которого возникает соответствующая обязанность, было снижено со 150 до 50 тыс. т. эквивалента CO2 в год [1, 2]. Данное решение закономерно повлекло за собой значительное увеличение числа организаций, подпадающих под действие Закона № 296-ФЗ, что подготовило почву для дальнейшего ужесточения регуляторной среды.

Наряду с указанным порогом минувший год ознаменовался несколькими взаимосвязанными нормативными новациями. Во-первых, были утверждены и введены в действие новые критерии отнесения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к регулируемым организациям [3]. Во-вторых, был

скорректирован Перечень парниковых газов, утверждённый Распоряжением № 2979-р [4]. В-третьих, на рассмотрение внесён очередной проект изменений в Постановление Правительства РФ № 707 [5], определяющее форму отчётности. Наконец, с 01.07.2025 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях был дополнен статьёй 19.7.16, установившей ответственность за непредставление либо несвоевременное представление отчётности. Рассмотрим наиболее значимые из перечисленных изменений последовательно.

Критерии отнесения к регулируемым организациям

Для корректного понимания сложившейся ситуации целесообразно обратиться к её ретроспективе. Применительно к отчётным периодам 2022 и 2023 годов действовали Критерии № 355, утверждённые соответствующим постановлением, которое сохраняло силу с 01.01.2022 до 01.01.2025. Однако в отношении отчётности за 2024 год возникла своеобразная правовая неопределенность: проект нового постановления, предполагавшийся к введению с 01.09.2024, не был принят ни к этому сроку, ни к моменту завершения отчётной кампании за 2024 год, приходившемуся на 01.07.2025. В условиях отсутствия действующего подзаконного акта организациям надлежало руководствоваться непосредственно положениями Закона № 296-ФЗ [2], что объективно усложняло правоприменение и порождало известную неопределённость.

Разрешение данной коллизии наступило лишь осенью 2025 года с принятием Критериев № 1580 [3], утверждённых Постановлением Правительства РФ от 14.10.2025 № 1580. Данный акт вступил в силу 15.10.2025 и действует бессрочно [1]. В соответствии с ним юридическое лицо или индивидуальный предприниматель приобретает статус регулируемой организации исключительно при одновременном соблюдении двух условий. Первое из них (пункт «а») сводится к осуществлению деятельности определённого характера: это может быть один или несколько видов деятельности из Перечня Приложения № 1, реализуемых на объектах негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) I, II или III категории по Закону № 7-ФЗ [6]; либо стационарное сжигание газообразного, жидкого или твёрдого топлива в сферах растениеводства и животноводства согласно Перечню Приложения № 2; либо сжигание топлива в двигателях транспортных средств. Второе условие (пункт «б») носит количественный характер и заключается в том, что соответствующая деятельность должна сопровождаться выбросами массой не менее 50 тыс. т эквивалента CO2 в год.

Практическое применение приведённых критериев требует учёта нескольких методологических принципов. Прежде всего, необходимо подчеркнуть императивность одновременного соответствия обоим пунктам: если организация удовлетворяет лишь одному из них, к числу регулируемых она не относится, а, следовательно, обязанность по представлению отчётности у неё не возникает. Далее, оценка производится в отношении хозяйствующего субъекта как единого целого – с учётом совокупности всех его объектов НВОС и осуществляемых видов деятельности, без дифференциации по субъектам Российской Федерации. Расчётным периодом при определении массы выбросов признаётся предшествующий календарный год, охватывающий промежуток с 1 января по 31 декабря.

Особого внимания заслуживает методология количественной оценки. Масса выбросов подлежит определению в соответствии с Методикой № 371 [7], утверждённой Приказом Минприроды России от 27.05.2022 № 371. Принципиально важным обстоятельством является то, что Критерии № 1580 более не содержат удельных коэффициентов. При этом использование коэффициентов, предусмотренных утратившими силу с 01.01.2025 Критериями № 355, следует признать неправомерным [1]. Данное изменение имеет двойственные последствия. С одной стороны, оно объективно усложняет процедуру, поскольку требует проведения полноценного расчёта по Методике № 371. С другой стороны, отказ от удельных коэффициентов устраняет необходимость в так называемом двойном расчёте и тем самым снижает вероятность как ошибочного отнесения организации к регулируемым, так и неоправданного исключения её из соответствующего перечня. Помимо этого, обращают на себя внимание два концептуальных нововведения Критериев № 1580 – введение привязки к категориям объектов НВОС и обособление в самостоятельный процесс сжигания топлива в двигателях транспортных средств.

Перечень учитываемых газов и коэффициенты пересчёта

В соответствии с пунктом 12 Методики № 371 [7] суммарные выбросы парниковых газов по категориям источников исчисляются с учётом потенциалов глобального потепления и выражаются в эквиваленте CO2. Как перечень подлежащих учёту газов, так и значения коэффициентов пересчёта каждого из них в углекислотный эквивалент (на столетнем временном горизонте) определяются согласно Перечню № 2979-р [4] с изменениями, внесёнными Распоряжением № 805-р от 04.04.2025 [8].

Однако с применением этих коэффициентов связан один важный временной нюанс. Хотя Распоряжение № 805-р формально уже вступило в силу, заложенные в нём значения нельзя было использовать при подготовке отчётности за 2024 год. Это официально подтвердило Минэкономразвития России в Письме от 03.06.2025 № 20575-КМ/Д05и [1]. По этой причине и на портале ГИС «Энергоэффективность», через который подаётся отчётность, пересчёт в эквивалент CO2 за указанный период выполнялся по старым значениям – без учёта поправок. Ситуация меняется начиная с отчёта за 2025 год: теперь пересчёт нужно делать уже по обновлённым коэффициентам.

Дополнительного пояснения требует особый порядок применения ряда коэффициентов. Согласно поправкам, внесённым Распоряжением № 805-р [8], для отдельных газов установлены два значения, причём величины, приведённые в скобках, применяются исключительно региональными регулируемыми организациями в рамках эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации, проводимого в соответствии с Законом № 34-ФЗ [9]. В качестве иллюстрации практических результатов климатической политики, отметим, что как было заявлено губернатором Сахалинской области В. Лимаренко, область стала первым регионом страны, в котором согласно официальному кадастру поглощение парниковых газов превысило их выбросы.

Перспективная редакция формы отчёта

В настоящее время на рассмотрении находится очередной проект изменений в Постановление № 707 [5]. Следует напомнить, что предшествующая редакция, планировавшаяся к введению с 01.09.2024, не была утверждена ни в установленный срок, ни к завершению отчётной кампании за 2024 год. Действующий проект предусматривает изложение формы отчёта в новой редакции; при его разработке был использован анализ правоприменительной практики отчётных кампаний 2023–2025 годов [1]. Декларируемые цели преобразования состоят в повышении информативности отчётности, расширении аналитического потенциала реестра и одновременном упрощении процедуры заполнения формы регулируемыми организациями.

Содержательно предлагаемые изменения охватывают несколько направлений. Прежде всего, предполагается представление сведений о выбросах в разрезе отдельных объектов НВОС, тогда как действующая форма ограничивается указанием кодов объектов в виде перечня, без соотнесения с конкретным производственным процессом и без дифференциации массы выбросов по каждому объекту. В случае принятия данного нововведения возрастает значение корректного отражения выбросов от стационарных источников уже на этапе постановки объекта НВОС на государственный учёт и актуализации сведений о нём, что позволит исключить возможные негативные отклонения и превышения. Также проектом предусматривается обособление данных об объектах НВОС от данных о сжигании топлива в двигателях транспортных средств. Поскольку передвижные источники не относятся к объектам НВОС, но вносят существенный вклад в эмиссию, форму предлагается дополнить двумя самостоятельными таблицами (причём информацию по транспорту надлежит приводить в разрезе видов транспорта и количества транспортных средств каждого вида). Предполагаемый срок вступления рассматриваемых поправок в силу – 01.09.2026, вследствие чего к отчётности за 2025 год они неприменимы, и соответствующий отчёт надлежит формировать по действующей форме [1].

Заключение

Введение с 01.07.2025 в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях статьи 19.7.16 качественно изменило природу рассматриваемых обязательств, придав им обеспеченный государственным принуждением характер. В новых условиях безошибочное определение статуса регулируемой организации, корректный расчёт массы выбросов и надлежащее заполнение формы отчёта приобретают повышенную значимость, поскольку цена ошибки для юридических лиц может достигать штрафа в размере от 150 до 500 тыс. руб. [1]. В своей совокупности проанализированные изменения – снижение порогового значения, принятие критериев, лишённых удельных коэффициентов, обновление коэффициентов пересчёта и подготовка новой редакции формы отчёта – свидетельствуют о последовательном усложнении регуляторной среды и предопределяют необходимость заблаговременной и методологически выверенной подготовки специалистов-экологов к предстоящим отчётным кампаниям.

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания ИПНГ РАН по теме № 125020501405-1 «Создание новых технологий

эффективного экологически чистого извлечения углеводородов в сложных горно-геологических условиях на основе системного подхода к изучению и моделированию полного жизненного цикла нефтегазовых месторождений».

Список использованных источников

1. Марадудина Ю. А. Отчёт о выбросах парниковых газов: что изменилось в регулировании за последний год и к каким ещё изменениям готовиться? // Справочник эколога. – 2026. – № 6 (162), июнь. – С. 33–39.

2. Об ограничении выбросов парниковых газов: Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107020031 (дата обращения: 03.09.2026).

3. О критериях отнесения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к регулируемым организациям: Постановление Правительства РФ от 14.10.2025 № 1580 // ГАРАНТ: информационно-правовой портал. – URL: https://base.garant.ru/412850311 (дата обращения: 15.09.2026).

4. Об утверждении перечня парниковых газов, в отношении которых осуществляется государственный учёт выбросов парниковых газов и ведение кадастра парниковых газов: Распоряжение Правительства РФ от 22.10.2021 № 2979-р (в ред. от 04.04.2025) // КонсультантПлюс: справочная правовая система. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_399104 (дата обращения: 18.09.2026).

5. Об утверждении Правил представления и проверки отчётов о выбросах парниковых газов, формы отчёта о выбросах парниковых газов, Правил создания и ведения реестра выбросов парниковых газов: Постановление Правительства РФ от 20.04.2022 № 707 (в ред. от 29.10.2022) // ГАРАНТ: информационно-правовой портал. – URL: https://base.garant.ru/404523786 (дата обращения: 01.09.2026).

6. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (в ред. от 28.12.2025) // ГАРАНТ: информационно-правовой портал. – URL: https://base.garant.ru/12125350 (дата обращения: 07.09.2026).

7. Об утверждении методик количественного определения объёмов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов: Приказ Минприроды России от 27.05.2022 № 371 // ГАРАНТ: информационно-правовой портал. – URL: https://base.garant.ru/405077467 (дата обращения: 09.09.2026).

8. О внесении изменений в распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 октября 2021 г. № 2979-р: Распоряжение Правительства РФ от 04.04.2025 № 805-р // ГАРАНТ: информационно-правовой портал. – URL: https://base.garant.ru/411808418 (дата обращения: 20.09.2026).

9. О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации: Федеральный закон от 06.03.2022 № 34-ФЗ // ГАРАНТ: информационно-правовой портал. – URL: https://base.garant.ru/403615518 (дата обращения: 11.09.2026).

REGULATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS REPORTING: ANALYSIS OF REGULATORY CHANGES AND EXPECTED REQUIREMENTS

D.S. Klimov

Oil and Gas Research Institute Russian Academy of Sciences (OGRI RAS), Moscow, Russia

This paper examines recent developments in the greenhouse gas emissions reporting framework of the Russian Federation. It analyses the new criteria for classifying entities as regulated organizations, the updated emission conversion factors, and the prospective reporting form. Particular attention is given to the reduction of the emissions threshold to 50,000 tonnes of CO_2 equivalent, the entry into force of administrative liability, and the methodological specifics of emissions calculation. The material will be useful for environmental specialists, sustainability professionals, and enterprise personnel responsible for completing greenhouse gas emissions reporting.

Keywords: greenhouse gas emissions, carbon reporting, CO_2 equivalent, regulated organizations, climate regulation, decarbonization, emissions threshold, administrative liability, environmental accounting, sustainable development.

УДК 504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОРРОЗИОННО-АКТИВНЫХ СРЕД

П.А. Комарова

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Бурение нефтяных и газовых скважин относится к технологически сложным видам недропользования, сопровождающимся интенсивным использованием водных, минеральных и химических ресурсов. Но особую проблему представляют условия бурения в присутствии коррозионно-активных компонентов.

Ключевые слова: природоиспользование, бурение, скважина, буровой раствор, биокоррозия, коррозионно-активная среда.

В технологическом отношении буровой раствор целесообразно рассматривать не как вспомогательный материал, а как динамическую многокомпонентную систему, свойства которой постоянно изменяются в процессе бурения. В его состав, как правило, могут входить вода, глинистые материалы, полимеры, ингибиторы, утяжелители, поверхностно-активные вещества, смазочные компоненты, соли и другие функциональные добавки. Но при прохождении скважины раствор многократно циркулирует между забоем и поверхностью, вследствие

чего подвергается механическому, термическому, химическому и биологическому воздействию.

Такая многократная циркуляция одновременно создает условия для накопления загрязняющих компонентов: в раствор поступают частицы выбуренной породы, пластовые воды, нефть и газ, растворимые соли, продукты разрушения оборудования и остатки химических реагентов, и в последствии, при наличии подходящих условий в такой системе могут развиваться микроорганизмы, например, бактерии, использующие различные органические и неорганические соединения в качестве источников энергии.

Итак, источниками такого микробиологического загрязнения могут быть технологическая вода, пластовые флюиды, нефть, загрязненные химические реагенты, поверхности резервуаров и трубопроводов, остатки ранее использованного бурового раствора, а также выбуренная порода. При чем, последняя не должна рассматриваться как гарантированный источник заражения, только лишь при наличии благоприятных условий она может служить одним из каналов поступления микроорганизмов в циркуляционную систему [1].

С точки зрения природоиспользования это имеет принципиальное значение, то есть, если микробиологическое загрязнение своевременно не выявляется, изменение состава раствора может ошибочно восприниматься исключительно как результат механического или химического старения, а, между тем, часть изменений может быть обусловлена жизнедеятельностью микроорганизмов. В результате предприятие вынуждено увеличивать объем корректирующих реагентов, чаще заменять раствор или проводить дополнительные технологические операции, сопровождавшиеся дополнительным расходом природных и материальных ресурсов.

Само развитие микроорганизмов в буровом растворе определяется совокупностью факторов: температурой, наличием воды, источников углерода и энергии, содержанием сульфатов, величиной pH, окислительно-восстановительным потенциалом и временем пребывания раствора в циркуляционной системе, поэтому само наличие микроорганизмов еще не означает неизбежного возникновения интенсивной коррозии. Опасность возникает тогда, когда формируется устойчивая микробиологическая система, способная изменять локальные физико-химические условия у поверхности металла.

Среди микроорганизмов особое значение имеют сульфатвосстанавливающие бактерии. В анаэробных или слабовосстановительных условиях они способны использовать сульфат в качестве акцептора электронов, в результате чего образуются восстановленные соединения серы, и, в зависимости от кислотно-основных условий, молекулярный сероводород (H_2S, HS^- и S^{2-}). Следовательно, соотношение между этими H_2S, HS^- и S^{2-} определяется прежде всего значением pH, а именно: при снижении pH увеличивается доля молекулярного H_2S, обладающего высокой летучестью и способностью переходить из жидкости в газовую фазу. Еще особенность микробиологической коррозии заключается в том, что микроорганизмы могут создавать локальные условия, существенно

отличающиеся от параметров основной массы бурового раствора, то есть, на металлической поверхности формируются биопленки, в которых концентрируются продукты метаболизма микроорганизмов. Под такой пленкой может снижаться содержание кислорода, изменяться pH, увеличиваться концентрация сульфидов и формироваться локальные электрохимические элементы, поэтому даже при относительно приемлемых средних показателях бурового раствора поверхность металла может подвергаться значительно более интенсивному воздействию.

Также существенную роль играют микроорганизмы, способные использовать органические компоненты бурового раствора, так как при биологическом разрушении отдельных полимерных или углеводородных компонентов могут изменяться вязкость, структура и фильтрационные свойства раствора.

Таким образом, микробиологическое заражение имеет двойственный эффект: с одной стороны, оно непосредственно влияет на состояние металлического оборудования, с другой – постепенно ухудшает характеристики самого технологического материала.

Итак, получается, что сероводород является одним из наиболее опасных компонентов коррозионно-активных сред, возникающих при бурении, который может поступать в скважину с пластовыми флюидами или формироваться непосредственно в циркуляционной системе в результате микробиологических процессов. Но его опасность определяется еще сочетанием токсичности, высокой реакционной способности и способности участвовать в механизмах коррозионного повреждения металлов.

Особое значение имеет влияние H_2S на реологические параметры: буровой раствор должен обладать достаточно высокой способностью транспортировать частицы породы при циркуляции, но одновременно не должен создавать чрезмерное гидравлическое сопротивление. Поэтому изменение пластической вязкости, динамического напряжения сдвига или статической гелевой прочности может нарушить расчетный режим работы системы, а потеря устойчивости реологических характеристик, особенно в сочетании с повышенной температурой и загрязнением раствора, способна привести к ухудшению очистки ствола и изменению условий циркуляции.

Сероводород представляет опасность и для металлических конструкций, так как в присутствии воды и H_2S протекают электрохимические процессы, сопровождающиеся образованием сульфидов железа. Одновременно может происходить проникновение атомарного водорода в металл. Особенно важным является то, что повышение прочности стали не всегда означает повышение ее устойчивости к H_2S-содержащей среде, а, напротив, некоторые высокопрочные материалы могут обладать повышенной чувствительностью к сульфидному коррозионному растрескиванию. Именно поэтому выбор материалов для оборудования, работающего в H_2S-содержащих средах, должен осуществляться с учетом требований к стойкости против соответствующих механизмов разрушения.

Таким образом, воздействие H_2S следует оценивать одновременно на трех уровнях: изменение свойств бурового раствора, коррозионное разрушение

оборудования и изменение механической надежности металлических конструкций вследствие водородных процессов.

Но какие же могут быть экологические последствия коррозионных процессов?

Экологический аспект коррозии при бурении часто остается менее очевидным, чем технический, однако фактически эти направления тесно взаимосвязаны: коррозионное разрушение оборудования увеличивает вероятность утечек технологических жидкостей, возникновения аварийных выбросов и необходимости внеплановой замены оборудования. В результате возрастает потребление металлов, энергии, химических реагентов и транспортных ресурсов [2].

Следовательно, рациональное природоиспользование при бурении должно включать управление полным жизненным циклом бурового раствора: от подготовки исходных компонентов и выбора рецептуры до циркуляции, очистки, корректировки, повторного применения и окончательной утилизации или переработки.

Особую проблему представляет ситуация, когда для борьбы с коррозией приходится увеличивать количество химических реагентов. Само по себе применение ингибиторов или поглотителей H_2S является важным инструментом управления рисками, однако увеличение дозировки не должно рассматриваться как универсальное решение. Каждый реагент изменяет химический баланс системы и после завершения технологического цикла становится частью отхода, поэтому оптимальным является не максимальное, а обоснованное количество реагента, обеспечивающее необходимый уровень защиты при минимальном дополнительном экологическом воздействии.

Также особого внимания требует профилактика бактериального загрязнения: поддержание санитарного состояния емкостей, трубопроводов и циркуляционного оборудования, контроль качества технологической воды, своевременное удаление органических загрязнений и регулярная оценка микробиологического состояния раствора. В этом случае экологический эффект достигается не за счет последующей нейтрализации большого количества загрязняющих веществ, а за счет предотвращения их образования.

Таким образом, перспективная модель природоиспользования в нефтегазовом бурении должна основываться на принципе предотвращения, а не компенсации ущерба, так как чем раньше выявляется источник коррозионно-биологической активности, тем меньше требуется химических реагентов, тем дольше сохраняется ресурс оборудования и тем меньше объем потенциально опасных отходов.

Список использованных источников

1. Бойчук В.А., Громаков Н.С. Коррозия и защита металлов: Методические указания для студентов. Казанский гос.архитектурно-строительный университет. Казань, 2005. 28с.

2. Монин А.С. Природопользование / Экологический энциклопедический словарь / А.С. Монин. - М.: «Ноосфера», - 2009. - 531 с.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF NATURE USE WHEN DRILLING WELLS UNDER THE INFLUENCE OF CORROSIVE MEDIA

P.A. Komarova

Samara State Technical University,
Samara, Russia

Drilling of oil and gas wells refers to technologically complex types of subsurface use, accompanied by intensive use of water, mineral and chemical resources. However, drilling conditions in the presence of corrosive components pose a particular problem.

Keywords: nature use, drilling, borehole, drilling mud, biocorrosion, corrosive environment.

УДК 504

ОБНАРУЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

П.А. Комарова

Самарский государственный технический университет,
г. Самара, Россия

Нефтяное загрязнение, а конкретно, разливы нефти могут привести к нарушению газообмена между атмосферой и гидросферой, изменению физических и химических свойств поверхностного слоя воды, ухудшению состояния биологических ресурсов, а также к возникновению значительных экологических последствий.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, нефтяной разлив, морская поверхность, экология, мониторинг.

Нефтяные загрязнения морской среды относятся к числу наиболее сложных экологических проблем, возникающих в результате транспортировки и добычи нефти, эксплуатации морских нефтегазовых объектов, аварий судов и повреждения подводной инфраструктуры, поскольку после попадания нефти в морскую среду загрязняющее вещество распространяется по поверхности под действием ветра, волнения, течений и внутренних процессов самой нефтяной плёнки[1].

При чем, экологическое воздействие нефтяного загрязнения определяется не только объёмом поступившего вещества, но и его составом, временем нахождения в окружающей среде, метеорологическими условиями и особенностями конкретной морской экосистемы.

И традиционные методы обнаружения таких нефтяных разливов основаны на визуальном наблюдении, авиационном контроле, отборе проб воды и

использовании специализированных измерительных систем, но даже несмотря на высокую информативность отдельных методов, их применение на больших морских акваториях ограничено стоимостью, зависимостью от погодных условий и необходимостью физического присутствия наблюдателя или измерительной платформы непосредственно в районе загрязнения.

С точки зрения дистанционного зондирования особенно важным является воздействие нефтяной плёнки на поверхностное волнение: чистая поверхность моря содержит широкий спектр волн различного масштаба. Нефтяная плёнка изменяет динамику мелкомасштабных капиллярных и капиллярно-гравитационных волн, вследствие чего изменяются микрорельеф поверхности и её способность рассеивать электромагнитную энергию.

Именно этот механизм имеет принципиальное значение для радиолокационного наблюдения.

На сегодняшний день наиболее развитым направлением широкомасштабного мониторинга нефтяных загрязнений является использование спутниковых радиолокационных систем с синтезированной апертурой (сокр.РСА). Оно формирует изображения на основе регистрации обратного рассеяния микроволнового излучения и обладает принципиальным преимуществом перед пассивными оптическими системами: наличие солнечного освещения не является обязательным условием наблюдения, и, кроме того, микроволновое излучение используемых радиолокационных диапазонов позволяет получать данные при значительной облачности.

Именно поэтому. РСА особенно ценен для оперативного экологического мониторинга морских акваторий. Современные спутниковые группировки обеспечивают регулярное повторное наблюдение больших территорий, что позволяет не только фиксировать нефтяные пятна, но и анализировать их перемещение и изменение площади.

Однако радиолокационное наблюдение имеет ограничения. И в первую очередь,.РСА показывает изменение структуры морской поверхности и не обеспечивает универсального определения химического состава загрязнения,в частности, радиолокационное изображение само по себе обычно недостаточно для надёжного определения типа нефти или точного определения её толщины. Поэтому радиолокационные данные должны рассматриваться как один из компонентов комплексной системы экологического контроля.

Длина радиолокационной волны также определяет пространственный масштаб поверхностных неоднородностей, которые вносят существенный вклад в зарегистрированный сигнал. Чем короче радиолокационная волна, тем более мелкомасштабные элементы поверхности могут оказывать влияние на рассеяние. Это имеет принципиальное значение при обнаружении нефтяных плёнок. Поскольку нефть эффективно воздействует на мелкие капиллярно-гравитационные волны, радиолокационные системы, чувствительные к соответствующей части спектра поверхностного волнения, могут обеспечивать заметный контраст между загрязнённой и чистой водой [1].

Не менее важным фактором является скорость ветра: при слабом ветре поверхность моря может быть относительно гладкой, и естественный

радиолокационный сигнал становится низким, и в таких условиях небольшое изменение шероховатости может приводить к заметному визуальному контрасту; при сильном ветре нефтяная плёнка также способна изменять поверхностное волнение, однако интенсивное море может уменьшать видимость загрязнения из-за увеличения общего уровня обратного рассеяния и усложнения структуры изображения.

Таким образом, существует диапазон условий, при которых радиолокационное обнаружение нефтяной плёнки является наиболее информативным, но практическая интерпретация изображения должна обязательно учитывать метеорологическую и океанографическую обстановку в момент съёмки.

Другим важным направлением является оптическое дистанционное зондирование.

Оптические методы используют отражённое солнечное излучение и позволяют анализировать спектральные свойства поверхности, но в отличие от РСА, оптические сенсоры предоставляют спектральную информацию, которая потенциально может использоваться для характеристики типа нефтяного загрязнения и состояния плёнки. Исследования показывают, что спектральные данные могут быть полезны не только для определения наличия загрязнения, но и для анализа различий между нефтепродуктами и окружающей водой.

Но главный недостаток оптического мониторинга – зависимость от условий наблюдения: облачность и отсутствие солнечного освещения существенно ограничивают возможность получения полезной информации.

Особое место занимает гиперспектральная съёмка. В отличие от мультиспектральных систем, гиперспектральные сенсоры регистрируют информацию в большом количестве узких спектральных каналов. Это позволяет анализировать более тонкие особенности спектрального отклика поверхности и потенциально получать дополнительные сведения о характеристиках нефтяного загрязнения. Полученные гиперспектральные данные особенно перспективны для задач более детальной характеристики нефтяных пятен, однако их применение в оперативном широкомасштабном мониторинге ограничивается требованиями к пространственному охвату, условиям наблюдения и объёму обрабатываемых данных. Современные обзоры подчёркивают различие между задачами SAR и оптических систем: SAR обеспечивает устойчивое широкозонное обнаружение, тогда как оптические и гиперспектральные методы способны предоставлять более детальную спектральную информацию.

Таким образом, перспективная система экологического мониторинга должна объединять широкий пространственный охват спутниковых наблюдений, высокое разрешение авиационных и беспилотных платформ, спектральные возможности оптических сенсоров, устойчивость радиолокационного наблюдения к облачности и интеллектуальные методы автоматической обработки данных. А главным результатом такого развития должно стать формирование непрерывной системы экологического контроля, способной своевременно обнаруживать нефтяные загрязнения, определять их пространственные характеристики, отслеживать динамику распространения и предоставлять объективную

информацию для оценки состояния морской среды и организации природоохранных мероприятий.

Список использованных источников

1. Патин С.А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы. М., 2008.

DETECTION AND ENVIRONMENTAL MONITORING OF MARINE OIL POLLUTION

P.A. Komarova

Samara State Technical University,
Samara, Russia

Oil pollution, specifically oil spills, can lead to disruption of gas exchange between the atmosphere and the hydrosphere, changes in the physical and chemical properties of the surface water layer, deterioration of biological resources, as well as significant environmental consequences.

Keywords: oil pollution, oil spill, sea surface, ecology, monitoring.

УДК 631.11

УЧЕТ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Т.Г. Косенко

Донской государственный аграрный университет,
п. Персиановский, Россия

Дана характеристика использования трудовых ресурсов как одной из основных технологических операций. Обоснована необходимость роста производительности труда и рационального землепользования. Важен уровень ресурсообеспеченности и принципы организации эффективного использования ресурсов предприятий. Успешное решение задач, стоящих перед каждым предприятием, возможно лишь на основе повышения экономической эффективности его производства.

Ключевые слова: ресурсы, производство, эффективность, оценка, ресурсопользование.

Охрана окружающей среды является одной из главных задач человечества [5, с.75].

Проблемы взаимодействия экономики и экологии в сельском хозяйстве адекватны проблемам взаимодействия общества и природы[2,с.107]. В сельскохозяйственном производстве используются главные естественные ресурсы:

солнечная энергия, земельные, водные, минеральные ресурсы, растительные и животные организмы[7,с.7].

Основой жизни, базисом размещения производительных сил общества и расселения людей является земля, это главное средство обеспечения населения продовольствием[6,с.55].

Целью исследований является определение экологических последствий несовершенной производственной деятельности человека в растениеводстве и животноводстве, таких, как ухудшение качества угодий, продукции, водных ресурсов, атмосферы.

Материалом исследований явились результаты работы отраслей сельскохозяйственных предприятий Ростовской области, выявление источников нарушения природного равновесия и загрязнения окружающей среды.

Механизация производственной деятельности, применение химических средств в процессе внедрения интенсивных индустриальных технологий усиливают противоречия между экономикой и экологией[3,с.23]. Дешевая сельскохозяйственная продукция должна быть получена путем применения эффективных природоохранных технологий.

На здоровье человека определенное влияние оказывает химический состав почвы. Микроэлементы, находящиеся в почве, влияют на рост и развитие растений, состояние животных и человека.

Микроэлементы поступают в организм человека с растительной и животной пищей, частично с водой. Уровень обеспеченности растительных и животных организмов микроэлементами зависит от содержания их, прежде всего, в почве. Недостаток или избыток микроэлементов влечет за собой ослабление или усиление синтеза биологически активных веществ, нарушение процесса промежуточного обмена веществ, возникновение заболеваний.

Создавая определенные условия для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, повышенные дозы химических средств ведут к загрязнению почв, увеличению содержания вредных веществ, тяжелых металлов, которые накапливаются в организме животных и человека[4,с.64].

Хранение на открытых площадках минеральных удобрений и средств защиты, сброс сточных вод животноводческими фермами, разливы топлива и горюче-смазочных материалов ведут к ухудшению биологического состояния водоемов и условий воспроизводства рыбных запасов, химическому загрязнению питьевой воды, что приводит к развитию соматических заболеваний у сельских жителей.

В настоящее время существенными стали загрязнения атмосферного воздуха. Выбросы животноводческих ферм, птицефабрик, сельскохозяйственной техники, обеззараживание непригодных к использованию пестицидов, переработка отходов растениеводства и животноводства в виде пыли, газов и паров загрязняют воздух токсичными отходами. Например, тысяча голов свиней выбрасывает за год 3,9тонн вредных веществ с наибольшей долей (91,2%) аммиака. Выброс сероводорода составляет 0,025 тонн. Неприятный запах бутилена, сероуглерода, этилмеркантана распространяется на 4-6 километров.

Распространение загрязнения атмосферного воздуха пылью окисью углерода, диоксидом серы, оксидами азота вызывает заболевание механизаторов от 11 до 38%.

К факторам, оказывающим неблагоприятное влияние на организм человека, относятся также соединения свинца, содержащиеся в выхлопных газах автотранспорта. Увеличение содержания свинца в крови человека ведет к снижению активности ферментов, участвующих в насыщении крови кислородом, к нарушению обменных процессов.

На организм человека и животных оказывает влияние и шумовая нагрузка, вызываемая вибрацией тракторных агрегатов, технологического оборудования[8,с.188]. Длительное такое воздействие приводит к расстройству нервной системы, заболеваниям сосудистого и вестибулярного аппарата.

Качество сельскохозяйственной продукции снижается из-за накопления нитратов, нитритов, тяжелых металлов[1,с.38]. Загрязнение атмосферного воздуха сернистым ангидридом в концентрации 0,04 мг/м3 снижает урожайность овощных культур на 10-25 т, зерновых культур на 2 т, сахарной свеклы на 10 т.

Главным принципом развития агропромышленного производства должно быть совершенствование агротехнических мероприятий на базе экологизации с учетом соответствия экологическим требованиям.

Природное равновесие невозможно восстановить и сохранить в условиях низкой производственной дисциплины, экологической культуры. Экологическое просвещение населения позволит обеспечить устойчивое развитие сельских территорий на уровне социально-экологических требований.

Каждое сельскохозяйственное предприятие должно иметь экологический паспорт, определяющий размер предельно допустимых выбросов по конкретным видам ресурсов в соответствии с экологической ситуацией хозяйства. Целью непрерывного совершенствования производства должно быть улучшение экологических характеристик.

Список использованных источников

1. Гайдамака В.Х., Тищенко Н.Н., Косенко Т.Г. Организация производства п. Персиановский, 1996.

2. Гартованная, О.В. Основы ресурсного обеспечения предприятий АПК /О.В. Гартованная, И.Р. Джагинова // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2015. -№ 10. - С. 46-49.

3. Ключников, Н. А. Продуктивность зернового сорго в зависимости от минерального питания / Н. А. Ключников, Л. П. Бельтюков // Кукуруза и сорго. - 2002. - № 2. - С. 22-23.

4. Косенко М.А. Эффективность производства гибридных семян редьки европейской В сборнике: Новая модель экономического роста: научно-теоретические проблемы и механизм реализации материалы Международной научно-практической конференции. - пос. Персиановский, 2014. - С. 62-64.

5. Косенко, Т. Г. Анализ выполнения производственной программы по растениеводству / Т.Г. Косенко // Современные научные исследования: теоретический и практический аспект: сборник статей Международной

научно-практической конференции / ответственный редактор А. А. Сукиасян. – 2016. – С. 75–77.6.

6. Косенко Т.Г. Контроль знаний по международным трудовым миграциям и методика подготовки ответов: учебное пособие / Т. Г. Косенко. – п. Персиановский, 2015.

7. Сокол, А. А. Рекомендации по возделыванию озимого ячменя в Ростовской области / А. А. Сокол, Е. Г. Филиппов, Л. П. Бельтюков. Зеленоград: Дон, 1991. - 12 с.

8. Чепец А.Д. Урожайность и технологические качества зерна различных сортов яровой твердой пшеницы [Текст] / Чепец А.Д., Чепец Т.А., Фалынсков Е.М., Козлова А.В. // Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России.- п. Персиановский: ДонГАУ.- 2012. - С. 187-190.

ENVIRONMENTAL PROTECTION IN AGRICULTURAL PRODUCTION

T.G. Kosenko

Don state agrarian University
Persianovsky, Russia

The characteristics of the use of labor resources as one of the main technological operations are described. The need to increase labor productivity and ensure rational land use is substantiated. The level of resource availability and the principles of organizing the effective use of enterprise resources are important. Successful resolution of the tasks facing each enterprise is possible only on the basis of increasing the economic efficiency of its production.

Keywords: resources, production, efficiency, assessment, resource use.

УДК 631.11

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ПРОИЗВОДСТВА В СПК «ПРОГРЕСС» НЕКЛИНОВСКОГО РАЙОНА

Т.Г. Косенко

Донской государственный аграрный университет,
п. Персиановский, Россия

Рассмотрены особенности ведения производства растениеводческой продукции. Определены резервы роста продуктивности земельных угодий, повышения эффективности хозяйствования. Развитие производства расширяет возможности повышения экономической эффективности, снижения затрат и повышения рентабельности.

Уровень освоенности земель предприятия составляет 84,82%, распаханности 88,77%. Устранение потерь материальных ресурсов, использование ресурсосберегающих технологий позволяет осуществлять ресурсосбережение.

Повышение качества и конкурентоспособности продукции становится одним из резервов повышения эффективности производственной деятельности предприятия.

Ключевые слова: землепользование; эффективность; продукция; устойчивость; производство; резервы.

Результативность сельского хозяйства обусловлена постоянным ростом потребления продовольствия и сырья, требованиями к качеству продукции, ограниченностью пополнения ресурсов, изменением их стоимости [2, с.59]. Развитие производства расширяет возможности повышения заинтересованности товаропроизводителей в снижении себестоимости и повышении доходности [3, с.44]. Это достигается на основе рационального сочетания земли, труда и капитала.

Для оценки уровня использования сельскохозяйственных угодий большое значение имеет изучение их продуктивности [5, с.184]. Повышение урожайности культур и улучшение структуры их посевных площадей дают возможность полнее и лучше использовать сельскохозяйственные угодья [8, с.22]. Важной становится экономическая оценка выращиваемых в хозяйстве культур.

Условия производства могут изменяться в течение года вследствие воздействия благоприятных и неблагоприятных погодных условий, колебания цен на продукты и средства производств а[1, с.9].

Знание экономических закономерностей сельскохозяйственного производства является необходимым, так как их учет может существенно снизить или полностью исключить воздействие неблагоприятных условий на деятельность предприятия [6, с.75].

Выбирая наиболее эффективное производство, СПК «Прогресс» Неклиновского района Ростовской области в 2025 году заботилось об оптимальном сочетании отраслей, их размерах и пропорциях.

Это обеспечивалось сравнением рентабельности и конкурентоспособности отраслей и способов производства. В процессе этого было принято решение об ограничении или увеличении объёмов производства существующих отраслей или создании новой производственной отрасли.

Предприятие применяет большой комплекс разнообразных мер для повышения эффективности использования факторов производства.

Производственное направление предприятия – зерновое, в связи с чем, наибольшее внимание уделяется росту урожайности основных зерновых культур. Ведущей зерновой культурой является озимая пшеница. Доля в структуре валового сбора составляет 64,3%, в структуре затрат 64,5%, в структуре реализации продукции 75,8%, в структуре затрат труда 55,7%.

Основными факторами производства являются внедрение новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, пород животных, защита растений и животных, совершенствование технических средств [4, с.107].

Таблица 1 – Показатели уровня и эффективности интенсификации

Показатели	2023 г.	2025 г.
1. Приходится на 100 га с.-х., т. р. – основных производственных фондов	894,68	958,13
– текущих затрат по с.-х. производству	1821,21	1877,11
– основных производственных фондов и текущих затрат без амортизации	2464,14	2696,12
2. Затраты труда на 1 га пашни, ч/ч	23,52	23,32
3.Произведено валовой продукции на 100 га с.-х. угодий, тыс. руб.	19,60	23,02
на 100 руб. основных производственных фондов с.-х. назначения, руб.	219,09	221,14
на 100 руб. производственных затрат	107,63	127,23
на 1 ч/час, руб.	963,35	979,11
4.Получено прибыли на 100 га с.-х. угодий, руб.	163,41	198,15

Доля зерновых культур в структуре посевных площадей СПК «Прогресс» составила 71,8%, в т. ч. озимых 61,7%, под подсолнечником 16,1%, пары занимают 8,3% площадей.

Постоянно наблюдаются и оцениваются все внешние факторы и мероприятия, влияющие на доходы и производительность [7, с.114].

Поскольку производство продукции зависит от размера посевных площадей и уровня урожайности, то изучению этих факторов уделяют большое внимание.

Основным направлением развития производства является получение прибыли в размере, обеспечивающем рост эффективности предприятия и жизненного уровня работников.

Список использованных источников

1. Антошин, И. В. Оценка качества зерна пшеницы / И. В. Антошин, Е. М. Фалынсков // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: Сборник статей X Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. - С. 7-11.

2. Бельтюков Л.П. Влияние технологии возделывания на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области /Л.П.

Бельтюков, Е.К. Кувшинова, Р.К. Бершанский // Зерновое хозяйство России.2012.-№5.- с.56-62.

3. Гайдамака В.Х., Тищенко Н.Н., Косенко Т.Г. Организация производства п. Персиановский, 1996.

4. Гартованная, О.В. Основы ресурсного обеспечения предприятий АПК /О.В. Гартованная, И.Р. Джагинова // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2015. -№ 10. - С. 46-49.

5. Косенко М. А. Оценка приемов производства редьки европейской // Современные экономические системы в условиях глобализации: состояние и перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 183-187.

6. Косенко Т.Г. Анализ выполнения производственной программы по растениеводству // В сборнике: Современные научные исследования: теоретический и практический аспект Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2016. С. 75-77.

7. Косенко Т.Г. Совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур / Т.Г. Косенко // АПК России: образование, наука, производство. сборник статей II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. - Пенза, 2021. - С. 113-116.

8. Турчин, В.В. Обеспеченность чернозёма обыкновенного различными формами калия и эффективность калийных удобрений на озимой пшенице и кукурузе на силос: автореф. дис.. канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Турчин Владимир Валерьевич; Донской госагроуниверситет. - Персиановский, 2007. - 24 с

ASSESSMENT OF PRODUCTION CONDITIONS IN THE SPC “PROGRESS” OF NEKLINOVSKY DISTRICT

T.G. Kosenko

Don state agrarian University,
Persianovsky, Russia

The features of crop production are examined. The potential for increasing the productivity of land holdings and improving the efficiency of management is identified. The development of production expands the opportunities for increasing economic efficiency, reducing costs, and improving profitability.

The level of land utilization at the enterprise is 84,82%, and the level of arable land is 88,77%. Eliminating the loss of material resources and using resource-saving technologies makes it possible to achieve resource conservation.

Improving the quality and competitiveness of products becomes one of the reserves for increasing the efficiency of the enterprise’s production activities.

Keywords: land use; efficiency; products; sustainability; production; reserves.

УДК 633.1:31(470.40)

АГРОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОСА И ГРЕЧИХИ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Косов

Пензенский государственный аграрный университет, г Пенза, Россия

В статье проведен анализ динамики производства крупяных культур (проса и гречихи) в Пензенской области за период с 2021 по 2025 год. Исследование базируется на данных официального статистического сборника Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. Выявлены тенденции изменения посевных площадей, валовых сборов и урожайности. Установлено, что 2025 год характеризуется резким сокращением производства как проса, так и гречихи на фоне рекордного роста урожайности зерновых культур в целом по региону.

Ключевые слова: Пензенская область, растениеводство, просо, гречиха, посевные площади, валовой сбор, урожайность, статистический анализ.

Крупяные культуры занимают особое положение в структуре зернового производства Пензенской области, что определяется как агроклиматическими условиями региона, так и потребительским спросом на продукты переработки, при этом наиболее значимыми крупяными культурами, возделываемыми на территории области, выступают просо и гречиха, однако динамика их производства в последние десятилетия характеризуется существенной волатильностью, а анализ статистических данных, представленных в сборнике «Растениеводство Пензенской области» за 2026 год, позволяет выявить ключевые тренды и определить факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на развитие производства данных культур. В период с 2021 по 2025 год динамика посевных площадей, занятых просом в хозяйствах всех категорий Пензенской области, характеризовалась нестабильностью. В 2021 году данный показатель составлял 6,8 тыс. га, в 2022 году увеличился до 7,0 тыс. га, в 2023 году достиг пикового значения – 8,6 тыс. га, в 2024 году сократился до 7,4 тыс. га, а в 2025 году произошло резкое снижение до 4,7 тыс. га. В результате за анализируемый период посевная площадь под просом уменьшилась на 30,9% относительно уровня 2021 года и на 45,3% относительно максимального значения 2023 года. В структуре посевных площадей зерновых и зернобобовых культур удельный вес проса в 2025 году составил лишь 0,3%, тогда как в 2023 году данный показатель находился на уровне 0,6%. Сходная тенденция прослеживается и в сегменте сельскохозяйственных организаций: если в 2023 году ими было засеяно просом 2,5 тыс. га, то в 2025 году – только 0,7 тыс. га. В крестьянских (фермерских) хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей посевные площади под просом также уменьшились – с 1,9 тыс. га в 2022 году до 0,7 тыс. га в 2025 году. В хозяйствах населения посевы проса в рассматриваемом периоде оставались незначительными и не превышали 0,2 тыс. га.

Динамика валовых сборов проса в Пензенской области в целом коррелирует с изменениями посевных площадей, однако обладает рядом специфических черт. В 2021 году валовой сбор проса в хозяйствах всех категорий составил 11,0 тыс. т, в 2022 году снизился до 9,5 тыс. т, в 2023 году незначительно возрос до 10,9 тыс. т, в 2024 году достиг максимального значения за рассматриваемый период – 12,4 тыс. т, а в 2025 году резко сократился до 11,0 тыс. т, что соответствует лишь 88,7% от уровня предыдущего года. Таким образом, несмотря на повышение урожайности, уменьшение посевных площадей обусловило снижение валового сбора. В разрезе категорий хозяйств основной вклад в производство проса вносят сельскохозяйственные организации: в 2025 году ими было собрано 10,0 тыс. т, или 90,9% от совокупного объёма. Крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и индивидуальными предпринимателями в 2025 году произведено 0,8 тыс. т проса, хозяйствами населения – 0,1 тыс. т.

Таблица 1 – Динамика производства проса в Пензенской области (хозяйства всех категорий)

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2025 г. в % к 2024 г.
Посевная площадь, тыс. га	6,8	7,0	8,6	7,4	4,7	63,5
Валовой сбор, тыс. тонн	11,0	9,5	10,9	12,4	11,0	88,7
Урожайность, ц/га	16,4	18,5	14,6	17,2	24,1	140,1

Динамика урожайности проса в хозяйствах всех категорий Пензенской области в период с 2021 по 2025 год отличалась существенной нестабильностью. В 2021 году показатель находился на уровне 19,2 ц/га, в 2022 году произошло его снижение до 21,7 ц/га, в 2023 году – до 24,7 ц/га, в 2024 году зафиксировано падение до 16,6 ц/га, тогда как в 2025 году достигнут максимум – 27,4 ц/га, что превышает значение 2024 года на 64,7%. Столь выраженный рост урожайности в 2025 году обусловлен совокупным воздействием благоприятных агрометеорологических факторов и уменьшением посевных площадей, в результате чего в сельскохозяйственный оборот были включены наиболее плодородные участки. В разрезе категорий хозяйств урожайность проса в 2025 году распределилась следующим образом: в сельскохозяйственных организациях – 14,9 ц/га, в крестьянских (фермерских) хозяйствах – 25,6 ц/га, в хозяйствах населения – 16,3 ц/га.

Иная тенденция прослеживается в динамике производства гречихи. Посевные площади под гречихой в хозяйствах всех категорий Пензенской области в 2021–2025 годах также отличались неустойчивостью, однако при более заметной направленности к уменьшению: в 2021 году они составляли 6,4 тыс. га, в 2022 году сократились до 5,7 тыс. га, в 2023 году увеличились до 7,8 тыс. га, в 2024 году незначительно уменьшились до 7,6 тыс. га, а в 2025 году резко снизились до 3,2 тыс. га. Таким образом, за анализируемый период посевная площадь гречихи уменьшилась на 50,0% по сравнению с уровнем 2021 года и на 59,0% относительно максимального значения 2023 года. В структуре посевных площадей зерновых и зернобобовых культур удельный вес гречихи в 2025 году составил только 0,2%, тогда как в 2023 году данный показатель равнялся 0,5%. В сельскохозяйственных организациях посевные площади гречихи уменьшились с 4,8 тыс. га в 2021 году до 2,0 тыс. га в 2025 году. В крестьянских (фермерских) хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей посевы гречихи в 2025 году занимали 1,1 тыс. га против 1,6 тыс. га в 2021 году. В хозяйствах населения посевы гречихи оставались незначительными и не превышали 0,2 тыс. га.

Валовой сбор гречихи в Пензенской области в 2021–2025 годах характеризовался ещё более выраженной тенденцией к уменьшению. В 2021 году он составил 5,7 тыс. тонн, в 2022 году снизился до 5,5 тыс. тонн, в 2023 году возрос до 8,4 тыс. тонн, в 2024 году сократился до 7,7 тыс. тонн, а в 2025 году резко упал до 4,6 тыс. тонн, что соответствует лишь 59,8% от уровня предыдущего года. Следовательно, несмотря на повышение урожайности, уменьшение посевных площадей привело к значительному сокращению валового сбора. В разрезе категорий хозяйств основной вклад в производство гречихи вносят сельскохозяйственные организации: в 2025 году ими собрано 3,2 тыс. тонн, или 69,6% от общего объёма. Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели в 2025 году произвели 1,4 тыс. тонн гречихи, хозяйства населения – 0,1 тыс. тонн.

Таблица 2 – Динамика производства гречихи в Пензенской области (хозяйства всех категорий)

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2025 г. в % к 2024 г.
Посевная площадь, тыс. га	6,4	5,7	7,8	7,6	3,2	42,1
Валовой сбор, тыс. тонн	5,7	5,5	8,4	7,7	4,6	59,8
Урожайность, ц/га	8,8	10,6	11,3	10,5	14,6	139,0

За 2021–2025 гг. в Пензенской области в хозяйствах всех категорий отмечалась существенная изменчивость урожайности гречихи. Если в 2021 г. показатель находился на уровне 8,8 ц/га, то в 2022 г. он увеличился до 10,6 ц/га, а в 2023 г. – до 11,3 ц/га. В 2024 г. зафиксировано некоторое снижение – до 10,5 ц/га, однако в 2025 г. был достигнут наибольший результат – 14,6 ц/га, что на 39,0% превысило значение предшествующего года. Дифференциация по категориям производителей в 2025 г. выглядела следующим образом: в сельскохозяйственных организациях урожайность гречихи составила 15,8 ц/га, в крестьянских (фермерских) хозяйствах – 12,4 ц/га, в хозяйствах населения – 13,9 ц/га.

Сопоставление динамики производства проса и гречихи в регионе за указанный пятилетний период даёт возможность выделить как сходные, так и отличительные черты. Общим моментом выступает резкое уменьшение посевных площадей и валовых сборов в 2025 г., что связано с неблагоприятными агрометеорологическими условиями, изменениями в структуре севооборотов и влиянием экономической конъюнктуры. Вместе с тем для проса была характерна относительная устойчивость производства в 2021–2024 гг. с последующим резким спадом, тогда как для гречихи более заметной стала тенденция к сокращению начиная с 2023 г. Кроме того, в 2025 г. урожайность обеих культур достигла максимальных значений за рассматриваемый период, что указывает на реализацию продуктивного потенциала в условиях уменьшения посевных площадей.

Обнаруженные закономерности представляют значительный интерес для региональной аграрной политики. С одной стороны, повышение урожайности проса и гречихи свидетельствует о наличии предпосылок для расширения их возделывания, поскольку данные культуры обладают относительной засухоустойчивостью и способны обеспечивать стабильные урожаи в условиях Пензенской области. С другой стороны, резкое сокращение производства гречихи создаёт угрозы для продовольственной безопасности региона и требует разработки мер поддержки её производителей. При этом в 2025 г. в структуре зерновых культур Пензенской области на просо и гречиху приходилось по 0,2–0,3% каждая, что отражает их сравнительно скромное место в современном зерновом производстве. Тем не менее сохранение и развитие производства крупяных культур целесообразно рассматривать как важное направление диверсификации растениеводства и обеспечения населения качественными продуктами питания.

Таким образом, анализ показывает, что динамика производства проса и гречихи в Пензенской области отличается значительной неоднородностью: для проса типична относительная стабильность с резким падением в 2025 г., тогда как гречиха находится в состоянии глубокого спада, вызванного прежде всего сокращением посевных площадей. Дальнейшее развитие производства крупяных культур в регионе должно учитывать как агротехнологические, так и экономические факторы, определяющие эффективность их возделывания.

Список использованных источников

1. Зотиков, В. И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур / В. И. Зотиков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3(35). – С. 12-19. – DOI 10.24411/2309-348X-2020-11179. – EDN WBTNVU.

2. Продуктивность и качество крупяных культур при возделывании в условиях лесостепной зоны республики Ингушетия / М. У. Гамботова, М. А. Базгиев, К. Ш. Бадургова, М. Х. Гандаров // Орошаемое земледелие. – 2022. – № 3(38). – С. 25-28. – DOI 10.35809/2618-8279-2022-3-4. – EDN LVJJGJ.

3. Мазалов, В. И. Приемы повышения урожайности гречихи / В. И. Мазалов, В. П. Наумкин. – Орел: Картуш, 2022. – 248 с. – ISBN 978-5-9708-1017-0. – EDN EJHMDS.

4. Трухачев, В. И. Организационно-экономические направления повышения эффективности производства зернокрупяной продукции / В. И. Трухачев, Д. Г. Сергеев // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2026. – Т. 23, № 5(273). – С. 435-444. – DOI 10.33920/sel-11-2605-06. – EDN YAUCXG.

5. Растениеводство Пензенской области: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. – Пенза, 2026. – 87 с.

6. Методологические пояснения к статистическим показателям растениеводства // Пензастат. – URL: https://penza.gks.ru (дата обращения: 20.09.2026).

AGRONOMIC ASPECTS OF THE DYNAMICS OF MILLET AND BUCKWHEAT PRODUCTION IN THE PENZA REGION

A.A. Kosov

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The article analyzes the dynamics of grain crop production (millet and buckwheat) in the Penza Region for the period from 2021 to 2025. The study is based on data from the official statistical collection of the Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Penza Region. Trends in changes in sown areas, gross yields, and crop yields are identified. It has been established that 2025 is characterized by a sharp decline in the production of both millet and buckwheat against the backdrop of a record increase in grain crop yields across the region as a whole.

Keywords: Penza Oblast, crop production, millet, buckwheat, sown areas, gross harvest, yield, statistical analysis.

УДК 630*5 + 581.1

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

В.Н. Крылов

Пензенский государственный аграрный университет,
г Пенза, Россия

В статье рассматриваются методы количественной оценки углеродного баланса лесных экосистем - полевые, дистанционные, физиологические и модельные - с указанием их возможностей и ограничений. Показано, что точность и

пространственный охват методов находятся в обратной зависимости, а универсального подхода не существует. Обосновывается необходимость комплексного применения методов, при котором полевые измерения служат калибровочной основой, дистанционное зондирование расширяет охват, а модели обеспечивают прогноз.

Ключевые слова: лесные экосистемы, биометрия, углеродный баланс, фотосинтез, дистанционное зондирование, модели углеродного цикла

Лес – это не просто совокупность деревьев, а система, в которой углерод непрерывно перетекает между живыми организмами, мёртвым органическим веществом, почвой и атмосферой. Оценить этот баланс количественно - задача, которая не решается одним прибором или одной формулой. Причина в том, что разные исследовательские задачи требуют разного: кому-то нужно узнать, сколько углерода уже накоплено в фитомассе, кому-то – сколько его проходит через экосистему за сезон, а кому-то – насколько эффективно работает фотосинтетический аппарат прямо сейчас. Эти вопросы лежат в разных пространственных и временных масштабах, а значит, и инструменты для ответа на них должны быть разными.

Особое место в этой системе занимает фотосинтез. Именно на стадии световых реакций закладывается верхняя граница того, сколько углерода экосистема способна зафиксировать и превратить в органическое вещество. Однако одно лишь знание физиологического потенциала растительности не даёт ответа на вопрос, сколько углерода уже депонировано в стволах, корнях и почве. Для этого нужны инструменты измерения, а не оценки потенциала.

Именно поэтому логично начать с полевых методов. Они появились раньше других, требуют прямого контакта с объектом и до сих пор остаются тем эталоном, по которому проверяют все остальные подходы. Их точность высока, но цена этой точности - трудоёмкость, время и ограниченность масштаба.

В биометрическом подходе лежит работа с деревьями в естественных условиях: на учётных площадках у каждого ствола фиксируют два показателя - толщину на уровне груди (1,3 м) и высоту. Далее эти величины преобразуются в массу через аллометрические зависимости, отдельно для стволовой древесины, кроны, ассимилирующего аппарата и подземной части. Переход к запасу углерода выполняется через долю от абсолютно сухого вещества, обычно принимаемую около 0,5. На уровне учётной площадки такой подход даёт высокую точность и потому служит ориентиром при проверке других способов. Его слабые стороны - высокая трудоёмкость и стоимость, особенно на крупных объектах и в труднодоступных районах.

Вихревая ковариация основана на регистрации турбулентных пульсаций воздушных потоков над лесным пологом. Установленные на мачтах датчики с высокой частотой измеряют колебания концентрации углекислого газа, что позволяет оценить его обмен между экосистемой и атмосферой. Совместный анализ этих пульсаций позволяет получить средний по площади показатель обмена - сколько углерода экосистема отдаёт и сколько забирает. Аппаратура включает ультразвуковые анемометры и инфракрасные газоанализаторы, размещаемые на высотных мачтах. Такой способ требует дорогостоящего оборудования,

квалифицированного обслуживания и сложной обработки данных. Отдельная методическая трудность - разделение чистого обмена на валовой первичный продукт и экосистемное дыхание. Кроме того, он не показывает распределение углерода по пулам и чувствителен к рельефу и атмосферным условиям.

Полевые измерения точны и детальны, но ограничены масштабом учётной площадки. Для экстраполяции на регионы и тем более на глобальный уровень нужны другие инструменты - их даёт дистанционное зондирование Земли. Однако переход к съёмке из космоса не отменяет полевых работ: наоборот, измерения на земле остаются калибровочной основой, без которой дешифрирование снимков теряет количественную определённость. Способы дистанционной регистрации различаются по физической природе сигнала, а значит - по чувствительности к разным характеристикам древостоя. Это делает оправданным их раздельное рассмотрение: пассивная оптика, радиолокация и лидар занимают разные ниши в мониторинге углеродных пулов.

Оптические сенсоры оценивают, как растения отражают свет в разных диапазонах, и на основе этого соотношения строят условные показатели - NDVI и EVI, - которые лишь косвенно указывают на количество зелёной массы. К сильным сторонам такого способа относятся глобальный и региональный охват, высокая периодичность съёмки и доступность данных. Ограничения тоже существенны: невысокая точность оценки, необходимость калибровки по полевым измерениям, зависимость от облачности и атмосферных условий, а также нечувствительность к вертикальной структуре древостоя.

Радиолокационное зондирование основано на излучении микроволнового сигнала и регистрации его отражения от элементов древостоя – крон, стволов и почвенного покрова. Анализ отражённого сигнала позволяет судить о ярусной структуре и сомкнутости леса. В отличие от оптической съёмки, радиолокация работает независимо от облачности и времени суток. К её ограничениям относятся чувствительность к влагосодержанию растительности и почвы, сложность обработки данных, ограниченная доступность длинноволновых диапазонов и повышенный уровень шума на пересечённом рельефе.

Лидарный метод основан на измерении времени возврата лазерного импульса, отражённого от элементов растительности. По этим данным восстанавливают трёхмерную структуру полога, включая отдельные ветви. Среди дистанционных методов лидар обеспечивает наиболее детальную реконструкцию. Однако воздушное лазерное сканирование отличается высокой стоимостью, космические лидарные системы имеют ограниченное покрытие, а обработка данных требует значительных вычислительных ресурсов.

Дистанционные способы расширяют пространственный охват, но остаются косвенными: регистрируемый сигнал лишь коррелирует с искомыми характеристиками. Ни один из них не отвечает на вопрос, как поведёт себя экосистема при изменении климата или режима управления. Эту задачу решают модели углеродного цикла, которые опираются на полевые и дистанционные данные и воспроизводят динамику пулов и потоков во времени. Модели не подменяют собой измерения - они на них опираются. Полевые и спутниковые данные дают модели материал для настройки и одновременно служат линейкой, по которой проверяют, насколько правдоподобно она воспроизводит реальность. Модели

углеродного цикла делятся на два класса: процессно-ориентированные (механистические) и эмпирические (инвентаризационные). Первые воспроизводят физиологические, экологические и биогеохимические процессы - фотосинтез, дыхание, рост, разложение, гидрологию – и на этой основе прогнозируют динамику углеродных пулов и потоков. Их преимущество заключается в прогностической способности. К недостаткам относятся параметрическая неопределённость, сложность полной валидации, вычислительная затратность и неизбежное упрощение реальных процессов.

Эмпирические модели строятся на статистических зависимостях, полученных из полевых или дистанционных данных, и применяются для экстраполяции оценок углерода. Они удобны для национальных кадастров, однако их прогностическая способность за пределами условий калибровки ограничена, а качество результата напрямую зависит от качества таксации. Модели углеродного цикла позволяют заглянуть в будущее экосистемы, но они не объясняют, почему фотосинтез идёт с той или иной скоростью. Чтобы понять это, нужно спуститься на уровень самого фотосинтетического аппарата и оценить его состояние. Эту задачу решает физиологический мониторинг.

Эффективность световых реакций фотосинтеза определяет скорость фиксации углерода и потенциал накопления органического вещества. Ключевым показателем состояния фотосистемы II служит флуоресценция хлорофилла. После поглощения фотона электрон переходит в возбуждённое состояние, и его деактивация возможна по трём конкурирующим каналам: фотохимическому, тепловому и флуоресцентному. Ослабление первых двух приводит к росту выхода флуоресценции. В 1980-е годы был разработан метод PAM, обеспечивший неинвазивный анализ работающего листа. Он позволил измерять эффективность преобразования световой энергии фотосистемой II и оценивать влияние стрессовых факторов. В основе PAM-флуориметрии лежит регистрация флуоресценции, возбуждаемой модулированным слабым измерительным светом, что даёт возможность наблюдать за состоянием аппарата на фоне действующего ФАР. Насыщающие импульсы временно закрывают реакционные центры фотосистемы II, что позволяет рассчитать максимальный и минимальный уровни флуоресценции и ключевые параметры её работы. PAM-флуориметрия существенно расширила понимание световых реакций фотосинтеза и стала рабочим инструментом для изучения влияния экологических факторов. Поскольку климат, водный режим, минеральное питание и конкуренция отражаются на параметрах флуоресценции, метод применяется для оценки физиологического состояния и устойчивости насаждений.

Проведённый анализ показывает, что универсального метода оценки углеродного баланса леса не существует. Каждый из рассмотренных подходов - биометрия, вихревая ковариация, пассивная оптика, радиолокация, лидар, физиологический мониторинг и модели углеродного цикла – имеет свои преимущества и ограничения. Точность и масштаб, как правило, находятся в обратной зависимости: чем выше детализация, тем уже охват, и наоборот.

Отсюда следует не вывод о несовершенстве методов, а вывод о необходимости их комплексного применения, поскольку каждый метод дополняет другие. Полевые измерения обеспечивают точку опоры и калибровочную основу для

всех последующих оценок. Дистанционное зондирование расширяет охват до регионального и глобального уровня, позволяя видеть целостную картину. Физиологический мониторинг отражает текущее состояние фотосинтетического аппарата в каждый конкретный момент. Модели связывают эти данные во времени и позволяют строить обоснованные прогнозы. Ни один из элементов не заменяет остальные, но вместе они образуют единую систему, в которой слабые стороны одного компенсируются сильными сторонами другого. Именно такой комплексный подход, основанный не на сумме методов, а на их осмысленной интеграции, представляет собой наиболее перспективный путь к целостной картине углеродного баланса лесных экосистем.

Список использованных источников

1. Володькин, А. А. Лесная биометрия как метод обработки статистической информации / А. А. Володькин // Организационно-методические аспекты повышения качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программам высшего и среднего профессионального образования: Сборник статей VI Всероссийской (национальной) научно-методической конференции. – Пенза: ПГАУ, 2024. – С. 47-50. – EDN WAAGRP.

2. Загирова, С. В. Обмен диоксида углерода и влаги между ельником и атмосферой в весенне-летний период при разных погодных условиях / С. В. Загирова, О. А. Михайлов, В. В. Елсаков // Сибирский экологический журнал. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 55-70. – DOI 10.15372/SEJ20190105. – EDN YXSJWP.

3. Кашулин, П. А. Когерентная фотосинтетическая активность листопадных лесообразующих деревьев / П. А. Кашулин, Н. В. Калачева // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Естественные и гуманитарные науки. – 2024. – Т. 3, № 1. – С. 63-70. – DOI 10.37614/2949-1185.2024.3.1.008. – EDN FOUMFJ.

4. О возможности использования унифицированных аллометрических уравнений фитомассы деревьев / В. А. Усольцев, А. Т. Мезенцев, Е. В. Кох [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3(89). – С. 37-40. – EDN OWHXDP.

5. Оценка аккумулирования CO2 сосновым древостоем методом микровихревых пульсаций / О. Б. Шибистова, Д. Ллойд, О. Колле [и др.] // Доклады Академии наук. – 2002. – Т. 383, № 3. – С. 425-429. – EDN VUICPD.

6. Припутина, И. В. Выбор оптимальных схем посадки лесных культур: компьютерный эксперимент / И. В. Припутина, Г. Г. Фролова, В. Н. Шанин // Компьютерные исследования и моделирование. – 2016. – Т. 8, № 2. – С. 333-343. – EDN VXMEYZ.

7. Солодовник, К. С. Динамика запаса углерода в лесном фонде Пензенской области / К. С. Солодовник, Д. Ю. Косевич, А. А. Володькин // Инновационные идеи молодых - десятилетию науки и технологий: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 ноября 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 270-273. – EDN MAZJUT.

8. Солодовник, К. С. Роль карбоновых полигонов для мониторинга углеродного баланса в природных экосистемах / К. С. Солодовник, А. А. Володькин // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного

комплекса: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых / Том III. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 97-99. – EDN HQOKWH.

9. Флуоресценция хлорофилла растений как показатель экологического стресса: теоретические основы применения метода / В. С. Лысенко, Т. В. Вардуни, В. Г. Сойер, В. П. Краснов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4-1. – С. 112-120. – EDN PUUHQB.

METHODS FOR ASSESSING THE CARBON BALANCE OF FOREST ECOSYSTEMS

V.N. Krylov

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The article examines methods for quantifying the carbon balance of forest ecosystems - including field, remote sensing, physiological, and modeling approaches - and outlines their capabilities and limitations. It demonstrates an inverse relationship between the accuracy and spatial coverage of these methods and notes the absence of a universal approach. The study argues for an integrated application of these methods, wherein field measurements serve as a calibration basis, remote sensing extends spatial coverage, and models provide projections.

Keywords: forest ecosystems, biometrics, carbon balance, photosynthesis, remote sensing, carbon cycle models.

УДК 59.006: 599.742.41

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ РОСОМАХ РАЗНОГО ВОЗРАСТА НА ЗАПАХОВЫЕ СТИМУЛЫ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Л.В. Лужных[1], Н.А. Веселова[2], Т.С. Дёмина[3]

[1]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, института зоотехнии и биологии г. Москва, Россия,
[2]Научно-экспозиционный отдел Государственного биологического музея имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия,
[3]Отдел «Хищные млекопитающие» Центра воспроизводства редких видов животных ГАУ «Московский зоологический парк», г. Москва, Россия

Настоящая статья посвящена сравнительному анализу поведенческих реакций росомах Gulo gulo разного возраста (взрослых и детёнышей) на различные запаховые стимулы в рамках программы по обогащению среды животных в

искусственных условиях. Изучены факторы, являющиеся определяющими в выборе типа стимула при проявлении исследовательского поведения.

Ключевые слова: обогащение среды, благополучие животных, поведение, биологическое разнообразие, зоокультура, росомаха *Gulo gulo*.

Введение. Современные зоопарки существенно отличаются от зоопарков первой половины XX века. Основное отличие заключается в обязательном проявлении профессионального отношения к благополучию животных, содержащихся в учреждении. Снижение уровня стрессовых реакций животных и сохранение их естественного поведения являются одними из основных принципов, которых должны придерживаться специалисты в области зоопарковского дела. Немаловажным является и тот факт, что животные с высоким уровнем психологического благополучия лучше всего подходят для проведения различных научных исследований и участия в программах размножения [1].

Росомаха Gulo gulo Linnaeus, 1758 – хищное млекопитающее семейства куньих, единственный представитель рода росомахи (*Gulo Pallas*, 1780). В природе этот хищник отличается выраженной территориальностью и крайней непривередливостью к кормам. Чаще всего росомаха питается падалью, может охотиться на зайцев, грызунов, других хищников, включая лисиц и выдр, а также на детёнышей копытных. Ловит птиц и разоряет их гнёзда, поедая яйца; летом в рацион росомах также входят ягоды, мёд, кедровые орехи [2].

На основании вышесказанного нами было проведено исследование поведенческих реакций росомах *Gulo gulo* разного возраста на внесение запаховых стимулов при содержании в условиях вольерного комплекса.

Методы исследования. Работу проводили в Центре воспроизводства редких видов животных Московского зоопарка, расположенном в Московской области, Волоколамском районе, рабочем посёлке Сычёво, в период с 28.05.2026 г. по 27.06.2026 г.

Исследование проводили на 7 особях росомахи, которых содержали в общем вольерном комплексе, что позволяло одновременно наблюдать за всеми животными. Животные условно были поделены на две возрастные группы – детёныши в возрасте 5–6 месяцев (3 особи) и взрослые животные, старше 4 лет (4 особи).

В качестве ольфакторных стимулов использовали запахи других хищных пушных зверей: лесного хорька *Mustela putorius Linnaeus*, 1758, соболя *Martes zibellina Linnaeus*, 1758 и обыкновенной лисицы *Vulpes vulpes (Linnaeus*, 1758). В качестве предметов обогащения среды, на которые наносили запахи, применяли картонные коробки двух типов (с низкими и с высокими бортами). Перед проведением наблюдений коробки на сутки помещали в вольеры пушных зверей, после чего вносили их в вольер росомах. В периоды фоновых наблюдений животным предоставляли контрольные коробки без запаха. Сначала использовали коробки с низкими бортами (эксперимент 1), затем – с высокими (эксперимент 2).

Каждый эксперимент начинался с трёх дней контрольных наблюдений, когда в вольеры росомах ежедневно помещали чистые коробки. После делали перерыв в один день. Затем коробки с каждым источником запаха поочерёдно

вносили в вольеры на протяжении трёх дней. Между сменой запаха и предмета обогащения среды также делали перерыв в один день. Картонные коробки помещали в вольер росомах после уборки и кормления животных, после чего начинали наблюдения.

Наблюдения за животными вели методом временных срезов [3]. Продолжительность сессии зависела от длительности взаимодействия животных с предметом обогащения среды (до тех пор, пока росомахи полностью не уничтожали коробку). В среднем на это уходило около одного часа. Из всей активности (100%) животных в течение сессии регистрировали только те формы поведения, которые были непосредственно связаны с взаимодействием с предметами обогащения среды (обнюхивание предмета, копание грунта вокруг, разрывание предмета на части, грызение и перенос предмета в зубах). Всего было проведено 32 часа наблюдений.

Результаты исследования и их обсуждение. Рассмотрим средние значения уровня разных форм взаимодействия взрослых росомах с запаховыми стимулами на коробках двух типов (рис. 1).

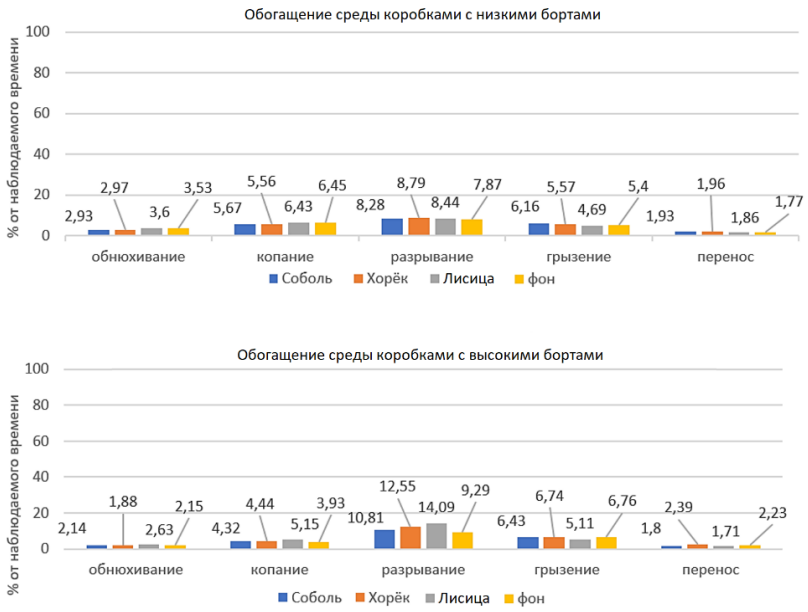


Рисунок 1 – Динамика взаимодействия взрослых росомах с предметами обогащения среды, %

В целом на долю взаимодействия взрослых росомах с предметами обогащения среды от всего времени наблюдений приходилось 24,98% при использовании коробок с низкими бортами и 26,67% – при использовании коробок с высокими бортами.

Сопоставление данных двух этих экспериментов выявило общие закономерности. В течение обоих экспериментов наибольшую долю от всех форм взаимодействия росомах с предметами обогащения среды составило разрывание коробок. При этом на первом этапе этот показатель в среднем составил 8,35%, тогда как на втором – 11,69%. Больше всего времени на это в первом случае

животные тратили на коробки с запахом хорьков (8,79%), а во втором – на коробки с запахом лисицы (14,09%). Минимальные значения уровня этой формы поведения в обоих случаях отмечались при использовании коробок без запаха (7,87% и 9,29% соответственно).

Вместе с тем, доли формы поведения «перенос» были минимальны в обоих случаях (в среднем 1,88% при внесении коробок с низкими бортами и 2,03% – с высокими бортами). При этом в первом случае наибольшее значение данного показателя отмечали при использовании запаха хорьков (1,96%), а наименьшее – при внесении контрольной коробки без запаха (1,77%). Во втором эксперименте также чаще всего мы наблюдали перенос коробки с запахом хорьков (2,39%), а реже всего – с запахом лисицы (1,71%). Столь низкие значения данной формы взаимодействия росомах с объектами обогащения среды можно объяснить размером и конструкцией коробок, которые физически затрудняли их перенос.

Доли обнюхивания в обоих экспериментах также были невысоки (в среднем 3,26% и 2,20% соответственно). При этом при использовании коробок с низкими бортами росомахи чаще всего обнюхивали те, на которых был запах лисицы (3,60%), а реже всего – с запахом соболя (2,93%).

Копание в среднем преобладало при внесении коробок с низкими бортами, что составило 6,03%. Максимальное значение уровня этой формы поведения на данном этапе наблюдалось при использовании коробки без запаха (6,45%), минимальное – с запахом хорьков (5,56%). Во втором эксперименте на долю копания в среднем приходилось 4,46% (наибольшее значение – 5,15% – на запах лисицы, наименьшее – 3,93% – на коробку без запаха).

Росомахи в среднем чаще грызли коробки с высокими бортами (6,26%). При этом во время фоновых наблюдений уровень этого показателя был наивысшим и составил 6,76%, тогда как наименьшее значение отмечали при использовании запаха лисицы (5,11%). При внесении коробок с низкими бортами средний уровень данной формы поведения составил 5,46%. Максимальное значение (6,16%) на этом этапе отмечалось при использовании запаха соболя, а минимальное (4,69%) – запаха лисицы. Можно предположить, что такое распределение форм взаимодействия росомах с предметами обогащения среды связано с тем, что обыкновенная лисица в природе является потенциальным конкурентом росомахи [2], вследствие чего реакция животных на её запах отличалась от реакции на запахи куньих (хорька и соболя), что проявлялось в увеличении времени копания и разрывания коробок. Внесение контрольных коробок без запаха вызывало преимущественно разгрызание как основной способ исследования незнакомого предмета.

На рисунке 2 представлены средние значения уровня различных форм взаимодействия детёнышей росомах с запаховыми стимулами, нанесёнными на коробки двух типов.

В целом на протяжении всего исследования детёныши росомахи тратили мало времени на взаимодействие с предметами обогащения среды (всего 4,01% – на коробки с низкими бортами и 2,03% – на коробки с высокими бортами).

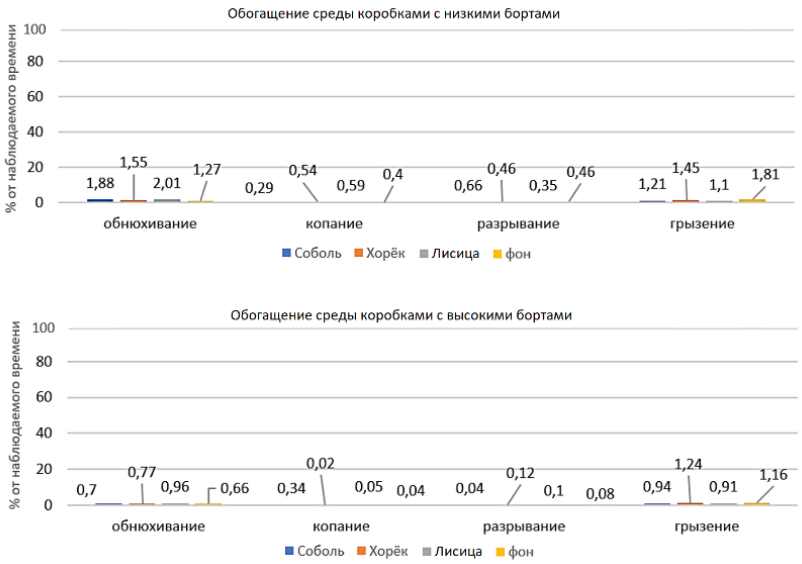


Рисунок 2 – Динамика взаимодействия детёнышей росомах с предметами обогащения среды, %

Также при проведении наблюдений у детёнышей росомахи не отмечалась такая форма поведения как «перенос». Вероятно, это связано с тем, что детёныши были еще слишком малы, чтобы переносить объёмные коробки с места на место по вольеру.

На первом этапе эксперимента при использовании коробок с низкими бортами больше всего времени у детёнышей росомахи уходило на обнюхивание предметов обогащения среды, что в среднем составило 1,68% от всей активности животных. При этом максимальное значение данного показателя (2,01%) было отмечено при внесении запаха лисицы, тогда как минимальное (1,27%) – во время фоновых наблюдений. На втором этапе эксперимента на долю обнюхивания в среднем приходилось 0,77% времени наблюдения. Однако и здесь наибольший интерес у животных вызывали коробки с запахом лисицы (0,96%), а наименьшее значения данного показателя было отмечено во время контрольных наблюдений (0,66%). Можно предположить, что такая схожая реакция детёнышей росомахи на запах потенциального пищевого конкурента является способом тщательной оценки этого биологически значимого стимула.

Второй по продолжительности формой взаимодействия детёнышей росомахи с предметами обогащения среды было грызение. В первом эксперименте его средняя доля составила 1,39%, во втором – 1,06%. При этом, когда использовали коробки с низкими бортами, максимальное значение этого показателя отмечалось при фоновых наблюдениях (1,81%), тогда как при использовании коробок с высокими бортами такой показатель был характерен для запаха хорьков (1,24%). Минимальное время в обоих экспериментах детёныши росомахи тратили на разгрызание коробок с запахом лисицы (1,1% и 0,91% соответственно). Можно предположить, что запах лисицы как потенциального пищевого конкурента и хищника, представляющего опасность для детёнышей росомахи,

заставлял животных быть более осторожными и тратить меньше времени на разгрызание и разрывание коробок.

Наименьшее время в первом эксперименте животные тратили на копание (в среднем 0,46%), а во втором – на разрывание коробок (в среднем 0,09%). Более высокая доля разрывания коробок в первом эксперименте (в среднем 0,48%) может быть связана с их конструктивными особенностями (низкие борта легче схватить и разорвать).

Несмотря на количественные расхождения показателей, в обоих экспериментах воспроизводится единый паттерн поведения исследуемых животных. Запах лисицы увеличивает долю обнюхивания и снижает долю грызения, тогда как внесение контрольных коробок без запаха и с запахами других куньих стимулирует длительное взаимодействие росомах обеих возрастных групп с предметами обогащения среды.

При сопоставлении данных по взрослым росомахам и детёнышам выявлены существенные различия в стратегиях исследовательского поведения. Взрослые животные демонстрируют высокую интенсивность копания и разрывания коробок – это отражает тактику силового обследования потенциально опасного объекта. У детёнышей эти формы поведения выражены слабо, основу их активности составляют обнюхивание и грызение – более осторожные способы взаимодействия с незнакомым предметом.

Биологическая основа этих различий, вероятно, связана с тем, что взрослые особи, обладая достаточным опытом, допускают агрессивное исследование, тогда как более уязвимые детёныши избегают рискованных действий. Запах хищника-конкурента вызывает у взрослых животных реакцию устранения угрозы, тогда как у детёнышей – её оценку. При этом у молодых животных выше доля грызения как способа накопления сенсорного опыта. Таким образом, поведенческие различия отражают онтогенетическую динамику: от осторожного исследования (обнюхивание, грызение) к активным разрушительным действиям по мере накопления опыта (копание, разрывание, перенос).

Список использованных источников

1. Федотова, А. С. Гигиена воздушной среды животноводческих помещений: учебное пособие/ А. С. Федотова. – Красноярск: КрасГАУ, 2011. – С. 195. EDN: UXZBFF

2. Новиков Г. А. Хищные млекопитающие фауны СССР / гл. ред. Е. Н. Павловский. – М., Л.: Издательство АН СССР, 1956. – С. 200–207.

3. Попов, С. В. Руководство по исследованиям в зоопарках. Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в зоопарках / С. В. Попов, О. Г. Ильченко. – М.: Московский зоопарк, 2008 – С. 165. EDN: QKSFEL

4. Купер, Д. О. Прикладной анализ поведения / Д. О. Купер, Т. Э. Херон, У. Л. Хьюард; пер. с англ.: А. Г. Азов [и др.]. – М.: Практика, 2016. – 826 с.

COMPARATIVE ANALYSIS OF BEHAVIORAL RESPONSES OF WOLVERINES OF DIFFERENT AGES TO OLFACTORY INCENTIVES IN CAPTIVITY

L.V. Luzhnykh[1], N.A. Veselova[2], T.S. Dyomina[3]

[1]Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Institute of Zootechnics and Biology, Moscow, Russia
[2]Scientific and Exposition Department of the State Biological Museum named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia
[3]Department "Predatory Mammals" of the Rare Species Reproduction Center of the State Autonomous Institution "Moscow Zoological Park", Moscow, Russia

This article presents a comparative analysis of the behavioral responses of wolverines Gulo gulo of different ages (in adult and juvenile) to various olfactory incentives of an environmental enrichment program for animals in captivity. The factors determining the choice of stimulus type during exploratory behavior were investigated.

Keywords: environmental enrichment, animal welfare, behavior, biodiversity, zoo culture, wolverine Gulo gulo.

УДК 627.82

ПРОЕКТ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е.В. Максименко, Л.М. Болдырева

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

В статье представлен проект, который направлен на создание и внедрение комплексной системы мониторинга показателей безопасности гидротехнических сооружений (ГТС) Краснодарского водохранилища – ключевой водохозяйственный объект юга России. Актуальность проекта обусловлена длительным сроком эксплуатации сооружений, высокой социально-экономической значимостью водохранилища и рисками гидродинамических аварий. Результаты проекта позволяют обеспечить непрерывный контроль технического состояния ГТС, своевременно выявлять опасные участки и обосновывать мероприятия по капитальному ремонту, локализации аварий и повышению устойчивости сооружений.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, Краснодарское водохранилище, мониторинг, фильтрация, деформации.

Введение

Водоём расположен на землях двух субъектов РФ – Республики Адыгея и Краснодарского края.

Его левобережье охватывает Красногвардейский и Теучежский районы Адыгеи, а также Белореченский район Кубани; правобережье включает краевой центр, Динской и Усть-Лабинский муниципальные образования.

Краснодарское водохранилище (рис. 1) находится в средней части течения Кубани; плотина возведена в 248 км от устья, выше по течению от г. Краснодара.



Рисунок 1 – Схема расположения Краснодарского водохранилища

Длина реки до створа плотины – 630 км, площадь бассейна – 45,9 тыс. км².

В акваторию впадают притоки: Кубань, Лаба, Белая, Пшиш, Марта, Апчас, Шундук, Псекупс.

Фильтрационные наблюдения:

Замеры уровней в пьезометрических скважинах проводят с использованием скважинного уровнемера тросового типа УСК-ТЛ «Хлопушка» с измерительной лентой длиной 30 или 50 м, что позволяет фиксировать положение водной поверхности с точностью до 1 см.

По полученным данным в среде AutoCAD вручную строится депрессионная кривая (пример – рис. 2).

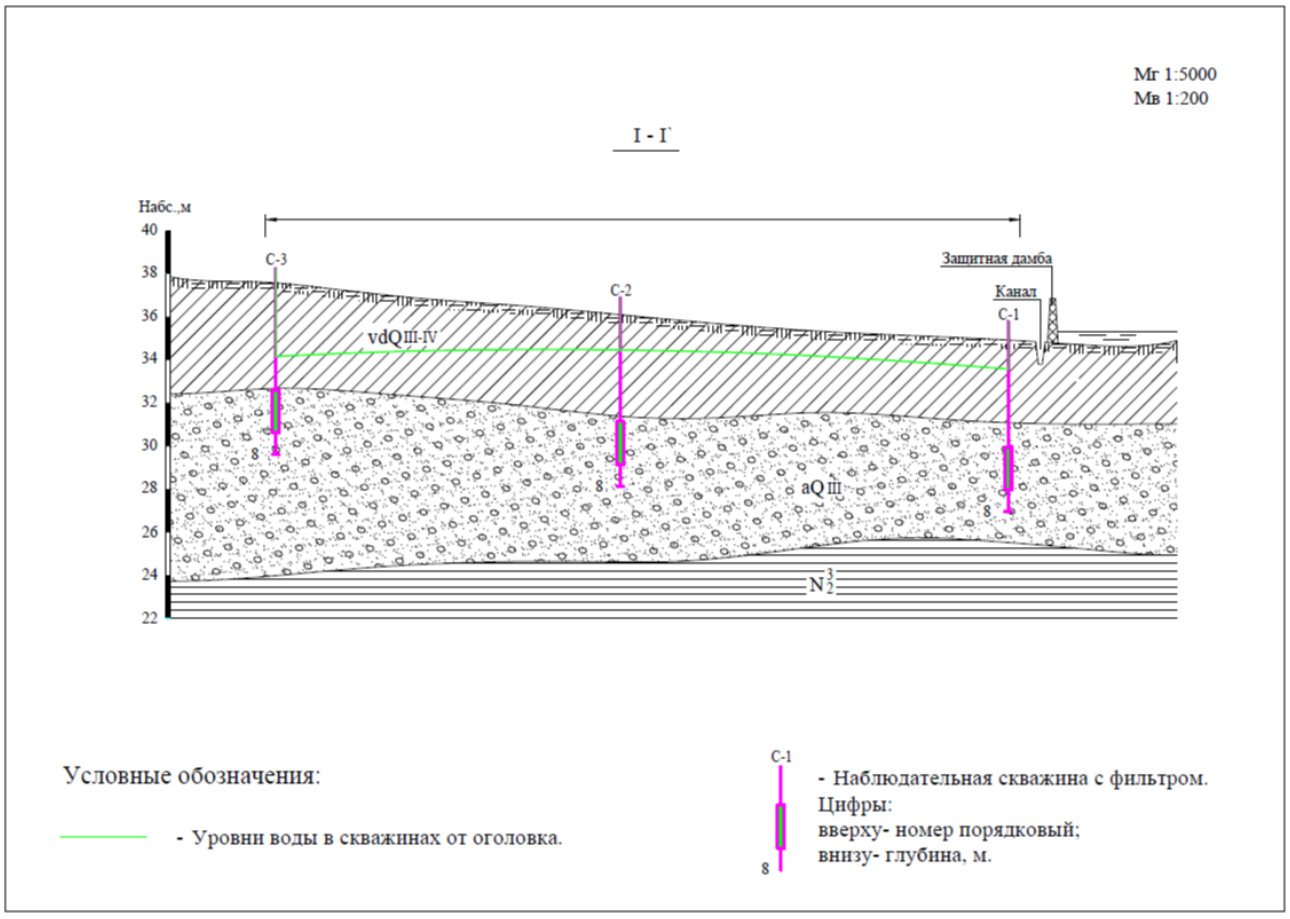


Рисунок 2 – Пример построения депрессионной кривой в программе AutoCAD

Примечание. Составлено автором на основе собственных исследований.

Мониторинг гидротехнических сооружений осуществляется в целях:

– обеспечения постоянного оперативного слежения за текущим техническим состоянием сооружений, позволяющее заблаговременно фиксировать и прогнозировать развитие нежелательных процессов и повреждений, способных снизить эксплуатационную надёжность;

– минимизация риска возникновения аварийных ситуаций;

– оценка результативности проводимых ремонтно-профилактических работ с точки зрения повышения устойчивости и безопасности объектов.

В основе мониторинга лежат данные инструментальных натурных замеров с помощью контрольно-измерительной аппаратуры (КИА).

Система мониторинга, проводимого на объекте, должна в себя включать:

– систематические полевые наблюдения за функционированием и состоянием конструкций, а также за количественными и качественными показателями их надёжности;

– накопление, систематизацию и обработку получаемых результатов;

– формирование и ведение электронных баз данных на персональных компьютерах;

– экспресс-анализ контролируемых параметров и краткосрочное прогнозирование их изменений в ходе дальнейшей эксплуатации.

По итогам каждого цикла измерений должна проводиться оперативная оценка фактической надёжности и безопасности путём сопоставления измеренных значений с проектными (номинальными) и предельно допустимыми критериями.

Оперативную оценку надежности и безопасности сооружений следует производить методом сравнения фактических (полученных натурными измерениями) показателей их работы и состояния с соответствующими критериальными показателями – номинальными (проектными) и предельно – допустимыми.

Визуальный осмотр заключается в периодическом обходе объектов с фиксацией выявленных дефектов, выполнением зарисовок и фотосъёмки, проведением обмеров обнаруженных нарушений с использованием простейших измерительных приборов.

Инструментальная часть включает: определение осадок и горизонтальных смещений конструкций, замеры уровней воды в наблюдательных скважинах и дренажах, измерение расходов дренажных систем и насосных станций, а также нивелирные съёмки сооружений. Эти работы выполняются с помощью штатных КИА – реперов, щелемеров, марок и пьезометров. Результаты заносятся в специальные журналы с указанием планируемых мероприятий, сроков их выполнения и отметок о фактическом исполнении.

В перспективе предлагаемая система мониторинга станет базой для внедрения риск-ориентированного подхода к управлению безопасностью ГТС, что полностью отвечает современным требованиям инженерной защиты территорий и рационального использования водных ресурсов.

Список использованных источников

1. Рекомендации по проведению натурных наблюдений за осадками грунтовых плотин", П87-2001, ВНИИГ, Санкт-Петербург 2001.

2. Методические рекомендации по составлению проекта мониторинга безопасности гидротехнических сооружений на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и организациях», РД 03-417-01, 2002 г.

3. Рациональность использования водных ресурсов в экономике горных территорий Северного Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. – 2018. – Т.10, №1 (35). – С. 48-62. – DOI: 10.21177/1998-4502-2018-1-10-48-62.

4. Федеральный закон "О безопасности гидротехнических сооружений" №117-ФЗ от 21.07.1997.

5. СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения», Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003.

6. Болдырева Л. М., Печников В. К., Шеламов Р. С. Апробация информационной модели уровенного режима распределительного оросительного канала // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15, № 3. С. 91–114. https://doi.org/10.31774/2712-9357-2025-15-3-91-114

7. Перминова Е. С, Болдырева Л. М. Устойчивое развитие и охрана ландшафтов Выселковского района // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации: сборник статей II Международной научно-практической конференции / Пензенский государственный аграрный университет [и др.]; под науч. ред. Кухарева О.Н., Носова А.В. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2025. – С. 173-177

8. Приходько Л. М., Болдырева Л. М., Колесникова А. О. Пути повышения урожайности риса на Юге России // Международная научная конференция по биотехнологии и пищевым технологиям (BFT-2025) / BIO Web of Conferences. Т. 194 (2025). DOI: https://doi.org/10.1051/bioconf/202519401082

SECURITY INDICATOR MONITORING PROJECTHYDRAULIC STRUCTURES OF THE KRASNODAR TERRITORY RESERVOIRS

E.V. Maksimenko, L.M. Boldyreva

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

The article presents a project aimed at creating and implementing a comprehensive monitoring system for the safety of hydraulic structures (GTS) of the Krasnodar Reservoir, a key water management facility in southern Russia. The relevance of the project is due to the long service life of the facilities, the high socio-economic importance of the reservoir and the risks of hydrodynamic accidents. The results of the project make it possible to ensure continuous monitoring of the technical condition of the GTS, timely identify dangerous areas and justify measures for major repairs, localization of accidents and increasing the stability of structures.

Keywords: hydraulic structures, Krasnodar reservoir, monitoring, filtration, deformations.

УДК 630*231

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ПОСЛЕ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК

Т.А. Матвеева

Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия

Исследованы особенности лесообразовательного процесса под пологом соснового древостоя после выборочной рубки в насаждениях разнотравной группы типов леса. Установлено, что преобразование пространственной структуры местообитания коренной ассоциации положительно влияет на появление молодого поколения лесообразующей породы и его последующий рост.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, разнотравная группа типов леса, выборочная рубка, последующее лесовозобновление.

Леса, являясь одним из основных факторов социально-экономического развития России, обеспечивают экологическую безопасность, сохранение биоразнообразия природных ландшафтов и комфортную среду для многих представителей животного мира. Вместе с тем, неблагоприятные внешние воздействия, а также экстенсивная модель лесопользования послужили причинами ослабления экологического и ресурсного потенциала лесов.

После рубки, пожаров, нападения энтомовредителей, из-за высоких рекреационных нагрузок, сопровождающихся деградацией древостоев, происходит заселение территории самосевом древесных пород на месте выбывших из насаждений деревьев, и его результат – организация новой динамической системы с присущей ей особенностями природной среды.

Но зачастую нарушения лесной экосистемы бывают не столь значительными, и тогда существенные изменения претерпевают лишь небольшие участки, на которых произошел отпад отдельных деревьев. Возникает пространственная неоднородность лесовозобновительных условий на участке, где наблюдается чередование комфортных и дискомфортных зон, от которых зависит формирование пространственной и вертикальной структуры растительного сообщества. Изменение внешнего вида фитоценоза влияет на характер поселения молодого поколения лесообразующей породы. Перспектива дальнейшего состояния и развития фитоценоза определится в соответствие с интегральной структурой участка из сложной мозаики отдельных физиономически разнородных локаций.

Цель работы: выявить особенности лесообразовательного процесса под пологом соснового древостоя после выборочной рубки в насаждениях разнотравной группы типов леса. Объектами исследования, расположенными в подтаежном поясе Манско-Канского лесорастительного округа (северо-западная часть Восточного Саяна), явились участки незатронутого внешними воздействиями соснового ценоза (контрольные площади), и участки, где проведена выборочная рубка.

Пробные площади были заложены на двух вырубках (участки 1 и 3), расположенных на пологом (2-30) склоне северо-западной экспозиции. При выявлении участков, используемых в качестве контрольных, обследовали насаждения, расположенные у границ вырубок (участки 2 и 4). Идентичность участков устанавливалась их принадлежностью к одному типу леса, одинаковым мезо- и микрорельефом, и почвой.

Закладку и описание пробных площадей, таксацию древостоев, представленных сосной обыкновенной (Pinus sylvestris L.), проводили по общепринятым методическим указаниям [1, 7]. Показатели древостоев представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика древостоев до рубки и после рубки

Номер участка	Категория участка	Состав древостоев	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет	Полнота
1	вырубка	10С + П	19,4	30,3	105	0,47
2	контроль	10С ед. П	20,4	32,1	110	0,84
3	вырубка	10 С ед. П	20,0	29,6	110	0,52
4	контроль	10 С ед. П	21,3	30,7	115	0,80

Предварительное возобновление под пологом контрольных древостоев характеризуется как слабое и сосне здесь отводится незначительная роль. Следует отметить, что репродуктивный потенциал сосны вполне достаточен для формирования молодого поколения, поэтому наличие или отсутствие такового в насаждении тесно связано с ценотическими причинами.

Несмотря на широкие адаптационные возможности сосны, недостаток пищевых и энергетических ресурсов в высокополнотном древостое вызывает ослабление ростовых процессов и нежелательную перестройку морфоструктуры, и, начиная с 5-6-летнего возраста, наблюдается прогрессирующее замедление роста молодых особей. В конечном итоге, к 10-12 годам угнетенные особи не выдерживают конкурентного давления и элиминируют.

В составе подроста более заметна пихта сибирская (Abies sibirica Ledeb.) 15-17-летнего возраста, достаточно комфортно чувствующая себя в условиях ограниченного пологом леса светового довольствия. Пихта хорошо сохранилась после уборки взрослых деревьев, и не испытала светового стресса, вследствие молодого возраста, позволившего ей адаптироваться к новым условиям среды. Но низкая густота (около 600 шт./га) свидетельствует о неспособности пихты принять полноценное участие в формировании древостоя.

Подлесок распределен на площади неравномерно и не играет сколь-нибудь заметной роли ни в лесовозобновительном процессе, ни в сложении аспекта насаждения. Видовой состав живого напочвенного покрова представлен, в основном, таежным мелкотравьем. Лидирующие позиции занимают грушанка круглолистная (Pyrola rotundifolia L.) и майник двулистный (Majanthemum bifolium L.), местами присутствует осока большехвостая (Carex macroura Meinsh).

Поскольку географическая среда изучаемых участков одинакова, то определяющим фактором последующих изменений насаждения выступает полнота древостоя – один из важнейших таксационных показателей, характеризующий степень использования деревьями занимаемого пространства. После выборочной рубки полнота древостоя уменьшилась с 0,8 (высокий показатель) до 0,5 (низкий показатель). Сложившееся образование растительного сообщества было нарушено и, что очень важно, значительная часть лесной подстилки в местах вырубки деревьев уничтожено, местами произошло обнажение минеральной части почвы. О важности минерализации почвы для появления всходов и последующего роста самосева отмечается в работах многих исследователей [3, 8 и др.].

Такое воздействие, хотя и некритическое, преобразует пространственную структуру местообитания коренной ассоциации, делая ее более сложной. Это способствует повышению неоднородности среды, образованию мозаики местообитания и, при позитивном сценарии развития лесовосстановительного процесса, – повышению биоразнообразия нарушенной территории. Занятые новой генерацией сосны локальные контуры впоследствии обеспечивают разновозрастный характер древостоя [2, 6].

На 7 и 11 годы после выборочной рубки на участках проведен учет естественного возобновления (таблица 2).

Таблица 2 – Состояние естественного возобновления сосны на вырубках

Номер участка	Возраст вы-рубки, лет	Высота, см	Диаметр, мм	Прирост в высоту, см	
				последний год	предыдущий год
1	7	42,3±2,67	5,4±0,62	17,1±1,56	11,8±1,62
1	11	147,4±4,79	24,9±2,01	35,0±3,82	27,4±2,56
3	7	37,8±2,82	4,8±0,54	15,9±1,38	10,3±1,11
3	11	159,0±5,53	29,3±2,20	43,1±3,54	30,7±2,18

Анализируя характеристики подроста на вырубках, можно констатировать, что снижение полноты древостоя создает благоприятную возобновительную среду. Трансформированные фитоценотические факторы биотопа помогают заселению освободившегося после уборки взрослых деревьев пространства. В хорологическом аспекте отмечается появление биогрупп разной конфигурации, величины и численности особей, что определилось неоднородностью микроэкосистем, вызванной экзогенным нарушением растительной ассоциации.

Более привлекательными представляются зоны в окнах древесного полога и в местах, где слабо развит живой напочвенный покров и удалена мертвая фитомасса. Здесь лучшие условия для прорастания семян, укоренения всходов и начального роста самосева: подготовлено хорошее семенное ложе, прорастая на котором всходы не «зависнут». Многие исследователи [2, 4, 5 и др.] характеризуют напочвенный покров как фактор, определяющий среду для возобновления леса на начальных этапах его существования и формирования.

Прирост в высоту за последние два года свидетельствует о благонадежности новой генерации сосны. Со временем на вырубке происходит восстановление травяного покрова, в его составе появляются представители злаковой растительности, поселение которых вызывает задернение почвы, и усиление конкуренции за ресурсы среды. Однако основывая стабильные биогруппы, древесные растения становятся устойчивее к негативному воздействию травяного покрова, блокируя его закрепление на занимаемой территории.

Резюмируя изложенное по оценке влияния выборочной рубки леса на возобновление сосны обыкновенной, необходимо отметить следующее.

Небольшие нарушения лесного покрова, являясь органическим элементом динамики лесных экосистем, не вызывают распада всего древостоя – основного компонента растительного сообщества, но способствуют образованию просвета в пологе и изменению жизненного пространства образованной среды. Такие воздействия поддерживают морфологическую структуру лесного фитоценоза, создавая мозаику микроместообитаний, приводящую к поддержанию и повышению биоразнообразия природного комплекса.

Список использованных источников

1. Анучин, Н.П. Лесная таксация. Учебник для вузов / Н.П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.

2. Бузыкин, А.И. Густота и продуктивность древесных ценозов / А.И. Бузыкин, Л.С. Пшеничникова, В.Г. Суховольский. – Новосибирск: Наука, 2002. – 152 с.

3. Иванов, В.П. Анализ естественного лесовозобновления на основе парцеллярной структуры в сосново-еловых насаждениях после выборочных санитарных рубок / В.П. Иванов, А.В. Ерохин, Т.Г. Колосова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – № 6(354). – С. 65-75. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2016.6.65. – EDN XAZKZV.

4. Коновалова, И.С. Динамика живого напочвенного покрова на начальных этапах формирования лесных культур средней подзоны тайги / И.С. Коновалова, Д.Ю. Коновалов // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2023. – Т. 27, № 2. – С. 27-37. – DOI 10.18698/2542-1468-2023-2-27-37. – EDN ADPMEH.

5. Матвеева, Т.А. Влияние пожаров разной силы на возобновление лиственницы сибирской / Т.А. Матвеева // Рациональное природопользование - основа устойчивого развития : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Грозный, 22–23 сентября 2020 года. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет, ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2020. – С. 302-307. – EDN YWITOK.

6. Матвеева, Т.А. Влияние пожаров на лесовозобновление в сосняках зеленомошной группы типов леса / Т.А. Матвеева, Л.С. Евдокимова // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства : Сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 28-29 ноября 2022 года / Под редакцией И.А. Байракова, И.А. Лушкина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 147-151. – EDN ATAUXF.

7. Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов / А.В. Побединский. – М.: Наука, 1966. – 64 с.

8. Приходько, О.Ю. Естественное лесовозобновление после выборочных рубок в лиственничных лесах Приморского края / О.Ю. Приходько, О.Р. Федоров, Т.А. Бычкова // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2021. – № 4(52). – С. 32-41. – DOI 10.25686/2306-2827.2021.4.32. – EDN FETTJK.

NATURAL PINE REGENERATION AFTER SELECTIVE FELLING

T.A. Matveeva

Siberian State University of Science and Technology named after M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

The characteristics of the forest formation process under the canopy of a pine stand after selective logging in mixed-herb forest types were studied. It was found that the transformation of the spatial structure of the native habitat positively influences the emergence of the young generation of forest-forming species and its subsequent growth.

Keywords: Scots pine, mixed-grass forest type group, selective logging, reforestation.

УДК 574.9

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ПОЛУОСТРОВА РЫБАЧИЙ И СРЕДНИЙ» И ЛОВОЗЕРСКОГО ГОРНОГО МАССИВА»

М.Ю. Меньшакова, Р.И. Гайнанова

Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия»

Статья посвящена проблеме изучения демографии редких видов растений Мурманской области. На примере популярный туристский территорий показано, что в многолетней динамике ряда видов наблюдаются негативные тренды. Отмечается, что популяции редких видов часто являются неполночленными или имеют низкую жизненность. Однако, проблемы возрастной структуры популяций необязательно связаны только в действием растущего туристического потока. Повышение смертности молодых особей может быть связано с аномальной погодой. Заложены основы популяционного мониторинга ряда растений Красной книги Мурманской области

Ключевые слова: ценопопуляции, возобновление, туризм, Красная книга, растительность.

Ловозерский горный массив и природный парк «Полуострова Рыбачий и Средний» являются одними из наиболее популярных туристских мест Мурманской области. Живописные пейзажи со скалами, водопадами и бескрайней тундрой привлекают как пеших туристов, так и любителей автопутешествий. Безусловно, растущий поток туристов не может не оказывать влияния на природу. Основными повреждающими факторами можно считать вытаптывание, фрагментацию местообитаний, создание стихийной инфраструктуры (кострища, бивуаки), сбор растений для пересадки или в качестве лекарственного средства (*Huber et al*, 2021a, 2021b).

Объектами данного исследования послужили ценопопуляции видов высших сосудистых растений, занесенные в Красную книгу Мурманской области и Красную книгу Российской Федерации и произрастающие на полуостровах Рыбачий и Средний и в Ловозерском горном массиве.Задачи исследования заключались в оценке современного состояния популяций тих видов на ранее сформированных пробных площадях и выявление новых ценопопуляций.

Основы популяционного мониторинга редких видов растений Мурманской области были заложены сотрудниками Полярно-альпийского ботанического сада-института, разработавшими «Биологическую флору Мурманской области», в которой были детально описаны различные стадии онтогенеза редких видов растений, изложены результаты первичных обследований нескольких ценопопуляций (Андреева и др, 1984, 1987). Большое внимание уделялось оохидным (Блинова, 2003, 2008). Впоследствии работы были продолжены при участии Мурманского арктического университета в рамках различных проектов (Гайнанова, Меньшакова, 2016, 2019; Меньшакова, Гайнанова, Поторочин, 2022a; *Boltenko et al*, 2020; *Menshakova et al*, 2023).

В 2025-2026 гг. проведена комплексная оценка состояния популяций охраняемых видов сосудистых растений Мурманской области в условиях возрастающей рекреационной нагрузки. Исследованиями охвачены территории с высоким туристическим потенциалом, в том числе восточная часть полуострова Рыбачий, а также Ловозерский горный массив, включая участки, прилегающие к действующим горнодобывающим объектам и популярным туристическим маршрутам.

В ходе обследований популяций *Pseudorchis albida (L.) Á. Löve & D. Löve* на полуострове Рыбачий установлено отсутствие контагиозного пространственного распределения особей, что свидетельствует о необходимости значительной площади для каждой генеративной особи, особенно при дефиците ресурсов; снижение плотности в 2025 году соответственно по сравнению с 2016 г. Вероятные причины: наличие периодов с высокими температурами и незначительным количеством осадков (полным отсутствием в августе 2024 г.) в вегетационные сезоны 2018 и 2024 гг., что способствовало гибели растений на ранних стадиях онтогенеза. Еще одной причиной снижения может быть способность *P. albida* к переходу в состояние вторичного покоя на 1 – 2 года при неблагоприятных условиях. Также было зафиксировано резкое снижение индекса восстановления в. Способность к самоподдержанию в обследованных ценопопуляциях оценивается как слабая.

Ценопопуляции *P. albida* на исследованной территории являются очень уязвимыми, что обусловлено экологическими особенностями вида, связанными со слабым возобновлением, так и в силу наличия прямых угроз уничтожения местообитаний. *Pseudorchis albida* на полуострове Рыбачий представлен малочисленными и уязвимыми ценопопуляциями. По состоянию на 2025 г. зафиксировано существенное снижение плотности и индекса восстановления в сравнении с данными 2016 года, что свидетельствует о более высокой чувствительности вида к климатическим флуктуациям, нежели к антропогенным нарушениям, связанным с рекреацией.

Анализ состояния ценопопуляций *Rhodiola rosea L.* на полуострове Рыбачий показал, что группировки данного вида являются достаточно стабильными. В ходе исследования установлено, что максимальная плотность особей колеблется в широких пределах, наиболее высокое значение наблюдается в ценопопуляции с высокой долей ювенильных особей, при низком индексе виталитета. Минимальная плотность особей обнаружена в ценопопуляции, которая характеризуется резким преобладанием средневозрастных генеративных особей и полным отсутствием проростков и ювенильных растений. По индексу восстановления - способны к самоподдержанию лишь четыре из изученных ценопопуляций. Жизненность особей определяется сочетанием воздействия различных факторов: абиотических условий местообитания, составом и проективным покрытием сопутствующих видов. Высокая экологическая пластичность: *Rh. rosea* отмечена как на приморских скалах, так и на луговинах, тундровых и болотных фитоценозах. На сравнительно небольшой территории существуют ценопопуляции, в которых различные параметры оценки отличаются в несколько раз.

Rhodiola rosea на востоке полуострова Рыбачий демонстрирует высокую экологическую пластичность, произрастая в различных прибрежных фитоценозах. Из восьми изученных ценопопуляций лишь четыре обладают индексом восстановления >1, что свидетельствует об умеренной способности к самоподдержанию. В остальных ценопопуляциях возобновление снижено. Полученные данные подтверждают необходимость приоритетной охраны именно прибрежных популяций вида, наиболее подверженных рекреационному давлению.

Анализ состояния ценопопуляций *Ranunculus glacialis L.* в Ловозерском горном массиве показал, что ценопопуляции неполночленны, возрастные спектры левосторонние. Аналогичная структура наблюдалась в 2000 году в Ловозерских горах. Таким образом, характер структуры ценопопуляций, по-видимому, в большей степени связан с биологическими особенностями вида, чем со стадией развития популяции. Анализ возрастной структуры популяций данного вда по классификации «дельта-омега» позволяет отнести их к типу молодых популяций, однако, аналогичные данные в обследованных местонахождениях были получены в исследованиях, проведенных двадцать пять лет назад. Таким образом, отсутствие позднегенеративных и сенильных особей, вероятно, связано с гибелью растений до этих возрастных состояний, что указывает на большую зависимость структуры ценопопуляций от биологических особенностей вида, чем на стадию развития популяции.

Анализ состояния ценопопуляций *Castilleja lapponica Gand.* в Ловозерском горном массиве показал, что во всех ценопопуляциях, обследованных в 2025 году, плотность особей невысока, в окрестностях рудника «Карнасурт» с 2000 года плотность ценопопуляции сократилась практически в 8 раз. Во всех изученных ценопопуляциях возобновление недостаточное.

Castilleja lapponica в условиях различной степени антропогенного воздействия демонстрирует выраженную апофитную стратегию: наиболее высокие показатели плотности и виталитета отмечены в ценопопуляции, обитающей на нарушенной обочине дороги, используемой в качестве стоянки. Однако во всех изученных популяциях наблюдается низкий индекс восстановления (<1), отсутствие проростков и позднегенеративных особей, что указывает на общую нестабильность популяций.

Результаты исследования подчеркивают необходимость разработки и внедрения научно обоснованных нормативов рекреационной нагрузки, адаптированных к специфике арктических экосистем, а также организации долгосрочного мониторинга популяций редких растений как индикаторов устойчивости природных комплексов (Меньшакова, Гайнанова, 2022б). Практическая значимость исследования состоит в возможности использования данных при планировании туристических маршрутов, зонировании ООПТ и разработке мер по сохранению биоразнообразия Мурманской области в условиях развития туризма .

Исследование проведено в рамках выполнения научно-исследовательского проекта «Изучение влияния рекреационных нагрузок на состояние популяций редких видов растений Мурманской области» по гранту РНФ договор № 25-24-20174 от 17.04.2025 и соглашений с МОН Мурманской области №30-2025-000856 от 18.04.2025 и №30-2026-000215 от 20.02.2026

Список использованных источников.

1.Андреева В.Н., Похилько А.А., Филиппова Л.Н., Царёва В.Т.Биологическая флора Мурманской области. Апатиты, 1984. –295 с.

2.Андреева В.Н., Похилько А.А., Царёва В.Т. Биологическая флора Мурманской области. Ч.2. Апатиты, 1987. – 120 с.

3.Блинова И. В. Онтогенетическая структура и динамика популяций Cypripedium calceolus L. (Orchidaceae) в разных частях ареала вида // Бот. журн. 2003. Т. 88, №6. С. 36–47.

4.Блинова И. В. Популяции орхидных на северном пределе их распространения в Европе (Мурманская область): влияние климата // Экология. 2008. Т. 39(1). С. 28–35.

5.Гайнанова, Р. И. Ценопопуляции горечавочки золотистой (Gentianellaaurea (L.) H. Smith) на территории природного парка "Полуострова Рыбачий и Средний" / Р. И. Гайнанова, М. Ю. Меньшакова // Естественные науки. – 2017. – № 4(61). – С. 27-31. – EDN YOOUWQ.

6.Гайнанова, Р. И. Ценопопуляции родиолы розовой на территории природного парка "Полуостров Рыбачий и средний" / Р. И. Гайнанова, М. Ю. Меньшакова // Естественные и технические науки. – 2016. – № 11(101). – С. 46-49. – EDN XSCBWD.

7.Меньшакова, М. Ю. Электронный кадастр редких видов растений как форма представления результатов инвентаризации биоразнообразия на примере государственного памятника природы "Озеро Могильное" (остров Кильдин, Мурманская область) / М. Ю. 8. Меньшакова, Р. И. Гайнанова // Инвентаризация биоты и изучение экологии природных сообществ и урбосреды Евразии : материалы I всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Самара, 01 ноября 2023 года. – Самара: Самарский государственный социально-педагогический университет, 2024. – С. 54-58. – EDN OPKZZX.

9.The State of the Cenopopulations of Botrychium Lunaria (L.) Sw. on the Territory of the Natural Park “Rybachy and Sredny Peninsulas” (Murmansk Region) / M. Yu. Menshakova, R. I. Gainanova, E. O. Potorochin, K. K. Moskvin // BIO Web of Conferences. – 2023. – Vol. 63. – P. 07009. – DOI 10.1051/bioconf/20236307009. – EDN TPJRCI.

10.Меньшакова, М. Ю. Распространение редких видов растений на территории природного парка "Полуострова Рыбачий и Средний" (Мурманская область) / М. Ю. Меньшакова, Р. И. Гайнанова, Е. О. Поторочин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2022а. – № 2. – С. 71-77. – DOI 10.17308/geo.2022.2/9312. – EDN ORBJWD.

11.Меньшакова, М. Ю. Проблемы регулирования туристского потока на ООПТ на примере Мурманской области / М. Ю. Меньшакова, Р. И. Гайнанова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2022б. – Т. 8, № 4. – С. 195-204. – EDN AWIUYY.

12.Geoheritage of the Western Khibiny Ingenious Alkaline Rocks Intrusion (Kola Peninsula, Arctic Russia): Evaluation and Geotourism opportunities / M. Huber, O. Iakovleva, G. Zhigunova [et al.] // Geoheritage. – 2021a. – Vol. 13, No. 3. – DOI 10.1007/s12371-021-00592-6. – EDN CRGMUB.

13.Geoheritage of the monchegorsk igneous layered paleoproterozoic intrusion (Kola peninsula, arctic russia): Evaluation and geotourism opportunities / M. Huber, G. Zhigunova, M. Menshakova [et al.] // Heritage. – 2021b. – Vol. 4, No. 4. – P. 3583-3610. – DOI 10.3390/heritage4040198. – EDN PBSTFP.

14.The first record of Iris setosa (Iridaceae) in Europe / E. V. Boltenkov, M. Y. Menshakova, R. I. Gainanova, Z. Y. Rumjantseva // Phytotaxa. – 2020. – Vol. 437, No. 1. – P. 32-38. – DOI 10.11646/PHYTOTAXA.437.1.4. – EDN UXVMSM.

THE STRUCTURE OF POPULATIONS OF RARE SPECIES OF VASCULAR PLANTS IN THE NATURAL PARK “RYBACHIY AND SREDNIY PENINSULAS” AND THE LOZOVERSKY MOUNTAIN RANGE

M.Yu. Menshakova, R.I. Gainanova

Murmansk Arctic University,
Murmansk, Russia

The article is devoted to the problem of studying the demography of rare plant species in the Murmansk Region. Using the example of popular tourist areas, it has been shown that negative trends are observed in the long-term dynamics of a number of species. It is noted that populations of rare species are often incomplete or have low

vitality. However, problems with the age structure of populations are not necessarily related solely to the growing tourist flow. An increase in the mortality of young individuals may be associated with abnormal weather. The foundations have been laid for population monitoring of a number of plants listed in the Red Book of the Murmansk Region.

Keywords: cenopopulations, regeneration, tourism, Red Book, vegetation.

УДК 504

ПЕРЕРАБОТКА И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Д.Р. Михайленко

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия

Полимерные отходы отличаются значительным ресурсным потенциалом, однако их вовлечение во вторичный оборот требует применения технологически обоснованных методов. Рассмотрены экологические эффекты вторичного использования полимеров.

Ключевые слова: полимерные отходы, переработка, вторичное сырьё, ресурсосбережение, экологическая эффективность.

Одновременно широкое распространение полимерной продукции привело к формированию значительных потоков отходов, часть которых после окончания срока эксплуатации практически сразу выводится из хозяйственного оборота. Но проблема заключается не только в количестве образующихся полимерных отходов, но и в особенностях их структуры, так как различные виды пластмасс существенно отличаются по химическому составу, температурным характеристикам, механическим свойствам и способности к повторной переработке, и, кроме того, отходы часто содержат остатки пищевых продуктов, пигменты, наполнители, металлические элементы, бумагу, клеи и другие посторонние компоненты. В результате простое направление всех полимерных отходов на единую технологическую линию не позволяет обеспечить получение качественного вторичного сырья.

В этих условиях переработка полимерных отходов рассматривается не только как способ уменьшения объёма отходов, поступающих на захоронение или иные формы удаления, но и как механизм возврата материальных ресурсов в хозяйственный оборот, где особенно перспективным является использование вторичных полимеров в производстве строительных материалов, поскольку строительная отрасль характеризуется значительными объёмами потребления сырья и широкими возможностями для применения композитных материалов.

Итак, по происхождению их можно условно разделить на производственные и потребительские: производственные отходы, как правило, имеют более

однородный состав и меньше загрязнены, поэтому их переработка технически проще; потребительские отходы, напротив, характеризуются значительной неоднородностью и требуют дополнительных операций по сбору, сортировке и очистке.

С точки зрения возможности дальнейшего использования принципиальное значение имеет и вид полимера, к примеру, наиболее распространёнными являются полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиэтилентерефталат и полистирольные материалы, каждый из которых обладает собственной структурой и температурным диапазоном переработки. Поэтому смешивание различных полимеров без предварительного разделения может ухудшать свойства вторичного материала.

Важной особенностью полимерных отходов является возможность многократного использования материала при сохранении определённой части его свойств.

Но важно понимать, что повторная переработка не является полностью нейтральным процессом: воздействие повышенной температуры, кислорода и механических нагрузок может приводить к термоокислительной и механической деградации полимерных цепей. В результате свойства вторичного полимера могут отличаться от характеристик первичного материала. Однако снижение отдельных эксплуатационных характеристик не означает утраты ценности вторичного сырья, а, напротив, выбор соответствующей области применения позволяет использовать остаточные свойства материала наиболее рациональным образом.

Итак, если вторичный полимер уже не подходит для производства высокотехнологичных изделий, он может быть востребован в композитах, строительных элементах, дорожных материалах, теплоизоляционных изделиях или других конструкциях, где предъявляются иные требования к сырью. Таким образом, вторичный полимер следует рассматривать не как «некачественный заменитель» первичного материала, а как самостоятельное сырьё с определённым набором характеристик, которые необходимо учитывать при проектировании технологического процесса.

Выбор технологии переработки определяется химической природой полимера, степенью загрязнения отходов, требованиями к конечному продукту и экономической целесообразностью процесса.

В наиболее общем виде можно выделить механическую, термическую и химическую переработку: наиболее распространённым направлением является механический рециклинг; термическая переработка основана на воздействии повышенной температуры и включает различные процессы термического разложения; химическая – предполагает разрушение полимерных цепей до мономеров, олигомеров или других химических компонентов, которые затем могут использоваться для производства новых материалов.

Следовательно, универсальной технологии переработки полимерных отходов не существует, и рациональная система должна учитывать качество исходного материала и выбирать такой способ обращения, который обеспечивает максимальное сохранение его полезных свойств при приемлемых затратах ресурсов.

Вторичное использование полимерных отходов в строительстве

Строительная отрасль представляет значительный интерес для использования вторичных полимеров благодаря широкому ассортименту материалов и возможности варьирования состава композиций. Полимерные отходы могут применяться как заполнители, модификаторы, связующие компоненты или отдельные структурные элементы, а одним из наиболее исследованных направлений является использование отходов в цементных материалах и бетонах. В таких системах полимерная фаза может частично заменять минеральный заполнитель или вводиться в состав смеси в виде волокон, гранул или измельчённых частиц.

Замена части минерального заполнителя полимерным материалом приводит к изменению плотности композиции. И поскольку большинство распространённых полимеров имеет меньшую плотность по сравнению с минеральными заполнителями, введение пластиковых компонентов способно уменьшать массу готового материала. Это может быть востребовано при производстве облегчённых строительных элементов.

Одновременно изменяются прочностные характеристики: полимерные частицы, как правило, обладают меньшей жёсткостью и прочностью по сравнению с традиционными минеральными заполнителями, поэтому чрезмерное увеличение их содержания может приводить к снижению прочности при сжатии. Однако такое снижение не обязательно является критическим, если материал предназначен для конструкций, к которым не предъявляются требования по высокой несущей способности.

В ряде случаев более важным преимуществом становится повышение деформационной способности материала, снижение хрупкости и изменение характера разрушения, при чем, вторичное полимерное сырьё также может применяться в производстве строительных изделий, включая элементы мощения, панели, блоки, листовые материалы и различные полимерно-минеральные композиты.

Перспективным направлением является и производство материалов с пониженной теплопроводностью: воздух и многие полимеры обладают относительно низкой теплопроводностью по сравнению с минеральными материалами, поэтому введение определённых полимерных компонентов способно способствовать улучшению теплоизоляционных характеристик.

Итогом, переработка и вторичное использование полимерных отходов являются важным направлением развития ресурсосберегающих технологий и формирования циркулярной экономики, где особенно перспективным направлением является применение вторичных полимеров в строительстве, которые могут использоваться в бетонах и цементных композициях, строительных блоках и панелях, теплоизоляционных материалах, дорожных покрытиях, полимерно-минеральных композитах и других изделиях. Но принципиально важно учитывать, что увеличение доли вторичного полимера не всегда приводит к улучшению всех характеристик материала, так как в отдельных случаях возможно снижение прочности или изменение других эксплуатационных параметров, поэтому задача научных исследований заключается не в максимальном увеличении содержания отходов, а в определении оптимального состава материала с учётом его назначения.

Список использованных источников

1. Клинков А.С. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов. Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во Тамбовского гос. техн. ун-та, 2005. - 80 с.

2. Переработка отходов полиэтилентерефталата. В. И. Керницкий, к. т. н., Н. А. Жир, АРПЭТ (г. Тверь). 2014. Журнал "Полимерные материалы" выпуск №8. 11с.

RECYCLING AND RECYCLING OF POLYMER WASTE

D.R. Mikhailenko

Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia

Polymer waste has a significant resource potential, but its involvement in recycling requires the use of technologically sound methods. The environmental effects of polymer recycling are considered.

Keywords: polymer waste, recycling, secondary raw materials, resource conservation, environmental efficiency.

УДК 504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И РЕСУРСНЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Д.Р. Михайленко

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия

Рассмотрены экологически ориентированные подходы к переработке и вторичному использованию полимерных отходов. Проанализированы методы переработки, а также возможности получения вторичных полимерных материалов.

Ключевые слова: полимерные отходы, переработка полимеров, вторичное сырье, экология.

Полимерные отходы формируются практически на всех этапах жизненного цикла изделий: при производстве полимерных материалов, переработке сырья, изготовлении продукции, транспортировке, эксплуатации и после окончания срока ее использования.

По происхождению их условно можно разделить на промышленные и потребительские отходы:

1. Промышленные отходы зачастую обладают более однородным составом и характеризуются относительно низкой степенью загрязнения. К ним относятся

технологические обрезки, бракованные изделия, остатки полимерного сырья, литники, пленка, отходы трубного производства и другие материалы.

2. Потребительские отходы значительно сложнее. После использования изделия могут содержать остатки пищевых продуктов, масел, моющих средств, почвы и других загрязняющих веществ.

Особую группу составляют композиционные и многослойные материалы, так как их переработка затруднена необходимостью разделения компонентов либо разработки технологий, позволяющих использовать материал без полного разделения его составляющих.

Таким образом, универсальной технологии переработки полимерных отходов не существует. Выбор метода должен определяться химической природой полимера, степенью загрязнения, наличием примесей, формой отхода, экономической ценностью получаемого продукта и требованиями к его дальнейшему использованию.

Традиционные способы обращения с отходами включают захоронение, сжигание и различные формы неорганизованного накопления.

Наиболее очевидной проблемой захоронения является длительное сохранение полимерного материала в окружающей среде, но даже при отсутствии быстрого биологического разложения изделия могут постепенно разрушаться под воздействием ультрафиолетового излучения, механических факторов и температурных колебаний. При чем, особую опасность представляет не только крупный пластиковый мусор, но и образование мелкодисперсных частиц. Фрагментация полимерных изделий может приводить к накоплению микро- и нанопластика в различных компонентах окружающей среды, а экологические последствия присутствия таких частиц являются предметом интенсивных исследований и зависят от состава полимера, размеров частиц, наличия поверхностных загрязнителей и конкретной экосистемы.

Другой проблемой является возможность миграции из полимерных материалов отдельных низкомолекулярных соединений и технологических добавок, при чем их поведение зависит от химической природы материала, условий эксплуатации и окружающей среды.

Сжигание также не является универсальным решением, так как при контролируемом промышленном процессе возможно получение энергии и значительное сокращение объема отходов, однако процесс требует эффективной системы газоочистки и контроля выбросов. При неконтролируемом горении полимеров экологические риски существенно возрастают вследствие образования сложной смеси газообразных и твердых продуктов, поэтому экологически ориентированная система должна стремиться прежде всего к предотвращению образования отходов, продлению срока службы изделий, повторному использованию и материальному рециклингу.

В этом случае, механическая переработка является одним из наиболее распространенных направлений вторичного использования полимеров. Ее основными стадиями являются сбор, сортировка, очистка, измельчение, промывка, сушка, при необходимости дополнительная сепарация, плавление и гранулирование.

Основным преимуществом механического рециклинга является относительно простая технологическая схема: при переработке чистых

производственных отходов возможно непосредственное возвращение материала в производственный процесс с минимальными технологическими потерями. А для потребительских отходов особое значение приобретает сортировка: разделение материалов по типу полимера позволяет избежать несовместимости различных компонентов при последующем плавлении. Современные сортировочные линии могут использовать оптические методы идентификации, различия в плотности, магнитную и электростатическую сепарацию, а также другие физические свойства материалов.

Однако механическая переработка сопровождается постепенным изменением свойств полимера, так как повторное нагревание и механическое воздействие могут приводить к термоокислительной и механохимической деструкции макромолекулярных цепей. В результате могут изменяться молекулярная масса, вязкость расплава, прочность, ударная вязкость и другие эксплуатационные характеристики.

По этой причине вторичный полимер не всегда может быть использован для изготовления изделий с такими же требованиями, как первичный материал. И при существенном загрязнении, многокомпонентности или ухудшении свойств полимера возможностей механического рециклинга становится недостаточно. В таких случаях перспективным направлением является химическая переработка, при которой полимерные макромолекулы подвергаются контролируемому химическому превращению.

В зависимости от природы полимера могут применяться гидролиз, гликолиз, метанолиз, сольволиз, каталитическое разложение и другие процессы. Их принципиальное преимущество заключается в возможности возвращения части материала к химическим соединениям, из которых могут быть синтезированы новые полимеры.

Термические методы используются главным образом для тех полимерных отходов, которые сложно перерабатывать механически или химически. Одним из наиболее изученных процессов является пиролиз – термическое разложение органического материала в условиях отсутствия или существенного ограничения кислорода. В результате пиролиза полимерные макромолекулы разрушаются с образованием газообразной, жидкой и твердой фракций, а соотношение продуктов определяется химической природой исходного сырья, температурой, временем пребывания, скоростью нагрева, давлением и использованием катализаторов.

Для некоторых полимеров жидкая фракция может рассматриваться как источник углеводородного сырья: газовая составляющая способна использоваться для покрытия части энергетических потребностей самого процесса; твердый остаток может содержать углеродистые компоненты и потенциально использоваться как вторичный материал.

При чем, пиролиз нельзя рассматривать как автоматически экологически безопасную технологию, и его преимущества должны оцениваться с учетом энергетических затрат, состава получаемых продуктов, необходимости их дополнительной очистки, выбросов, образования остаточных веществ и возможности реального использования продуктов.

Особенно важно различать контролируемый промышленный пиролиз и неконтролируемое сжигание отходов, так как в промышленном реакторе процесс

осуществляется в заданных условиях и сопровождается системами очистки и контроля, а открытое горение характеризуется значительно меньшей управляемостью и может приводить к образованию большого количества загрязняющих веществ.

Таким образом, экологическая приемлемость пиролиза определяется не самим названием технологии, а совокупностью параметров конкретной установки и всей системы обращения с полученными продуктами.

Одной из важнейших тенденций современной переработки является переход от простого уменьшения количества отходов к производству вторичных материалов с максимально высокой потребительской ценностью, так как вторичный полимер может использоваться для изготовления труб, технических изделий, упаковочных компонентов, строительных материалов, элементов мебели, транспортной продукции и других изделий в зависимости от его качества и требований безопасности.

Еще одним перспективным направлением является получение углеродсодержащих материалов из полимерного сырья, так как в результате термической или химической переработки могут образовываться твердые углеродистые продукты, которые после дополнительной обработки потенциально могут использоваться как наполнители, сорбенты, электропроводящие компоненты или сырье для функциональных материалов.

Таким образом, полимерные отходы представляют собой одновременно экологическую проблему и значительный ресурсный потенциал. Их высокая устойчивость к естественному разложению затрудняет традиционное удаление, однако химическая ценность полимерной основы создает возможность возвращения значительной части материала в хозяйственный оборот.

Список использованных источников

1. Клинков А.С. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов. Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во Тамбовского гос. техн. ун-та, 2005. - 80 с.

2. Тимофеев Г.П., Носова И.Ю., Тулупова А.А. Перспективные технологии утилизации отходов резиновых изделий // Актуальные проблемы экологии и охраны труда: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. Курск, 2016. С. 377-382.

ENVIRONMENTAL AND RESOURCE ASPECTS OF POLYMER WASTE RECYCLING

D.R. Mikhailenko

Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia

Environmentally oriented approaches to the processing and recycling of polymer waste are considered. The methods of processing, as well as the possibilities of obtaining secondary polymer materials, are analyzed.

Keywords: polymer waste, polymer processing, secondary raw materials, ecology.

УДК 630*43(075)

ЛЕСОПОЖАРНАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ЛАХДЕНПОХСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

А.В. Мосягин[1], А.С. Лыкова[2]

[1]АНО «Центр защиты дикой природы «Велес», г. Санкт-Петербург, Россия
[2]Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

В статье проанализированы причины и последствия лесных пожаров за последние 10 лет на территории Лахденпохского лесничества Республики Карелии. Ежегодно в лесничестве возникают лесные пожары. За десять лет зафиксировано 46 пожаров на общей площади 64,0 га. Наибольшая площадь распространения лесных пожаров за прошедшее десятилетие зафиксирована в 2024 году, что связано с жаркими погодными условиями и засухой в осенние месяцы.

Ключевые слова: Республика Карелия, лесничество, лесные пожары, насаждения, погодные условия.

Лесные пожары – один из наиболее разрушительных факторов для бореальных экосистем, приводящий к прямым потерям древесины, деградации биоразнообразия и значительным экономическим издержкам. Для Республики Карелия, где доля антропогенных возгораний достигает 90–95 % [3], проблема усугубляется ростом неорганизованного туризма и концентрацией рекреационной нагрузки на ограниченных по площади, но исключительно ценных в природоохранном отношении участках. Все леса России в соответствии с Лесным Кодексом Российской Федерации и другими нормативными актами, подлежат охране от пожаров. Охрана лесов осуществляется с учетом биологических и региональных особенностей, она включает комплекс организационных, правовых и других мер. В системе лесного хозяйства есть специальные службы, по снижению распространения лесных пожаров, их обнаружению и тушению. Однако эти задачи могут быть успешно решены только при участии лесопользователей и населения, которые должны заботиться о недопущении лесных пожаров [1, 2, 6, 7].

Лахденпохское лесничество расположено в юго-западной части Республики Карелия на территории Лахденпохского муниципального района. Административный центр – город Лахденпохья (61°31′ с.ш., 30°12′ в.д.). Территория лесничества вытянута вдоль северного и северо-западного побережья Ладожского озера. Территория лесничества относится к таёжной лесорастительной зоне, Карельскому таёжному лесному району [5].

Климат умеренно-континентальный со значительным смягчающим влиянием Ладожского озера. Среднегодовая температура воздуха составляет +2,0 °С. Самый холодный месяц – январь (средняя температура –8,9 °С), самый тёплый – июль (+16,8 °С). Годовая сумма осадков 600–700 мм, из которых около 60 % выпадает в тёплый период. Устойчивый снежный покров сохраняется с ноября по

апрель. Продолжительность пожароопасного сезона в среднем составляет 128 дней, однако за последние 20 лет отмечено увеличение на 8–12 дней [8].

Леса Лахденпохского лесничества представлены в основном хвойными сосновыми древостоями, отличающимися высокой пожарной опасностью.

По лесорастительным условиям средний класс пожарной опасности территории лесничества – 3,0 (природная пожарная опасность средняя). Площадь наиболее опасная в пожарном отношении (1-3 классы пожарной опасности) составляет 61,7% от общей площади лесничества (рисунок 1).

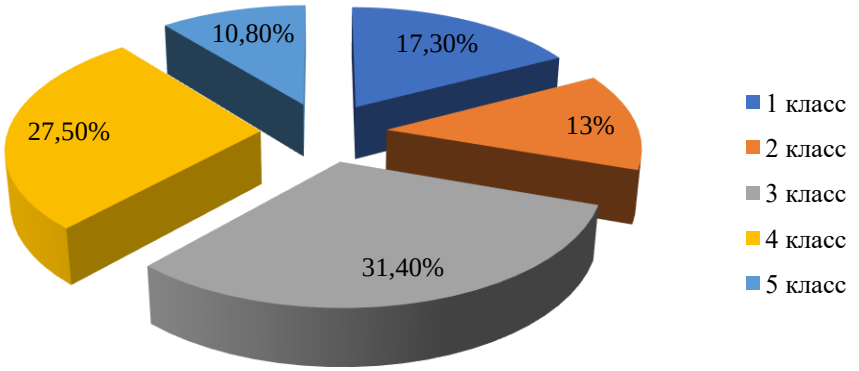


Рисунок 1 – Распределение площади земель лесного фонда по классам пожарной опасности

За 10 лет (2016–2025 гг.) на территории Лахденпохского лесничества зарегистрировано 46 лесных пожаров общей площадью 64,0 га (таблица 1). Абсолютно преобладали низовые пожары – 42 случая (58,0 га), верховые – 4 случая (6,0 га). Максимальное число пожаров (8) отмечено в 2024 г., минимальное – в 2020 г. (2).

Таблица 1 – Распределение пожаров за период 2016 -2025 годы

Годы	Низовые		Верховые		Средняя площадь одного пожара, га
	Количество, шт.	Площадь, га	Количество, шт.	Площадь, га	
2016	4	5,8	0	0	1,45
2017	5	6,1	0	0	1,22
2018	6	7,4	0	0	1,23
2019	4	5,2	0	0	1,30
2020	2	2,8	0	0	1,40
2021	5	7,9	1,0	1,0	1,48
2022	3	3,5	0	0	1,17
2023	3	4,5	1,0	1,0	1,38
2024	6	8,1	2,0	4,0	1,51
2025	4	6,7	0	0	1,68

Средняя площадь одного пожара составляет 1,39 га, причем наибольшая 1,68 га зафиксирована в 2025 г., на что повлияли засушливые условия весны, а также раннее начало пожароопасного сезона, наименьшая – в 2022 г. (1,17 га) благодаря влажному периоду вегетации и оперативному реагированию лесопожарных служб.

Анализ распределения количества пожаров по месяцам позволяет определить границы пожароопасного периода. Наибольшее количество пожаров приходится на май (39,1% всех пожаров) и июнь (23,9%) – суммарно 63% всех возгораний. Это связано с началом активного туристического сезона (майские праздники), а также с сельскохозяйственными палами и нарушением техники безопасности при сжигании порубочных остатков лесозаготовителями. Немного меньше возгораний наблюдается в августе (15,2%) – в этот период высыхает травянистая растительность, увеличивается количество горючего материала (сухая трава, опад). Количество пожаров в августе составило 7 шт., что подтверждает наличие второй волны горимости. В сентябре пожары отсутствовали. Окончание пожароопасного периода приходится на конец октября и связано с увеличением количества осадков и образованием снежного покрова.

Основная масса пожаров возникает в выходные дни (суббота и воскресенье). За 10 лет в субботу зафиксировано 14 пожаров, в воскресенье – 13. Суммарно на выходные дни приходится 27 пожаров из 46, что составляет 58,7% от общего числа. В рабочие дни количество пожаров значительно ниже: в понедельник, вторник и среду – по 3 пожара (6,5% каждый), в четверг – 4 (8,7%), в пятницу – 6 пожаров (13,0%). Рост числа пожаров в пятницу (13,0%) является предвестником начала активного отдыха населения перед выходными.

Наибольшее количество пожаров (47,8%) выявлено с пожарных вышек и 32,6% при проведении наземного патрулирования работниками лесной охраны лесничества. Авиация обнаружила 19,6% возгораний, в основном в труднодоступной островной зоне национального парка «Ладожские шхеры». Местным населением не выявлено ни одного пожара, что указывает на необходимость повышения информированности граждан и упрощения способов оповещения (через мобильное приложение с функцией «SOS-Пожар»). Высокая доля обнаружения с вышек (почти половина) достигается благодаря их стратегическому размещению на возвышенностях и вблизи наиболее пожароопасных участков. В засушливые годы (2021, 2024) авиация привлекалась чаще (по 2 обнаружения), что подтверждает эффективность комбинированного мониторинга. Данные свидетельствуют о своевременном обнаружении пожаров сразу же после их возникновения и немедленном реагировании пожарных служб лесничества, что позволяет локализовать и ликвидировать пожар в день возникновения.

Абсолютно преобладает антропогенный фактор: неосторожное обращение с огнём составляет 32 случая (69,6%), сельскохозяйственные палы – 7 (15,2%), линейные объекты (ЛЭП, железные дороги) – 3 (6,5%). Природный фактор (грозы) вызвал 4 пожара (8,7%). Таким образом, доля антропогенных пожаров достигает 91,3%.

Таким образом, в целях сокращения отрицательного влияния ландшафтных пожаров на лесные биогеоценозы, помимо проведения

противопожарных профилактических мероприятий, агитационной работы с населением, важным является восстановление лесных насаждений ценными древесными породами, формирование древостоев с оптимальной густотой и полнотой, а также сокращение массы лесного горючего материала на лесных участках.

Список использованных источников

1. Агапкин, Н. Д. Пути снижения пожарной опасности в зоне отдыха туристов / Н. Д. Агапкин, В. А. Гущина, А. Д. Филимонов // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 29–30 апреля 2018 года. Том I. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – С. 120-122. – EDN XXAUTB.

2. Гущина, В. А. Динамика лесных пожаров и система профилактических мероприятий в Никольском лесничестве Пензенской области / В. А. Гущина // Современное состояние биоресурсопользования и инструменты устойчивого экологизированного развития : Монография (научное издание). – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 76-96. – EDN YJOLPT.

3. Крышень, А.М. Динамика лесных экосистем островов Ладожского озера под воздействием пожаров / А.М. Крышень, Е.В. Крышень, Н.В. Геникова // Труды Карельского научного центра РАН. – 2022. – № 5. – С. 45–58.

4. Лесной план Республики Карелия на 2019–2028 годы : утверждён распоряжением Главы Республики Карелия от 24.12.2018 № 731-р. – Петрозаводск, 2018. – 234 с.

5. Лесохозяйственный регламент Лахденпохского лесничества Республики Карелия на 2021–2030 годы: утверждён приказом Министерства природных ресурсов и экологии Республики Карелия от 30.09.2020 № 1728. – Петрозаводск, 2020. – 210 с.

6. Лыкова, А. С. Распространение лесных пожаров в лесах Пензенской области / А. С. Лыкова, О. А. Володькина // Проблемы и мониторинг природных экосистем : Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 23–24 октября 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 91-95. – EDN KSLASJ.

7. Лыкова, А. С. Учебно-методические аспекты преподавания дисциплины «Лесная пирология» / А. С. Лыкова // Организационно-методические аспекты повышения качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программам высшего и среднего профессионального образования : Сборник статей VII Всероссийской (национальной) научно-методической конференции, Пенза, 24–25 октября 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 116-120. – EDN FDHAOP.

8. Назарова, Л.Е. Атмосферные осадки в Карелии / Л.Е. Назарова // Труды Карельского научного центра РАН. – 2015. – № 9. – С. 114–120.

FOREST FIRE SITUATION IN THE LAKHDENPOKHYA FORESTRY UNIT, REPUBLIC OF KARELIA

A.V. Mosyagin[1], A.S. Lykova[2]

[1]ANO "Veles Wildlife Protection Center," St. Petersburg, Russia,
[2]Penza State Agrarian University, Penza, Russia

This article analyzes the causes and consequences of forest fires over the past 10 years within the Lakhdenpokhya forestry unit of the Republic of Karelia. Forest fires occur annually in the area. Over the ten-year period, 46 fires were recorded, covering a total area of 64.0 hectares. The largest area affected by forest fires during this decade was recorded in 2024, a trend attributed to hot weather conditions and drought during the autumn months.

Keywords: Republic of Karelia, forestry unit, forest fires, forest stands, weather conditions.

УДК 502.72 (470.22)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ЛАДОЖСКИЕ ШХЕРЫ» УНИКАЛЬНАЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМАЯ ПРИРОДНАЯ ТЕРРИТОРИЯ

А.В. Мосягин[1], А.С. Лыкова [2]

[1]АНО «Центр защиты дикой природы «Велес»», г. Санкт-Петербург, Россия,
[2]Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

В статье представлен материал по особо охраняемой природной территории федерального значения – национальному парку «Ладожские шхеры», расположенному в Республике Карелия. Парк создан Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.12.2017 № 1684. Общая площадь которого составляет 122008,3 га, из них земли лесного фонда – 66047 га, акватория Ладожского озера – 52854,3 га. На территории парка насчитывается около 750 видов высших сосудистых растений, 121 вид гнездящихся птиц и 49 видов млекопитающих.

Ключевые слова: Республика Карелия, особо охраняемая природная территория, национальный парк, Ладожские шхеры, биоразнообразие, ладожская кольчатая нерпа.

Сохранение природных ландшафтов и биологического разнообразия – одна из важнейших экологических проблем [1, 7, 8]. Наиболее ценные в научном плане участки древесной растительности и уникальные природные комплексы охраняются в условиях особо охраняемых природных территорий, имеющих

различный статус. Это национальные парки, заповедники и памятники природы регионального значения, в том числе национальный парк «Ладожские шхеры» [2, 6].

Главным предназначением особо охраняемых природных территорий (ООПТ) является поддержание экологической стабильности и здоровой среды для жизни населения, сохранение и восстановление биологического разнообразия. Стабильность природных экосистем и биосферы в целом поддерживается населяющими их живыми организмами. Каждый биологический вид выполняет свою определённую роль в материально-энергетическом потоке, проходящем через живые системы [4, 5, 9].

Национальный парк «Ладожские шхеры» - уникальная особо охраняемая природная территория федерального значения, расположенная на северном и северо-западном побережье Ладожского озера. Парк создан Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.12.2017 № 1684 с целью сохранения уникальных природных комплексов северного Приладожья, не имеющих аналогов в России и Европе, в том числе редкого эндемичного вида животных - ладожской кольчатой нерпы (*Phoca hispida ladogensis*), занесённой в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Международного союза охраны природы. Общая площадь национального парка составляет 122008,3 га.

Основной природной особенностью ООПТ является шхерный ландшафт по берегам пресноводного водоёма, не имеющий аналогов в России и Европе. Национальный парк преимущественно включает в себя береговую полосу Ладоги с многочисленными заливами и островами. Парк находится в пределах среднетаёжного скального слабозаболоченного ландшафта с ярко выраженным преобладанием сосновых местообитаний - уникального по эколого-биологическим и рекреационным параметрам в пределах европейской части России.

Климат региона умеренный, переходный от океанического к континентальному, с прохладным летом и сравнительно мягкой зимой. Территория национального парка «Ладожские шхеры» расположена на водосборе Ладожского озера и относится к бассейну Балтийского моря. Всего на территории парка насчитывается (помимо Ладожского озера) 86 озёр площадью свыше 100 га.

На территории национального парка преобладают лесные сообщества также имеются болота, луга, прибрежно-водные и водные растения, скальные комплексы растительности. Преобладают хвойные леса, которые занимают около 85 % территории, из них сосновые - 90 % и еловые - около 10 %. Остальную часть территории занимают луга и болота. Всего в пределах парка встречается около 750 видов высших сосудистых растений. В отличие от флоры других территорий Карелии, здесь сочетаются группы южных, северных, восточных и западных видов. Многие виды находятся на территории парка на крайних пределах своего ареала или в изолированных местонахождениях. По уровню биоразнообразия национальный парк «Ладожские шхеры» превосходит все ООПТ Карелии. Сочетание разнообразных типов рельефа и относительно благоприятные климатические условия способствуют распространению большого количества видов растений, часто не типичных для этих широт. Особую специфику флоре парка придают порядка 20 северных видов, которые встречаются на открытых

скалах. Характерной чертой флоры парка является наличие большого количества южных видов. На территории национального парка встречаются восточные, североевропейско-азиатские виды. Общее число мохообразных, произрастающих в национальном парке, насчитывает около 350 видов, из которых 32 вида известны только для Северного Приладожья. Территория национального парка отличается богатой лихенофлорой - из более 900 известных в Карелии видов лишайников, на территории парка встречаются не менее 700.

Фауна национального парка представлена 121 видом гнездящихся птиц, из которых 31 занесён в Красные книги России и Республики Карелия. Здесь обитает множество видов лесных пернатых, на внутренних озёрах и в заливах встречаются водные и околоводные птицы. В «Ладожских шхерах» зафиксировано 49 видов млекопитающих. В составе фауны «Ладожских шхер» обычны и широко распространены волк, лисица, ласка, выдра, барсук, обыкновенная землеройка, рысь, бурый медведь. Особого внимания заслуживает животное-эндемик - ладожская кольчатая нерпа (*Phoca hispida ladogensis*), занесённая в международную и российскую Красные книги. В озёрах и реках встречаются 33 вида рыб. Пресмыкающиеся и земноводные представлены 8 видами, в том числе уж обыкновенный, тритон гребенчатый. В Красную книгу России внесены 7 видов птиц: беркут (*Aquila chrysaetos*), скопа (*Pandion haliaetus*), сапсан (*Falco peregrinus*), орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*), филин (*Bubo bubo*), а также атлантическая чёрная казарка (*Branta leucopsis*) и пролётный малый лебедь (Cygnus bewickii).

Среди охраняемых видов животных, растений и грибов, встречающихся на территории национального парка «Ладожские шхеры», насчитывается: млекопитающих - 19 видов; птиц - 31 вид; пресмыкающихся - 1 вид; земноводных - 1 вид; костных рыб - 12 видов; насекомых - 31 вид; сосудистых растений - 101 вид; листостебельных мхов - 37 видов; печёночных мхов - 12 видов; лишайников - 60 видов; грибов - 3 вида. Все эти виды включены в перечни Красных книг России, Карелии и Восточной Фенноскандии. На территории ООПТ произрастает охраняемый в России прострел весенний (находящийся в крайнем северо-восточном пункте ареала), венерин башмачок настоящий, лобелия Дортмана, надбородник безлистный и мокричник весенний. В Красную книгу Российской Федерации включены 8 видов сосудистых растений, в том числе восковница болотная, лобелия Дортмана, надбородник безлистный. Встречаются редкие охраняемые виды мохообразных, в том числе неккера курчавая, неккера перистая, гриммия беззубцовая, псора шароносная. В водных сообществах обнаружен охраняемый в России полушник колючеспоровый, полушник озёрный. Встречаются редкие охраняемые в Карелии виды лишайников, часть из которых внесена в Красную книгу России. Среди них: менегацция пробуравленная, лобария легочная, стереокаулон пальчатолистный, фисция тёмная, аспицилия собачья, бриория Фремонта.

Согласно результатам последних исследований, проведённых в 2024 -2025 годах, перечень млекопитающих парка был уточнён. В сравнении с ранее опубликованным сводным списком произведены существенные уточнения: исключены два вида, присутствие которых в пределах парка не подтверждено, и добавлены пять видов рукокрылых, ранее не отмечавшихся в Приладожье [6].

Относительная доля сохраняемого в национальном парке биоразнообразия от общего числа видов, обитающих на территории Республики Карелия, для разных групп организмов составляет: сосудистые растения - 54,4%, птицы - 42,5, млекопитающие - 77,8, рыбы - 63,5%. Доля редких видов флоры и фауны, охраняемых в России и Республике Карелия, от общего числа в регионе составляет: сосудистые растения - 50,8%, мхи - 43,0 лишайники - 78,9, млекопитающие - 73,1, птицы - 65,9% [3]. Столь высокие показатели свидетельствуют о важной роли национального парка в сохранении биоразнообразия не только Карелии, но и всего Северо-Запада России.

Таким образом, результаты современных исследований подтверждают необходимость продолжения мониторинга биоразнообразия и разработки адаптивных природоохранных мероприятий.

Список использованных источников

1. Биологическое разнообразие Карелии: современное состояние и проблемы сохранения: сборник научных трудов / под ред. А. В. Кравченко. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2023. - 240 с.

2. Биоразнообразие национального парка «Ладожские шхеры» // Официальный сайт ФГБУ «Национальный парк «Ладожские шхеры». - URL: https://parkladoga.ru/tosave/bioraznoobrazie/

3. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Карелия в 2024 году: доклад / Министерство природных ресурсов и экологии Республики Карелия. - Петрозаводск: [б. и.], 2025. - 132 с.

4. Данилов, П. И. Роль биоразнообразия в поддержании устойчивости северных экосистем / П. И. Данилов // Экология. - 2023. - № 2. - С. 105-112.

5. Ивантер, Э. В. Экология: учебное пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2021. - 312 с.

6. Кравченко, А. В. История создания и современное состояние экосистем национального парка «Ладожские шхеры» / А. В. Кравченко // Труды Карельского научного центра РАН. - 2023. - № 4. - С. 3-15.

7. Лыкова, А. С. Особо охраняемые природные территории Пензенской области / А. С. Лыкова // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 25–26 апреля 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 388-391. – EDN MEXSKH.

8. Петров, Н. В. Исследование динамики растительного покрова архипелага Тулолансаари (национальный парк «Ладожские шхеры») на основе спутниковых данных / Н. В. Петров, Б. В. Раевский, В. В. Тарасенко // Труды Карельского научного центра РАН. - 2025. - № 8.- С. 73-85. - DOI 10.17076/eco2125.

9. Фёдоров, Ф. В. Видовой состав териофауны национального парка «Ладожские шхеры» / Ф. В. Фёдоров, Т. И. Янченко // Труды Карельского научного центра РАН. - 2025. - № 8. - С. 35-44. - DOI 10.17076/eco2219.

LADOGA SKERRIES NATIONAL PARK – A UNIQUE SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREA OF THE NORTHERN LADOGA REGION

A.V. Mosyagin[1], A.S. Lykova[2]

[1]ANO "Center for Wildlife Conservation "Veles"",
Saint Petersburg, Russia,
[2]Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

This article presents data on the Ladoga Skerries National Park, a specially protected natural area of federal significance located in the Republic of Karelia. The park was established by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 1684 dated 28.12.2017. The total area of the national park is 122,008.3 hectares, of which forest fund lands occupy 66,047 hectares and the water area of Lake Ladoga - 52,854.3 hectares. About 750 species of higher vascular plants, 121 species of nesting birds, and 49 species of mammals have been recorded in the park.

Key words: Republic of Karelia, specially protected natural area, national park, Ladoga Skerries, biodiversity, Ladoga ringed seal.

УДК 504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ УРБАНИЗАЦИИ

Д.А. Нестеров

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Россия

В статье рассматривается экологический потенциал вертикального озеленения как элемента современной зелёной инфраструктуры города, и также анализируются особенности вертикальных систем озеленения, их влияние на микроклимат, тепловой режим зданий, качество атмосферного воздуха и биоразнообразие.

Ключевые слова: вертикальное озеленение, зелёные фасады, живые стены, городская среда, урбанизация, экологическая устойчивость, биоразнообразие.

Одновременно искусственные поверхности – бетон, асфальт, стекло и другие строительные материалы – изменяют естественный тепло- и влагообмен. В результате формируется комплекс неблагоприятных экологических явлений, включая повышение температуры городской среды, увеличение потребности зданий, изменение движения воздуха и сокращение естественных местообитаний.

Именно поэтому, одним из наиболее очевидных способов смягчения подобных процессов является увеличение количества растительного покрова, который способен участвовать в регулировании температуры, испарении влаги, затенении поверхностей, осаждении части атмосферных загрязнителей и формировании местообитаний для различных организмов.

Но традиционная система городского озеленения основывается преимущественно на использовании горизонтальных территорий: парки, скверы, бульвары, газоны и уличные посадки формируют важнейшую часть городской экологической инфраструктуры, и их значение трудно переоценить, поскольку крупные зелёные территории одновременно выполняют рекреационные, климаторегулирующие, санитарно-гигиенические и социальные функции.

Однако рост плотности застройки постепенно сокращает возможности дальнейшего увеличения площади таких территорий, особенно в центральных районах крупных городов. Хоть и именно они наиболее плотно испытывают значительную экологическую нагрузку. В этом случае, в отличие от естественного ландшафта, городские материалы способны аккумулировать значительное количество солнечной энергии и отдавать её в окружающее пространство. Растительность способна частично компенсировать эти процессы, а деревья создать тень и разнообразные растительные сообщества создать дополнительные экологические связи.

Таким образом, развитие вертикального озеленения связано не с отказом от традиционного озеленения, а с необходимостью его пространственного расширения.

Под термином «вертикальным озеленением» в современной архитектуре понимается комплекс решений, обеспечивающих размещение и развитие растений на фасадах зданий, стенах, ограждениях, подпорных конструкциях и других вертикальных поверхностях, то есть, в наиболее простом варианте используются вьющиеся растения, высаженные в грунт у основания здания, которые по мере роста поднимаются по фасаду или специально установленной опорной конструкции.

Более сложные системы предусматривают размещение растений в специальных контейнерах, модулях или слоях субстрата непосредственно на фасаде. Такие системы могут включать автоматическое орошение, дренаж, подачу питательных веществ и системы мониторинга.

В научной литературе вертикальные системы обычно подразделяются на зелёные фасады и живые стены, где первые используют преимущественно вьющиеся растения, тогда как живые стены представляют собой более сложные инженерные конструкции, где растения размещаются непосредственно в специальных модулях или субстрате.

Поэтому термин «вертикальное озеленение» следует рассматривать как обобщающее понятие, объединяющее широкий спектр биологических и инженерных технологий.

Но чем же определяется экологический потенциал вертикального озеленения?

Он определяется прежде всего взаимодействием растительного покрова с фасадом и атмосферой.

В процессе жизнедеятельности растения испаряют воду, а энергия, необходимая для фазового перехода воды, отводится из окружающей среды. Это способствует снижению температуры растительного покрова и прилегающего пространства. В совокупности затенение и испарение могут создавать выраженный микроклиматический эффект. Однако его интенсивность зависит от климатических условий, вида растений, плотности покрытия, ориентации фасада, наличия влаги и особенностей конструкции.

Следовательно, экологический эффект вертикального озеленения нельзя рассматривать как фиксированную характеристику технологии. Он является результатом взаимодействия растения, здания и окружающей среды.

И одним из наиболее перспективных направлений применения вертикального озеленения является регулирование микроклимата: в жаркий период зелёный покров может снижать температуру поверхности фасада благодаря затенению и испарению,а при наличии воздушного промежутка между растениями и стеной изменяется характер движения воздуха вдоль фасада. Для здания это означает потенциальное снижение летней тепловой нагрузки: чем меньше нагревается наружная поверхность, тем меньше количество тепла может передаваться внутрь помещения при прочих равных условиях.В результате вертикальное озеленение потенциально способно снижать потребность в механическом охлаждении здания.

Экологическая функция вертикального озеленения тесно связана и с энергетическими характеристиками зданий. И в тёплый период года затенение фасада и испарение влаги могут снижать его тепловую нагрузку, и потенциальное уменьшение температуры ограждающей конструкции способно снижать нагрузку на системы кондиционирования. Но в некоторых условиях зелёный фасад может также влиять на ветровое воздействие и теплообмен вблизи стены.

Вертикальная растительность способна выполнять определённую функцию в системе управления дождевыми водами.

Листья и ветви задерживают часть осадков, после чего вода либо испаряется, либо постепенно поступает в субстрат и дренажную систему. При чем, для города это может иметь значение при интенсивных осадках, поскольку дополнительная задержка воды потенциально уменьшает скорость её поступления в ливневую канализацию.

Также одной из наиболее интересных функций вертикального озеленения является создание дополнительных местообитаний в условиях искусственно преобразованной городской среды, то есть, растительные системы могут использоваться птицами, насекомыми и другими организмами. Особенно значимыми являются цветущие растения, способные обеспечивать насекомых-опылителей пищевыми ресурсами.

Однако экологическая ценность вертикальной системы зависит от её биологического разнообразия: если фасад покрыт одним декоративным видом, его значение для биоразнообразия может быть ограниченным, и, напротив, сочетание различных видов, отличающихся сроками цветения, высотой и структурой, позволяет формировать более сложное сообщество.

Поэтому при проектировании экологически ориентированных зелёных фасадов следует учитывать не только декоративные характеристики растений, но и их роль в локальных пищевых цепях.

Итогом, вертикальная растительность способна участвовать в регулировании микроклимата, затенять фасады, снижать их нагрев, способствовать испарению влаги, частично задерживать атмосферные осадки и создавать дополнительные местообитания для живых организмов. Кроме того, зелёные фасады обладают архитектурным потенциалом и позволяют формировать более тесную визуальную и функциональную связь между зданиями и природным окружением. Однако экологический потенциал вертикального озеленения не следует оценивать исключительно по положительным эффектам: потребность в воде, техническом обслуживании, конструктивной инфраструктуре и материалах может существенно влиять на общий экологический баланс, и, поэтому эффективность конкретной системы должна определяться с учётом её жизненного цикла, климатических условий, характеристик здания и особенностей эксплуатации.

Список использованных источников

1. Жданова ИВ, Кузнецова АА, Дорофеева ЕД. Экологические и эстетические аспекты применения вертикального озеленения и зеленых крыш в жилых зданиях. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2019.

2. Сергеева Н.Д. Цыганков В.В., Абраменков С.А. Научные основы организационно-технологического проектирования строительства объектов примагистрального озеленения // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, 2018. №3 (23). С. 3- 12.

ECOLOGICAL POTENTIAL OF VERTICAL GREENING OF BUILDINGS IN THE CONDITIONS OF MODERN URBANIZATION

D.A. Nesterov

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

The article examines the ecological potential of vertical landscaping as an element of the modern green infrastructure of the city, and also analyzes the features of vertical landscaping systems, their impact on the microclimate, thermal regime of buildings, atmospheric air quality and biodiversity.

Keywords: vertical landscaping, green facades, living walls, urban environment, urbanization, environmental sustainability, biodiversity.

УДК 504

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Д.А. Нестеров

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

Усиление антропогенной нагрузки приводит к существенной перестройке физических, химических и биологических свойств почв и изменяет их способность выполнять экологические функции.

Ключевые слова: почвенный покров, антропогенная нагрузка, деградация почв, загрязнение, тяжелые металлы, миграция загрязняющих веществ.

Почвенный покров является фундаментальным компонентом наземных экосистем и одновременно одной из наиболее уязвимых природных систем по отношению к антропогенному воздействию.

Под антропогенной нагрузкой целесообразно понимать совокупность прямых и косвенных воздействий человеческой деятельности, способных изменять структуру, свойства, функции и устойчивость почвенной системы.

К основным источникам антропогенного воздействия относятся:

1. сельскохозяйственное производство;
2. промышленность и добыча полезных ископаемых;
3. транспортная инфраструктура;
4. урбанизация и строительство;
5. коммунальное хозяйство и накопление отходов;
6. вырубка лесов и изменение растительного покрова;
7. чрезмерный выпас животных;
8. нерациональное орошение и осушение;
9. атмосферные выбросы и выпадение загрязняющих веществ;
10. изменение землепользования.

Но особое место среди антропогенных источников воздействия занимают территории накопления отходов.

В таких системах почва, грунт, отходы, подземные воды и атмосферный воздух образуют взаимосвязанную геохимическую систему, в которой постоянно протекают процессы разложения органического вещества, растворения, сорбции, комплексообразования, окисления и восстановления, и формирующийся в результате взаимодействия воды с отходами фильтрат может содержать растворённое органическое вещество, соли, соединения азота, металлы и другие загрязняющие компоненты (его состав существенно зависит от типа отходов, возраста объекта, климатических условий и стадии биохимической трансформации органического вещества).

И одним из наиболее распространённых последствий интенсивного землепользования является нарушение структуры почвенных агрегатов: механическая обработка, движение тяжёлой техники и уменьшение поступления органических

остатков способны изменять соотношение между макро- и микроагрегатами, увеличивать плотность сложения и уменьшать пористость. Это непосредственно отражается на инфильтрации воды и газообмене, а именно то, что в уплотнённых почвах уменьшается объём пор, доступных для воздуха, ухудшается снабжение корневой зоны кислородом и могут формироваться локальные восстановительные условия.

Промышленные территории и зоны размещения отходов отличаются ещё более высокой сложностью воздействия, так как здесь загрязнение может поступать в почву непосредственно с пылью и выбросами, через атмосферные осадки, при утечках жидкостей или вследствие инфильтрации загрязнённой воды. При этом, почва первоначально способна задерживать значительную часть загрязнителей, однако изменение её химического состояния может привести к последующей ремобилизации.

Таким образом, антропогенная трансформация почвы не сводится к простому накоплению загрязняющих веществ, а изменяет саму систему взаимодействия между твёрдой, жидкой и газовой фазами почвы.

Но особое значение в функционировании антропогенно изменённых почв и территорий размещения отходов имеет органическое вещество. Оно является не только источником углерода и энергии для микроорганизмов, но и активным участником химических реакций. И при поступлении большого количества органических остатков в почву или тело полигона интенсивность микробиологической трансформации возрастает:

– на начальном этапе при наличии достаточного количества кислорода преобладают аэробные процессы, микроорганизмы используют органические соединения в качестве энергетического субстрата, в результате чего органический углерод преимущественно преобразуется в углекислый газ и биомассу, а также образуются вода и другие продукты минерализации;

– по мере потребления кислорода условия постепенно изменяются, а именно то, что в глубоких слоях почвы, уплотнённых грунтах, переувлажнённых участках и особенно в теле складируемых отходов может возникать дефицит кислорода, и в этих условиях микроорганизмы начинают использовать другие акцепторы электронов, что переход от аэробного состояния к анаэробному сопровождается снижением окислительно-восстановительного потенциала;

– особенно сложной является последовательность анаэробного разложения органики в местах накопления отходов, так как крупные органические молекулы сначала подвергаются гидролизу, в результате чего образуются более простые соединения;

– затем продукты гидролиза превращаются в органические кислоты, спирты и другие промежуточные соединения, а на последующих стадиях происходит их дальнейшая трансформация с образованием соединений, доступных метаногенным микроорганизмам:

– в конечном результате значительная часть легкоразлагаемой органики преобразуется преимущественно в метан и углекислый газ.

Таким образом, по мере стабилизации органического материала изменяется и состав водной фазы: для молодых отходов характерно присутствие

значительного количества легкоразлагаемых органических соединений и продуктов кислотообразующей стадии; на более поздних этапах содержание легкоразлагаемого органического вещества обычно уменьшается, а возрастает относительная доля более устойчивых соединений.

Существенное значение имеет химическая форма, в которой элемент находится в растворе или твёрдой фазе, например, металлы могут существовать в виде свободных ионов, неорганических комплексов, органоминеральных соединений или быть связаны с поверхностью минеральных частиц, поэтому повышение или снижение концентрации металла в фильтрате может быть обусловлено не только поступлением нового количества вещества, но и изменением равновесия между различными формами его существования.

Кислотность среды также является одним из наиболее значимых факторов, определяющих миграцию химических элементов. Изменение pH влияет на растворимость минералов, степень диссоциации органических кислот, поверхностный заряд минералов и интенсивность сорбции. Поэтому изменение кислотности может приводить как к мобилизации, так и к закреплению отдельных элементов.

Последствия трансформации почвенного покрова проявляются на нескольких уровнях. На уровне самой почвы происходит снижение структурной устойчивости, изменение водно-воздушного режима, сокращение биологической активности и изменение содержания органического вещества, а на уровне экосистемы нарушаются круговороты углерода, азота, фосфора и других элементов.

Итогом, антропогенная трансформация почвенного покрова представляет собой сложный многофакторный процесс, затрагивающий физические, химические и биологические свойства почвы через интенсивное землепользование, промышленную деятельность, урбанизацию и накопление отходов. В связи с этим экологическая оценка антропогенно изменённых территорий должна базироваться на комплексном анализе состояния почвенного покрова, органического вещества, почвенного раствора, фильтрата и подземных вод.

Список использованных источников

1. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Цибарт А.С., Смирнова М.А. Углеводороды в почвах: происхождение, состав, поведение (обзор)// Почвоведение. 2015. № 10. С. 1195-1209.

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE SOIL COVER

D.A. Nesterov

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

The increased anthropogenic load leads to a significant restructuring of the physical, chemical and biological properties of soils and changes their ability to perform ecological functions.

Keywords: soil cover, anthropogenic load, soil degradation, pollution, heavy metals, migration of pollutants.

УДК 631.147

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МИРОВЫХ РЕСУРСОВ ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПРЯНОАРОМАТИЧЕСКИХ ГИДРОФИТОВ

А.И. Никифоров[1], М.А. Никифорова[2]

[1] Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов, г. Москва, Россия;
[2] НОУ «Православная школа «Рождество», г. Истра, Россия

В статье рассматривается состояние мирового рынка дикорастущих лекарственных и пряноароматических гидрофитов; обсуждаются существующие подходы к регулированию международного рынка полезных в хозяйственном отношении растений-гидрофитов. Упоминается необходимость привлечения опыта традиционного природопользования аборигенного населения в отношении водных и околоводных пищевых, лекарственных и пряноароматических растений. Рассмотрены актуальные вопросы международного регулирования рынка растительного сырья из дикорастущих лекарственных и пряноароматических гидрофитов, в том числе недопустимость бесконтрольной интродукции гидрофитов в связи с высокими рисками возникновения биологической инвазии.

Ключевые слова: лекарственные гидрофиты, биологическое разнообразие, растительное сырьё, биологическая инвазия, генетические ресурсы

В настоящее время мировой рынок лекарственных и пряноароматических гидрофитов (точнее – различной продукции из них) бурно развивается, причем существенная часть присутствующей на данном рынке продукции производится из дикорастущего сырья. Вследствие этого, данный рынок затрагивает широкий круг заинтересованных сторон, в который входят коренные народы, местные сообщества, рыночные посредники, компании по производству растительного лекарственного сырья, фармацевтические и косметические компании, население, нуждающееся в традиционных лекарственных препаратах, а также государства, заинтересованные как в получении прибыли, так и в сохранении своих биологических ресурсов.

При этом расширение масштабов коммерческого освоения дикорастущих растительных ресурсов представляет собой реальную угрозу для их сохранения в количествах, достаточных для рентабельного промысла, а зачастую и вообще существования популяций [1]. Указанная проблема усугубляется такими факторами, как разрушение местообитаний, неэффективные (неустойчивые) технологии сбора и несправедливо низкие уровни дохода местных жителей, занятых непосредственным сбором растительного сырья. В связи с этим, объективно существует потребность в специальных мерах международной защиты таких растений.

Как известно из международной практики, регулирование, контроль и мониторинг являются основными действенными мерами для сохранения растений, представляющих ресурсную ценность. При этом важно, чтобы указанные меры применялись на всех уровнях (локальный, региональный, национальный, глобальный) и этапах производства пищевого либо лекарственного сырья, а также различных дериватов и продукции из него. Указанный комплекс мер, в свою очередь, должен опираться на такие методы, как: международное и национальное законодательное регулирование, разработка и применение международных стандартов, разработка правил и рекомендаций относительно процесса сбора (заготовки), а также вовлечение бизнеса в сферу ответственного природопользования через механизм добровольной экологической сертификации. Важно отметить, что при грамотном менеджменте и эффективном регулировании рынок дикорастущих лекарственных и пряноароматических растений может стать постоянным источником благосостояния для наименее экономически благополучных групп населения, а также мощным экономическим стимулом к охране окружающей среды, особенно для сохранения и восстановления местообитаний [2].

Анализ объемов мирового рынка дикорастущих лекарственных и пряноароматических гидрофитов представляет собой некоторую трудность в связи с тем, что, во-первых, в большинстве стран слабо организована система мониторинга и контроля за производством данного вида сырья, а, во-вторых, при экспорте учёт данной продукции может осуществляться в различных таможенных категориях. Так, например, лотос (*Nelumbo nucifera*) или эвриала (*Euryale ferox*) чаще учитываются как пищевое сырьё (хотя их компоненты часто используются и как лекарственное сырьё), тогда как водная мята (*Mentha aguatica*) или мята болотная (*Mentha pulegium*) могут быть учтены и как пищевое сырьё, и как пряноароматическое сырьё, и как лекарственное сырьё.

При разработке систем регулирования важно учитывать немалые объемы потребления в тех странах, где дикорастущие лекарственные растения традиционно применяются в системе здравоохранения, а пряноароматические – в традиционной кухне. По данным ВОЗ, около 80% населения развивающихся стран в случае болезни обращаются к традиционной медицине, которая в значительной степени (а в ряде стран – преимущественно) основывается именно на использовании дикорастущих лекарственных растений [3]. Так, например, в Индии, где важнейшее место в национальном здравоохранении занимает традиционная медицина Аюрведа, объемы внутренней торговли дикорастущими лекарственными растениями достигают 1,8 млрд. долл. США [4].

В целом в настоящее время мировой рынок дикорастущих лекарственных и пряноароматических гидрофитов бурно развивается, что указывает на риски истощения данного возобновляемого ресурса в случае, если будет отсутствовать государственное регулирование и контроль за процессами сбора и торговли данным видом сырья. Но при разработке правовых механизмов контроля использования и сбора следует учитывать, что гидрофиты как ресурс имеют важное значение для социального благополучия жителей многих стран. Необходимым условием функционирования рынка дикорастущих лекарственных гидрофитов в соответствии с концепцией устойчивого развития является его эффективное

правовое регулирование на всех уровнях: глобальном, национальном и локальном. Международное регулирование осуществляется при участии различных международных организаций (ООН, ЮНЕП, МСОП, ВОЗ, ФАО, ВОИС, ЮНКТАД и др.) и затрагивает целый перечень разноплановых аспектов заготовки дикорастущих хозяйственно-полезных растений и торговли ими.

Одним из основополагающих инструментов международного регулирования торгового оборота лекарственных растений является Конвенция ООН о биологическом разнообразии (далее – КБР) [5]. Положения данной Конвенции напрямую применимы к дикорастущим лекарственным и пряноароматическим гидрофитам как к важной составляющей мирового биоразнообразия. Так, стороны Конвенции разрабатывают положения об устойчивом использовании дикорастущих лекарственных растений и получении выгод от их использования на справедливой основе; кроме этого, существуют и специальные программы по сохранению популяций дикорастущих лекарственных и пряноароматических растений.

Хорошим примером такой программы может служить Глобальная стратегия сохранения растений 2011-2020 (*Global Strategy for Plant Conservation*, принята Сторонами КБР в 2002 г.) Задачами данной стратегии являлись: понимание, признание и документированное оформление биологического разнообразия дикорастущих растений; своевременное и эффективное сохранение растений; обеспечение сбора и использования растений устойчивым образом; просвещение в области разнообразия растений и их роли для местных сообществ; вовлечение населения в процесс выполнения положений Стратегии. Для каждого из указанных положений были разработаны целевые показатели.

Особую роль в регулировании международного рынка лекарственных и пряноароматических растений играет Нагойский протокол КБР, регулирующий доступ к генетическим ресурсам и совместное использование выгод от их использования на справедливой основе [6].

В свою очередь, применение Нагойского протокола в вопросах регулирования международного рынка дикорастущих лекарственных и пряноароматических растений в значительной степени основывается на «Боннских руководящих принципах по обеспечению доступа генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой и равной основе выгод от их применения». Поскольку данная группа дикорастущих растений является ценным ресурсом и для пищевой, и для фармацевтической промышленности, ключевым фактором устойчивого регулирования эксплуатации этого ресурса является обеспечение справедливого участия в этом процессе как поставщиков генетического сырья (это страны – экспортеры лекарственных растений), так и его потребителей (фармацевтические и пищевые компании, а также в целом страны-импортеры).

Кроме того, в рамках «Боннских принципов» разработан специальный механизм «Доступа к генетическим ресурсам и совместного использования выгод» (ДГРСИВ). Согласно этому механизму, страна-поставщик обязуется обеспечить доступ к своим генетическим ресурсам и традиционным знаниям, которые представляют интерес для мирового сообщества (путем создания правовой и административной прозрачности, создания недискриминационных условий торговли,

выдачи определенного документа, подтверждающего наличие доступа и т.д.). Осуществляя это, страна-поставщик получает доступ к совместному использованию выгод в виде совместных исследований со страной-пользователем, инвестиций в инфраструктуру и технологии, денежного вознаграждения в виде уплаты роялти; также предусматривается обеспечение для страны-поставщика льготного доступа к лекарственным препаратам, разработанным на основе конкретного лекарственного ресурса; кроме того, механизм ДГРСИВ предусматривает обеспечение совместного владения возникающей интеллектуальной собственностью.

Документом, играющим важнейшую роль в регулировании торговли дикорастущими лекарственными и пряноароматическими растениями (в т.ч. гидрофитами), является Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (*CITES - Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*). Согласно этой Конвенции, режим торговли определяется тем, к списку какого приложения CITES принадлежит конкретный вид. Так, Приложение I содержит список видов, находящихся под угрозой исчезновения, торговля которыми строго урегулирована в целях их сохранения и возможна лишь в исключительном случае; Приложение II содержит список видов, которые могут подвергнуться угрозе исчезновения, в случае отсутствия соответствующего ограничения торговли на том уровне, который не будет наносить ущерба выживанию вида (а также список видов, контроль за оборотом которых необходим в целях обеспечения эффективного контроля за оборотом видов из Приложения I). Приложение III содержит список видов, подлежащие регулированию по инициативе любой из стран и в пределах ее юрисдикции, с целью ограничения или предотвращения чрезмерной эксплуатации конкретного вида. Основой механизма регулирования международного рынка редких видов является система запроса и выдачи соответствующих разрешений на торговлю. Говоря о дикорастущих лекарственных и пряноароматических растениях, следует заметить, что в списки CITES входят более двухсот видов таких растений, преобладающая часть которых относится к Приложению II. Информационное обеспечение CITES обеспечивает программа TRAFFIC (*Trade Records Analisis of Flora and Fauna in Commerce*), основная задача которой состоит в осуществлении мониторинга торговли дикими видами как растений, так и животных.

Также к системе международного регулирования рынка дикорастущих лекарственных и пряноароматических растений относится Международная Конвенция по карантину и защите растений, разработанная FAO (*Food and Agriculture Organization*). В сферу действия данной конвенции попадает регулирование как рынка целенаправленно культивируемых гидрофитов (например, в условиях промышленной аквакультуры), так и рынка съедобных и лекарственных дикорастущих гидрофитов. При этом особое внимание обращается на защиту местных сообществ от возможных биологических угроз, связанных с трансграничным и трансконтинентальным перемещением видов, поскольку торговля дикорастущими полезными растениями охватывает практически все

континенты, и при этом часть торгуемых растений могут являться опасными инвазивными видами.

Так, например, водный орех (*Trapa natans*) был завезен в Северную Америку в 1870-х годах, и, ввиду весьма благоприятных для него климатических и гидрологических условий, постепенно начал активно распространяться. На данный момент это растение произрастает на территории штатов Коннектикут, Мэриленд, Массачусетс, Нью-Йорк, Пенсильвания, Вермонт и Вирджиния, а также в канадской провинции Квебек, в притоке реки Ришелье [7].

Поскольку это растение способно при благоприятных условиях покрывать своими листьями до 100 % поверхности воды, при активном распространении оно начинает оказывать негативное влияние на другие виды гидрофитов (особенно на погружённые растения, произрастающие в этом же водоёме). В результате в некоторых регионах Северной Америки широкое распространение водяного ореха превратилось в серьёзнейшую экологическую проблему. Так, на реке Гудзон водяной орех вытеснил нативный вид гидрофитов валлиснерию американскую (*Vallisneria Americana Michx*), поэтому в целом данный вид сейчас рассматривается в Северной Америке как инвазивный, несмотря на его безусловную ценность как пищевого и лекарственного растения [8].

Поэтому под контроль Конвенции по карантину и защите растений попадают транспортные средства, почва, контейнеры, упаковка и другие объекты и среды, которые могут содержать опасные организмы. Конвенция стала в определенном смысле основой для гармонизации стандартов, расширении сотрудничества и обмена информацией технического характера между странами-экспортёрами и импортёрами лекарственных и пряноароматических гидрофитов.

Заключение

Существующие на данный момент схемы использования хозяйственно-полезных гидрофитов обладают значительной региональной спецификой, несколько снижающей реальную значимость данного растительного ресурса для мировой экономики. Вместе с тем существуют объективные климатические и культурно-исторические ограничения, лимитирующие современное развитие международного рынка лекарственных и пряноароматических гидрофитов. Тем не менее, использование мировых ресурсов дикорастущих лекарственных и пряноароматических гидрофитов следует рассматривать как перспективное направление в природопользовании, поскольку оно позволяет значительно повысить экономическую значимость мелководных пресноводных акваторий и окружающих их переувлажненных территорий, слабо вовлеченных в процессы устойчивой эксплуатации.

Список использованных источников

1. Nekratova N.A., Shurupova M.N. Medicinal plants in the Altai Mountains: reserves of raw materials and annual possible volumes of harvesting. International Journal of Environmental Studies, 2015, 72(3): 490-500.

2. Badola H., Aitken S. The Himalayas of India: A Treasury of Medicinal Plants Under Siege. Biodiversity, 2003, 4(3): 3.

3. van Wyk, A.S., Prinsloo, G. Medicinal plant harvesting, sustainability and cultivation in South Africa. Biological Conservation, 2018, 227: 335-342.

4. Никифоров А.И., Алексеева М.С. Особенности правового регулирования международной торговли дикорастущими лекарственными растениями. Глобальная экологическая безопасность: актуальные проблемы права и практики. 2018. С. 73-81.

5. Putterman D.M. Trade and the biodiversity convention Nature, 1994, 371(6498): 553.

6. Morgera E. Justice, equity and benefit-sharing under the Nagoya Protocol to the Convention on Biological Diversity. Italian Yearbook of International Law, 24(1): 113-141.

7. Charles R., O'Neill, Jr. Water Chestnut (Trapa natans) in the Northeast. NYSG Invasive Species Factsheet Series: 06-1. Sea Grant New York. 2006, Pages 1-4.

8. Hummel M., Kiviat E. Review of World Literature on Water Chestnut with Implications for Management in North America. Journal of Aquatic Plant Management, 2004, 42, 17-28.

TOPICAL ASPECTS OF SUSTAINABLE EXPLOITATION OF GLOBAL RESOURCES OF WILD MEDICINAL AND SPICY-AROMATIC HYDROPHYTES

A.I. Nikiforov[1], M.A. Nikiforov[2]

[1] Main Basin Directorate for Fisheries and Conservation aquatic biological resources, Moscow, Russia;
[2] NEI "Orthodox Christian School "Christmas», Istra, Russia

The article examines the state of the global market for wild-growing medicinal and spicy-aromatic hydrophytes; present approaches to regulating the international market of economically useful hydrophyte plants are discussed. The need to attract the experience of traditional nature management of the indigenous population in relation to aquatic and near-water food, medicinal and spicy-aromatic plants is mentioned. Topical issues of international regulation of the market for plant raw materials from wild medicinal and spicy-aromatic hydrophytes, including the inadmissibility of uncontrolled introduction of hydrophytes due to the high risks of biological invasion, were considered.

Keywords: medicinal hydrophytes, biological diversity, plant raw materials, biological invasion, genetic resources.

УДК 614.715

РОЛЬ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЗВИТИИ ХОБЛ

А.Д. Николаева, Е.А. Гревцова

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань, Россия

В научной статье рассматривается проблема влияния антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость хронической обструктивной болезнью легких. В результате техногенного загрязнения химические поллютанты вместе с атмосферным воздухом попадают в организм человека, вызывают нарушения в иммунологическом и метаболическом статусе и способствуют развитию эколого-обусловленных заболеваний.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, загрязнение атмосферного воздуха.

Живая оболочка нашей планеты – биосфера представляет собой уникальную равновесную систему с непрерывным круговоротом веществ и энергии. Основной источник энергии, обеспечивающий все процессы жизнедеятельности в живых организмах – Солнце, от которого к Земле каждую секунду поступает 2*1014 кДж энергии излучения. В дальнейшем эта энергия расходуется на физико-химические процессы, происходящие в атмосфере, гидросфере, литосфере, перемещение воздушных масс, испарение воды, выделение и поглощение газов, растворение веществ.

Эволюционное развитие биосферы связано с появлением человека на Земле, однако длительное время его влияние на биосферу определялось только фактом самого наличия человека, как биологического вида. На определенном этапе исторического развития специфика экосистемы «человек – окружающая среда» стала определяться не только физическими и биологическими факторами, но и социально-экономическими условиями, которые по мере развития общества приобретают все более значимую роль в отношениях человека и природы.

В результате техногенной деятельности возник новый процесс обмена веществ и энергией между природой и обществом, который существенно изменяет общепланетарный круговорот веществ путем его резкого ускорения. Основное отличие этого обмена (антропогенного) от биотического (естественного) – незамкнутость, открытый характер. На входе антропогенного обмена находятся природные ресурсы, на выходе – техногенные и бытовые отходы. Экологические издержки данного процесса проявляются в том, что КПД использования природных ресурсов достаточно низок, а отходы производства ухудшают окружающую природную среду, часто не разлагаясь до природного состояния.

Сегодня человек – главная сила природы, изменяющая процессы в биосфере и управлять этими процессами он только учится. В XXI веке воздействие человечества на природу уже соизмеримо с действием природных факторов, что приводит к качественному изменению соотношения сил между обществом и

природой, возникновению необратимых процессов и становится все более разрушительным. В окружающую природную среду попадают загрязнители, которые чужды ей не только количественно, но и качественно, являются крайне токсичными, аккумулируются в биосфере и представляют опасность для всего живого. В итоге, нарушая законы природы, человек ухудшает собственные условия существования, несмотря на общественные и технические усовершенствования.

Неблагоприятная деятельность человека по отношению к природной среде проявляется в трех аспектах: загрязнение окружающей природной среды, истощение природных ресурсов и разрушение природной среды. В своей статье я хочу затронуть вопрос антропогенного загрязнения атмосферного воздуха с позиции его влияния на развитие хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ). Данный вид загрязнения реализуется в результате хозяйственной деятельности человека и приводит к качественному и количественному изменению состава воздуха, в дальнейшем воды и почвы, ухудшая качество жизни и здоровья людей. Основными источниками загрязнения являются промышленность, сельское хозяйство и транспорт. Так в крупных городах 70-80% загрязнения приходится на транспорт, среди промышленных предприятий лидерами загрязнения считаются металлургические предприятия (34%), предприятия энергетики (27%), химической, нефтяной и газовой промышленности (28% в совокупности). В последние годы к промышленности по уровню загрязнения подтягивается и сельское хозяйство по причинам отсутствия эффективных технологий в очистке и утилизации фекальных отходов в животноводстве и резкого увеличения применения минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов и ядохимикатов в растениеводстве [1,5].

Ежегодно на одного жителя Земли приходится свыше 20 т. отходов, а основная доля загрязнителей накапливается в воздухе, воде и почве. Согласно оценкам экспертов ВОЗ загрязнение атмосферного воздуха является одной из самых серьезных экологических угроз для здоровья человека. Так в 2025 г. загрязнение воздуха вне помещений в городах и в сельских районах привело к 4,5 млн случаев преждевременной смерти в мире, что обусловлено воздействием мелких дисперсных частиц, которые приводят к развитию сердечно-сосудистых, респираторных и онкологических заболеваний. По данным Росстата в РФ общий объем выбросов, загрязняющих атмосферу веществ, в 2024 году составил 22 075 тыс. тонн, из них от стационарных источников – 17 092 тыс. тонн и передвижных – 4 983 тыс. тонн, что может быть ответственно за 20% смертей населения и 32% экономических потерь [2,4,5].

Дыхательная система – система организма человека, которая одной из первых тесно соприкасается с окружающей средой и принимает на себя основную часть загрязняющих веществ из атмосферного воздуха. Учеными и врачами доказана достоверная связь между степенью антропогенного загрязнения окружающей среды и распространенностью заболеваний бронхолегочной системы, в том числе и ХОБЛ.

ХОБЛ – заболевание, характеризующееся хроническим воспалением в дыхательных путях и легочной ткани в ответ на воздействие вдыхаемых поллютантов и проявляющееся постоянным ограничением воздушного потока со

склонностью к прогрессированию. Это провоцирует развитие дыхательной недостаточности, проявляющейся одышкой. Разная тяжесть заболевания приводит к различной интенсивности одышки. Сначала она причиняет беспокойство при подъеме по лестнице или при ходьбе в гору, а затем появляется при интенсивной ходьбе по ровной поверхности, что заставляет ходить медленно и останавливаться. При очень тяжелой форме болезни одышка беспокоит в покое.

Данные ВОЗ показывают, что сегодня ХОБЛ занимает четвертое место среди ведущих причин смерти в и в 2023 году она унесла жизни 3,4 млн человек (примерно 6% от всех причин смерти). Главной причиной смерти пациентов с ХОБЛ являются респираторные факторы: обострения ХОБЛ, опухоли легких или другие проблемы в дыхательной системе [3,6].

Наиболее часто заболевание возникает у лиц трудоспособного возраста после 40 лет. По данным исследования Global Alliance Against Chronic Respiratory Diseases (GARD), распространенность ХОБЛ среди взрослого населения России составляет 15,3%, среди пациентов с респираторными симптомами – 21,8% [3].

В развитии ХОБЛ играют роль эндогенные, экзогенные факторы, а также их сочетание. Эндогенные факторы риска включают генетические, эпигенетические и другие характеристики пациента: бронхиальную гиперреактивность, бронхиальную астму в анамнезе, перенесенные тяжелые респираторные инфекции в детском возрасте и симптомы хронического бронхита. Доказанный генетический фактор риска ХОБЛ – дефицит α1-антитрипсина, однако его распространенность среди больных ХОБЛ весьма мала (например, генотип ZZ встречается лишь у 0,12% больных ХОБЛ). Особенно негативно на фоне дефицита α1-антитрипсина сказывается воздействие компонентов табачного дыма: симптомы ХОБЛ у курящих появляются приблизительно на 10 лет раньше по сравнению с некурящими лицами. Другие предрасполагающие к ХОБЛ генетические факторы сложны, и их вклад в развитие заболевания недостаточно ясен.

К экзогенным этиологическим факторам относят курение, профессиональные поллютанты и загрязнение атмосферного воздуха. Среди этих патогенов основная роль в развитии ХОБЛ принадлежит курению, в том числе пассивному. Так, в индустриальных странах курение вносит вклад в смертность около 80% мужчин и 60% женщин, а в развивающихся странах – 45% и 20% соответственно.

Профессиональные вредности являются причиной ХОБЛ у 19,2% больных в целом и у 31,1% никогда не куривших. Повреждающим воздействием на легкие обладают любые промышленные аэрозоли, которые вызывают персистирующее воспаление дыхательных путей и паренхимы легких. Лидирующие позиции в данном вопросе занимают мелкодисперсные аэрозоли с размером частиц менее 2,5 микрон, которые могут длительное время находиться во взвешенном состоянии и легко проникать в дистальные отделы бронхиального дерева. К ним относятся органическая (хлопковая, льняная, мучная, торфяная) и неорганическая (цементная, известковая, угольная, кварцевая и др.) пыль, токсичные пары и газы (кислоты, хлор, сернистый ангидрид, окись углерода). Профессиональный контакт с промышленными аэрозолями увеличивает риск развития ХОБЛ в 3 раза по сравнению с лицами, не контактирующими с этими факторами. Для подтверждения этиологической роли профессиональных факторов в развитии ХОБЛ

учитывают стаж работы, концентрацию аэрозолей в воздухе рабочей зоны, химический состав, физические, биологические свойства промышленных поллютантов, а также возраст работника.

В загрязнении атмосферного воздуха определяющая роль принадлежит различным примесям, содержащимся во вдыхаемом воздухе, которые оказывают раздражающее действие на слизистую оболочку бронхов и альвеолы. Здесь основное значение имеют сернистый ангидрид, окислы азота и озон. Дополнительный вклад в загрязнение атмосферы вносят продукты неполного сгорания различных видов топлива, выхлопные газы автотранспорта и химические производственные продукты [2,3,6].

Наиболее частыми симптомами ХОБЛ являются затрудненное дыхание, хронический кашель (иногда с отделением мокроты) и чувство усталости. Также пациенты с ХОБЛ подвергаются повышенному риску возникновения таких проблем со здоровьем как легочные инфекции (например, грипп и пневмония), рак легких, проблемы с сердцем, мышечная слабость и ломкость костей, депрессия и тревожное расстройство. Классические симптомы ХОБЛ обычно развиваются в среднем возрасте, по мере прогрессирования болезни человеку становится все труднее выполнять обычные повседневные действия, обычно вследствие одышки. В результате снижения производительности труда и бытовых ограничений, а также необходимости оплачивать медицинскую помощь у больного могут возникнуть серьезные финансовые проблемы [6].

Минимизация факторов риска ХОБЛ, ранняя диагностика заболевания при диспансеризации и профилактических медицинских осмотрах, своевременное обращение пациента за медицинской помощью, установление диспансерного наблюдения являются надежными средствами для осуществления первичной и вторичной профилактики. Это снижает распространенность и тяжесть течения ХОБЛ, риск развития осложнений и сопутствующих заболеваний, преждевременную смертность, а также нагрузку на систему здравоохранения.

Приоритетным мероприятием в рамках первичной профилактики ХОБЛ является снижение уровня загрязняющих веществ в окружающей среде и, особенно, в атмосферном воздухе. Нужно помнить, что любая практическая деятельность человека требует знания законов природы, в противном случае люди очень быстро могут создать вокруг себя безжизненное пространство. И цена такого вопроса – жизнь человека на планете Земля.

Список использованных источников

1. Безопасность жизнедеятельности для педагогических и гуманитарных направлений: учебник и практикум для вузов / под общей редакцией В. П. Соломина. – Москва: Издательство Юрайт, 2026. – 351 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-18519-5. – URL: https://urait.ru/bcode/600369 (дата обращения: 10.09.2026). – Режим доступа: Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – Текст: электронный.

2. Загрязнение атмосферного воздуха (воздуха вне помещений) и здоровье человека. Основные факты. ВОЗ. – 2024, 24 октября. – URL: https://

www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health (дата обращения: 10.09.2026).

3. Здоровье населения Рязанской области и факторы, влияющие на него: моногр. / Е. А. Гревцова, А. Д. Николаева, Г. В. Чукина; под ред. Е. А. Гревцовой. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,38 MB). – Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина, 2023. – 146 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: IBM / PC ; Windows XP и выше ; 256 MB RAM ; свободное место на HDD 25 MB ; Acrobat Reader 3.0 или старше. – Загл. с экрана.

4. Основные показатели охраны окружающей среды. Статистический бюллетень. – Москва, 2025 г.

5. Сергеев, В. С. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В. С. Сергеев. – Москва: Владос, 2018. – 480 с. – ISBN 978-5-906992-88-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/112124 (дата обращения: 10.09.2026). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ). Основные факты. ВОЗ. – 2026, 10 июня. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd) (дата обращения: 10.09.2026).

THE ROLE OF ANTHROPOGENIC AIR POLLUTION IN THE DEVELOPMENT OF COPD

A.D. Nikolaeva, E.A. Grevtsova

Ryazan State University named after S.A. Yesenin, Ryazan, Russia

The scientific article discusses the problem of the influence of anthropogenic air pollution on the incidence of chronic obstructive pulmonary disease. As a result of technogenic pollution, chemical pollutants enter the human body along with atmospheric air, causing disorders in immunological and metabolic status and contributing to the development of environmentally-related diseases.

Keywords: chronic obstructive pulmonary disease, atmospheric air pollution.

УДК 71

АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА ДЕКОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПЕНЗЕНСКОГО ГАУ

Н.И. Остробородова

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

В статье приведен современный ассортимент декоративных деревьев и кустарников, произрастающих на территории сада Пензенского ГАУ. Отмечено,

что состав произрастающих насаждений в коллекции сада, представляет интерес для формирования коллекции по использованию в различных условиях г. Пензы и области.

Ключевые слова: декоративные насаждения, ассортимент, виды, сад, инвентаризация.

Самое простое и действенное средство оздоровления современной экологии города – это развитие оптимально сформированной системы зеленых насаждений.

Научные исследования доказали, что растения обогащают воздух кислородом, очищают от вредных примесей и пыли, благотворно влияют на температурный режим и влажность. Кроме того, они снижают уровень городского шума и защищают от ветра. Поэтому так необходимо, сохраняя существующие в городе взрослые деревья, одновременное проведение в широких масштабах работ по увеличению площадей зеленых насаждений [4].

Нижний сад ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ находится в восточной части студенческого городка. Он был заложен в апреле 1975 года и имеет историческое и научное значение. В связи с этим сохранение видового состава в привлекательном виде имеет и имиджевую составляющую для университета [1-3].

Последняя полная инвентаризация насаждений была проведена 20 марта 2009 года доцентом кафедры биологии и экологии Антоновым И.С. В 2014 и 2022 году на территории сада были осуществлены санитарные мероприятия, в результате которых убраны старые насаждения и удалена захламленность. В общей сложности вырублено 43 дерева и кустарника, взамен которых высажены новые виды.

Натурное обследование территории и мониторинг состояния зеленых насаждений, как основных компонентов объектов озеленения было проведено весной 2026 года.

По результатам рекогносцировочного обследования на участке присутствуют 34 вида декоративных растений из 50 (таблица).

Таблица 1 – Ассортимент декоративных деревьев и кустарников, произрастающих на территории сада

№ п/п	Название породы	Данные по результатам исторических материалов	Рекогносцировочное наблюдение 2026 г.
1	Яблоня ягодная (Malus baccata)	+	+
2	Рябина обыкновенная (Sorbus aucuparia)	+	+
3	Калина обыкновенная (Viburnum opulus)	+	-
4	Боярышник кроваво-красный (Crataegus sanguinea)	+	+

№ п/п	Название породы	Данные по результатам исторических материалов	Рекогносцировочное наблюдение 2026 г.
5	Ирга круглолистная (Amelánchier ovális)	+	
6	Бересклет европейский (Euonymus europaeus)	+	
7	Снежноягодник (Symphoricarpos albus)	+	+
8	Ольха серая (Alnus incana)	+	-
9	Облепиха крушиновая (Hippóphaë rhamnóides)	+	-
10	Виноград Амурский (Vitis amurensis)	+	-
11	Ракитник русский (Chamaecytisus ruthenicus)	+	-
12	Можжевельник казацкий (Juniperus Sabina)	+	-
13	Туя Эльвангера (Thuja occi-dentalis Ellwangeriana)	+	+
14	Спирея иволистная (Spiraya salicifolia)	+	+
15	Акация белая (Robinia pseudoacacia)	+	+
16	Пихта одноцветная (Abies concolor)	+	-
17	Туя западная (Thuja occidentalis)	+	+
18	Лох серебристый (Elaeagnus commutata)	+	+
19	Лох узколистный (Elaeagnus angustifolia)	+	+
20	Сирень обыкновенная (Syrínga vulgaris)	+	+
21	Малина обыкновенная (Rubus idaeus)	+	-
22	Бересклет бородавчатый (Euonymus verrucosus)	+	+
23	Черноплодная рябина (Aronia melanocarpa)	+	-
24	Ель обыкновенная (Pícea abies)	+	+
25	Ясень обыкновенный (Fraxinus excelsior)	+	+

№ п/п	Название породы	Данные по результатам исторических материалов	Рекогносцировочное наблюдение 2026 г.
26	Клён ясенелистный (Ácer negúndo)	+	+
27	Аморфа кустарниковая (Amorpha fruticosa)	-	+
28	Жимолость каприфоль (Lonícera caprifólium)	+	+
29	Форзиция Джиральда (Forsythia giraldiana)	+	-
30	Спирея Вангутта (Spiraea × vanhouttei)	-	+
31	Ясень пенсильванский (Fraxinus pennsylvanica)	+	-
32	Тополь бальзамический (Populus balsamifera)	-	+
33	Дерен белый (Cornus alba)	+	+
34	Дуб черешчатый (Quercus robur)	+	+
35	Барбарис обыкновенный (Berberis vulgaris)	+	-
36	Ива плакучая (Sálix)		+
37	Каштан обыкновенный (Aesculus hippocastanum)		+
38	Тополь пирамидальный (Populus nigra)		+
39	Ель голубая (Picea pungens)		+
40	Пузыреплодник калинолистный (Physocarpus opulifolius)		+
41	Черемуха обыкновенная (Prunus padus)	+	-
42	Шиповник морщинистый (Rósa rugósa)	+	+
43	Чубушник Льюиса (Philadelphus lewisii)		+
44	Карагана древовидная (Caragana arborescens Lam.)	+	-
45	Бархат амурский (Phellodendron amurense Rupr.)		+
46	Барбарис Тунберга (Berberis thunbergii)		+

№ п/п	Название породы	Данные по результатам исторических материалов	Рекогносцировочное наблюдение 2026 г.
47	Спирея японская (Spiraea japonica)		+
48	Лиственница сибирская (Larix sibirica Ledeb)		+
49	Липа мелколистная (Tília cordata)		+
50	Береза повислая (Betula pendula)		+
	Всего видов:	35	34

Состав произрастающих декоративных насаждений в коллекции сада, представляет интерес для формирования ассортимента по использованию в различных условиях г. Пензы и области. Данные о числе древесных растений разных жизненных форм и групп роста показывают, что наибольшее количество представлено деревьями и кустарниками первой величины (38,2 и 20,6процента соответственно). На долю деревьев второй, третьей и четвертой величины приходится по 5,9 процента от общего количества изучаемых видов.

Список использованных источников

1. Антонов, И.С., Антонов, К.О. Деревья и кустарники в насаждениях озеленения академии /И.С. Антонов, К.О. Антонов //Роль науки в развитии АПК: Сб. материалов научно-практической конференции агрономического факультета Пензенской ГСХА. – Пенза, 2005. – С. 184-186.

2. Антонов, И.С., Антонов, К.О. Юбилейные сады академии / И.С. Антонов, К.О. Антонов // Наука и образование – сельскому хозяйству: Сб. материалов научно-практической конференции, посвященной 55-летию Пензенской государственной сельскохозяйственной академии. – Пенза, 2006. – С.61-62.

3. Антонов, И.С. Сады и скверы академии /И.С. Антонов // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства: Сб. материалов международной научно-практической конференции. – Пенза, 2005. – С.18-21.

4. Древесные растения Пензенской области: монография / А.И. Иванов, А.С. Власов, Т.Г. Власова, С.А. Сашенкова. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – 264 с.

ANALYSIS OF THE ORNAMENTAL PLANT ASSORTMENT AT PENZA STATE AGRARIAN UNIVERSITY

N.I. Ostroborodova

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The article presents the current assortment of ornamental trees and shrubs growing in the garden of the Penza State Agrarian University. It is noted that the

composition of ornamental plantings in the garden's collection is of interest for selecting species suitable for various conditions in the city of Penza and the surrounding region.

Key words: ornamental plantings, assortment, species, garden, inventory.

УДК 630*443.3

ОЦЕНКА ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ЛЕСНОГО ФОНДА ГКУ ПО «ЧААДАЕВСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»

Н.И. Остробородова

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

В статье приведена оценка фитосанитарного состояния лесных насаждений ГКУ ПО «Чаадаевское лесничество». Отмечено, что по результатам визуального лесопатологического обследования лесных насаждений Чаадаевско-Куракинского участкового лесничества Пензенской области проведение лесопатологического обследования инструментальным методом не требуется.

Ключевые слова: лес, поражение, участковое лесничество, корневая губка.

Защита леса от вредителей и болезней рассматривается как обязательный элемент и необходимое направление деятельности в лесной отрасли. Лесозащитные мероприятия осуществляются на протяжении всего цикла лесовыращивания и лесопользования: от семенных хозяйств и питомников до спелого леса, лесосеки и склада лесной продукции. Роль лесозащиты не всегда очевидна, однако существенно возрастает при широкомасштабных эпифитотиях и вспышках массового размножения вредителей, возникающих вследствие проявления на лесных территориях стихийных бедствий и катастроф, а также увеличения антропогенного воздействия на леса [1, 4].

Лесные экосистемы, характеризуясь свойством саморегуляции, обладают достаточной устойчивостью; вместе с тем лесные насаждения подвержены воздействию комплекса неблагоприятных факторов абиотической и биотической природы, что обусловливает их ослабление и последующую гибель [2, 3].

Обобщающим показателем фитосанитарного состояния древостоев служат категории состояния деревьев, зависящие от комплекса факторов биотического и абиотического характера.

Исследования по оценке фитопатологического состояния древостоев на наличие повреждений разного происхождения проводились на базе Чаадаевского лесничества в 2025 году.

По результатам визуального лесопатологического обследования лесных насаждений Чаадаевско-Куракинского участкового лесничества Пензенской области, выполненного на общей площади 42,0838 га, установлено, что санитарное

состояние древостоя квалифицируется как «здоровое, без признаков ослабления». На указанных лесных участках проведение лесопатологического обследования инструментальным методом не требуется.

Максимальная площадь поражения древесных насаждений зафиксирована в Чаадаевско-Куракинском участковом лесничестве и составляет 2195,0452 га. Доминирующее положение среди патогенов занимает корневая губка на сосне обыкновенной при слабой степени поражения (1176,936 га). Аналогичная тенденция прослеживается и в Краснооктябрьском-Канаевском участковом лесничестве, где 1570,3865 гектар леса поражено. Наименьшая площадь поражения отмечена в Кардавском участковом лесничестве.

Среди возбудителей болезней леса отмечена высокая встречаемость патогенов, вызывающих гнилевые заболевания, при этом первое место по площади заражения принадлежит корневой губке – более 2 тыс. га.

Данные инвентаризации очагов болезней позволяют сделать вывод, что общая площадь поражения составляет 4524,5317 га. Наибольший вред нанесен сосне обыкновенной корневой губкой и гнилями стволовыми в слабой и средней степени поражения. На втором месте – трутовик осиновый, от которого насаждения поражены на площади 1825,8921 га и в основном пострадали на территории Чаадаевского-Куракинского участкового лесничества. Причем площадь с сильной степенью поражения характерна для 910 гектар осины. На третьем месте – трутовик ложный дубовый и дуболюбивый, от которой насаждения дуба пострадали на площади 171,8 га.

Самыми опасными возбудителями болезней взрослых насаждений на территории лесничества являются следующие: осиновый трутовик (Phellinus tremulae (Bond.) Bond. et Boriss); корневая губка (Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.); настоящий трутовик (Fomes fomentarius Gill.); ложный дубовый трутовик (Phellinus robustus (Karst.) Bourd.et Galz.).

В результате обследования изучаемых участков, очаги вредных организмов, отнесенных к карантинным объектам в разрезе субъектов Российской Федерации обнаружены, не были.

Список использованных источников

1. Особенности возникновения и Динамика болезней леса в Оренбургской области / А. В. Кубасов, Г. Т. Бастаева, А. И. Колтунова [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2023. – № 1(70). – С. 91-102. – DOI 10.34655/bgsha.2023.70.1.012. – EDN AGCWYU.

2. Кулагин А.Ю. Особенности произрастания древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях: соотношение эври-, пост- и преадаптаций // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т.15. № 3 (4). С.1338-1340.

3. Березин А.К., Оценка фитосанитарного состояния насаждений Оренбургской области Комаров М.С., Симоненкова В.А. // Актуальные проблемы лесного комплекса 2018 – С.99-102.

4. Шефатов, А. А. Анализ санитарного состояния лесов Челябинской области за 2023-2024 годы / А. А. Шефатов // Студенческий. – 2025. – № 26-2(322). – С. 50-56. – EDN VZZKSD.

ASSESSMENT OF THE PHYTOSANITARY CONDITION OF FOREST STANDS MANAGED BY GKU PO «CHAADAYEVSKOYE FORESTRY»

N.I. Ostroborodova

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The article presents an assessment of the phytosanitary condition of forest stands within the Chaadaevskoye Forestry Unit (Penza Region). It is noted that, based on the results of a visual forest pathology survey of the stands in the Chaadaevsko-Kurakinsky forest district, an instrumental forest pathology survey is not required.

Key words: forest, damage, local forestry unit, root rot.

УДК 631.95

НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЗЕМЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРЫЗУНОВ

С.Г. Парамонов

Военная академия материально-технического обеспечения,
научно-исследовательский институт,
г. Санкт-Петербург, Россия

В статье описывается проблема неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения с точки зрения появляющихся экологических рисков сопутствующих постагрогенной сукцессии в результате зарастания древесно-кустарниковой растительностью и сменой живого напочвенного покрова. В данной работе выделен один из экологических рисков – увеличение численности грызунов, что в свою очередь повышает риски повреждения сельскохозяйственных растений, запасов продуктов питания и кормов сельскохозяйственных животных распространения зоонозных заболеваний.

Ключевые слова: постаграрные экосистемы, экологические риски, эпизоотии, зоонозы, залежи.

В Докладе о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2024 году [1] указывается, что неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в РФ 50187,311 тыс.га, что составляет около 13,51% от всех сельскохозяйственных земель, а в некоторых регионах более половины.

Процессу зарастания дикой растительностью земельных участков сопутствует ряд экологических рисков [2], таких как:

– повышение пожарной опасности;

– распространение нежелательных инвазивных видов растений;

– загрязнение сельскохозяйственными поллютантами (пестицидами, остатками ветеринарных препаратов, тяжелыми металлами и т.д.).

В работе рассмотрена проблема экологического риска повышенного размножения грызунов появляющийся при зарастании дикой растительностью заброшенных сельскохозяйственных земель.

Зарастание дикой травяной (в первую очередь злаковой) и кустарниковой растительностью способствует распространению грызунов, ряд авторов указывают на повышение численности грызунов при прекращении сельскохозяйственной деятельности в первую очередь массовых (полевая мышь и серые полёвки) [3], [4]. Что также отражается на повышении численности хищных птиц [5].

Факторами способствующими увеличению численности и видового разнообразия грызунов на залежах является:

– прекращение обработки почвы, распашки с уничтожением нор и потомства;

– образование дернового слоя способствующего укрытию;

– увеличение кормовой базы, растений – источников корма (злаковых, бобовых и др.);

– прекращение обработок пестицидами.

Факторами снижающими численность грызунов на залежах можно назвать:

– периодические палы на некоторых залежах [6];

– увеличение численности хищников [5].

С другой стороны наблюдается сокращение численности полевых грызунов и появление лесных видов при посадке лесных культур или зарастания лесом и увеличение численности насекомоядных бурозубок [3].

В качестве следствий повышенного размножения грызунов можно выделить:

– более частые и массовые их переселения в дома сельских жителей в осенний период сокращения природной кормовой базы и похолодания;

– повышенная частота взаимодействия с сельскохозяйственными животными;

– повреждения кормовых запасов;

– прямое или опосредованное взаимодействие с человеком;

– и, как следствие, повышенный риск переноса на сельскохозяйственных, домашних животных и человека ряда опасных заболеваний.

По данным ВОЗ [7], в настоящее время насчитывается более 200 зооантропонозных болезней (включая и инвазионные). На территории нашей страны зарегистрировано 28 болезней, относящихся к этой категории. К болезням фактором распространения которых являются грызуны относят: чуму, туляремию, лептоспирозы и др., что повышает риск вспышек зооантропозов в районах природных очагов данных заболеваний.

Таким образом распространение неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения является фактором повышающим риск увеличения численности грызунов и связанные с ним риски повреждения сельскохозяйственных растений, запасов продуктов питания и кормов сельскохозяйственных животных, распространения зооантропозных болезней.

Список использованных источников

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2024 году. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2025. – 352 с.

2. Парамонов, С. Г. Подходы к оценке экологических рисков на постагрогенных землях / С. Г. Парамонов // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2025. – № 2(182). – С. 108-112. – EDN VFFMIH.

3. Кадетова, А. А. Изменения в структуре населения мышевидных грызунов от луга до леса: история другой залежи на юго-востоке Амурской области / А. А. Кадетова, Ю. А. Мельникова // Антропогенная трансформация природной среды. – 2026. – Т. 12, № 1. – С. 24-35. – DOI 10.17072/2410-8553-2026-1-24-35. – EDN FHALRT.

4. Опарин, М. Л. Трансформация комплекса птиц и млекопитающих степных экосистем под воздействием распашки (на примере саратовских степей) / М. Л. Опарин, О. С. Опарина // Поволжский экологический журнал. – 2010. – № 4. – С. 361-373. – EDN NCMFFH.

5. Коровин, В. А. Экологические последствия сельскохозяйственного кризиса для популяций и населения птиц агроландшафтов степного Зауралья / В. А. Коровин // Русский орнитологический журнал. – 2017. – Т. 26, № 1486. – С. 3420-3425. – EDN ZCSJCD.

6. Лукьянова, Л. Е. Формирование численности грызунов в пирогенных местообитаниях / Л. Е. Лукьянова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – № 39. – С. 172-189. – DOI 10.17223/19988591/39/11. – EDN ZHYXOB.

7. Всемирная организация здравоохранения. Зоонозы. 2020 [Электронный ресурс]. https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses (дата обращения 20.09.2026)

UNUSED AGRICULTURAL LAND AS A SOURCE OF ENVIRONMENTAL RISKS RELATED TO RODENT PROLIFERATION

S.G. Paramonov

Military Academy of Material and Technical Support, Research Institute, Saint Petersburg, Russia

The article addresses the issue of unused agricultural land, focusing on emerging environmental risks associated with post-agrogenic succession–specifically, the encroachment of woody vegetation and changes in ground-layer plant cover. The study highlights a particular environmental risk: an increase in rodent populations, which in

turn raises the likelihood of damage to crops, food stocks, and livestock feed, as well as the spread of zoonotic diseases.

Keywords: post-agrarian ecosystems, environmental risks, epizootics, zoonoses, fallow lands.

УДК 62

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

В.А. Прудилин

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия

В статье рассматривается гидродинамический подход к анализу нефтегазоносности, в рамках которого подземные флюиды рассматриваются как активный фактор формирования и перераспределения углеводородных систем.

Ключевые слова: углеводороды, нефть, газ, нефтегазоносность, гидродинамика, флюидодинамика, миграция, аккумуляция, подземные воды.

Несмотря на значительный объем накопленных данных, пространственное распределение углеводородных скоплений во многих бассейнах остается сложным и неоднозначным.

Классическая концепция нефтяной системы основывается на существовании нескольких необходимых элементов: нефтематеринской породы, процесса генерации и экспульсии углеводородов, путей миграции, коллектора, покрышки и ловушки, что дает возможность объяснить большое количество наблюдаемых закономерностей и остается фундаментом современной нефтяной геологии. Но все же для пространственного прогноза нефтегазоносности одного перечня элементов недостаточно, тут необходимо учитывать уже динамику флюидов.

В пористой среде движение жидкости определяется разностью гидродинамических потенциалов и сопротивлением фильтрационной среды. То есть, из закона Дарси следует, что скорость фильтрации определяется сочетанием двух факторов – градиента давления и фильтрационных свойств породы, поэтому и одинаковый градиент давления в породах с различной проницаемостью приводит к различной интенсивности потока: чем выше проницаемость, тем больше поток при прочих равных условиях.

Но в реальной геологической среде ситуация еще сложнее: земная кора является неоднородной, анизотропной и многофазной системой, так как в ней одновременно могут присутствовать вода, нефть и газ, причем каждая фаза обладает собственной подвижностью. Итогом, фактический поток уже определяется относительными проницаемостями фаз, капиллярным давлением, смачиваемостью, плотностью и вязкостью флюидов.

Для нефтегазовых систем особенно важным является соотношение между плавучестью углеводородов и гидродинамическим воздействием воды, то есть, если поток подземных вод направлен противоположно вертикальной миграции нефти или газа, он способен замедлять или полностью препятствовать их продвижению, и напротив, если же направление водного потока совпадает с направлением миграции углеводородов, то может происходить ускоренное перемещение и перераспределение углеводородной фазы.

При чем, формирование подземного гидродинамического режима определяется целым комплексом факторов: рельефом, погружением бассейна, уплотнением осадков, тектоническими деформациями, температурными изменениями, фазовыми превращениями, осмотическими процессами и изменением объема минералов и флюидов. И также по мере погружения осадков происходит уменьшение пористости и увеличение давления, то есть, часть поровой воды вытесняется и перемещается в направлении зон с меньшим гидродинамическим потенциалом: если в породах присутствуют углеводороды, их движение происходит в общей системе фильтрационных потоков, хотя конкретное направление может отличаться от направления движения воды.

Следовательно, понятие «миграция углеводородов» не следует сводить исключительно к вертикальному всплыванию нефти и газа.

Одной из наиболее важных проблем нефтяной геологии является объяснение того, почему углеводороды, генерированные в относительно больших объемах материнской толщи, концентрируются лишь в отдельных участках бассейна. Но простое представление о равномерном распространении углеводородов во всех направлениях не соответствует реальному строению земной коры: потоки флюидов контролируются неоднородностью пород: высокопроницаемые пласты, зоны трещиноватости и разломы могут концентрировать движение, формируя своеобразные каналы флюидопереноса.

Фокусировка потока возникает в том случае, когда геометрия проницаемой среды приводит к схождению траекторий движения. Например, несколько латеральных потоков могут сходиться к крупному разлому, который затем обеспечивает вертикальное перемещение флюида. Возможна и обратная ситуация, когда восходящий поток достигает проницаемого пласта и распространяется латерально. Подобная схема позволяет объяснить существование участков, в которых интенсивность флюидного обмена значительно выше средней для бассейна.

Важным следствием фокусировки является то, что локальная нефтегазоносность может быть связана не только с количеством генерированных углеводородов, но и с эффективностью их доставки в конкретную область, поэтому перспективность структуры должна оцениваться не только по ее геометрии, но и по положению относительно предполагаемой системы миграции.

Еще более сложной является ситуация, когда проницаемость разлома изменяется во времени. Во время активизации тектонических процессов он может становиться проводником интенсивного потока, и после закрытия трещин и минерализации – превращаться в экран, поэтому современная низкая проницаемость разлома не обязательно означает его непроницаемость на протяжении всей геологической истории.

Тектонические нарушения также могут определять положение зон разгрузки., так как в ряде бассейнов именно крупные разломные системы связаны с проявлениями глубинных флюидов, газовыми аномалиями, гидротермальными процессами и грязевым вулканизмом. При этом, наличие грязевого вулканизма или другого проявления флюидной активности нельзя автоматически интерпретировать как прямое доказательство существования промышленной залежи. Такие объекты свидетельствуют прежде всего о существовании каналов вертикального или субвертикального движения флюидов.

Также необходимо оценивать неравновесное состояние флюидной системы – аномально высокое пластовое давление. И формирование повышенного давления может быть связано с быстрым погружением и уплотнением осадков, генерацией углеводородов, термическим расширением флюидов, фазовыми переходами и ограничением возможности вертикальной разгрузки.

Аномально высокое давление способно существенно изменить условия миграции: при достижении определенного уровня напряжений возможны гидроразрыв пород и формирование новых каналов фильтрации. Таким образом, система может переходить из относительно закрытого состояния в режим эпизодической разгрузки.

Еще одним из наиболее дискуссионных вопросов является существование нефтегазовых систем на больших глубинах, так как с увеличением глубины возрастают температура и давление, изменяются фазовые свойства углеводородов и фильтрационные характеристики пород.

Особое внимание вызывают глубокие скважины и сверхглубокие месторождения, так как здесь необходимо строго различать общую глубину скважины, глубину кровли или подошвы продуктивного интервала и глубину предполагаемого очага генерации, например, большая общая глубина бурения сама по себе не свидетельствует о том, что продуктивная залежь сформировалась на всей этой глубине.

Но наиважнейшее место в гидродинамической модели занимают месторождения, продуктивность которых связана с кристаллическим фундаментом, к примеру, кристаллические породы первоначально характеризуются низкой первичной пористостью. Однако интенсивная трещиноватость, разломы, зоны выветривания, вторичные пустоты и процессы минерализации могут создавать сложную систему вторичной емкости и проницаемости, поэтому нефтеносность фундамента не является геологическим парадоксом.

То есть, основной вопрос заключается в установлении источника углеводородов и механизма их поступления в фундамент.

Возможны различные сценарии, например, углеводороды могут генерироваться в перекрывающем осадочном чехле и мигрировать вниз по тектоническим нарушениям и могут перемещаться латерально вдоль контакта фундамента и осадочного чехла. Но возможна также более сложная многостадийная миграция, при которой фундамент сначала насыщается водами, а затем становится частью системы вторичной аккумуляции углеводородов.

Итогом, гидродинамические механизмы являются одним из фундаментальных факторов формирования, миграции и аккумуляции углеводородов в

земной коре: пространственное распределение нефти и газа определяется не только наличием нефтематеринских пород и структурных ловушек, но и характером движения флюидов, распределением гидродинамического потенциала, проницаемостью пород, развитием разломов, пластовыми давлениями и историей тектонической перестройки бассейна.

И в конечном счете, современная концепция нефтегазоносности должна рассматривать земную кору как сложную, неравновесную и постоянно эволюционирующую флюидную систему, в которой взаимодействуют породы, подземные воды, углеводороды, давление, температура, тектонические напряжения и геохимические процессы.

Список использованных источников

1. В. Ю. Керимов, М. З. Рачинский Геофлюидодинамическая концепция аккумуляции углеводородов в природных резервуарах//ДАН. 2016. Т. 471. № 2. С. 187-190.

HYDRODYNAMIC MECHANISMS OF FORMATION OF HYDROCARBONS IN THE EARTH'S CRUST

V.A. Prudilin

Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia

The article considers a hydrodynamic approach to the analysis of oil and gas potential, in which underground fluids are considered as an active factor in the formation and redistribution of hydrocarbon systems.

Keywords: hydrocarbons, oil, gas, oil and gas potential, hydrodynamics, fluid dynamics, migration, accumulation, groundwater.

УДК 62

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ НЕФТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.А. Прудилин

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия

Рассмотрены основные научно-методические аспекты возобновления ресурсной базы нефти в процессе разработки месторождений.

Ключевые слова: нефть, ресурсная база, запасы, возобновление запасов, углеводороды.

Нефть является важнейшим природным ресурсом современной цивилизации, обеспечивая значительную часть мировой потребности в топливе и

одновременно являясь важнейшим ресурсным сырьём. И традиционная схема добычи данного ресурса предполагает постепенное уменьшение количества углеводородов в продуктивном пласте по мере их извлечения, то есть, в таком представлении залежь рассматривается преимущественно как ограниченная геологическая система, сформированная в прошлом и не имеющая существенного современного притока новых углеводородов.

Получается, нефтяное месторождение целесообразно рассматривать не как статический резервуар с фиксированным количеством нефти, а как сложную природно-техническую систему.

Классическая концепция нефтяной системы включает источник углеводородов, пути миграции, коллектор, покрышку и ловушку, для формирования чего необходимо, чтобы эти элементы существовали в соответствующем пространственно-временном сочетании. Также согласно этой концепции, органическое вещество, накопленное в осадочных породах, в процессе захоронения подвергается температурным и химическим преобразованиям, и при достижении соответствующих термобарических условий формируются жидкие и газообразные углеводороды, которые покидают нефтематеринскую толщу и мигрируют в более проницаемые породы. В дальнейшем они концентрируются в ловушках, где сохраняются благодаря наличию покрышек и других экранирующих элементов. Однако даже в рамках такой традиционной модели нефтяная система не является полностью неподвижной, так как генерация, миграция, перераспределение и разрушение углеводородов могут происходить на разных этапах геологической истории.

Термин «возобновление запасов нефти» может создавать впечатление, что добытая нефть каким-либо образом воспроизводится непосредственно внутри пласта. С научной точки зрения такое толкование требует уточнения, тем более корректнее говорить о возможном поступлении дополнительных углеводородов в нефтяную систему или о современной подпитке залежи, если существует доказательство соответствующего процесса.

Теоретически такая подпитка может осуществляться несколькими путями. Одним из них является продолжение миграции углеводородов из нефтематеринских толщ. Другим может быть вертикальная миграция глубинных флюидов по разломам и зонам повышенной проницаемости. Наконец, обсуждается возможность образования определённых углеводородов в результате неорганических реакций в глубинных условиях.

Однако необходимо принципиально различать наличие углеводородов в глубинных породах и доказательство того, что они являются источником современной промышленной нефти конкретного месторождения.

И вот одним из наиболее интересных направлений исследований является изучение возможного движения флюидов из глубинных частей земной коры в верхние горизонты. В рамках этой концепции разломы, зоны дробления, тектонические нарушения и системы трещин могут выполнять роль каналов вертикального переноса.Особый интерес в данном отношении представляют месторождения, связанные с древними фундаментными структурами. В научной литературе обсуждались данные о наличии флюидов и углеводородов в

трещиноватых зонах кристаллического фундамента, а также возможность их связи с вышележащими нефтеносными отложениями. Но все же подобные результаты сами по себе не доказывают, что промышленная нефть конкретного месторождения постоянно восполняется из глубины, так как для такого вывода необходимо установить как минимум источник флюида, направление его движения, скорость миграции, химическое родство с нефтью залежи и достаточность потока для объяснения наблюдаемой динамики.

Перспективным направлением здесь является объединение геофизических и геохимических методов, где, к примеру, сейсмические исследований смогут выявить глубинные нарушения, геофизические поля – структурные неоднородности, а анализ пластовых и глубинных флюидов – установить возможную связь между различными уровнями геологического разреза.

Отдельного внимания заслуживает поведение углеводородов в низкопроницаемых породах, включая сланцевые и плотные коллекторы. В таких системах фильтрация существенно отличается от классических представлений о движении флюида в хорошо проницаемом пористом коллекторе, где размер пор, распределение капиллярных давлений, поверхностные свойства минералов и характер насыщения определяют способность нефти и газа перемещаться через поровое пространство. Эта особенность имеет непосредственное отношение к гипотезе естественного возобновления. Если предполагается поступление нефти из глубины, необходимо показать, каким образом флюид преодолевает низкопроницаемые интервалы, какова движущая сила процесса и может ли соответствующий поток поддерживаться в течение требуемого времени.

Но одним из наиболее значительных источников дополнительной добычи на зрелых месторождениях является остаточная нефть, так как после длительного заводнения и других методов воздействия нефть распределяется по пласту крайне неоднородно, а часть её остаётся в слабопроницаемых пропластках, застойных зонах, тупиковых порах и участках, не охваченных воздействием. Следовательно, снижение текущей добычи не означает пропорционального уменьшения общего объёма нефти в пласте. В определённых условиях возможно вовлечение вообще ранее недоступных запасов за счёт бурения дополнительных скважин, горизонтального вскрытия, изменения системы заводнения, гидроразрыва пласта, методов повышения нефтеотдачи и оптимизации режима разработки. Именно поэтому повышение коэффициента извлечения нефти следует рассматривать как один из ключевых механизмов возобновления извлекаемой ресурсной базы.

Еще наиболее очевидным механизмом увеличения ресурсной базы является, к примеру, поддержание пластового давления, а заводнение, закачка газа и другие методы воздействия для компенсирования снижения пластового давления. Однако поддержание давления не является доказательством естественной подпитки залежи: в данном случае энергия системы поддерживается инженерным воздействием. Тут значительный потенциал связан с методами увеличения нефтеотдачи: физико-химические, газовые, тепловые и другие методы

воздействия, направленные на снижение остаточной нефтенасыщенности и повышение охвата пласта воздействием.

Но важный вывод тут, что ключевым критерием любой гипотезы о возобновлении является время.

Геологические процессы формирования нефти происходят в масштабах миллионов лет, тогда как промышленная разработка месторождения обычно измеряется десятилетиями. Если предполагается современная подпитка, необходимо объяснить, каким образом геологический процесс, который обычно рассматривается как медленный, может обеспечивать поток углеводородов в масштабе, сопоставимом с темпами добычи. Именно временной масштаб позволяет отличить современную подпитку от остаточного эффекта геологического прошлого.

Поэтому перспективным направлением исследований является создание моделей, объединяющих геологическое время и современные данные эксплуатации месторождения.

Итак, проблема возобновления ресурсной базы имеет непосредственное практическое значение для стратегии разработки зрелых нефтяных месторождений. К примеру:

– Если увеличение извлекаемых запасов связано преимущественно с остаточной нефтью, необходимо совершенствовать систему размещения скважин, методы воздействия на пласт и технологии повышения нефтеотдачи.

– Если выявляются дополнительные продуктивные интервалы, приоритет должен отдаваться геологическому доизучению и переоценке запасов.

– Если обнаруживаются признаки вертикальной миграции флюидов, необходимы специальные геохимические и геофизические исследования для установления источника и интенсивности потока.

Однако до получения количественных доказательств наиболее рациональным является одновременное рассмотрение нескольких механизмов.

Список использованных источников

1. Прищепа О.М., Боровинских А.П. Состояние и проблемы воспроизводства сырьевой базы углеводородов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2008. - № 4. - С. 12-36.

SOME ASPECTS OF THE RENEWAL OF THE OIL RESOURCE BASE DURING FIELD DEVELOPMENT

V.A. Prudilin

Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia

The main scientific and methodological issues of the renewal of the oil resource base in the process of field development are considered.

Keywords: oil, resource base, reserves, renewal of reserves, hydrocarbons.

УДК 504

ИСТОЧНИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.А. Прудилин

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия

Одновременно освоение нефтяных и газовых месторождений сопровождается формированием комплекса источников антропогенного воздействия на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенный и растительный покров, геологическую среду и биологическое разнообразие.

Ключевые слова: нефтегазовые месторождения, источники экологического воздействия, экологический мониторинг, загрязнение окружающей среды.

Нефтегазовые объекты образуют протяженную систему, включающую скважины, кустовые площадки, трубопроводы, дороги, промысловые сооружения, установки подготовки сырья, факельные установки, резервуары, водоотстойники и другие элементы инфраструктуры. И тут воздействие каждого из этих объектов может иметь различный характер, а уж совокупное воздействие привести к изменению природных комплексов.

Получается, что воздействие нефтегазовой промышленности на окружающую среду представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов. Рассмотрим подробнее:

1. На стадии строительства месторождений наиболее заметными факторами становятся нарушение земель, вырубка растительности, изменение микрорельефа, строительство дорог и площадок, формирование линейной инфраструктуры и изменение поверхностного стока.

2. На стадии эксплуатации добавляются выбросы в атмосферу, образование производственных отходов и сточных вод, риск аварийных разливов, утечки углеводородов и метана, а также длительное присутствие промышленной инфраструктуры.

Итак, атмосферное загрязнение формируется за счет выбросов при добыче, подготовке и транспортировке углеводородов таких как оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, летучие органические соединения, углеводороды и метан.

Помимо непосредственного выброса продуктов сгорания, факельное горение связано с потерями углеводородного сырья и потенциальными выбросами несгоревшего метана. Проблема факельного сжигания имеет выраженное пространственное измерение и поэтому непосредственно связана с задачами экологического мониторинга.

Особое место среди атмосферных загрязнителей занимает метан, а его мониторинг отличается от мониторинга традиционных загрязняющих веществ тем, что значительная часть выбросов может быть невидима при визуальном обследовании.

Источниками метана становятся негерметичность оборудования и трубопроводов, технологические операции, вентиляционные выбросы, утечки при добыче и транспортировке, а также неполное сгорание газа на факельных установках.

Другой значимый компонент экологического риска связан с водными объектами, так как нефтегазовые предприятия могут воздействовать на поверхностные и подземные воды через аварийные разливы, производственные сточные воды, нарушение естественного стока, фильтрацию загрязняющих веществ и изменение гидрологического режима. К примеру, в северных регионах последствия могут сохраняться длительное время из-за низких температур и замедленных процессов естественного разложения органических загрязнителей.

Нефтепродукты способны изменять и физико-химические свойства почвы, нарушать водный и воздушный режим, влиять на почвенную микробиоту и ухудшать условия развития растений. Например, в условиях тундры и лесотундры восстановление растительного покрова может происходить медленно, поэтому даже относительно локальное нарушение территории способно иметь длительные последствия. Исследования показывают, что оптическое дистанционное зондирование может использоваться для выявления нефтяного загрязнения растительного покрова через изменения его спектральных характеристик и физиологического состояния.

Не менее существенным является воздействие на растительность и животный мир, так как формирование дорог, трубопроводов и производственных площадок приводит к фрагментации местообитаний и изменению путей перемещения животных. И вот для северных территорий особое значение имеет сохранение пастбищ и миграционных маршрутов северных оленей. При чем, воздействие может быть как непосредственным – вследствие физического разрушения местообитаний, – так и косвенным, связанным с шумом, присутствием техники, изменением растительного покрова и гидрологического режима.

В Арктике и субарктической зоне экологические риски дополнительно связаны с многолетней мерзлотой: нарушение растительного покрова, изменение снегового режима, строительство сооружений и тепловое воздействие инфраструктуры могут изменять температурный режим грунтов.

Таким образом, мониторинг в северных районах должен охватывать не только химическое загрязнение, но и геокриологические и геоморфологические процессы.

Именно поэтому, экологический мониторинг нефтегазовых месторождений традиционно строится на регулярном контроле отдельных компонентов природной среды, в состав которого входят анализ атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, донных отложений, растительности, а также измерение физических параметров окружающей среды, и уже полученные данные используются для оценки соответствия установленным нормативам, выявления превышений и определения необходимости проведения дополнительных исследований.

Также современные спутниковые технологии позволяют осуществлять масштабный контроль территории, выявлять факельные установки и крупные

источники метана, отслеживать состояние растительности и нарушения земель, а беспилотные летательные аппараты обеспечивают высокую детализацию отдельных участков, а автоматические станции дают возможность получать непрерывные временные ряды.

Список использованных источников

1. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. -М: МГУ, 1998. - 376 с.

SOURCES OF ENVIRONMENTAL IMPACT IN AREAS OF OIL AND GAS FIELDS

V.A. Prudilin

Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia

At the same time, the development of oil and gas fields is accompanied by the formation of a complex of sources of anthropogenic impact on atmospheric air, surface and groundwater, soil and vegetation, the geological environment and biological diversity.

Keywords: oil and gas fields, sources of environmental impact, environmental monitoring, environmental pollution.

УДК 577.21:633.511

ГЕНОТИП-ЗАВИСИМОЕ ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ ХЛОПЧАТНИКА

Ф.С. Раджапов[1], В.С. Камбурова[1], Д.И. Тожибоева[1], И.Б. Салахутдинов[1], Е.Ф. Назарова[1], Э.А. Латыпова[2]

[1]Центр геномики и биоинформатики Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан;
[2]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

Исследовано влияние микробиологических биостимуляторов на транскрипционный ответ трех генотипов хлопчатника при модельном солевом стрессе 150 мМ NaCl. Методом количественной RT-ПЦР оценивали относительную экспрессию генов гормональной регуляции, антиоксидантной защиты, осмопротекции и углеводного обмена. У чувствительного генотипа Ишонч засоление преимущественно подавляло исследованные транскрипты, тогда как Равнак-1 и Порлок-1 сохраняли или усиливали активность ключевых защитных

генов. Наиболее последовательную стимуляцию гормонального, редокс- и метаболического модулей обеспечивал Ризоком-1; Микрозим-1 проявлял промежуточный, а Хосил – более слабый эффект. Наиболее информативными маркерами ответа являлись *Gh_ICS1, Gh_OPR3, Gh_SOD, Gh_GPX, Gh_P5CS* и *Gh_SuSy*. Результаты показывают, что действие биостимуляторов зависит от генотипа и реализуется через координированную перестройку нескольких функциональных блоков.

Ключевые слова: хлопчатник, солевой стресс, биостимуляторы, экспрессия генов, RT-ПЦР, антиоксидантная защита, осмопротекция, фитогормоны.

Введение. Засоление вызывает у растений сочетание осмотического, ионного и окислительного стресса. Адаптация к такому воздействию зависит от скорости восприятия сигнала и согласованной активации защитных путей. Для хлопчатника, который возделывают преимущественно в аридных и орошаемых регионах, молекулярная пластичность особенно важна: умеренная видовая солеустойчивость не исключает значительных различий между сортами и линиями. Устойчивый фенотип формируется не действием одного гена, а координацией гормональной регуляции, удаления активных форм кислорода, синтеза осмолитов и перераспределения углеводов [1-4].

Гормональный модуль задает раннее направление стрессового ответа. Ген *Gh_NCED5* связан с биосинтезом абсцизовой кислоты, *Gh_GH3.17* – с ауксиновым гомеостазом, *Gh_OPR3* – с жасмонатным путем, а *Gh_ICS1* – с салицилат-зависимой регуляцией. После запуска сигнальных реакций центральное значение приобретает антиоксидантная система. Супероксиддисмутаза, каталаза, аскорбатпероксидаза, пероксидаза, глутатионпероксидаза и глутатионредуктаза образуют взаимодополняющую сеть, ограничивающую накопление активных форм кислорода и поддерживающую редокс-гомеостаз. Метаболическую устойчивость дополняют *Gh_P5CS*, участвующий в биосинтезе пролина, и гены сахарозного обмена *Gh_SPS* и *Gh_SuSy* [2-5].

Микробиологические биостимуляторы способны изменять доступность элементов питания, фитогормональный статус и активность антиоксидантной системы, однако их действие не является универсальным. Один и тот же препарат может усиливать уже сформированный адаптивный потенциал устойчивого генотипа и лишь частично компенсировать нарушения у чувствительной формы. Поэтому молекулярную эффективность препарата необходимо оценивать в системе «генотип × соль × обработка» и одновременно по нескольким функциональным блокам [6-8]. Цель исследования – установить генотип-зависимое влияние биостимуляторов на экспрессию ключевых генов солеустойчивости хлопчатника при 150 мМ NaCl.

Материалы и методы. Объектами исследования служили генотипы хлопчатника *Gossypium hirsutum* L. Ишонч, Равнак-1 и Порлок-1. Семена обрабатывали растворами биопрепаратов согласно инструкциям производителей; для анализа использовали варианты без препарата, с Ризоком-1, Микрозим-1 и Хосил. Растения выращивали в фитотроне. Солевой стресс создавали раствором NaCl, постепенно повышая концентрацию на 25 мМ в сутки до 150 мМ; контрольные растения поливали водой. Растительный материал отбирали после

формирования 4-5 настоящих листьев.

Тотальную РНК выделяли из листьев с использованием RNeasy Mini Kit, обрабатывали DNase и применяли для синтеза кДНК. Количественную RT-ПЦР проводили на приборе LightCycler 480 Instrument II с красителем SYBR Green. Профиль амплификации включал 5 мин при 95 °C и 45 циклов: 10 с при 95 °C, 15 с при 60 °C и 15 с при 72 °C. В качестве референсного транскрипта использовали *Gh_UBQ7*; относительную экспрессию рассчитывали методом $2^{-}\Delta\Delta Ct$. Реакции выполняли в трех технических повторностях.

В анализ включали четыре гена гормонального ответа (*Gh_NCED5, Gh_GH3.17, Gh_OPR3, Gh_ICS1*), шесть генов антиоксидантной защиты (*Gh_SOD, Gh_APX*, *Gh_CAT1*, *Gh_POD1*, *Gh_GPX*, *Gh_GR*) и три гена осмопротекции и углеводного обмена (*Gh_P5CS, Gh_SPS, Gh_SuSy*). Данные представлены как среднее значение ± стандартное отклонение при пяти биологических повторностях. Влияние генотипа, соли, препарата и их взаимодействий оценивали трехфакторным ANOVA. Парные различия устанавливали тестом Tukey HSD; статистически значимыми считали эффекты при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Солевой стресс формировал принципиально различные транскрипционные профили у исследованных генотипов. У Ишонча 150 мМ NaCl без препарата снижали экспрессию всех четырех гормональных генов: *Gh_NCED5* – до 0,30, *Gh_GH3.17* – до 0,31, *Gh_OPR3* – до 0,37, *Gh_ICS1* – до 0,27 относительно контроля. Обработка Ризоком-1 повышала значения соответственно до 0,44; 0,43; 0,56 и 0,44, однако они оставались ниже контрольного уровня. Микрозим-1 и Хосил также частично смягчали подавление, но выраженность восстановления была меньше. Это указывает, что у чувствительного генотипа препараты не устраняли исходную недостаточность гормонального стресс-сигналинга.

У Равнак-1 и Порлок-1 направление ответа было иным. У Равнак-1 экспрессия *Gh_ICS1* при соли составляла 1,75 и возрастала до 2,71 после обработки Ризоком-1; *Gh_OPR3* повышался с 1,20 до 1,64. У Порлок-1 в варианте «150 мМ NaCl + Ризоком-1» уровни *Gh_NCED5*, *Gh_OPR3* и *Gh_ICS1* достигали 1,59; 1,96 и 2,24 соответственно. Следовательно, у устойчивых генотипов биостимулятор усиливал ABA-, JA- и SA-связанные контуры, тогда как у Ишонча обеспечивал лишь неполную компенсацию стресс-индуцированного снижения.

Наиболее масштабные различия выявлены в антиоксидантном блоке (рис. 1). У Ишонча соль без препарата снижала экспрессию *Gh_SOD* до 0,64, *Gh_APX* – до 0,57, *Gh_CAT1* – до 0,49, *Gh_POD1* – до 0,68, *Gh_GPX* – до 0,37 и *Gh_GR* – до 0,61. Ризоком-1 повышал соответствующие значения до 1,10; 0,98; 0,81; 1,04; 0,65 и 0,94. Таким образом, у чувствительного генотипа препарат заметно восстанавливал редокс-защиту, хотя для части генов контрольный уровень не достигался.

У устойчивых генотипов антиоксидантный ответ был существенно сильнее. В варианте с Ризоком-1 у Равнак-1 экспрессия Gh_SOD, Gh_CAT1, Gh_POD1, Gh_GPX и Gh_GR составляла 2,50; 2,06; 2,57; 2,56 и 2,35 соответственно. У Порлок-1 получены близкие значения – 2,59; 2,01; 2,50; 2,47 и 2,46. Согласованное усиление нескольких ферментативных звеньев важнее

изменения единичного транскрипта: SOD переводит супероксид в пероксид водорода, CAT и APX участвуют в его удалении, а GPX и GR поддерживают глутатион-зависимый редокс-цикл. Поэтому профиль Равнак-1 и Порлок-1 отражает системную, а не локальную активацию антиоксидантной защиты [1-4].

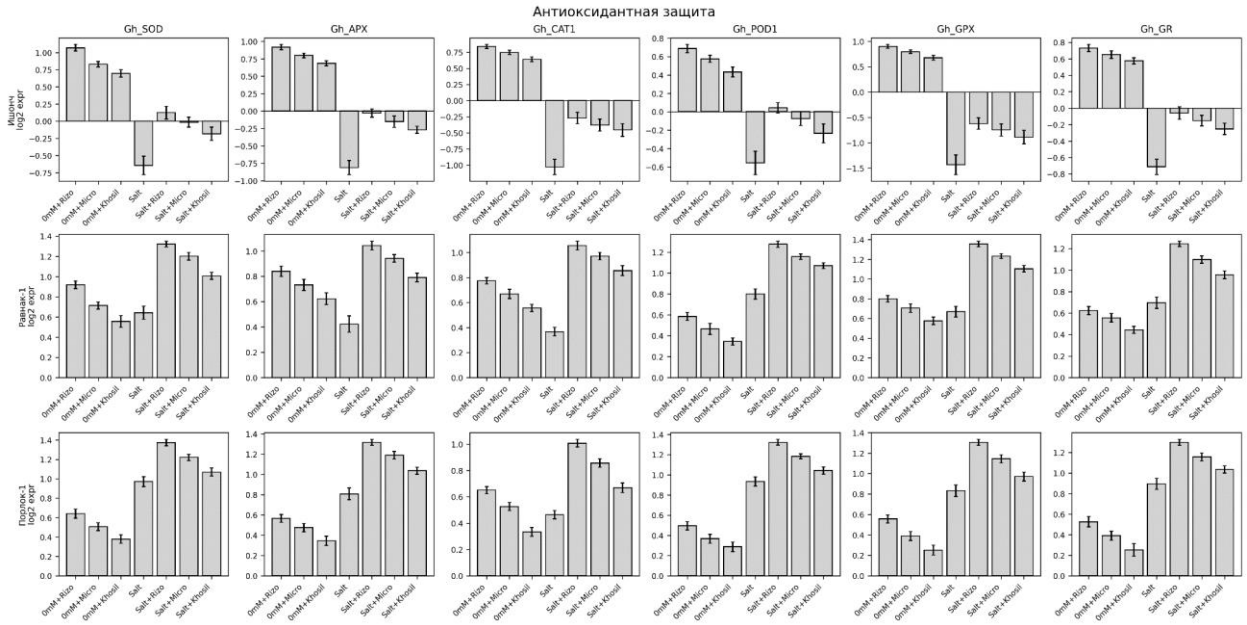


Рисунок 1 – Экспрессия генов антиоксидантной защиты у генотипов хлопчатника при солевом стрессе и обработке биопрепаратами (среднее ± SD, n = 5)

Метаболический модуль демонстрировал ту же генотипическую закономерность. У Ишонча соль снижала *Gh_P5CS*, *Gh_SPS* и *Gh_SuSy* до 0,64; 0,59 и 0,46. Ризоком-1 повышал их до 1,41; 1,38 и 1,21, Микрозим-1 – до 1,32; 1,22 и 1,11, а Хосил – только до 0,86; 0,73 и 0,57. У Равнак-1 в варианте с Ризоком-1 значения достигали 3,13; 2,08 и 2,86, у Порлок-1 – 3,21; 2,16 и 2,63. Даже без препарата при соли Порлок-1 сохранял повышенную экспрессию этих генов: 2,03; 1,44 и 1,37 соответственно. Высокий уровень *Gh_P5CS* согласуется с усилением пролин-зависимой осмопротекции, а активация *Gh_SPS* и *Gh_SuSy* указывает на участие сахарозного обмена в поддержании энергетического и осмотического баланса [4, 5].

Трехфакторный ANOVA подтвердил высокозначимый вклад генотипа, соли и препарата, а также всех двух- и трехфакторных взаимодействий в изменчивость каждого из 13 транскриптов ($p < 0{,}0001$). Значимое взаимодействие «генотип × соль × препарат» показывает, что величина эффекта обработки определяется конкретным генетическим фоном и не может переноситься с одного генотипа на другой без проверки. Множественные сравнения Tukey HSD выделили наиболее контрастные сочетания между стрессовым Ишончем без препарата и устойчивыми генотипами после применения Ризоком-1 (таблица).

Таблица 1 – Наиболее выраженные контрасты экспрессии генов по тесту Tukey HSD

Функциональный блок	Ген	Контраст	Разница средних	p adj
Гормональный	Gh_ICS1	Ишонч Salt / Порлок-1 Salt+Rizo	1,97	<0,0001
Гормональный	Gh_OPR3	Ишонч Salt / Порлок-1 Salt+Rizo	1,59	<0,0001
Антиоксидантный	Gh_SOD	Ишонч Salt / Порлок-1 Salt+Rizo	1,95	<0,0001
Антиоксидантный	Gh_CAT1	Ишонч Salt / Равнак-1 Salt+Rizo	1,57	<0,0001
Антиоксидантный	Gh_GPX	Ишонч Salt / Равнак-1 Salt+Rizo	2,19	<0,0001
Осмопротекция	Gh_P5CS	Ишонч Salt / Порлок-1 Salt+Rizo	2,57	<0,0001
Углеводный обмен	Gh_SPS	Ишонч Salt / Порлок-1 Salt+Rizo	1,57	<0,0001
Углеводный обмен	Gh_SuSy	Ишонч Salt / Равнак-1 Salt+Rizo	2,40	<0,0001

Примечание. Salt – 150 мМ NaCl без препарата; Salt+Rizo – 150 мМ NaCl + Ризоком-1; *p*adj – скорректированный уровень значимости.

Наибольшая разница средних отмечена для *Gh_P5CS* (2,57), *Gh_SuSy* (2,40) и *Gh_GPX* (2,19). Эти результаты выделяют осмопротекторный, углеводный и глутатион-зависимый редокс-компоненты как наиболее чувствительные точки действия Ризоком-1. Одновременно значимые контрасты *Gh_ICS1* и *Gh_OPR3* показывают, что стимулирование исполнительных защитных механизмов сопровождается перестройкой гормонального сигналинга. Совпадение направления изменений в разных блоках свидетельствует о координированном транскрипционном ответе.

Сопоставление препаратов формирует устойчивую последовательность эффективности: Ризоком-1 > Микрозим-1 > Хосил. Однако эта последовательность характеризует совокупный молекулярный профиль, а не абсолютное преимущество во всех отдельных комбинациях. Наиболее сильный ответ Ризоком-1 наблюдался у Равнак-1 и Порлок-1, то есть препарат усиливал уже существующий адаптивный потенциал. У Ишонча улучшение было достоверным, но менее полным. Практически это означает, что подбор биостимулятора целесообразно связывать с генотипом, а молекулярный скрининг проводить по панели маркеров, охватывающей сигналинг, антиоксидантную защиту и

осморегуляцию.

В качестве компактной маркерной панели наиболее перспективны *Gh_ICS1* и *Gh_OPR3* для оценки гормональной координации, *Gh_SOD* и *Gh_GPX* для характеристики редокс-защиты, *Gh_P5CS* для осмопротекции и *Gh_SuSy* для углеводного обмена. Эти гены демонстрировали выраженную генотип-зависимость, сильную реакцию на Ризоком-1 и статистически значимые контрасты. При этом их использование как маркеров требует дальнейшей проверки на расширенном наборе генотипов и в почвенно-полевых условиях; представленные результаты относятся к модельному стрессу 150 мМ NaCl.

Заключение. Модельное засоление вызывало генотип-специфическую перестройку экспрессии стресс-ассоциированных генов хлопчатника. У Ишонча преобладало подавление гормонального, антиоксидантного и метаболического модулей, тогда как Равнак-1 и Порлок-1 сохраняли или усиливали транскрипционную активность ключевых защитных генов. Биостимуляторы смягчали действие соли, но величина ответа зависела от генотипа. Наиболее сильный и последовательный эффект обеспечивал Ризоком-1, особенно по генам *Gh_ICS1, Gh_OPR3, Gh_SOD, Gh_GPX, Gh_P5CS* и *Gh_SuSy*. Следовательно, биостимулятор-индуцированную солеустойчивость следует рассматривать как результат координированной активации нескольких функциональных блоков, а не изменения единичного маркера.

Список использованных источников

1. Maryum Z., Luqman T., Nadeem S. et al. An overview of salinity stress, mechanism of salinity tolerance and strategies for its management in cotton // Frontiers in Plant Science. - 2022. - Vol. 13. - Art. 907937. DOI: 10.3389/fpls.2022.907937.

2. Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. Functional genomics in plant abiotic stress responses and tolerance: from gene discovery to complex regulatory networks and their application in breeding // Proceedings of the Japan Academy, Series B. 2022. - Vol. 98, no. 8. - P. 470-492. DOI: 10.2183/pjab.98.024.

3. Waheed A., Zhuo L., Wang M. et al. Integrative mechanisms of plant salt tolerance: biological pathways, phytohormonal regulation, and technological innovations // Plant Stress. - 2024. - Vol. 14. - Art. 100652. DOI: 10.1016/j.stress.2024.100652.

4. Agarwal T., Ray S. Role of phytohormones in plant response to drought and salinity stresses // Plant Hormones in Crop Improvement. - 2023. - P. 109-128. DOI: 10.1016/B978-0-323-91886-2.00007-0.

5. Fang H., Gao X., Wu Y. et al. Unveiling the role of GhP5CS1 in cotton salt stress tolerance: a comprehensive genomic and functional analysis of P5CS genes // Plants. - 2025. - Vol. 14, no. 2. - Art. 231. DOI: 10.3390/plants14020231.

6. González-Morales S., Solís-Gaona S., Valdés-Caballero M. V. et al. Transcriptomics of biostimulation of plants under abiotic stress // Frontiers in Genetics. - 2021. - Vol. 12. - Art. 583888. DOI: 10.3389/fgene.2021.583888.

7. Lakhdar A., Trigui M., Montemurro F. An overview of biostimulants' effects in saline soils // Agronomy. - 2023. - Vol. 13, no. 8. - Art. 2092. DOI: 10.3390/agronomy13082092.

8. Mashabela M. D., Terefe T., Kerchev P., Sitole L., Mhlongo M. I. Next-generation biostimulants: molecular insights, digital integration, and regulatory frameworks for sustainable agriculture // Frontiers in Plant Science. - 2025. - Vol. 16. - Art. 1710899. DOI: 10.3389/fpls.2025.1710899.

GENOTYPE-DEPENDENT EFFECTS OF MICROBIAL BIOSTIMULANTS ON THE EXPRESSION OF COTTON SALT-TOLERANCE GENES

F.S. Rajabov[1], V.S. Kamburova[1], D.I. Tojiboeva[1], I.B. Salakhutdinov[1], E.F. Nazarova[1], E.A. Latypova[2]

[1]Center of Genomics and Bioinformatics, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan
[2] Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Microbial biostimulant effects on the transcriptional response of three cotton genotypes were examined under 150 mM NaCl. RT-qPCR quantified the expression of genes involved in hormonal regulation, antioxidant defense, osmoprotection, and carbohydrate metabolism. Salinity suppressed the analyzed transcripts in Ishonch, whereas Ravnaq-1 and Porloq-1 maintained or enhanced protective gene activity. Rizokom-1 stimulated all functional modules most consistently; Mikrozim-1 had an intermediate and Hosil a weaker effect. The most informative markers were Gh_ICS1, Gh_OPR3, Gh_SOD, Gh_GPX, Gh_P5CS, and Gh_SuSy. The response was genotype-dependent and involved coordinated regulation of several functional modules.

Keywords: cotton, salt stress, biostimulants, gene expression, RT-qPCR, antioxidant defense, osmoprotection, phytohormones.

УДК 622

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИННОЙ ГИДРОДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Е.С. Селезнёва

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

В статье рассмотрены технологические основы скважинной гидродобычи, условия ее рационального применения и влияние горно-геологических и гидрогеологических факторов.

Ключевые слова: скважинная гидродобыча, полезное ископаемое, скважина.

По мере вовлечения в эксплуатацию глубоких, удаленных, обводненных и труднодоступных залежей возрастает значение технологий, способных добывать

полезные ископаемые при сокращении объема капитальных горных работ. И вот одним из таких направлений развития является скважинная гидродобыча. Сущность ее заключается в том, что основные операции по разрушению и извлечению полезного ископаемого выполняются через скважины без формирования разветвленной сети подземных горных выработок, то есть, в продуктивную залежь бурятся технологические скважины, через которые подается вода под определенным давлением, и уже выходящая из гидромониторного устройства струя воздействует на массив, разрушает его и способствует перемещению отделенного материала. В результате образуется водоминеральная смесь, которая транспортируется к зоне ее сбора и затем поднимается на поверхность.

Технология особенно интересна в тех случаях, когда традиционная открытая или подземная разработка характеризуется значительной сложностью, высокой стоимостью строительства горных выработок или неблагоприятными условиями труда [1].

Не смотря на кажущуюся простоту решения, скважинная гидродобыча не является универсальным решением, так как ее эффективность зависит от физико-механических свойств полезного ископаемого и вмещающего массива, мощности и строения залежи, глубины залегания, проницаемости пород и прочих гидрогеологических условий.

Целью настоящей статьи является систематизация технологических основ скважинной гидродобычи полезных ископаемых, определение основных факторов, влияющих на эффективность процесса.

Начнём с того, что принципиальная схема скважинной гидродобычи включает бурение добычных и вспомогательных скважин, размещение в них гидромониторного и водоподающего оборудования, разрушение продуктивного массива, формирование гидросмеси, ее перемещение к зоне сбора и последующий подъем на поверхность. Основным рабочим агентом технологии является вода, под действием насосного оборудования которая подается по трубопроводу к гидромониторному устройству, где преобразуется в компактную высокоскоростную струю. Вода проникает в трещины и ослабленные зоны, оказывает давление на поверхность массива и способствует разрушению отдельных частиц и агрегатов. Именно поэтому качество воды имеет принципиальное значение.

Если рассматривать параметры, то в этом процессе скорость определяет кинетическую энергию струи и, следовательно, ее разрушительное воздействие, но увеличение давления само по себе не гарантирует пропорционального роста производительности. При чрезмерном повышении давления могут возрастать энергетические затраты, гидравлические потери, износ оборудования и требования к прочности трубопроводной системы, поэтому рабочий режим гидромонитора должен определяться с учетом свойств конкретного массива. Необходимо учитывать и диаметр сопла: при прочих равных условиях увеличение его диаметра приводит к росту расхода воды, однако одновременно изменяет структуру струи и гидравлическую нагрузку на насосную систему.

Следовательно, выбор диаметра сопла, давления и расхода воды должен выполняться совместно.

Но процесс разрушения массива зависит не только от параметров струи, но и от его природной структуры: трещиноватость, слоистость, наличие ослабленных контактов между минеральными компонентами, влажность и степень цементации способны существенно изменять характер разрушения[1]. К примеру, в относительно рыхлых и слабосцементированных породах гидравлическое воздействие может обеспечивать интенсивное размывание, тогда как плотные и прочные породы требуют более высокой энергии воздействия либо предварительного ослабления массива.

Получается, что рациональная область применения скважинной гидродобычи определяется совокупностью геологических, гидрогеологических, физико-механических и технологических факторов, где наиболее существенное значение имеют глубина залегания, мощность и форма залежи, устойчивость вмещающих пород, свойства полезного ископаемого, наличие естественной или искусственно создаваемой трещиноватости, условия движения подземных вод и возможность организовать безопасное бурение и эксплуатацию скважин. Также для успешной гидродобычи материал должен обладать способностью разрушаться и диспергироваться под воздействием водяной струи либо находиться в состоянии, позволяющем эффективно отделять его от массива.

Существенным фактором является и мощность продуктивного пласта, так как при малой мощности требуется особенно точное позиционирование гидромониторной струи, поскольку зона разрушения может быстро выйти за пределы полезной залежи, а при большой мощности необходимо обеспечить достаточную глубину воздействия и управляемость процесса формирования выработанного пространства.

Сетка скважин определяется геометрией залежи, зоной эффективного действия гидромонитора, глубиной разработки, необходимой степенью охвата запасов и требованиями к управлению выработанным пространством. А расстояние между скважинами не может быть назначено только по геометрическому принципу, и должно соответствовать радиусу эффективного воздействия и условиям перемещения гидросмеси, ведь, если скважины расположены слишком редко, между зонами их действия могут оставаться недоработанные участки, а при чрезмерно плотной сетке возрастает объем буровых работ и стоимость строительства системы.

Итогом, гидродобыча предполагает пространственную организацию разработки, при которой залежь разделяется на отдельные технологические участки: в пределах каждого участка устанавливается определенная последовательность бурения и эксплуатации скважин.

Последовательность отработки должна учитывать не только расположение запасов, но и устойчивость массива, движение подземных вод и возможность предотвращения неконтролируемого перемещения гидросмеси, и, в ряде случаев целесообразно применять последовательную или поэтапную отработку участков, позволяющую контролировать формирование выработанного пространства.

Система разработки может предусматривать чередование добычных и вспомогательных скважин: добычные скважины обеспечивают подачу воды и извлечение полезного ископаемого, тогда как вспомогательные могут

использоваться для дренирования, наблюдения, контроля давления, отвода воды или выполнения других технологических функций.

Одним из существенных преимуществ скважинной гидродобычи является возможность уменьшения объема постоянного пребывания персонала в непосредственной близости от зоны разрушения массива. Основные технологические операции могут осуществляться дистанционно через скважины и наземное оборудование. Однако это не означает отсутствия опасных производственных факторов, так как высокое давление воды создает повышенные требования к надежности трубопроводов, соединений, насосов и гидромониторного оборудования, поэтому необходимы регулярный контроль технического состояния оборудования и защита персонала от воздействия струй высокого давления.

Экологическая эффективность технологии в значительной степени зависит от организации водооборота и управления выработанным пространством, так как при неправильном проектировании возможны загрязнение подземных вод, изменение их режима, выход загрязненной воды на поверхность и нарушение устойчивости массива. Также для снижения экологических рисков необходимо обеспечить изоляцию технологического контура от незащищенных водоносных горизонтов, контролировать состав оборотной воды и предотвращать неконтролируемое распространение гидросмеси.

Таким образом, экологические аспекты должны рассматриваться уже на стадии выбора технологической схемы, а не только после начала эксплуатации месторождения.

Подытожив, эффективность применения данной технологии определяется совокупностью горно-геологических, гидрогеологических и технологических факторов, где наиболее существенными из них являются физико-механические свойства полезного ископаемого, строение залежи, глубина залегания, мощность продуктивного пласта, условия движения подземных вод и возможность организации надежного водооборота. А перспективность скважинной гидродобычи связана с возможностью разработки глубоких и труднодоступных залежей, сокращением объема традиционных горных выработок, применением дистанционно управляемого оборудования и организацией замкнутого водооборота.

Список использованных источников

1. Дробаденко В. П., Вильмис А. Л. Проблемы и перспективы скважинной гидродобычи полезных ископаемых // Золотодобыча. - 2011. - № 155. - С. 17-19.

TECHNOLOGICAL FOUNDATIONS OF APPLICATION OF BOREHOLE HYDRAULIC EXTRACTION OF MINERALS

E.S. Selezneva

Samara State Technical University,
Samara, Russia

The article discusses the technological foundations of borehole hydraulic extraction, the conditions of its rational use and the influence of mining, geological and hydrogeological factors.

Keywords: borehole hydraulic extraction, mineral resource, well.

УДК 622

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Е.С. Селезнёва

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Нефтяное загрязнение относится к числу наиболее значимых антропогенных факторов, оказывающих негативное воздействие на водные экосистемы.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, нефтепродукты, водные объекты, мониторинг, нефтяной разлив.

Водные объекты являются важнейшей частью природных экосистем, представляя собой значимый ресурс. Но интенсивное хозяйственное освоение территорий приводит к увеличению антропогенной нагрузки на реки, озёра, водохранилища, прибрежные морские акватории и другие водные системы, где одним из наиболее опасных видов такой нагрузки является загрязнение нефтью и нефтепродуктами.

В отличие от многих растворимых загрязняющих веществ, нефть представляет собой сложную многокомпонентную смесь, физико-химические свойства которой определяют различные пути её распространения и трансформации. В её составе могут присутствовать алифатические и циклоалкановые углеводороды, ароматические соединения, смолы, асфальтеновые компоненты и другие вещества[1]. И после попадания нефти в водный объект происходит совокупность физических, химических и биологических процессов. К числу основных относятся:

- растекание нефтяной плёнки;
- испарение летучих компонентов;
- растворение отдельных соединений;
- диспергирование;
- эмульгирование;
- сорбция на взвешенных частицах;
- осаждение и накопление в донных отложениях;
- фотохимическое и химическое окисление;
- микробиологическое разложение.

То есть, на первоначальной стадии происходит растекание углеводородной массы по поверхности воды. При благоприятных условиях формируется тонкая плёнка, площадь которой может значительно превышать площадь непосредственно загрязнённого участка. Затем происходят испарение летучих компонентов, растворение отдельных соединений, эмульгирование, диспергирование, окисление, адсорбция на взвешенных частицах и биологическое разложение. Таким образом, последствия разлива не ограничиваются непосредственно поверхностью воды и могут распространяться на различные компоненты водной экосистемы. И даже отсутствие визуально наблюдаемой плёнки не означает полного

исчезновения нефтяного загрязнения, так как нефтяные углеводороды могут сохраняться в водной толще и донных отложениях, а отдельные компоненты способны оказывать токсическое воздействие на водные организмы.

Источники поступления нефти и нефтепродуктов в водные объекты отличаются по происхождению, масштабу и характеру воздействия. К ним могут относиться объекты нефтедобычи и нефтепереработки, терминалы и нефтебазы, трубопроводные системы, транспортные средства, морские и речные суда, промышленные предприятия, автомобильный и железнодорожный транспорт, объекты хранения топлива, а также территории, на которых ранее осуществлялась деятельность, связанная с использованием нефтепродуктов [1]. Но все же наиболее заметные последствия обычно связаны с аварийными разливами, однако экологическая значимость источника не всегда определяется только количеством поступившей нефти.

При чем, скорость и направление этих процессов зависят от характеристик самой нефти и внешних условий; температура влияет на вязкость и скорость испарения, ветровой режим – на перемещение поверхностной плёнки, течение – на пространственное распространение загрязнения, а степень перемешивания воды – на переход углеводородов из поверхностного слоя в толщу воды.

Воздействие нефтепродуктов может проявляться на различных уровнях – от нарушения отдельных физиологических процессов до изменения структуры сообщества. Особенно чувствительными могут быть ранние стадии развития рыб, икры и личинки, планктонные организмы, некоторые виды беспозвоночных, а также организмы, тесно связанные с донными отложениями, а вот токсичность определяется составом нефтепродукта: значительную роль играют ароматические углеводороды и другие компоненты, способные оказывать выраженное биологическое воздействие.

Особую опасность представляют и аварийные выбросы, при которых за короткий промежуток времени в водный объект поступает значительное количество загрязняющего вещества.

Международная практика реагирования на нефтяные загрязнения показывает, что эффективная экологическая защита должна строиться не только на ликвидации последствий аварий, но и на предварительной подготовке, постоянном контроле потенциально опасных объектов, планировании действий и своевременном обнаружении признаков загрязнения.

В связи с этим экологический мониторинг следует рассматривать не только как систему наблюдения за уже существующим состоянием водного объекта, но и как важный инструмент предупреждения загрязнений, так как чем раньше обнаружено отклонение от нормального состояния, тем больше возможностей для установления источника воздействия, ограничения его распространения и принятия оперативных природоохранных решений. Такая система мониторинга должна обеспечивать получение информации о состоянии водного объекта до возникновения аварийной ситуации, в момент поступления загрязняющего вещества и на последующих этапах восстановления экосистемы

Традиционно основу экологического мониторинга составляют полевые наблюдения и лабораторный анализ проб воды. Отбор проб осуществляется в

контрольных створах, вблизи потенциальных источников загрязнения, на участках предполагаемого распространения нефтепродуктов и в фоновых точках, но для получения объективной картины необходимо соблюдать пространственную и временную репрезентативность отбора. Для количественного же определения нефтяных углеводородов используются гравиметрические, инфракрасные, флуориметрические и хроматографические методы, спутниковое дистанционное зондирование.

Однако дистанционное обнаружение не следует рассматривать как полностью автономный способ подтверждения нефтяного загрязнения. На спутниковых изображениях аналогичные тёмные области могут формироваться вследствие природных и метеорологических явлений, поэтому результаты дистанционного зондирования должны сопоставляться с метеорологическими данными, гидродинамическими условиями, информацией о судоходстве и производственных объектах, а при необходимости – подтверждаться непосредственным отбором проб.

Также развитие цифровых технологий существенно изменяет организацию экологического мониторинга, и, если традиционная система в значительной степени основывалась на периодическом отборе проб, то современные системы стремятся обеспечить непрерывное наблюдение и автоматическое выявление отклонений.

Несмотря на развитие технологий обнаружения загрязнений, наиболее эффективным направлением экологической политики остаётся предупреждение аварий.

Профилактика нефтяного загрязнения должна начинаться с оценки потенциальных источников риска, к примеру, на промышленных объектах необходимо учитывать техническое состояние резервуаров, трубопроводов, насосного оборудования, систем хранения и транспортировки. Регулярная диагностика позволяет выявлять дефекты до того, как они приведут к аварийному выбросу. А вот ликвидация уже произошедшего разлива обычно требует значительных материальных и организационных ресурсов, а восстановление экосистемы может занимать существенно больше времени, чем непосредственное устранение загрязняющего вещества с поверхности воды.

Но ни лабораторный анализ, ни спутниковая съёмка, ни автоматические датчики сами по себе не способны обеспечить полный контроль состояния водного объекта, где наиболее перспективной является многоуровневая система мониторинга. И только сочетание технических, аналитических, организационных и природоохранных мероприятий способно привести к устойчивой системе предупреждения нефтяного загрязнения и сохранения экологического состояния водных объектов.

Список использованных источников

1. Селуянов А.А., Шутов Н.В. Экологические аспекты разлива нефти на воде/Нефть. Газ. Новации. -2011. -№ 2. -С. 75-78.

OIL POLLUTION OF WATER BODIES: ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES AND PREVENTION METHODS

E.S. Selezneva

Samara State Technical University,
Samara, Russia

Oil pollution is one of the most significant anthropogenic factors that have a negative impact on aquatic ecosystems.

Keywords: oil pollution, petroleum products, water bodies, monitoring, oil spill.

УДК 575.22:574

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ В СИСТЕМЕ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ВИДОВ

Д.Р. Сордия

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена теме «генетическое разнообразие как основа устойчивости биологических видов». Цель работы состоит в обобщении современных подходов к оценке экологических рисков и в определении направлений природоохранной деятельности. Рассмотрены ключевые факторы, ограничивающие устойчивость природных систем, принципы мониторинга и возможности управленческих решений. Показано, что сохранение биоразнообразия требует сочетания научно обоснованных наблюдений, профилактики ущерба и учёта региональных условий.

Ключевые слова: генетическое разнообразие, популяции, редкие виды, мониторинг, сохранение видов.

Генетическое разнообразие как основа устойчивости биологических видов относится к числу задач, в которых экологические, социальные и экономические последствия тесно взаимосвязаны. Сохранение природных систем невозможно свести к защите отдельных объектов: необходимо учитывать состояние местообитаний, характер хозяйственной нагрузки и способность экосистем к восстановлению. Такой подход позволяет рассматривать биоразнообразие как условие устойчивости территорий и как основу для долгосрочного природопользования [1; 2].

Одним из наиболее заметных факторов риска является изоляция малых популяций, сокращение численности и ослабление обмена генетическим материалом. Воздействия редко проявляются поодиночке: они могут усиливать друг друга, изменять доступность ресурсов и повышать уязвимость популяций. Поэтому при оценке ситуации важно фиксировать не только непосредственные

последствия, но и предпосылки накопления экологического ущерба, которые становятся заметны спустя длительный период [1; 4].

В центре анализа должны находиться размер эффективной популяции, пространственную структуру, репродуктивный успех и генетические риски. Наблюдения следует проводить регулярно и по сопоставимым методикам, поскольку единичный учёт не отражает естественную изменчивость природных процессов. Пространственная привязка данных, описание условий наблюдений и хранение первичной информации повышают достоверность последующих выводов и позволяют сравнивать результаты разных исследовательских групп [3].

Биоразнообразие выполняет не только природоохранную, но и функциональную роль. Видовое и генетическое разнообразие поддерживает пищевые связи, круговорот веществ, опыление, почвообразование и восстановление сообществ после нарушений. Утрата даже внешне малозаметных компонентов биоты может ослаблять устойчивость всей системы. В связи с этим природоохранные меры должны учитывать экологические связи, а не ограничиваться перечнем охраняемых видов [3; 5].

При разработке решений необходимо ориентироваться на генетический мониторинг, сохранение связности популяций и научно обоснованные программы разведения. Превентивные меры обычно результативнее и экономически оправданнее, чем ликвидация уже возникшего ущерба. Они предполагают раннее выявление угроз, установление допустимых нагрузок и оценку возможных последствий до начала хозяйственной деятельности. Важна также понятная система ответственности за нарушение установленных экологических требований [2; 4].

Существенное значение имеет масштаб управления. Общие нормативные принципы должны дополняться региональными решениями, поскольку природные комплексы отличаются климатом, ландшафтной структурой, степенью освоенности и составом видов. Унифицированный показатель не заменяет полевого знания территории. Комбинация общих критериев и локальной экспертизы позволяет снизить риск формального подхода к охране природы [1; 3].

Современный мониторинг опирается на сочетание полевых методов и цифровых технологий. Дистанционные данные помогают выявлять пространственные изменения, автоматические системы увеличивают частоту наблюдений, а геоинформационный анализ облегчает сопоставление разнородных сведений. Вместе с тем интерпретация результатов требует проверки в природе и участия специалистов, поскольку качество выводов определяется качеством исходной информации [3; 4].

Для повышения эффективности мероприятий необходим обмен данными между научными организациями, органами управления и природопользователями. Закрытость информации и несогласованность действий затрудняют оценку реальной экологической ситуации. Открытые правила наблюдений, единые форматы данных и понятное представление результатов делают природоохранные решения более обоснованными и проверяемыми [2; 3].

Эффективность принятых мер должна оцениваться по заранее определённым критериям. К ним относятся сохранность местообитаний, динамика

ключевых видов, снижение интенсивности угроз и доступность результатов мониторинга. Важно сопоставлять достигнутые изменения с исходным состоянием и не подменять экологический эффект формальным выполнением отдельных процедур. Регулярная оценка позволяет своевременно корректировать программы и направлять ресурсы на наиболее уязвимые компоненты природной среды [3; 4].

Отдельного внимания заслуживает участие населения. Экологическое просвещение, волонтёрские наблюдения и обсуждение проектов не подменяют профессиональную экспертизу, но расширяют возможности раннего обнаружения проблем и снижают конфликтность решений. Устойчивый результат достигается тогда, когда ограничения природопользования понятны, а сохранение природных ценностей воспринимается как общая задача [1; 5].

Таким образом, генетическое разнообразие как основа устойчивости биологических видов требует системного подхода, объединяющего мониторинг, сохранение местообитаний, оценку рисков и ответственное природопользование. Научно обоснованные решения должны опираться на сопоставимые данные, учитывать особенности территории и предусматривать контроль результатов. Такой подход создаёт условия для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций в долгосрочной перспективе [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

GENETIC DIVERSITY IN BIOLOGICAL SPECIES CONSERVATION

D.R. Sordia

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines генетическое разнообразие как основа устойчивости биологических видов. Its purpose is to summarise approaches to environmental risk assessment and to identify priorities for conservation action. The paper considers key factors limiting the resilience of natural systems, monitoring principles and management options. Biodiversity conservation requires evidence-based observation, damage prevention and consideration of regional conditions.

Keywords: genetic diversity, populations, rare species, monitoring, species conservation.

УДК 504.054:574

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Д.Р. Сордия

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена теме «воздействие загрязнения окружающей среды на биоразнообразие». Цель работы состоит в обобщении современных подходов к оценке экологических рисков и в определении направлений природоохранной деятельности. Рассмотрены ключевые факторы, ограничивающие устойчивость природных систем, принципы мониторинга и возможности управленческих решений. Показано, что сохранение биоразнообразия требует сочетания научно обоснованных наблюдений, профилактики ущерба и учёта региональных условий.

Ключевые слова: загрязнение, биоразнообразие, экосистемы, экологический риск, мониторинг.

Воздействие загрязнения окружающей среды на биоразнообразие относится к числу задач, в которых экологические, социальные и экономические последствия тесно взаимосвязаны. Сохранение природных систем невозможно свести к защите отдельных объектов: необходимо учитывать состояние местообитаний, характер хозяйственной нагрузки и способность экосистем к восстановлению. Такой подход позволяет рассматривать биоразнообразие как условие устойчивости территорий и как основу для долгосрочного природопользования [1; 2].

Одним из наиболее заметных факторов риска является поступление загрязняющих веществ в почвы и воды, хроническая нагрузка и нарушение пищевых

цепей. Воздействия редко проявляются поодиночке: они могут усиливать друг друга, изменять доступность ресурсов и повышать уязвимость популяций. Поэтому при оценке ситуации важно фиксировать не только непосредственные последствия, но и предпосылки накопления экологического ущерба, которые становятся заметны спустя длительный период [1; 4].

В центре анализа должны находиться источники загрязнения, пути миграции веществ, состояние биоты и чувствительность различных групп организмов. Наблюдения следует проводить регулярно и по сопоставимым методикам, поскольку единичный учёт не отражает естественную изменчивость природных процессов. Пространственная привязка данных, описание условий наблюдений и хранение первичной информации повышают достоверность последующих выводов и позволяют сравнивать результаты разных исследовательских групп [3].

Биоразнообразие выполняет не только природоохранную, но и функциональную роль. Видовое и генетическое разнообразие поддерживает пищевые связи, круговорот веществ, опыление, почвообразование и восстановление сообществ после нарушений. Утрата даже внешне малозаметных компонентов биоты может ослаблять устойчивость всей системы. В связи с этим природоохранные меры должны учитывать экологические связи, а не ограничиваться перечнем охраняемых видов [3; 5].

При разработке решений необходимо ориентироваться на профилактику загрязнения, технологическое снижение выбросов и биологический мониторинг состояния территорий. Превентивные меры обычно результативнее и экономически оправданнее, чем ликвидация уже возникшего ущерба. Они предполагают раннее выявление угроз, установление допустимых нагрузок и оценку возможных последствий до начала хозяйственной деятельности. Важна также понятная система ответственности за нарушение установленных экологических требований [2; 4].

Существенное значение имеет масштаб управления. Общие нормативные принципы должны дополняться региональными решениями, поскольку природные комплексы отличаются климатом, ландшафтной структурой, степенью освоенности и составом видов. Унифицированный показатель не заменяет полевого знания территории. Комбинация общих критериев и локальной экспертизы позволяет снизить риск формального подхода к охране природы [1; 3].

Современный мониторинг опирается на сочетание полевых методов и цифровых технологий. Дистанционные данные помогают выявлять пространственные изменения, автоматические системы увеличивают частоту наблюдений, а геоинформационный анализ облегчает сопоставление разнородных сведений. Вместе с тем интерпретация результатов требует проверки в природе и участия специалистов, поскольку качество выводов определяется качеством исходной информации [3; 4].

Для повышения эффективности мероприятий необходим обмен данными между научными организациями, органами управления и природопользователями. Закрытость информации и несогласованность действий затрудняют оценку реальной экологической ситуации. Открытые правила наблюдений, единые

форматы данных и понятное представление результатов делают природоохранные решения более обоснованными и проверяемыми [2; 3].

Эффективность принятых мер должна оцениваться по заранее определённым критериям. К ним относятся сохранность местообитаний, динамика ключевых видов, снижение интенсивности угроз и доступность результатов мониторинга. Важно сопоставлять достигнутые изменения с исходным состоянием и не подменять экологический эффект формальным выполнением отдельных процедур. Регулярная оценка позволяет своевременно корректировать программы и направлять ресурсы на наиболее уязвимые компоненты природной среды [3; 4].

Отдельного внимания заслуживает участие населения. Экологическое просвещение, волонтёрские наблюдения и обсуждение проектов не подменяют профессиональную экспертизу, но расширяют возможности раннего обнаружения проблем и снижают конфликтность решений. Устойчивый результат достигается тогда, когда ограничения природопользования понятны, а сохранение природных ценностей воспринимается как общая задача [1; 5].

Таким образом, воздействие загрязнения окружающей среды на биоразнообразие требует системного подхода, объединяющего мониторинг, сохранение местообитаний, оценку рисков и ответственное природопользование. Научно обоснованные решения должны опираться на сопоставимые данные, учитывать особенности территории и предусматривать контроль результатов. Такой подход создаёт условия для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций в долгосрочной перспективе [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

ENVIRONMENTAL POLLUTION AND BIODIVERSITY

D.R. Sordia

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines воздействие загрязнения окружающей среды на биоразнообразие. Its purpose is to summarise approaches to environmental risk assessment and to identify priorities for conservation action. The paper considers key factors limiting the resilience of natural systems, monitoring principles and management options. Biodiversity conservation requires evidence-based observation, damage prevention and consideration of regional conditions.

Keywords: pollution, biodiversity, ecosystems, environmental risk, monitoring.

УДК 349.6:574

ПРАВОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Д.Р. Сордия

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена теме «правовые механизмы сохранения биоразнообразия». Цель работы состоит в обобщении современных подходов к оценке экологических рисков и в определении направлений природоохранной деятельности. Рассмотрены ключевые факторы, ограничивающие устойчивость природных систем, принципы мониторинга и возможности управленческих решений. Показано, что сохранение биоразнообразия требует сочетания научно обоснованных наблюдений, профилактики ущерба и учёта региональных условий.

Ключевые слова: экологическое право, биоразнообразие, природоохранное законодательство, ответственность, управление.

Правовые механизмы сохранения биоразнообразия относится к числу задач, в которых экологические, социальные и экономические последствия тесно взаимосвязаны. Сохранение природных систем невозможно свести к защите отдельных объектов: необходимо учитывать состояние местообитаний, характер хозяйственной нагрузки и способность экосистем к восстановлению. Такой подход позволяет рассматривать биоразнообразие как условие устойчивости территорий и как основу для долгосрочного природопользования [1; 2].

Одним из наиболее заметных факторов риска является разрыв между нормативными требованиями и практикой их исполнения, а также недостаточная оценка экологических последствий. Воздействия редко проявляются поодиночке: они могут усиливать друг друга, изменять доступность ресурсов и повышать уязвимость популяций. Поэтому при оценке ситуации важно фиксировать

не только непосредственные последствия, но и предпосылки накопления экологического ущерба, которые становятся заметны спустя длительный период [1; 4].

В центре анализа должны находиться согласованность природоохранных требований, механизмы контроля и доступность экологической информации. Наблюдения следует проводить регулярно и по сопоставимым методикам, поскольку единичный учёт не отражает естественную изменчивость природных процессов. Пространственная привязка данных, описание условий наблюдений и хранение первичной информации повышают достоверность последующих выводов и позволяют сравнивать результаты разных исследовательских групп [3].

Биоразнообразие выполняет не только природоохранную, но и функциональную роль. Видовое и генетическое разнообразие поддерживает пищевые связи, круговорот веществ, опыление, почвообразование и восстановление сообществ после нарушений. Утрата даже внешне малозаметных компонентов биоты может ослаблять устойчивость всей системы. В связи с этим природоохранные меры должны учитывать экологические связи, а не ограничиваться перечнем охраняемых видов [3; 5].

При разработке решений необходимо ориентироваться на совершенствование экологической экспертизы, профилактику правонарушений и межведомственное взаимодействие. Превентивные меры обычно результативнее и экономически оправданнее, чем ликвидация уже возникшего ущерба. Они предполагают раннее выявление угроз, установление допустимых нагрузок и оценку возможных последствий до начала хозяйственной деятельности. Важна также понятная система ответственности за нарушение установленных экологических требований [2; 4].

Существенное значение имеет масштаб управления. Общие нормативные принципы должны дополняться региональными решениями, поскольку природные комплексы отличаются климатом, ландшафтной структурой, степенью освоенности и составом видов. Унифицированный показатель не заменяет полевого знания территории. Комбинация общих критериев и локальной экспертизы позволяет снизить риск формального подхода к охране природы [1; 3].

Современный мониторинг опирается на сочетание полевых методов и цифровых технологий. Дистанционные данные помогают выявлять пространственные изменения, автоматические системы увеличивают частоту наблюдений, а геоинформационный анализ облегчает сопоставление разнородных сведений. Вместе с тем интерпретация результатов требует проверки в природе и участия специалистов, поскольку качество выводов определяется качеством исходной информации [3; 4].

Для повышения эффективности мероприятий необходим обмен данными между научными организациями, органами управления и природопользователями. Закрытость информации и несогласованность действий затрудняют оценку реальной экологической ситуации. Открытые правила наблюдений, единые форматы данных и понятное представление результатов делают природоохранные решения более обоснованными и проверяемыми [2; 3].

Эффективность принятых мер должна оцениваться по заранее определённым критериям. К ним относятся сохранность местообитаний, динамика

ключевых видов, снижение интенсивности угроз и доступность результатов мониторинга. Важно сопоставлять достигнутые изменения с исходным состоянием и не подменять экологический эффект формальным выполнением отдельных процедур. Регулярная оценка позволяет своевременно корректировать программы и направлять ресурсы на наиболее уязвимые компоненты природной среды [3; 4].

Отдельного внимания заслуживает участие населения. Экологическое просвещение, волонтёрские наблюдения и обсуждение проектов не подменяют профессиональную экспертизу, но расширяют возможности раннего обнаружения проблем и снижают конфликтность решений. Устойчивый результат достигается тогда, когда ограничения природопользования понятны, а сохранение природных ценностей воспринимается как общая задача [1; 5].

Таким образом, правовые механизмы сохранения биоразнообразия требует системного подхода, объединяющего мониторинг, сохранение местообитаний, оценку рисков и ответственное природопользование. Научно обоснованные решения должны опираться на сопоставимые данные, учитывать особенности территории и предусматривать контроль результатов. Такой подход создаёт условия для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций в долгосрочной перспективе [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

LEGAL MECHANISMS FOR BIODIVERSITY CONSERVATION

D.R. Sordia

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines правовые механизмы сохранения биоразнообразия. Its purpose is to summarise approaches to environmental risk assessment and to identify priorities for conservation action. The paper considers key factors limiting the resilience of natural systems, monitoring principles and management options. Biodiversity conservation requires evidence-based observation, damage prevention and consideration of regional conditions.

Keywords: environmental law, biodiversity, environmental legislation, liability, governance.

УДК 502.211:551.583

СОХРАНЕНИЕ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Д.Р. Сордия

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена теме «сохранение редких и исчезающих видов в условиях изменения климата». Цель работы состоит в обобщении современных подходов к оценке экологических рисков и в определении направлений природоохранной деятельности. Рассмотрены ключевые факторы, ограничивающие устойчивость природных систем, принципы мониторинга и возможности управленческих решений. Показано, что сохранение биоразнообразия требует сочетания научно обоснованных наблюдений, профилактики ущерба и учёта региональных условий.

Ключевые слова: редкие виды, изменение климата, местообитания, мониторинг, охрана природы.

Сохранение редких и исчезающих видов в условиях изменения климата относится к числу задач, в которых экологические, социальные и экономические последствия тесно взаимосвязаны. Сохранение природных систем невозможно свести к защите отдельных объектов: необходимо учитывать состояние местообитаний, характер хозяйственной нагрузки и способность экосистем к восстановлению. Такой подход позволяет рассматривать биоразнообразие как условие устойчивости территорий и как основу для долгосрочного природопользования [1; 2].

Одним из наиболее заметных факторов риска является смещение климатических границ, изменение сезонных режимов и утрата специализированных местообитаний. Воздействия редко проявляются поодиночке: они могут усиливать друг друга, изменять доступность ресурсов и повышать уязвимость популяций. Поэтому при оценке ситуации важно фиксировать не только непосредственные последствия, но и предпосылки накопления экологического ущерба, которые становятся заметны спустя длительный период [1; 4].

В центре анализа должны находиться состояние популяций, доступность местообитаний и жизненный цикл уязвимых видов. Наблюдения следует проводить регулярно и по сопоставимым методикам, поскольку единичный учёт не отражает естественную изменчивость природных процессов. Пространственная привязка данных, описание условий наблюдений и хранение первичной информации повышают достоверность последующих выводов и позволяют сравнивать результаты разных исследовательских групп [3].

Биоразнообразие выполняет не только природоохранную, но и функциональную роль. Видовое и генетическое разнообразие поддерживает пищевые связи, круговорот веществ, опыление, почвообразование и восстановление сообществ после нарушений. Утрата даже внешне малозаметных компонентов биоты может ослаблять устойчивость всей системы. В связи с этим природоохранные меры должны учитывать экологические связи, а не ограничиваться перечнем охраняемых видов [3; 5].

При разработке решений необходимо ориентироваться на создание буферных зон, поддержку экологической связности и регулярное наблюдение за популяциями. Превентивные меры обычно результативнее и экономически оправданнее, чем ликвидация уже возникшего ущерба. Они предполагают раннее выявление угроз, установление допустимых нагрузок и оценку возможных последствий до начала хозяйственной деятельности. Важна также понятная система ответственности за нарушение установленных экологических требований [2; 4].

Существенное значение имеет масштаб управления. Общие нормативные принципы должны дополняться региональными решениями, поскольку природные комплексы отличаются климатом, ландшафтной структурой, степенью освоенности и составом видов. Унифицированный показатель не заменяет полевого знания территории. Комбинация общих критериев и локальной экспертизы позволяет снизить риск формального подхода к охране природы [1; 3].

Современный мониторинг опирается на сочетание полевых методов и цифровых технологий. Дистанционные данные помогают выявлять пространственные изменения, автоматические системы увеличивают частоту наблюдений, а геоинформационный анализ облегчает сопоставление разнородных сведений. Вместе с тем интерпретация результатов требует проверки в природе и участия специалистов, поскольку качество выводов определяется качеством исходной информации [3; 4].

Для повышения эффективности мероприятий необходим обмен данными между научными организациями, органами управления и природопользователями. Закрытость информации и несогласованность действий затрудняют оценку реальной экологической ситуации. Открытые правила наблюдений, единые

форматы данных и понятное представление результатов делают природоохранные решения более обоснованными и проверяемыми [2; 3].

Эффективность принятых мер должна оцениваться по заранее определённым критериям. К ним относятся сохранность местообитаний, динамика ключевых видов, снижение интенсивности угроз и доступность результатов мониторинга. Важно сопоставлять достигнутые изменения с исходным состоянием и не подменять экологический эффект формальным выполнением отдельных процедур. Регулярная оценка позволяет своевременно корректировать программы и направлять ресурсы на наиболее уязвимые компоненты природной среды [3; 4].

Отдельного внимания заслуживает участие населения. Экологическое просвещение, волонтёрские наблюдения и обсуждение проектов не подменяют профессиональную экспертизу, но расширяют возможности раннего обнаружения проблем и снижают конфликтность решений. Устойчивый результат достигается тогда, когда ограничения природопользования понятны, а сохранение природных ценностей воспринимается как общая задача [1; 5].

Таким образом, сохранение редких и исчезающих видов в условиях изменения климата требует системного подхода, объединяющего мониторинг, сохранение местообитаний, оценку рисков и ответственное природопользование. Научно обоснованные решения должны опираться на сопоставимые данные, учитывать особенности территории и предусматривать контроль результатов. Такой подход создаёт условия для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций в долгосрочной перспективе [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

CONSERVATION OF RARE AND ENDANGERED SPECIES UNDER CLIMATE CHANGE

D.R. Sordia

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines сохранение редких и исчезающих видов в условиях изменения климата. Its purpose is to summarise approaches to environmental risk assessment and to identify priorities for conservation action. The paper considers key factors limiting the resilience of natural systems, monitoring principles and management options. Biodiversity conservation requires evidence-based observation, damage prevention and consideration of regional conditions.

Keywords: rare species, climate change, habitats, monitoring, nature conservation.

УДК 502.211:599

РЕИНТРОДУКЦИЯ РЕДКИХ ВИДОВ КАК МЕРА ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Д.Р. Сордия

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена теме «реинтродукция редких видов как мера восстановления биоразнообразия». Цель работы состоит в обобщении современных подходов к оценке экологических рисков и в определении направлений природоохранной деятельности. Рассмотрены ключевые факторы, ограничивающие устойчивость природных систем, принципы мониторинга и возможности управленческих решений. Показано, что сохранение биоразнообразия требует сочетания научно обоснованных наблюдений, профилактики ущерба и учёта региональных условий.

Ключевые слова: реинтродукция, редкие виды, восстановление популяций, местообитания, биоразнообразие.

Реинтродукция редких видов как мера восстановления биоразнообразия относится к числу задач, в которых экологические, социальные и экономические последствия тесно взаимосвязаны. Сохранение природных систем невозможно свести к защите отдельных объектов: необходимо учитывать состояние местообитаний, характер хозяйственной нагрузки и способность экосистем к восстановлению. Такой подход позволяет рассматривать биоразнообразие как условие устойчивости территорий и как основу для долгосрочного природопользования [1; 2].

Одним из наиболее заметных факторов риска является недостаточная подготовленность местообитаний, ограниченная генетическая вариабельность и внешнее антропогенное давление. Воздействия редко проявляются поодиночке: они могут усиливать друг друга, изменять доступность ресурсов и повышать уязвимость популяций. Поэтому при оценке ситуации важно фиксировать не только непосредственные последствия, но и предпосылки накопления экологического ущерба, которые становятся заметны спустя длительный период [1; 4].

В центре анализа должны находиться пригодность местообитаний, происхождение особей, риски для экосистемы и результаты послевыпускового мониторинга. Наблюдения следует проводить регулярно и по сопоставимым методикам, поскольку единичный учёт не отражает естественную изменчивость природных процессов. Пространственная привязка данных, описание условий наблюдений и хранение первичной информации повышают достоверность последующих выводов и позволяют сравнивать результаты разных исследовательских групп [3].

Биоразнообразие выполняет не только природоохранную, но и функциональную роль. Видовое и генетическое разнообразие поддерживает пищевые связи, круговорот веществ, опыление, почвообразование и восстановление сообществ после нарушений. Утрата даже внешне малозаметных компонентов биоты может ослаблять устойчивость всей системы. В связи с этим природоохранные меры должны учитывать экологические связи, а не ограничиваться перечнем охраняемых видов [3; 5].

При разработке решений необходимо ориентироваться на подготовку мест выпуска, научное сопровождение программ и долгосрочную оценку жизнеспособности популяций. Превентивные меры обычно результативнее и экономически оправданнее, чем ликвидация уже возникшего ущерба. Они предполагают раннее выявление угроз, установление допустимых нагрузок и оценку возможных последствий до начала хозяйственной деятельности. Важна также понятная система ответственности за нарушение установленных экологических требований [2; 4].

Существенное значение имеет масштаб управления. Общие нормативные принципы должны дополняться региональными решениями, поскольку природные комплексы отличаются климатом, ландшафтной структурой, степенью освоенности и составом видов. Унифицированный показатель не заменяет полевого знания территории. Комбинация общих критериев и локальной экспертизы позволяет снизить риск формального подхода к охране природы [1; 3].

Современный мониторинг опирается на сочетание полевых методов и цифровых технологий. Дистанционные данные помогают выявлять пространственные изменения, автоматические системы увеличивают частоту наблюдений, а геоинформационный анализ облегчает сопоставление разнородных сведений. Вместе с тем интерпретация результатов требует проверки в природе и участия специалистов, поскольку качество выводов определяется качеством исходной информации [3; 4].

Для повышения эффективности мероприятий необходим обмен данными между научными организациями, органами управления и

природопользователями. Закрытость информации и несогласованность действий затрудняют оценку реальной экологической ситуации. Открытые правила наблюдений, единые форматы данных и понятное представление результатов делают природоохранные решения более обоснованными и проверяемыми [2; 3].

Эффективность принятых мер должна оцениваться по заранее определённым критериям. К ним относятся сохранность местообитаний, динамика ключевых видов, снижение интенсивности угроз и доступность результатов мониторинга. Важно сопоставлять достигнутые изменения с исходным состоянием и не подменять экологический эффект формальным выполнением отдельных процедур. Регулярная оценка позволяет своевременно корректировать программы и направлять ресурсы на наиболее уязвимые компоненты природной среды [3; 4].

Отдельного внимания заслуживает участие населения. Экологическое просвещение, волонтёрские наблюдения и обсуждение проектов не подменяют профессиональную экспертизу, но расширяют возможности раннего обнаружения проблем и снижают конфликтность решений. Устойчивый результат достигается тогда, когда ограничения природопользования понятны, а сохранение природных ценностей воспринимается как общая задача [1; 5].

Таким образом, реинтродукция редких видов как мера восстановления биоразнообразия требует системного подхода, объединяющего мониторинг, сохранение местообитаний, оценку рисков и ответственное природопользование. Научно обоснованные решения должны опираться на сопоставимые данные, учитывать особенности территории и предусматривать контроль результатов. Такой подход создаёт условия для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций в долгосрочной перспективе [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.]

// Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

REINTRODUCTION OF RARE SPECIES AS A BIODIVERSITY RESTORATION MEASURE

D.R. Sordia

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines реинтродукция редких видов как мера восстановления биоразнообразия. Its purpose is to summarise approaches to environmental risk assessment and to identify priorities for conservation action. The paper considers key factors limiting the resilience of natural systems, monitoring principles and management options. Biodiversity conservation requires evidence-based observation, damage prevention and consideration of regional conditions.

Keywords: reintroduction, rare species, population restoration, habitats, biodiversity.

УДК 502.131.1:574

УСТОЙЧИВОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ КАК УСЛОВИЕ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Д.Р. Сордия

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена теме «устойчивое природопользование как условие сохранения биоразнообразия». Цель работы состоит в обобщении современных подходов к оценке экологических рисков и в определении направлений природоохранной деятельности. Рассмотрены ключевые факторы, ограничивающие устойчивость природных систем, принципы мониторинга и возможности управленческих решений. Показано, что сохранение биоразнообразия требует сочетания научно обоснованных наблюдений, профилактики ущерба и учёта региональных условий.

Ключевые слова: устойчивое природопользование, биоразнообразие, природные ресурсы, экологические риски, экосистемы.

Устойчивое природопользование как условие сохранения биоразнообразия относится к числу задач, в которых экологические, социальные и экономические последствия тесно взаимосвязаны. Сохранение природных систем невозможно свести к защите отдельных объектов: необходимо учитывать состояние местообитаний, характер хозяйственной нагрузки и способность экосистем к восстановлению. Такой подход позволяет рассматривать биоразнообразие как условие

устойчивости территорий и как основу для долгосрочного природопользования [1; 2].

Одним из наиболее заметных факторов риска является превышение допустимой нагрузки, нарушение природных циклов и накопление экологических рисков. Воздействия редко проявляются поодиночке: они могут усиливать друг друга, изменять доступность ресурсов и повышать уязвимость популяций. Поэтому при оценке ситуации важно фиксировать не только непосредственные последствия, но и предпосылки накопления экологического ущерба, которые становятся заметны спустя длительный период [1; 4].

В центре анализа должны находиться соотношение хозяйственной нагрузки, способности экосистем к восстановлению и интересов местного населения. Наблюдения следует проводить регулярно и по сопоставимым методикам, поскольку единичный учёт не отражает естественную изменчивость природных процессов. Пространственная привязка данных, описание условий наблюдений и хранение первичной информации повышают достоверность последующих выводов и позволяют сравнивать результаты разных исследовательских групп [3].

Биоразнообразие выполняет не только природоохранную, но и функциональную роль. Видовое и генетическое разнообразие поддерживает пищевые связи, круговорот веществ, опыление, почвообразование и восстановление сообществ после нарушений. Утрата даже внешне малозаметных компонентов биоты может ослаблять устойчивость всей системы. В связи с этим природоохранные меры должны учитывать экологические связи, а не ограничиваться перечнем охраняемых видов [3; 5].

При разработке решений необходимо ориентироваться на экологические ограничения в хозяйственных проектах, ресурсосбережение и восстановление нарушенных территорий. Превентивные меры обычно результативнее и экономически оправданнее, чем ликвидация уже возникшего ущерба. Они предполагают раннее выявление угроз, установление допустимых нагрузок и оценку возможных последствий до начала хозяйственной деятельности. Важна также понятная система ответственности за нарушение установленных экологических требований [2; 4].

Существенное значение имеет масштаб управления. Общие нормативные принципы должны дополняться региональными решениями, поскольку природные комплексы отличаются климатом, ландшафтной структурой, степенью освоенности и составом видов. Унифицированный показатель не заменяет полевого знания территории. Комбинация общих критериев и локальной экспертизы позволяет снизить риск формального подхода к охране природы [1; 3].

Современный мониторинг опирается на сочетание полевых методов и цифровых технологий. Дистанционные данные помогают выявлять пространственные изменения, автоматические системы увеличивают частоту наблюдений, а геоинформационный анализ облегчает сопоставление разнородных сведений. Вместе с тем интерпретация результатов требует проверки в природе и участия специалистов, поскольку качество выводов определяется качеством исходной информации [3; 4].

Для повышения эффективности мероприятий необходим обмен данными между научными организациями, органами управления и природопользователями. Закрытость информации и несогласованность действий затрудняют оценку реальной экологической ситуации. Открытые правила наблюдений, единые форматы данных и понятное представление результатов делают природоохранные решения более обоснованными и проверяемыми [2; 3].

Эффективность принятых мер должна оцениваться по заранее определённым критериям. К ним относятся сохранность местообитаний, динамика ключевых видов, снижение интенсивности угроз и доступность результатов мониторинга. Важно сопоставлять достигнутые изменения с исходным состоянием и не подменять экологический эффект формальным выполнением отдельных процедур. Регулярная оценка позволяет своевременно корректировать программы и направлять ресурсы на наиболее уязвимые компоненты природной среды [3; 4].

Отдельного внимания заслуживает участие населения. Экологическое просвещение, волонтёрские наблюдения и обсуждение проектов не подменяют профессиональную экспертизу, но расширяют возможности раннего обнаружения проблем и снижают конфликтность решений. Устойчивый результат достигается тогда, когда ограничения природопользования понятны, а сохранение природных ценностей воспринимается как общая задача [1; 5].

Таким образом, устойчивое природопользование как условие сохранения биоразнообразия требует системного подхода, объединяющего мониторинг, сохранение местообитаний, оценку рисков и ответственное природопользование. Научно обоснованные решения должны опираться на сопоставимые данные, учитывать особенности территории и предусматривать контроль результатов. Такой подход создаёт условия для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций в долгосрочной перспективе [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

SUSTAINABLE RESOURCE USE AS A CONDITION FOR BIODIVERSITY CONSERVATION

D.R. Sordia

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines устойчивое природопользование как условие сохранения биоразнообразия. Its purpose is to summarise approaches to environmental risk assessment and to identify priorities for conservation action. The paper considers key factors limiting the resilience of natural systems, monitoring principles and management options. Biodiversity conservation requires evidence-based observation, damage prevention and consideration of regional conditions.

Keywords: sustainable resource use, biodiversity, natural resources, environmental risks, ecosystems.

УДК 574.42:502.1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОРИДОРЫ В СИСТЕМЕ СОХРАНЕНИЯ СВЯЗНОСТИ МЕСТООБИТАНИЙ

Д.Р. Сордия

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена теме «экологические коридоры как инструмент сохранения связности местообитаний». Цель работы состоит в обобщении современных подходов к оценке экологических рисков и в определении направлений природоохранной деятельности. Рассмотрены ключевые факторы, ограничивающие устойчивость природных систем, принципы мониторинга и возможности управленческих решений. Показано, что сохранение биоразнообразия требует сочетания научно обоснованных наблюдений, профилактики ущерба и учёта региональных условий.

Ключевые слова: экологические коридоры, связность ландшафта, местообитания, популяции, биоразнообразие.

Экологические коридоры как инструмент сохранения связности местообитаний относится к числу задач, в которых экологические, социальные и экономические последствия тесно взаимосвязаны. Сохранение природных систем невозможно свести к защите отдельных объектов: необходимо учитывать

состояние местообитаний, характер хозяйственной нагрузки и способность экосистем к восстановлению. Такой подход позволяет рассматривать биоразнообразие как условие устойчивости территорий и как основу для долгосрочного природопользования [1; 2].

Одним из наиболее заметных факторов риска является фрагментация ландшафта транспортной и городской инфраструктурой, а также изоляция природных участков. Воздействия редко проявляются поодиночке: они могут усиливать друг друга, изменять доступность ресурсов и повышать уязвимость популяций. Поэтому при оценке ситуации важно фиксировать не только непосредственные последствия, но и предпосылки накопления экологического ущерба, которые становятся заметны спустя длительный период [1; 4].

В центре анализа должны находиться размер и расположение природных участков, барьеры для перемещения и состояние прилегающих территорий. Наблюдения следует проводить регулярно и по сопоставимым методикам, поскольку единичный учёт не отражает естественную изменчивость природных процессов. Пространственная привязка данных, описание условий наблюдений и хранение первичной информации повышают достоверность последующих выводов и позволяют сравнивать результаты разных исследовательских групп [3].

Биоразнообразие выполняет не только природоохранную, но и функциональную роль. Видовое и генетическое разнообразие поддерживает пищевые связи, круговорот веществ, опыление, почвообразование и восстановление сообществ после нарушений. Утрата даже внешне малозаметных компонентов биоты может ослаблять устойчивость всей системы. В связи с этим природоохранные меры должны учитывать экологические связи, а не ограничиваться перечнем охраняемых видов [3; 5].

При разработке решений необходимо ориентироваться на планирование экологических коридоров, снижение барьерного эффекта инфраструктуры и сохранение ключевых участков. Превентивные меры обычно результативнее и экономически оправданнее, чем ликвидация уже возникшего ущерба. Они предполагают раннее выявление угроз, установление допустимых нагрузок и оценку возможных последствий до начала хозяйственной деятельности. Важна также понятная система ответственности за нарушение установленных экологических требований [2; 4].

Существенное значение имеет масштаб управления. Общие нормативные принципы должны дополняться региональными решениями, поскольку природные комплексы отличаются климатом, ландшафтной структурой, степенью освоенности и составом видов. Унифицированный показатель не заменяет полевого знания территории. Комбинация общих критериев и локальной экспертизы позволяет снизить риск формального подхода к охране природы [1; 3].

Современный мониторинг опирается на сочетание полевых методов и цифровых технологий. Дистанционные данные помогают выявлять пространственные изменения, автоматические системы увеличивают частоту наблюдений, а геоинформационный анализ облегчает сопоставление разнородных сведений. Вместе с тем интерпретация результатов требует проверки в природе и участия

специалистов, поскольку качество выводов определяется качеством исходной информации [3; 4].

Для повышения эффективности мероприятий необходим обмен данными между научными организациями, органами управления и природопользователями. Закрытость информации и несогласованность действий затрудняют оценку реальной экологической ситуации. Открытые правила наблюдений, единые форматы данных и понятное представление результатов делают природоохранные решения более обоснованными и проверяемыми [2; 3].

Эффективность принятых мер должна оцениваться по заранее определённым критериям. К ним относятся сохранность местообитаний, динамика ключевых видов, снижение интенсивности угроз и доступность результатов мониторинга. Важно сопоставлять достигнутые изменения с исходным состоянием и не подменять экологический эффект формальным выполнением отдельных процедур. Регулярная оценка позволяет своевременно корректировать программы и направлять ресурсы на наиболее уязвимые компоненты природной среды [3; 4].

Отдельного внимания заслуживает участие населения. Экологическое просвещение, волонтёрские наблюдения и обсуждение проектов не подменяют профессиональную экспертизу, но расширяют возможности раннего обнаружения проблем и снижают конфликтность решений. Устойчивый результат достигается тогда, когда ограничения природопользования понятны, а сохранение природных ценностей воспринимается как общая задача [1; 5].

Таким образом, экологические коридоры как инструмент сохранения связности местообитаний требует системного подхода, объединяющего мониторинг, сохранение местообитаний, оценку рисков и ответственное природопользование. Научно обоснованные решения должны опираться на сопоставимые данные, учитывать особенности территории и предусматривать контроль результатов. Такой подход создаёт условия для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций в долгосрочной перспективе [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук.

Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

ECOLOGICAL CORRIDORS IN HABITAT CONNECTIVITY CONSERVATION

D.R. Sordia

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines экологические коридоры как инструмент сохранения связности местообитаний. Its purpose is to summarise approaches to environmental risk assessment and to identify priorities for conservation action. The paper considers key factors limiting the resilience of natural systems, monitoring principles and management options. Biodiversity conservation requires evidence-based observation, damage prevention and consideration of regional conditions.

Keywords: ecological corridors, landscape connectivity, habitats, populations, biodiversity.

УДК 574.4:330.15

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

Д.Р. Сордия

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Статья посвящена теме «значение экосистемных услуг для качества жизни населения». Цель работы состоит в обобщении современных подходов к оценке экологических рисков и в определении направлений природоохранной деятельности. Рассмотрены ключевые факторы, ограничивающие устойчивость природных систем, принципы мониторинга и возможности управленческих решений. Показано, что сохранение биоразнообразия требует сочетания научно обоснованных наблюдений, профилактики ущерба и учёта региональных условий.

Ключевые слова: экосистемные услуги, качество жизни, природный капитал, биоразнообразие, устойчивое развитие.

Значение экосистемных услуг для качества жизни населения относится к числу задач, в которых экологические, социальные и экономические последствия тесно взаимосвязаны. Сохранение природных систем невозможно свести к защите отдельных объектов: необходимо учитывать состояние местообитаний,

характер хозяйственной нагрузки и способность экосистем к восстановлению. Такой подход позволяет рассматривать биоразнообразие как условие устойчивости территорий и как основу для долгосрочного природопользования [1; 2].

Одним из наиболее заметных факторов риска является обесценивание природного капитала, локальное загрязнение и сокращение площади функционально ценных экосистем. Воздействия редко проявляются поодиночке: они могут усиливать друг друга, изменять доступность ресурсов и повышать уязвимость популяций. Поэтому при оценке ситуации важно фиксировать не только непосредственные последствия, но и предпосылки накопления экологического ущерба, которые становятся заметны спустя длительный период [1; 4].

В центре анализа должны находиться вклад природных систем в регулирование воды и климата, рекреацию, здоровье и безопасность населения. Наблюдения следует проводить регулярно и по сопоставимым методикам, поскольку единичный учёт не отражает естественную изменчивость природных процессов. Пространственная привязка данных, описание условий наблюдений и хранение первичной информации повышают достоверность последующих выводов и позволяют сравнивать результаты разных исследовательских групп [3].

Биоразнообразие выполняет не только природоохранную, но и функциональную роль. Видовое и генетическое разнообразие поддерживает пищевые связи, круговорот веществ, опыление, почвообразование и восстановление сообществ после нарушений. Утрата даже внешне малозаметных компонентов биоты может ослаблять устойчивость всей системы. В связи с этим природоохранные меры должны учитывать экологические связи, а не ограничиваться перечнем охраняемых видов [3; 5].

При разработке решений необходимо ориентироваться на учёт экосистемных услуг в территориальном планировании и поддержание природных территорий общего пользования. Превентивные меры обычно результативнее и экономически оправданнее, чем ликвидация уже возникшего ущерба. Они предполагают раннее выявление угроз, установление допустимых нагрузок и оценку возможных последствий до начала хозяйственной деятельности. Важна также понятная система ответственности за нарушение установленных экологических требований [2; 4].

Существенное значение имеет масштаб управления. Общие нормативные принципы должны дополняться региональными решениями, поскольку природные комплексы отличаются климатом, ландшафтной структурой, степенью освоенности и составом видов. Унифицированный показатель не заменяет полевого знания территории. Комбинация общих критериев и локальной экспертизы позволяет снизить риск формального подхода к охране природы [1; 3].

Современный мониторинг опирается на сочетание полевых методов и цифровых технологий. Дистанционные данные помогают выявлять пространственные изменения, автоматические системы увеличивают частоту наблюдений, а геоинформационный анализ облегчает сопоставление разнородных сведений. Вместе с тем интерпретация результатов требует проверки в природе и участия специалистов, поскольку качество выводов определяется качеством исходной информации [3; 4].

Для повышения эффективности мероприятий необходим обмен данными между научными организациями, органами управления и природопользователями. Закрытость информации и несогласованность действий затрудняют оценку реальной экологической ситуации. Открытые правила наблюдений, единые форматы данных и понятное представление результатов делают природоохранные решения более обоснованными и проверяемыми [2; 3].

Эффективность принятых мер должна оцениваться по заранее определённым критериям. К ним относятся сохранность местообитаний, динамика ключевых видов, снижение интенсивности угроз и доступность результатов мониторинга. Важно сопоставлять достигнутые изменения с исходным состоянием и не подменять экологический эффект формальным выполнением отдельных процедур. Регулярная оценка позволяет своевременно корректировать программы и направлять ресурсы на наиболее уязвимые компоненты природной среды [3; 4].

Отдельного внимания заслуживает участие населения. Экологическое просвещение, волонтёрские наблюдения и обсуждение проектов не подменяют профессиональную экспертизу, но расширяют возможности раннего обнаружения проблем и снижают конфликтность решений. Устойчивый результат достигается тогда, когда ограничения природопользования понятны, а сохранение природных ценностей воспринимается как общая задача [1; 5].

Таким образом, значение экосистемных услуг для качества жизни населения требует системного подхода, объединяющего мониторинг, сохранение местообитаний, оценку рисков и ответственное природопользование. Научно обоснованные решения должны опираться на сопоставимые данные, учитывать особенности территории и предусматривать контроль результатов. Такой подход создаёт условия для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций в долгосрочной перспективе [2; 5].

Список использованных источников

1. Семенов, В. А. Изменения климата: причины, последствия, актуальные задачи / В. А. Семенов // Вестник Российской академии наук. – 2024. – Т. 94, № 3. – С. 246–254. – DOI 10.31857/S0869587324030076. – EDN GGRFJR.

2. Данилов-Данильян, В. И. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России / В. И. Данилов-Данильян, В. М. Катцов, Б. Н. Порфирьев // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93, № 11. – С. 1032–1046. – DOI 10.31857/S0869587323110038. – EDN COXGZJ.

3. Щипанов, Н. А. Роль биоразнообразия в обеспечении функционирования экосистем. Сообщение 1. Общие принципы мониторинга экосистем / Н. А. Щипанов, А. А. Калинин // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2024. – № 2. – С. 245–254. – DOI 10.31857/S1026347024020081. – EDN WCAHZV.

4. Васильев, М. П. Оценка влияния климатических факторов на состояние наземных экосистем Северо-Западного региона России / М. П. Васильев, Е. М. Нестеров, Е. В. Каширина, А. В. Любимов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2024. – Т. 88, № 2. – С. 145–157. – DOI 10.31857/S2587556624020045. – EDN DSXTVR.

5. Гераськина, А. П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А. П. Гераськина, Д. Н. Тебенькова, Д. В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 1–76. – DOI 10.31509/2658-607x-202142-11. – EDN ORKLLA.

ECOSYSTEM SERVICES AND THE QUALITY OF LIFE

D.R. Sordia

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines значение экосистемных услуг для качества жизни населения. Its purpose is to summarise approaches to environmental risk assessment and to identify priorities for conservation action. The paper considers key factors limiting the resilience of natural systems, monitoring principles and management options. Biodiversity conservation requires evidence-based observation, damage prevention and consideration of regional conditions.

Keywords: ecosystem services, quality of life, natural capital, biodiversity, sustainable development.

УДК 656.11

ОБСЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Е.К. Старкин. Д.И. Трифонов

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия

Сохранение устойчивости капитальных горных выработок на угольных шахтах зависит от условий эксплуатации, вредного воздействия природных и техногенных факторов, а также от свойств цемента и бетонной конструкции. В целях своевременного принятия решения о локальном ремонта участка горных выработок с нарушенной крепью, которая потеряла требуемую устойчивость установлен порядок обследования вертикальных горных выработок, закрепленных различными видами крепи, в том числе и применением бетонной заливки.

Ключевые слова: Устойчивость горных выработок, Вертикальные стволы шахт, Остаточная прочность бетона, Неразрушающий контроль, Комбинированный метод, Доверительный интервал, Упругий отскок, Пластическая деформация, Ударный импульс.

Контроль остаточность прочности бетона осуществляется инструментальными методами.

В целях установления достоверной оценки остаточной прочности бетона в вертикальных стволах рекомендованы к исследованиям комбинированные

методы контроля прочности, которые обеспечивают объединение проведенных исследований разными методами с выявлением весового коэффициента погрешности измерений.

Безопасность железобетонных конструкций вертикальных стволов рассматривается как сохранение заданных показателей прочности в течение нормативного срока службы без допущения аварийных состояний.

При реконструкции, ремонте или изменении функционального назначения выработки требуется достоверная информация о фактической прочности бетона и его остаточном ресурсе для правильного принятия технического решения.

Одним из наиболее распространенных подходов является механический метод ударного импульса, реализуемый с помощью склерометров. Он основан на корреляции между величиной отскока бойка и поверхностной прочностью бетона. Недостатком этого метода отмечается повышенная чувствительность к состоянию поверхности и степени карбонизации, поэтому требуется обязательная калибровка прибора с накопительной базой статистической обработки результатов.

В результате оценки прочности, полученные различными методами, могут существенно отличаться друг от друга и от результатов лабораторных испытаний контрольных образцов. Все неразрушающие методы требуют корректной калибровки и сопоставления с результатами разрушающих испытаний для обеспечения достоверности.

Существует множество подходов отечественных и зарубежных методик по определению среднего значения полученных результатов инструментального исследования с применением простой и множественной регрессии. Авторами статьи предлагается адаптировать количественно-качественный метод контроля прочности бетона при обследовании вертикальных горных выработок, закрепленных бетонными крепями.

Методы неразрушающего контроля обладают определённой спецификой – их принципиальное отличие от прессовых испытаний образцов на одноосное сжатие заключается в том, что измеряемые параметры носят косвенный характер. Например, метод упругого отскока оценивает поверхностную твердость, ультразвуковой метод – скорость распространения волн в материале, а импульсные методы фиксируют отклик на динамическое воздействие. Эти величины связаны с прочностью бетона через эмпирические зависимости, однако они также чувствительны к модулю упругости, плотности, влажности, структурной неоднородности и другим физико-механическим характеристикам.

Исследования проводились с использованием сочетаний электромагнитных методов и ультразвукового контроля, ударного импульса, метода упругого отскока и скорости ультразвукового импульса.

Комбинирование методов неразрушающего контроля весьма чувствительны к механическим свойствам бетона, к содержанию в бетоне влаги, которая способствует проникновению агрессивных веществ и развитию микротрещин и карстовых полостей, влияющих на долговечность и работоспособность бетонной крепи.

Исследование точности неразрушающих методов контроля прочности бетона актуально, как с точки зрения влияющих факторов, так и с целью разработки комбинированных методов, позволяющих компенсировать влияние ошибок метода, состояния поверхности и изменения физико-механических свойств контролируемого бетона. Среди влияющих факторов следует отметить модуль упругости, динамическую вязкость, структурную неоднородность, состав бетон, температуру, влажность.

Для обследования остаточной прочности бетонной крепи в вертикальных ствола шахт Новокузнецка была организована группа обучающихся горного института СибГИУ под руководством преподавателей кафедры геотехнологии для обследования остаточной прочности бетонной крепи капитальных выработок угольных шахт.

Применение различных методов позволило создать базу данных при обследовании нескольких объектов с определением средних значений, что позволило адаптировать наиболее эффективные методы обследования к условиям горных выработок угольных шахт, закрепленных бетонной крепью.

Рассматривались к применению 3 механических метода неразрушающего контроля прочности бетона: 1) Упругого отскока. Метод упругого отскока основан на связи прочности бетона со значением отскока бойка от поверхности бетона при постоянной величине кинетической энергии металлической пружины. 2) Пластической деформации. Метод пластической деформации на связи прочности бетона с размерами отпечатка на бетоне конструкции (диаметра) или соотношения диаметра отпечатка на бетоне и стандартном металлическом образ це при ударе индентора или вдавливании индентора в поверхность бетона.

3) Ударного импульса. Метод ударного импульса на связи прочности бетона с энергией удара и ее изменениями в момент соударения бойка с поверхностью бетона. Прибор для проведения исследования методом ударного импульспа представлен на рисунке 1в.



а *б* *в*

Рисунок 1 – Механические методы неразрушающего контроля.
а – метод упругого отскока (склерометр, молоток Шмидта),
б – метод пластической деформации (шариковый молоток Кашкарова),
в – метод ударного импульса (ИПС-МГ4.О3).

Наиболее близкие значения прочности к эталонным испытаниям на прессе показали метод упругого отскока (молоток Шмидта) и метод пластической

деформации. Предложен комбинированный метод испытания бетона, реализуемый пересечением двух доверительных интервалов средней прочности. Описаны статистические характеристики комбинированного метода вполне адаптированы для определения остаточной прочности бетона при обследовании.

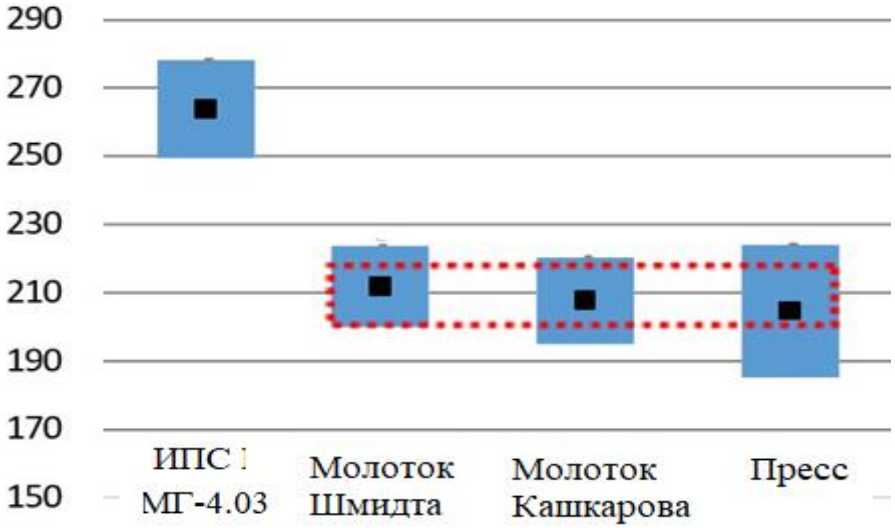


Рисунок 2 – Доверительный интервал обработки данных при измерении остаточной прочности бетона в вертикальном стволе «Южный» в интервале 70 – 150 м от поверхности

Дальнейшие исследования будут направлены на оценку влияния влажности, замораживания и замасливания поверхности бетона на прочность капитальных горных выработок на предмет дальнейшей эксплуатации.

Список использованных источников

1. Улыбин А. В. О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений // Инженерно-строительный журнал. 2011. №4. С. 10–15.

2. Штенгель В. Г. Общие проблемы технического обследования неметаллических строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений // Инженерно-строительный журнал. 2010. №7(17). С. 4–9.

3. Бурмин А. В. Влияние влажности бетона на точность определения прочности // Вестник ТГАСУ. 2007. №4. С. 135–138.

4. Свинцов А. П., Николенко Ю. В., Харун М. И., Казаков А. С. Влияние вязкости нефтепродуктов на деформативные свойства бетона // Инженерно-строительный журнал. 2014. №7. С. 16–22.

5. Снежков, Д. Ю., Леонович С. Н. Повышение достоверности контроля прочности бетона неразрушающими методами на основе их комбинирования // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 1. С. 25–32.

6. Латыш А. В., Леонович С. Н., Коледа Е. А. Контроль качества бетона монолитных железобетонных конструкций // Технология строительства и реконструкции: TCR-2015: сборник докладов Международной научно-технической конференции. Минск: БНТУ, 2017. С. 263–274.

ASSESSING THE RESIDUAL STRENGTH OF CONCRETE BY VARIOUS METHODS

E.K. Starkin, D.I. Trifonov

Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

Ensuring slope stability at active waste rock dumps is a critically important task for safe mining operations. The emerging risks of landslide phenomena require the development and implementation of comprehensive preventive engineering protection measures. The paper aims to present technical recommendations for minimizing the risk of rock sliding at active waste rock dumps based on a design and analytical survey of a model dump section. The survey stages, temporary safety measures, and various options for geotechnical slope stabilization are considered. The evaluation of engineering solutions is supported by a given consolidated cost estimate of the project.

Keywords: Mine working stability, Vertical mine shafts, Residual strength of concrete, non-destructive testing, Combined method, Confidence interval, Elastic rebound, Plastic deformation, Impact pulse.

УДК 656.11

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ДОРОГАМ

Е.К. Старкин, Д.И. Трифонов

Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк, Россия

Для определения площади вероятного загрязнения угольной пылью территории технологических дорог коллективом обучающихся СибГИУ выполнена работа по мониторингу существующего состояния запыленности угольной пылью технологических дорог и дорог общего пользования, проведению патентного поиска и анализа актуальности проблемы, а также ранжирование основных мероприятий по снижению негативного воздействия.

Ключевые слова: угольная пыль, технологические дороги, пылеобразование, загрязнение почвы, содержание углерода, лесополоса, пылеулавливающие завесы, орошение дорог, мониторинг запыленности, снижение негативного воздействия

На первом проведен анализ экологической ситуации, определены источники пылеобразования и отмечены негативные факторы воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Намечена программа исследований.

В соответствии с разработанной программой инструментального мониторинга распространения угольной пыли на участках технологических дорог был взят на анализ грунт с фиксацией места замера, времени, наличием защитной лесополосы и т.п. Особое внимание уделялось замеру расстояния от дороги до места взятия пробы почвы на содержание углерода.

Для разработки природоохранных мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека на третьем этапе исследований организована работа по созданию математической модели определения эффективности мероприятий по фактору процентного содержания углерода и материальных затрат на осуществление принятых решений.

Источники накопления пыли на грунте вблизи технологических дорог и общего пользования общеизвестны, это самосвалы и другой вид грузового транспорта; участки пересыпки (перевалки) полезного ископаемого; открытые склады угля и временные площадки хранения.

К вредным факторам угольной пыли относятся:

• загрязнение почв и изменение их химического состава;

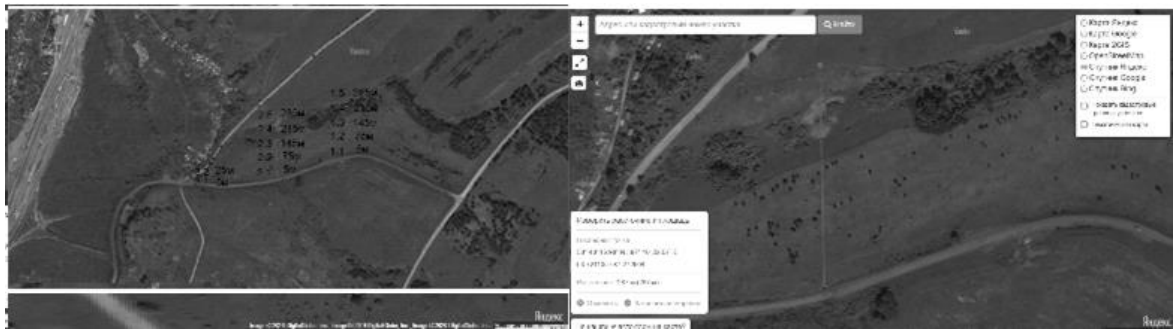
• частичное угнетение растительности из-за оседания пыли на листьях;

• негативное воздействие на органы дыхания человека;

• перенос загрязнения в сторону жилых территорий.

Проведенный анализ литературных источников отечественных и зарубежных изданий показал, что к наиболее эффективным мероприятиям по снижению запыленности прилегающих к технологическими дорогам территориям является наличие лесополосы, искусственные или естественные канавы, заполненные дождевой водой. В наибольшей степени эффективность мероприятий зависит от климатических условий, гранулометрического состава пыли, качества дорожного полотна и скоростного режима эксплуатации дорог.

Пробы грунта отбирались на расстоянии от 5 до 285 метров от дороги. Всего было отобрано 12 проб грунта. После отбора образцы были направлены на лабораторный рентгеноспектральный анализ. Основным показателем загрязнения угольной пылью являлось содержание углерода в пробах грунта.



а *б*

Рисунок 1 – Схема расположения точек отбора проб.
а – с защитной лесополосой, б – без защитной лесополосы

В таблице представлена выборка усредненных результатов замеров содержания углерода на почве прилегающей территории к дороге технологического назначения.

Таблица 1 – Замеры содержания углерода на участках дорог

Расстояние от дороги, м	Содержание углерода, %	
	Без лесополосы	С лесополосой
5	45,53	42,27
75	13,93	14,28
145	8,92	9,27
215	5,33	2,56
285	3,31	1,43

Результаты эксперимента показывают, что максимальное загрязнение угольной пылью наблюдается в непосредственной близости от дороги. На расстоянии около 5 метров содержание углерода достигает 42–50 %, что свидетельствует о сильном загрязнении почвы угольной пылью.

На участке с лесополосой содержание углерода резко уменьшается после прохождения зоны зеленых насаждений: на расстоянии 215 метров оно составляет 2,56 %, а на расстоянии 285 метров – 1,43 %. На участке без лесополосы снижение происходит медленнее: на расстоянии 215 метров содержание углерода составляет 5,33 %, а на расстоянии 285 метров – 3,31 %.

Контрольный участок также подтверждает эффективность зеленых насаждений: проба возле дороги содержала 50,54 % углерода, а проба внутри лесонасаждений – 2,92 %. Следовательно, защитная лесополоса является эффективным природным барьером, который снижает распространение угольной пыли.

При разработке рекомендаций по снижению запыленности в окрестности дорог технологического назначения были рекомендованы к рассмотрению следующие варианты:

- орошение (увлажнение) дорожного полотна;
- создание защитных лесополос;
- переход к асфальтированным или асфальтобетонным дорогам;
- использование сетко-тканевых пылеулавливающих завес.

Орошение является одним из наиболее распространенных способов борьбы с пылеобразованием. При увлажнении дороги частицы пыли связываются водой и меньше поднимаются в воздух при движении транспорта. Недостатками метода являются образование наледи при отрицательных температурах, размыв дорожного полотна, образование грязи.

Защитные лесополосы задерживают частицы угольной пыли, снижают скорость ветра и уменьшают дальность переноса загрязняющих веществ. Экспериментальные данные подтверждают, что лесополоса существенно лучше снижает содержание углерода в почве за пределами защитной зоны, чем другие способы пылеподавления, однако являются весьма затратными и требуют длительного времени подготовки.

Замена грунтовых технологических дорог на асфальтированные или асфальтобетонные покрытия позволяет существенно уменьшить пылеобразование от дорожного полотна, улучшить условия движения транспорта. Основным недостатком является высокая стоимость строительства и ремонта покрытия.

Одним из наиболее перспективных способов снижения распространения угольной пыли является установка сетко-тканевых пылеулавливающих завес вдоль технологических дорог. Суть метода заключается в создании специального ограждения из сетко-тканевого материала, которое задерживает пылевые частицы. При использовании системы орошения эффективность завесы повышается, так как пыль налипает на влажную поверхность материала.



Рисунок 2 – Сравнительная характеристика распределения угольной пыли

Выводы по работе

В ходе экологического проекта была рассмотрена проблема загрязнения окружающей среды угольной пылью при транспортировке полезного ископаемого по технологическим дорогам и дорогам общего пользования.

Экспериментальные данные показали, что наибольшее загрязнение наблюдается в непосредственной близости от дороги. По мере удаления от дороги содержание углерода снижается, однако на открытых участках без лесополосы загрязнение сохраняется на большем расстоянии.

На участках, где отсутствует лесополоса, рекомендуется применять сетко-тканевые пылеулавливающие завесы с системой орошения. Такой способ позволяет быстро снизить распространение угольной пыли, уменьшить загрязнение почвы и воздуха, а также повысить экологическую безопасность транспортировки полезного ископаемого.

Список использованных источников

1. Астафьев А.В. Экология горного производства: учебное пособие. – М.: Академия, 2020. – 352 с.

2. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть 1. Производственные процессы. – М.: ЛЕНАНД, 2019. – 512 с.

3. Безуглова О.С., Орлов Д.С. Экология: учебник для вузов. – Ростов н/Д: Феникс, 2021. – 480 с.

4. Ветошкин А.Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов. – М.: Инфра-М, 2022. – 416 с.

5. Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г.

6. Федеральный закон № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 г.

7. ГОСТ 17.2.3.02–2014. Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями.

8. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности среды обитания».

9. Методические рекомендации по снижению пылеобразования на технологических дорогах угольных предприятий. – Кемерово, 2021.

10. Справочник по борьбе с пылью на горных предприятиях / под ред. А.А. Скочинского. – М.: Недра, 2018.

PREVENTING THE TRANSPORTATION AND SPREAD OF COAL DUST WHEN USING MINERALS ON TECHNOLOGICAL ROADS

E.K. Starkin, D.I. Trifonov

Siberian State Industrial University
Novokuznetsk, Russia

The article presents an environmental study on monitoring, modeling, and mitigating coal dust pollution along haul and public roads. It covers the full cycle of a research project: from analyzing dust sources and ecological risks to field soil sampling and developing a cost-benefit mathematical model to rank dust-suppression methods.

Key words: coal dust, technological roads, dust formation, soil pollution, carbon content, forest belt, dust-collecting curtains, road irrigation, dust monitoring, reduction of negative impact

УДК 656.11

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКА СПОЛЗАНИЯ ПОРОДЫ НА ДЕЙСТВУЮЩИХ ОТВАЛАХ

Е.К. Старкин, Д.И. Трифонов

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия

В статье представлены технические рекомендации по минимизации риска сползания породы на действующих породных отвалах, подготовленные по результатам проектно-аналитического обследования модельного участка отвала. Рассмотрены этапы обследования, временные меры безопасности, варианты геотехнической стабилизации откоса и предложена комбинированная схема, включающая выполаживание и террасирование, упорную призму, разделение

поверхностного стока и биологическую рекультивацию. Приведена укрупнённая оценка затрат на реализацию проекта.

Ключевые слова: породный отвал, сползание породы, устойчивость откоса, водоотвод, геосинтетические материалы, террасирование, биологическая рекультивация, мониторинг деформаций, Кузбасс.

Действующие породные отвалы относятся к объектам повышенной опасности: сход породы с откоса угрожает работникам и технике, нарушает работу технологических дорог и водоотводных канав, приводит к мутному стоку и пылению. Обязанность восстановления нарушенных земель и общие требования к рекультивации установлены законодательством и нормативными документами. Для Кузбасса, где значительные площади заняты отвалами угольных разрезов, при выборе решений необходимо учитывать региональные особенности рекультивации.

В рамках выполнения мониторинговых работ на предприятии производственного партнёра обучающимися горного института СибГИУ выполнено проектно-аналитическое обследование модельного участка отвала. Опыт рекультивации отвалов Кузбасса показывает, что на устойчивость поверхности существенно влияют рельеф и эрозионные процессы. Цель работы – разработать технические рекомендации по минимизации риска сползания породы. Для ликвидации схода важно не только описать проблему, но и определить исходные данные, необходимые для разработки будущих мероприятий.

Методика мониторинга включает сбор исходных сведений, визуальное и инструментальное описание опасной зоны, анализ причин деформации (при выявлении), выбор технических решений и формирование программы мониторинга.

На первом этапе выполняется камеральная обработка: собираются сведения о расположении отвала, ориентировочной высоте яруса, геометрии откоса, состоянии водоотводных канав, наличии технологических дорог и возможных источниках поверхностного стока. Анализируются фотографии, схемы, журналы осмотров, сведения о погодных условиях перед сходом и данные о ранее выполненной рекультивации. Для детального изучения особенностей объекта привлекаются технические средства контроля с воздуха – квадрокоптеры.

После получения фактических сведений об объекте необходимо запланировать мероприятия по геотехнической стабилизации выбранного объекта (в нашем случае – откоса). Основной задачей геотехнической стабилизации является предотвращение обрушения отвала.

Проблемная зона расположена на откосе, примыкающем к технологической дороге и водоотводной канаве (рисунок 1). После схода часть породы оказалась у подошвы откоса, частично перекрыв водоотвод. На поверхности выше зоны схода выявлены трещины раскрытием до нескольких сантиметров, локальные промоины и следы концентрации поверхностного стока. Растительный покров слабый, что повышает риск дальнейшей эрозии.



Рисунок 1 – Пример обследования нарушенного горнопромышленного участка

Основными особенностями объекта являются неоднородный состав породной массы, наличие мелкодисперсных фракций, сезонное увлажнение, недостаточная биологическая закреплённость поверхности, необходимость сохранения технологического проезда и предупреждения выноса взвешенных веществ за пределы отвала.

До стабилизации откоса зона схода является потенциально опасной. На границах устанавливаются предупредительные знаки, сигнальная лента или временное ограждение. Радиус ограничения определяется по результатам осмотра, но должен включать не только фактическую зону схода, но и участок выше бровки, где возможны новые трещины.

Движение техники у верхней бровки откоса временно запрещается, для производственных нужд организуется безопасный объезд. Если технологическая дорога у подошвы частично перекрыта породой, её расчистка выполняется только после осмотра откоса ответственным специалистом. Техника должна работать с безопасных площадок, без подрезки подошвы откоса и без дополнительной нагрузки на неустойчивые участки.

Временный водоотвод является обязательной аварийной мерой. Пока постоянные канавы не восстановлены, необходимо отвести поверхностный сток от зоны схода. Для этого используются временные земляные валы, канавы малой глубины, мешки с песком, гофрированные трубы или другие доступные средства. Главная задача – не допустить попадания концентрированного потока в трещины и промоины.

Горнотехническая стабилизация является центральным элементом проекта. Её задача – придать откосу такую форму, при которой сдвигающие силы уменьшаются, а поверхность становится пригодной для водоотвода и рекультивации. Основными способами являются выполаживание, устройство берм, послойная перепланировка, уплотнение и укрепление подошвы.

В условиях схода породы нельзя ограничиться одной конструкцией, поскольку устойчивость зависит от геометрии откоса, водного режима, свойств пород и состояния поверхности. Поэтому были рассмотрены решения по

армированию откоса геосинтетическими материалами, устройству дренажных призм, применению водоотводных лотков, биоинженерному укреплению и мониторингу деформаций. При выборе учитывались критерии: применимость к породным отвалам, возможность выполнения имеющейся горной техникой, снижение риска повторного схода, уменьшение пыления и мутного стока, ремонтопригодность, возможность контроля результата и совместимость с биологической рекультивацией. Результаты сопоставления приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень мероприятий и оценка их применимости

Направление решения	Сущность	Оценка применимости
Геосинтетическое армирование	Георешётки, геоматы и геотекстиль для закрепления поверхности и удержания грунта	Высокая применимость на локальных участках, особенно до формирования корневой системы
Дренажные призмы	Крупнообломочный материал у подошвы для снижения переувлажнения и размыва	Высокая применимость при наличии воды у подошвы откоса
Террасирование и бермы	Разделение длинного откоса на устойчивые ярусы	Обязательное решение для уменьшения длины склонового стока
Укреплённые водосбросы	Лотки, каменная наброска, щебёночные каналы	Необходимы для безопасного перевода воды между ярусами
Биоинженерное укрепление	Травосмеси, кустарники, деревья с развитой корневой системой	Эффективно после завершения технической стабилизации
Мониторинг деформаций	Реперы, фотофиксация, БПЛА, журнал осмотров	Необходим для подтверждения результата и раннего выявления дефектов

Наиболее пригодным для проекта признан комбинированный способ стабилизации. Он включает выполаживание и террасирование откоса, устройство упорной призмы у подошвы, разделение поверхностного стока канавами на бермах, применение георешётки или противоэрозионного мата на уязвимых участках, нанесение корнеобитаемого слоя и биологическую рекультивацию. Такая схема объединяет инженерное и экологическое направления и может быть адаптирована к различным параметрам отвала.

Организация работ должна учитывать безопасность, погодные условия и технологическую последовательность. Работы по посеву трав и посадке растений лучше планировать на весну или раннюю осень, чтобы обеспечить достаточную влажность и приживаемость.

Для выполнения работ требуется бульдозер для планировки, экскаватор для расчистки и устройства канав, автосамосвалы для перемещения излишков породы, каток или уплотняющая техника, водовоз для пылеподавления и полива, геодезическое оборудование, средства ограждения и индивидуальной защиты. При наличии дрона можно выполнять регулярную фотофиксацию и контроль изменений рельефа.

Производственный эффект связан с восстановлением безопасного состояния территории. Стабилизированный откос и восстановленный водоотвод уменьшают вероятность аварийных остановок, повторных расчисток и повреждений технологических дорог. Социальный эффект выражается в снижении опасности для работников и повышении доверия к природоохранной деятельности предприятия.

Экономическое обоснование в учебном проекте выполнено укрупнённо. Общий ориентировочный бюджет составляет 28,5 млн руб. Наибольшие затраты приходятся на земляные работы, устройство водоотвода, противоэрозионные материалы и биологическую рекультивацию (рисунок 2). Точная смета должна быть разработана после инженерных изысканий и утверждения проектных параметров.

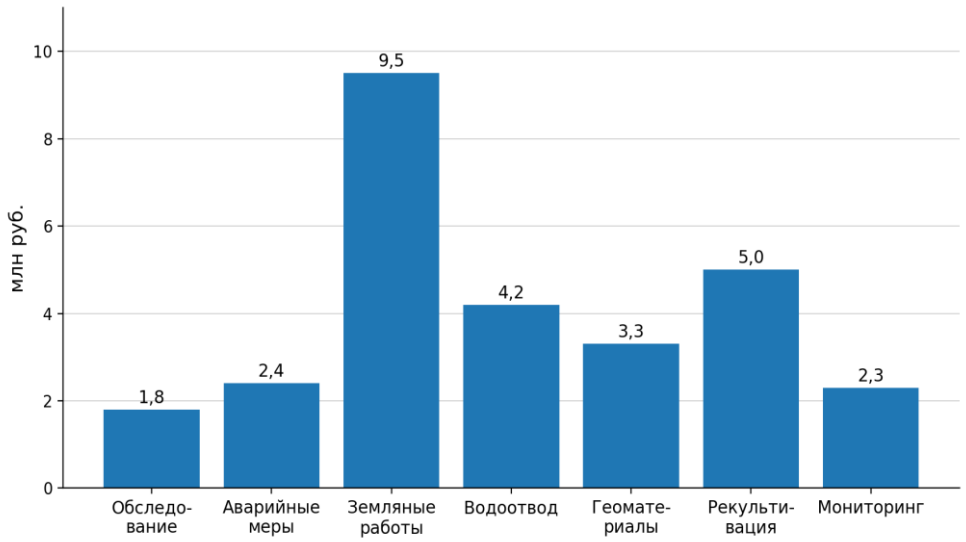


Рисунок 2 – Укрупнённая структура затрат проекта

Для участка отвала наиболее целесообразно защитно-лесное направление рекультивации. Оно не требует использования территории для сельскохозяйственного производства, но обеспечивает стабилизацию склонов, снижение пыления, повышение биоразнообразия и улучшение внешнего вида промышленной территории. В условиях Кузбасса при лесной рекультивации отвалов

целесообразно использовать устойчивые к бедным субстратам древесные и кустарниковые виды, а также травосмеси, способные быстро закреплять поверхность.

На первом биологическом этапе выполняется посев многолетних трав. Травяной покров должен быстро закрыть поверхность, снизить скорость поверхностного стока и уменьшить выдувание мелких частиц. В травосмесь включаются злаковые и бобовые культуры, которые формируют дернину и улучшают свойства субстрата.

На втором биологическом этапе высаживаются кустарники и древесные породы (рисунок 3). Кустарники эффективны на бермах и нижних частях откоса, где требуется быстрое закрепление корнями. Древесные породы размещаются с учётом безопасности обслуживания, чтобы корневая система не разрушала водоотводные элементы и не мешала осмотрам.



Рисунок 3 – Пример рекультивированного участка с мониторингом воды и растительности

Минимизация риска сползания породы на действующих отвалах требует последовательного подхода: обследование и сбор исходных данных, временные меры безопасности и аварийный водоотвод, комбинированная геотехническая стабилизация откоса и последующая биологическая рекультивация. Применение такой схемы позволяет восстановить безопасное состояние территории, сократить вероятность повторных сходов и снизить негативное воздействие отвала на окружающую среду. Реализация проекта должна сопровождаться мониторингом деформаций для подтверждения результата и раннего выявления дефектов.

Список использованных источников

1. Осинцева, М. А. Особенности рекультивации отработанных территорий угольных разрезов в Кузбассе / М. А. Осинцева, Н. В. Бурова, Е. А. Жидкова // [название издания, год, том, номер, страницы]. – EDN TQOMZF.

2. Влияние особенностей рельефа и эрозионных процессов на эффективность биологической рекультивации техногенно нарушенных земель

угледобывающих предприятий / М. А. Осинцева, Е. А. Дюкова, Н. В. Бурова, А. М. Осинцев // Уголь. – 2024. – № 7. – С. 100-105. – DOI 10.18796/0041-5790-2024-7-100-105. – EDN DLRJSC.

3. Создание искусственного растительного покрова техногенно нарушенных ландшафтов / М. А. Осинцева, В. А. Крюк, Е. А. Дюкова [и др.] // Уголь. – 2023. – № S12. – С. 56-62. – DOI 10.18796/0041-5790-2023-S12-56-62. – EDN NKXQEK.

4. Изучение метода гидропосева как способа повышения приживаемости растений при проведении биологической рекультивации техногенно нарушенных земель / М. А. Осинцева, В. А. Крюк, Е. А. Дюкова [и др.] // Уголь. – 2024. – № 5. – С. 65-71. – DOI 10.18796/0041-5790-2024-5-65-71. – EDN COEXMW.

5. О необходимости комплексной геоэкологической оценки техногенно нарушенных горными работами земель / В. Л. Гаврилов, Н. А. Немова, А. В. Резник [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334, № 10. – С. 76-87. – DOI 10.18799/24131830/2023/10/4212. – EDN YMLJFC.

6. Асякина, Л. К. Мировой опыт в области рекультивации посттехногенных ландшафтов / Л. К. Асякина, Л. С. Дышлюк, А. Ю. Просеков // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51, № 4. – С. 805-818. – DOI 10.21603/2074-9414-2021-4-805-818. – EDN SANMZI.

7. Лесная рекультивация угольных отвалов с позиции сохранения фаунистического разнообразия Кузбасса / А. В. Ковалевский, И. В. Тарасова, Е. М. Лучникова [и др.] // Лесоведение. – 2021. – № 5. – С. 509-522. – EDN MZGTOD.

8. Гидронамыв рекультивационного слоя для восстановления нарушенных земель на разрезах Кузбасса / В. А. Гоголин, Ю. В. Лесин, О. И. Литвин, Я. О. Литвин // Техника и технология горного дела. – 2021. – № 1. – С. 69-86. – DOI 10.26730/2618-7434-2021-1-69-86. – EDN ANXXVB.

TECHNICAL RECOMMENDATIONS FOR MINIMIZING THE RISK OF ROCK SLIDING AT ACTIVE WASTE ROCK DUMPS

E.K. Starkin, D.I. Trifonov

Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

The paper presents technical recommendations for minimizing the risk of rock sliding at active waste rock dumps, based on a design and analytical survey of a model dump section. The survey stages, temporary safety measures and options for geotechnical slope stabilization are considered. A combined scheme is proposed that includes slope flattening and terracing, a toe buttress, separation of surface runoff and biological reclamation. A consolidated cost estimate of the project is given.

Keywords: waste rock dump, rock sliding, slope stability, drainage, geosynthetic materials, terracing, biological reclamation, deformation monitoring, Kuzbass.

УДК 632.9

ПОЛИФЕНОЛОКСИДАЗА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ХЕЛАТНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА КАРТОФЕЛЕ

М.Ш. Тагиров

АО «Щелково Агрохим»,
г. Казань, Россия

В работе представлены результаты оценки влияния хелатных микроудобрений ЖУСС-1 и ЖУСС-2 на активность полифенолоксидазы (ПФО) в листьях картофеля. Установлено, что препараты ЖУСС способны активировать фермент, причём степень активации зависела от состава препарата, концентрации, кратности обработок и агрофона. Наибольший эффект показал ЖУСС-2 (медь + молибден): прирост активности ПФО достиг 14,1% на неудобренном фоне и 17,0% на фоне минерального питания. Для ЖУСС-2 выявлена чёткая дозозависимая закономерность, тогда как для ЖУСС-1 подобной зависимости не установлено.

Ключевые слова: ферменты, полифенолоксидаза, хелатные микроудобрения, ЖУСС-1, ЖУСС-2, картофель, Республика Татарстан.

Введение

Полифенолоксидаза (ПФО) представляет собой медьсодержащий металлофермент, в активном центре которого находятся два иона меди. ПФО играет ключевую роль в защитных механизмах растений: она укрепляет клеточные стенки и обеспечивает синтез меланина. Принцип её работы заключается в том, что полифенолоксидаза выполняет роль катализатора в окислении фенольных соединений в высокореактивные орто-хиноны, которые участвуют в формировании защитных барьеров растительной клетки, так как они токсичны для патогенов. Активность фермента коррелирует с повышением устойчивости растений к грибным заболеваниям. Это связано с тем, что медь является кофактором полифенолоксидазы [1; 2].

Картофель – сельскохозяйственная культура, для которой ПФО имеет особое значение, так как фермент участвует в защите от болезней и определяет качество клубней. Поскольку медь является кофактором ПФО, применение медьсодержащих микроудобрений может напрямую влиять на активность этого фермента в картофеле [1; 2].

Одним из эффективных способов повышения защитных способностей картофеля и активации фермента полифенолоксидазы считается применение медьсодержащих препаратов. К таким препаратам относятся жидкие удобрительно-стимулирующие составы (ЖУСС), которые содержат в своём составе медь в хелатной форме. Однако влияние препаратов ЖУСС-1 и ЖУСС-2 на активность полифенолоксидазы в растениях картофеля изучено недостаточно [1; 2; 3].

В связи с этим целью работы являлась оценка влияния хелатных микроудобрений ЖУСС-1 и ЖУСС-2 на активность полифенолоксидазы в картофеле.

Материалы и методы

В основу работы положены результаты полевых исследований, выполненных в Лаишевском районе Республики Татарстан [4].

Работа проведена в период вегетации картофеля, который в Республике Татарстан охватывает май–сентябрь. В качестве тест-культуры выбран сорт картофеля «Пушкинец», районированный в Средневолжском регионе и допущенный к возделыванию в Республике Татарстан.

Почва опытного участка – серая лесная тяжелосуглинистая.

Исследования проводили на двух агрофонах, различающихся по уровню минерального питания. На первом участке минеральные удобрения (NPK) не вносили, на втором – вносили под планируемую урожайность 25 т/га клубней в дозе N82-97 P0-7 K113-124,5 кг д.в./га. Удобрения заделывали весной под предпосадочную культивацию за 3–5 дней до посадки картофеля. Фосфорные и калийные удобрения применяли в полной дозе, азотные – в два приёма: 70% под культивацию и 30% в подкормку в фазу бутонизации.

Для обработок использовали два жидких удобрительно-стимулирующих состава: ЖУСС-1 (медь + бор) и ЖУСС-2 (медь + молибден). Опрыскивание проводили в фазу бутонизации – начала цветения, при двукратной схеме – с интервалом 10–14 дней. Схема опыта включала однократное и двукратное внесение каждого препарата в концентрациях 0,05% и 0,1%.

Активность полифенолоксидазы в листьях картофеля определяли через 7 дней после первой обработки и через 7 дней после второй обработки. В работе представлены усреднённые значения.

Активность полифенолоксидазы определяли титриметрическим методом. Количество 0,01 н. раствора йода (I2), израсходованного на титрование, выражали в миллилитрах.

Результаты и обсуждение

Полученные данные (рисунок 1, 2) свидетельствуют о том, что препараты ЖУСС способны активировать полифенолоксидазу (ПФО) в листьях картофеля. Степень активации зависела от состава препарата, концентрации, кратности обработок и агрофона, при этом наибольший вклад в результат вносили концентрация и кратность обработок.

На неудобренном фоне преимущество имел ЖУСС-2: его применение в концентрации 0,1% при двукратной обработке повышало активность ПФО на 14,1% относительно контроля. Полученные результаты согласуются с литературными данными о том, что медь и молибден, входящие в состав ЖУСС-2, активируют защитные ферменты растений, в том числе и полифенолоксидазу [2;3].

На удобренном фоне преимущество ЖУСС-2 сохранилось: прирост активности ПФО достиг 17,0%. Такие результаты следует связать с тем, что на фоне достаточного минерального питания картофель лучше усваивает медь – кофактор полифенолоксидазы, что усиливает активность фермента [2;3].

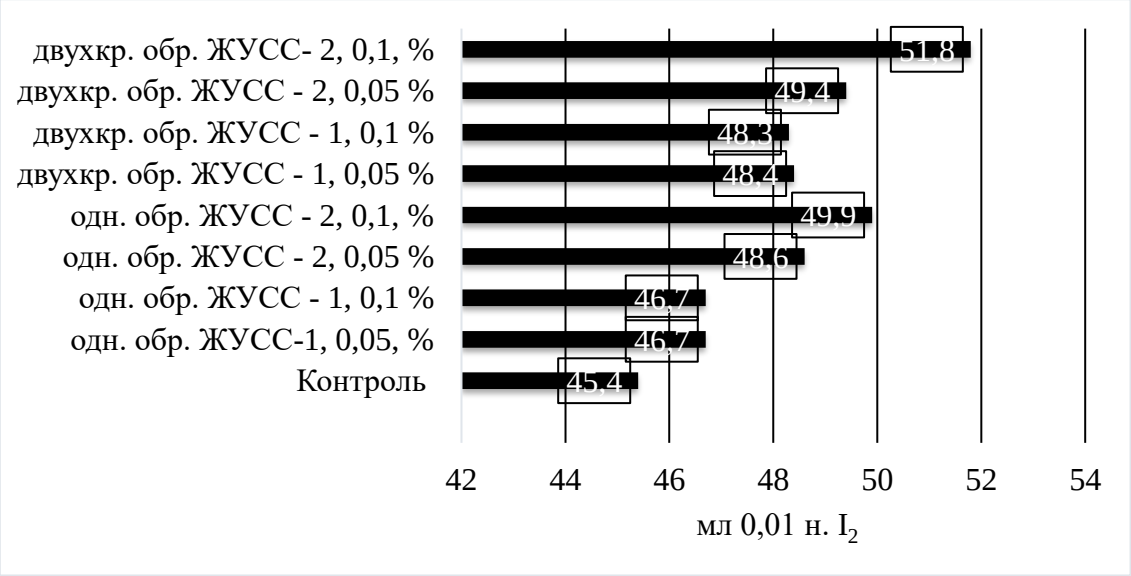


Рисунок 1 – Активность полифенолоксидазы в листьях картофеля при обработках ЖУСС на неудобренном фоне, мл 0,01 н. I2

Для ЖУСС-2 выявлена чёткая закономерность: повышение концентрации с 0,05% до 0,1% и увеличение кратности обработок способствовали росту активности ПФО. Для ЖУСС-1 подобной зависимости не установлено: прирост активности был менее выраженным (2,9–6,6%), что может свидетельствовать о том, что бор, входящий в состав ЖУСС-1, не оказывает прямого влияния на синтез полифенолоксидазы.

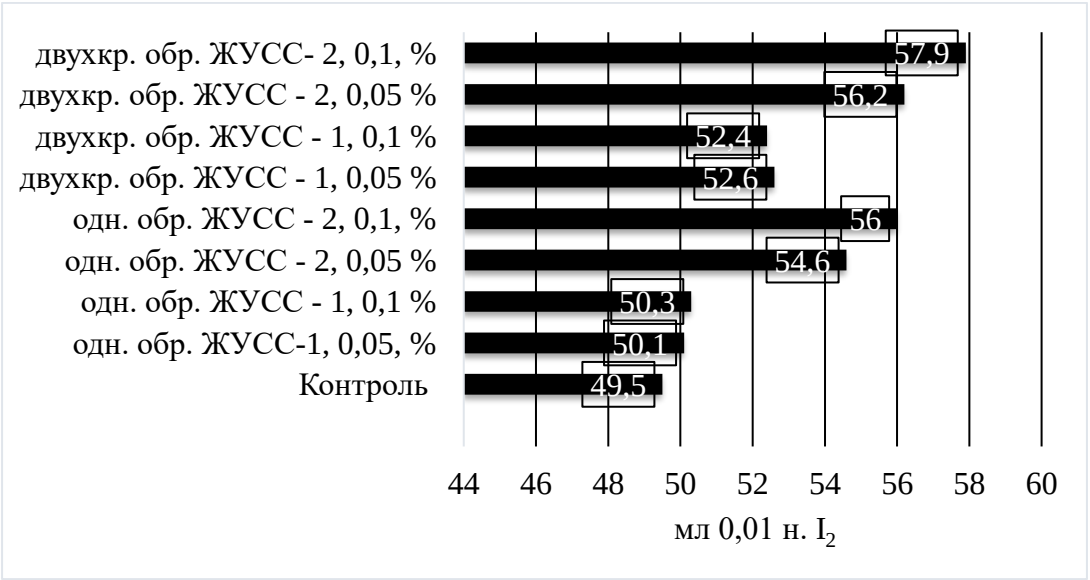


Рисунок 2 – Активность полифенолоксидазы в листьях картофеля при обработках ЖУСС на удобренном фоне (NPK), мл 0,01 н. I2

Выводы

Таким образом, установлено, что хелатные микроудобрения ЖУСС-1 и ЖУСС-2 активируют полифенолоксидазу в листьях картофеля. Степень

активации зависела от состава препарата, концентрации, кратности обработок и агрофона. Препарат ЖУСС-2 (медь + молибден) превосходил ЖУСС-1 (медь + бор) по способности повышать активность фермента на обоих агрофонах. Наибольший эффект достигнут при двукратной обработке в концентрации 0,1%. Установлена зависимость эффекта от агрофона: на фоне минерального питания активация полифенолоксидазы была более выраженной, что подтверждает роль меди как кофактора фермента и улучшение её усвоения растениями при сбалансированном питании. Для ЖУСС-2 выявлена чёткая дозозависимая закономерность: повышение концентрации и увеличение кратности обработок способствовали росту активности полифенолоксидазы. Для ЖУСС-1 подобной зависимости не установлено.

Список использованных источников

1.Шарипова, М. Р. Механизмы устойчивости растений к инфекциям / М. Р. Шарипова, Н. П. Балабан, А. М. Марданова [и др.] // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2013. – Т. 155, № 4. – С. 28–58.

2. Feng, S. Cu2+ Modulates Enzymatic Browning in Potato Tubers Through Amino Acid and Organic Acid Metabolism / S. Feng, J. Li, R. Guo [et al.] // Foods. – 2025. – Vol. 14, № 22. – Article 3816. – DOI: 10.3390/foods14223816.

3.Полифункциональные хелатные микроудобрения : практика применения и механизм действия : монография / И. А. Гайсин, В. М. Пахомова, А. И. Даминова [и др.]. 3-е изд., испр. и доп. Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2021. 419 с. ISBN 978-5-00130-500-2.

4.Тагиров, М. Ш. Технологические приемы повышения эффективности возделывания картофеля в условиях лесостепи Поволжья / М. Ш. Тагиров. Казань : Издательство «Фән» АН РТ, 2008. 168 с.

POLYPHENOL OXIDASE AS AN INDICATOR OF THE PROTECTIVE EFFECT OF CHELATED MICRONUTRIENTS ON POTATO

M. Sh. Tagirov

JSC «Shchelkovo Agrokhim»,
Kazan, Russia

This paper evaluates the effect of the chelated micronutrient fertilizers ZhUSS-1 and ZhUSS-2 on polyphenol oxidase (PPO) activity in potato leaves. The results indicate that both ZhUSS preparations activate the enzyme, with the degree of activation depending on the preparation composition, concentration, treatment frequency, and agricultural background. The greatest effect was observed with ZhUSS-2 (copper + molybdenum), where the increase in PPO activity reached 14.1% under unfertilized conditions and 17.0% against the background of mineral nutrition. A clear dose-dependent pattern was revealed for ZhUSS-2, whereas no such relationship was established for ZhUSS-1.

Keywords: enzymes, polyphenol oxidase, chelated micronutrient fertilizers, ZhUSS-1, ZhUSS-2, potato, Republic of Tatarstan.

УДК 582.33/34 : 581.9(470.3+ 470.5)

СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОХООБРАЗНЫХ В АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЁННЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ (ЮГО-ЗАПАД НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РФ)

Д.О. Тимохова, Л.Н. Анищенко

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, г. Брянск, Россия

В статье дана характеристика бриофитов антропогенно трансформированных местообитаний в Нечерноземье РФ в условиях Брянской области: основу бриофлоры составляют бореальные виды и космополиты. Выяснено, что мохообразные активно поселяются на новых субстратах, нехарактерных для естественных ценозов, формируя ряд пионерных группировок. Антропогенно измененные местообитания (и в городах) заселяют 87 видов мхов, принадлежащих к 22 семействам: самые многочисленно заселяемые субстраты – грунтовые дороги, обочины, почва, канавы и ямы антропогенного происхождения, находящихся на различных этапах зарастания.

Ключевые слова: мохообразные, антропогенно изменённые местообитания, систематика, жизненные формы, Брянская область.

Практика бриологических исследований ботанико-экологического направления в России и за её пределами – в странах Западной Европы, Японии, Канаде – за последний 50-летний период накопила и развила разноплановые исследования: по бриоиндикации, по диагностике состояния квазинативных и коренных сообществ, в биотехнологической практике и «зелёном» сельскохозяйственном производстве. Российские авторы накопили достаточно обширный материал по группе мохообразных техногенных (антропогенно изменённых) местообитаний с целью создания комплексной системы и ранжирования видов по ширине экологической валентности [2-4]. Цель настоящей работы – обобщение многолетней информации по биомониторингу мохообразных местообитаний, изменённых в результате антропогенной (и техногенной) деятельности, их эколого-ботанической структуры.

С учётом специфики мохообразных выделены следующие классификационные группы антропогенных нарушений: тропы; дороги – наезженные, редко посещаемые грунтовые, лесные, с четко различимыми колеями от колес автотранспорта; вытоптанные участки вокруг лесных кордонов, заброшенных усадеб, покинутых стоянок туристов, территории малонаселенных поселков («точечные комплексы строений»); места с нарушенным верхним слоем почвы и напочвенным покровом, но не подвергшиеся впоследствии вытаптыванию и находящиеся на различных стадиях зарастания («сорные места»); ямы антропогенного происхождения (канавы, шурфы, траншеи, воронки и т.д.); обработанная

древесина (деревянные строения, мосты, доски); гари, кострища; прочее (карьеры, сенокосы, вырубки, гряды огородов, питомников, новые субстраты) [2, 3].

В ходе проведенных исследований выяснено, что антропогенно измененные местообитания (в т.ч. и в городах) заселяют 87 видов мхов, принадлежащих к 22 семействам. Выявлено возрастание представленности семейств *Brachytheciaceae, Polytrichaceae, Bryaceae* по сравнению с естественными местообитаниями, что подтверждается рядом работ отечественных авторов. Наибольшее число видов отмечено около грунтовых дорог, произрастающих на обочинах, почве. Ввиду наличия субстратов для поселений мохообразные быстро осваивают нарушенные местообитания – ямы, канавы, которые зарастают на этапах сукцессий и имеют достаточно уплотнённый грунт.

Каменные и бетонные субстраты различных сооружений в урбоэкосистемах осваиваются пионерными видами *Leskeella nervosa, Ceratodon purpureus, Brachythecium salebrosum*. Разнообразие вторичных субстратов из камня, шифера и других материалов активно заселяются бриофитами, несмотря на экстремальные условия. На почве в урбоэкосистем мохообразные выжывают редко ввиду слитизации, постоянного механического воздействии, поэтому они сменяют экониш у с эпигейной на эпилитную: виды *Bryum argenteum, Bryum campestre* обнаружены на строительном материале, на застывших цементных растворах, фундаментах построек. Leskea polycarpa освоила гранитную облицовку зданий, скверов и парков, ступеней бульварных лестниц. Наиболее распространены в условиях города эпифитные и эпигейные виды, практически отсутствуют облигатные эпиксилы. Виды-космополиты – *Bryum argenteum и Funaria hygrometrica* – осваивают биотопы с отсутствующей конкуренцией: крыши павильонов остановок с небольшим слоем почвы, на почвенныхобнажениях, на некоторых строительных материалах.

В городах и пригородах человеком создаются техногенные местообитания. Наиболее благоприятны для поселения бриофитов торфоразработки как один из типов техногенно преобразованных мест: для них выявлено 33 вида. По краям карьеров обычны *Polytrichum strictum, Funaria hygrometrica, Dicranella cerviculata, Ceratodon purpureus*, на участках с застойным увлажнением обычны *Marchantia polymorpha, Leptodictyum riparium*.

Небогат по набору видов бриофитов разрабатываемый некогда комплекс фосфоритов в 10 км к северо-востоку от Брянска: обнаружено 17 видов мохообразных; фоновые виды – из рода *Polytrichum и Bryum*, как эпилитные формы – *Amblystegium serpens, Brachythecium velutinum, Abietinella abietina. Pylaisiella polyantha, Ceratodon purpureus*; по берегам затопленных карьеров – *Marchantia polymorpha, Leptodictyum riparium* [1].

Единственным видом, встреченным только на антропогенных участках (кострищах, обочинах дорог и др.), является *Funaria higrometrica*, которую можно отнести к антропохорам – растениям, распространяемым при участии человека.

Экогруппы мохообразных разноплановы; к семи категориям отнесены виды и определено, что наибольшее число видов насчитывает мезофитная и гигромезофитная (40 и 15 видов соответственно), наименьшим – мезогигрофитная (2 вида). Полеотолерантные виды алаптированы кразличным условиям, например *Sanionia uncinata*. Ареалогическая представленность среди бриофитов разнобразна: циркумполярный ареал (46 видов), биполярный (29 видов), космополитный (7 видов). Среди долготных групп первое место занимают бореальные – 59 видов, второе – неморальные; горный, аридный и гипоарктогорный элемент представлен одним видом каждый.

Спектр жизненных форм диагностирует условия биотопов. Наиболее разнообразны Ms – плоские коврики (18 видов), T – высокие и t – низкие дерновинки (по 14 видов каждая), Mr – грубые коврики (12 видов). Виды этих жизненных форм устойчивы к рекреационному воздействию в виде вытаптывания и стравливания (рисунок).

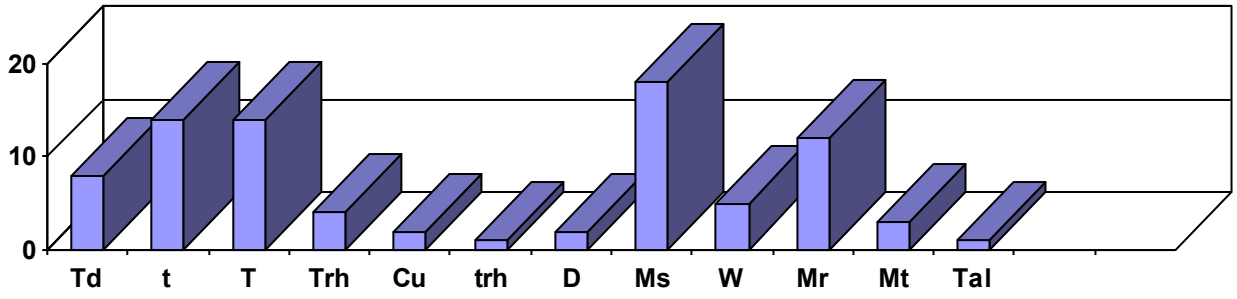


Рисунок 1 – Формы роста мохообразных

Значительное число видов мхов, зарегистрированных в городских местообитаниях, относятся к аборигенным, что подтверждено российскими и зарубежными авторами; эти виды мхов – апофиты.

При определении степени активности вида учитывались показатели, предложенные Б.А. Юрцевым (1968): разнообразие заселенных экотопов, степень постоянства присутствия вида на данном экотопе, общий уровень численности в пределах заселенного экотопа [5]. Среди мохообразных антропогенных местообитаний выделяется группа из наиболее активных видов: *Brium argenteum, Ceratodon purpureus, Cirriphyllum piliferum, Orthotrichum obtusifolium, Brium caespiticium, Funaria higrometrica, Hypnum pallescens, Pylaisiella polyantha, Platygyrium repens, Leptobryum pyriforme, Abietinella abietina*. Часть обнаруженных видов для крупного города Брянска и ряда зарубежных городов сходна: бриофиты-урбанофилы обладают высокой способностью к вегетативному размножению, двудомностью, жизненными формами, устойчивыми к рекреационной и иной антропогенной нагрузке, относятся в основном к наземным светолюбивым формам, базо- и нитрофилам, устойчивым к вытаптыванию, засолению и

загрязнению SO_2. У ядра городских видов – *Funaria hygrometrica, Bryum argenteum, Ceratodon purpureus* и др. – четко зарегистрирована и устойчивость к осмотическому стрессу.

Список использованных источников

1. Анищенко, Л.Н. Биоразнообразие мохового покрова и перспективы его использования в фитоиндикации экосистем района хвойно-широколиственных лесов европейской части Российской Федерации: дисс. … доктора сельскохозяйственных наук. – Брянск, 2009. – 593 с. EDN: NKZWVN

2. Попова, Н.Н. Особенности городских бриофлор средней полосы России / Н.Н. Попова // Проблемы ботаники на рубеже XX-XX1 вв. Тез.докл. на 11(X) съезде РБО. – СПб., 1998. – 141 с.

3. Попова, Н.Н. Бриофлора техногенных местообитаний Среднерусской возвышенности / Н.Н. Попова // Антропогенное влияние на флору и растительность: Мат-лы II науч.-практ. регион. конф. 2 марта 2007г. – Липецк. Липецк, 2007. – С.118-125.

4. Прудникова, Л.Ю. Особенности формирования городских бриофлор (на примере г. Екатеринбурга) / Л.Ю. Прудникова: Автореф.дисс. …канд.биол.наук. – Екатеринбург, 2004. – 23 с.

5. Юрцев, Б.А. Типы нарушений растительности / Б.А. Юрцев, И.Б. Кучеров // Антропогенная динамика растительного покрова Арктики и Субарктики: методы изучения. – СПб., 1995. – С. 64-74.

TO THE SYSTEMATIC, ECOLOGICAL, AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BRYOPHYTES IN ANTHROPOGENICALLY MODIFIED HABITAT (SOUTHWESTERN NON-BLACK EARTH REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION)

D.O. Timokhova, L.N. Anishchenko

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, Bryansk, Russia

This article characterizes bryophytes in anthropogenically transformed habitats in the Non-Black Earth Region of the Russian Federation in the Bryansk region: the bryophyte flora is dominated by boreal and cosmopolitan species. It is found that bryophytes actively colonize new substrates, uncharacteristic of natural communities, forming a number of pioneering groups. Anthropogenically modified habitats (including urban areas) are inhabited by 87 moss species belonging to 22 families. The most commonly colonized substrates are dirt roads, roadsides, soil, ditches, and pits of anthropogenic origin, all in various stages of overgrowth.

Keywords: bryophytes, anthropogenically modified habitats, taxonomy, life forms, Bryansk Oblast.

УДК 573.2

ГЕНОТИП-ЗАВИСИМОЕ ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА РАННЕЕ РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ СОЛЕВОМ СТРЕССЕ

Д.И. Тожибоева[1], Ф.С. Раджапов[1], В.С. Камбурова[1], И.Б. Салахутдинов[1], Е.Ф. Назарова[1], Э.А. Латыпова[2]

[1]Центр геномики и биоинформатики Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан;
[2]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

Проведена сравнительная оценка действия пяти микробиологических биостимуляторов на раннее развитие двух контрастных генотипов хлопчатника в нормальных условиях и при 150 мМ NaCl. Солевой стресс сильнее угнетал прорастание и рост генотипа Ишонч, тогда как Порлок-1 сохранял более благоприятный морфологический профиль. Биостимуляторы достоверно уменьшали задержку прорастания и поддерживали рост проростков, однако выраженность эффекта зависела от генотипа и солевого фона. Наиболее последовательное улучшение совокупности признаков обеспечивал Ризоком-1; высокую эффективность также проявляли Микрозим-1 и Хосил. Результаты подтверждают, что биостимуляторы действуют как модификаторы генетически обусловленной солеустойчивости, а их оценка должна проводиться по комплексу взаимосвязанных морфологических признаков.

Ключевые слова: хлопчатник, солевой стресс, биостимуляторы, прорастание, длина корня, длина побега, генотип, MGIDI.

Введение. Засоление почв является одним из основных факторов, ограничивающих устойчивость земледелия в аридных и орошаемых регионах. На ранних этапах онтогенеза избыток NaCl затрудняет поглощение воды, нарушает ионный гомеостаз и замедляет мобилизацию запасных веществ семени. Поэтому действие соли проявляется не только снижением конечной всхожести, но и увеличением времени прорастания, уменьшением его энергии и последующим угнетением роста корня и побега [1-4]. Для хлопчатника ранний период развития имеет особое значение: недостаточно дружные всходы и слабое формирование корневой системы ограничивают дальнейшую способность растений использовать воду и элементы питания, вследствие чего первоначальные различия между генотипами могут сохраняться на последующих этапах развития.

Одним из экологически ориентированных способов ослабления стрессового воздействия считается применение микробиологических биостимуляторов. Их действие связывают с улучшением доступности элементов питания, синтезом физиологически активных соединений, модуляцией гормонального статуса и поддержанием антиоксидантной защиты растений [5-8]. Однако биостимулятор не действует независимо от самого растения: результат обработки определяется

генотипом, интенсивностью стресса и конкретным составом препарата. Поэтому вывод об эффективности, основанный на одном ростовом признаке или на одном генотипе, может оказаться неполным.

Для объективного сравнения вариантов необходимо одновременно учитывать скорость и энергию прорастания, развитие корня и формирование побега. Эти показатели образуют функционально связанную систему: задержка прорастания обычно сопровождается снижением его энергии и ослаблением последующего роста. Дополнительную возможность для объединения разнонаправленных признаков предоставляет индекс MGIDI, характеризующий расстояние многопризнакового профиля от условного идеотипа. Целью исследования являлась комплексная оценка генотип-зависимого влияния микробиологических биостимуляторов на морфологические показатели проростков хлопчатника в условиях модельного солевого стресса.

Материалы и методы. Исследовали два генотипа хлопчатника вида Gossypium hirsutum L., контрастных по реакции на засоление: Ишонч и Порлок-1. Для предпосевной обработки использовали биопрепараты Микрозим-1, Микрозим-2, Ризоком-1, Ризоком-2 и Хосил. Семена замачивали в растворах препаратов согласно инструкциям производителя; в контроле применяли воду. Проращивание проводили при 0 и 150 мМ NaCl. Каждый вариант был представлен пятью биологическими повторностями по 10 семян. В течение 10 суток регистрировали время прорастания и энергию прорастания, после чего определяли длину корня и побега.

Данные представлены как среднее значение ± стандартное отклонение. Влияние факторов «генотип», «соль» и «биопрепарат», а также их взаимодействий оценивали с помощью трехфакторного дисперсионного анализа. Различия между вариантами устанавливали по критерию Tukey HSD при $p < 0,05$. Для оценки структуры совокупной изменчивости применяли анализ главных компонент, а многопризнаковое ранжирование комбинаций «генотип × соль × препарат» выполняли по индексу MGIDI; меньшему значению индекса соответствовало большее приближение к морфологическому идеотипу.

Результаты и обсуждение. В отсутствие биостимуляторов действие 150 мМ NaCl вызывало ухудшение всех исследованных показателей, но глубина изменений существенно различалась между генотипами (табл. 1). У Ишонч время прорастания увеличивалось с 6,50 до 9,40 сут, тогда как энергия прорастания снижалась с 70,0 до 33,2 %. Длина корня уменьшалась с 7,00 до 3,32 см, а длина побега - с 12,50 до 5,28 см. Следовательно, снижение энергии прорастания и длины корня составляло по 52,6 %, а длины побега - 57,8 %. У Порлок-1 изменения были менее выраженными: время прорастания увеличивалось с 5,06 до 6,46 сут, энергия прорастания снижалась с 95,0 до 79,6 %, длина корня - с 10,50 до 8,62 см, длина побега - с 19,18 до 12,48 см. Таким образом, Порлок-1 обладал более высоким исходным потенциалом сохранения раннего роста при засолении, что согласуется с ранее установленными различиями между генотипами хлопчатника [1-4].

Таблица 1 – Морфологические показатели проростков в контроле и при обработке Ризоком-1 (среднее ± SD, n = 5)

Генотип	Вариант	ВП, сут	ЭП, %	ДК, см	ДП, см
Ишонч	0 мМ, контроль	6,5 ± 0,24	70,0 ± 1,58	7,0 ± 0,16	12,5 ± 0,16
Ишонч	150 мМ, контроль	9,4 ± 0,16	33,2 ± 2,59	3,32 ± 0,19	5,28 ± 0,34
Ишонч	150 мМ + Ризоком-1	7,1 ± 0,16	50,6 ± 2,07	5,26 ± 0,16	6,68 ± 0,19
Порлок-1	0 мМ, контроль	5,06 ± 0,11	95,0 ± 1,58	10,5 ± 0,16	19,18 ± 0,19
Порлок-1	150 мМ, контроль	6,46 ± 0,11	79,6 ± 1,67	8,62 ± 0,13	12,48 ± 0,19
Порлок-1	150 мМ + Ризоком-1	5,2 ± 0,16	90,4 ± 3,21	11,2 ± 0,16	17,1 ± 0,25

Примечание. ВП - время прорастания; ЭП - энергия прорастания; ДК - длина корня; ДП - длина побега.

Наиболее последовательный положительный эффект в стрессовых условиях обеспечивал Ризоком-1. У Ишонч препарат сокращал время прорастания на 24,5 % относительно стрессового контроля, повышал энергию прорастания на 52,4 %, увеличивал длину корня на 58,4 % и длину побега на 26,5 %. У Порлок-1 соответствующие изменения составляли -19,5, +13,6, +29,9 и +37,0 %. В обоих случаях обработка смещала весь морфологический профиль в благоприятном направлении, но не устраняла исходные различия между генотипами. Это подтверждает, что биостимулятор модифицирует генетически обусловленную реакцию растения, а не заменяет внутренний адаптационный потенциал.

Действие остальных препаратов также зависело от конкретного признака. При 150 мМ NaCl у Ишонч Микрозим-1 сильнее всего сокращал время прорастания - на 3,00 сут, а Микрозим-1 и Хосил повышали энергию прорастания на 18,0 процентного пункта. Ризоком-1 обеспечивал максимальное увеличение длины корня (+1,94 см) и побега (+1,40 см). У Порлок-1 Ризоком-1 был лучшим по всем четырем показателям: время прорастания сокращалось на 1,26 сут, энергия прорастания возрастала на 10,8 процентного пункта, длина корня - на 2,58 см, длина побега - на 4,62 см. Микрозим-1 и Хосил также формировали устойчивое улучшение нескольких признаков, тогда как действие Микрозим-2 и Ризоком-2 чаще было менее выраженным.

Трехфакторный ANOVA показал статистически значимое влияние генотипа, соли и препарата на каждый показатель ($p < 0,001$). Наибольший вклад генотипа установлен для длины корня ($\eta^2 = 0,758$), длины побега ($\eta^2 = 0,646$) и энергии прорастания ($\eta^2 = 0,565$). Для времени прорастания существенными

источниками изменчивости были как генотип ($\eta^2 = 0{,}458$), так и концентрация соли ($\eta^2 = 0{,}302$). Значимость взаимодействий «генотип × препарат», «соль × препарат» и «генотип × соль × препарат» указывает, что биологическую эффективность обработки нельзя корректно оценивать вне генотипического и стрессового контекста. Такая зависимость соответствует современному представлению о биостимуляторах как о регуляторах пластичности растительного ответа [5-8].

Морфологические признаки сохраняли высокую внутреннюю согласованность. При 150 мМ NaCl время прорастания отрицательно коррелировало с энергией прорастания (r = -0,92), длиной корня (r = -0,89) и длиной побега (r = -0,86). Напротив, энергия прорастания была тесно связана с длиной корня (r = 0,98), а длина корня - с длиной побега (r = 0,99). Первая главная компонента объясняла 95,9 % общей изменчивости и противопоставляла задержку прорастания сохранению энергии и ростовых параметров. Следовательно, действие соли и препаратов затрагивало не отдельные признаки, а единую морфофизиологическую систему раннего развития.

Интегральное ранжирование подтвердило более благоприятный профиль Порлок-1 (рис. 1). В стрессовом контроле значение MGIDI составляло 6,78 у Ишонч и 2,62 у Порлок-1. Все препараты уменьшали расстояние до идеотипа, однако степень улучшения была различной. У Ишонч минимальное значение отмечено при обработке Микрозим-1 (4,82), близкое - при Ризоком-1 (4,90). У Порлок-1 наиболее низкий индекс получен для Ризоком-1 (1,12), затем для Микрозим-1 (1,32) и Хосил (1,59). Сопоставление MGIDI с результатами множественных сравнений показывает, что Ризоком-1 был наиболее последовательным препаратом по совокупности двух генотипов и четырех признаков, хотя для отдельных показателей и комбинаций преимущество могло принадлежать Микрозим-1 или Хосил.

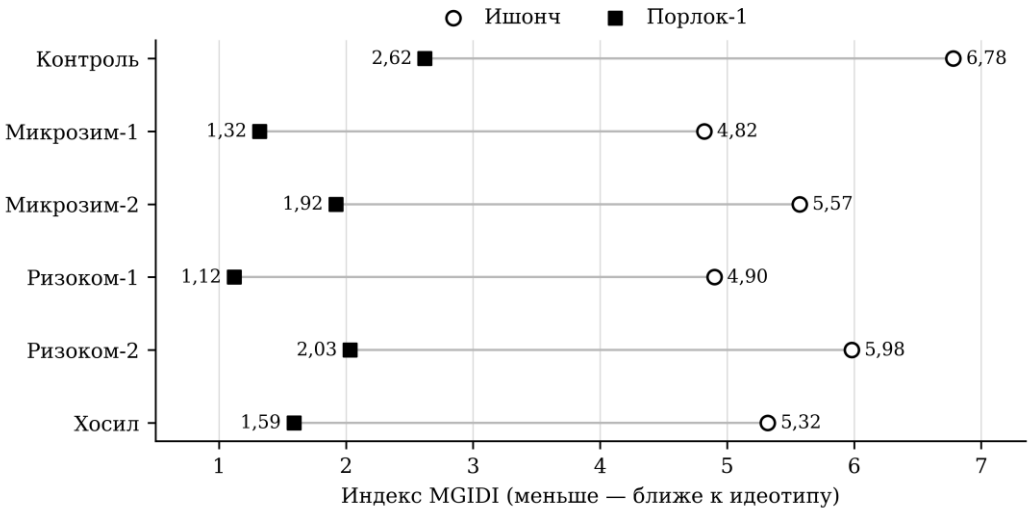


Рисунок 1 – Ранжирование комбинаций «генотип × биостимулятор» по индексу MGIDI при 150 мМ NaCl

Полученные данные позволяют рассматривать биостимуляторы прежде всего как усилители уже существующей генотипической устойчивости. Порлок-1 не только слабее реагировал на NaCl, но и полнее реализовывал

стимулирующий потенциал обработки. У Ишонч препараты существенно ослабляли стрессовый синдром, однако даже лучшие варианты не достигали уровня Порлок-1. Практически это означает, что скрининг биостимуляторов необходимо проводить одновременно на нескольких контрастных генотипах и оценивать по комплексу признаков, а не по максимальному изменению одного параметра.

Заключение. Солевой стресс 150 мМ NaCl вызывал системное угнетение раннего развития хлопчатника, наиболее выраженное у генотипа Ишонч. Порлок-1 сохранял более высокую энергию прорастания и ростовые показатели, что подтверждает его более высокий исходный адаптивный потенциал. Все исследованные биостимуляторы в той или иной степени смягчали действие соли, однако их эффективность определялась сочетанием генотипа, стрессового фона и оцениваемого признака. По совокупности однофакторных и интегральных показателей наиболее последовательное действие проявлял Ризоком-1; перспективными также являлись Микрозим-1 и Хосил. Следовательно, рациональная стратегия повышения ранней солеустойчивости хлопчатника должна объединять отбор генотипов с устойчивым морфологическим профилем и применение биостимуляторов, способных усиливать этот потенциал.

Список использованных источников

1. Kamburova V. S. et al. Seed germination and morphological responses of cotton under model salt stress // Plant Science Today. - 2025. - Vol. 12, no. 4. - P. 1-6. DOI: 10.14719/pst.10481.

2. Salakhutdinov I. B. et al. Evaluation of salt tolerance in cotton (Gossypium hirsutum L.) seedlings using the multitrait genotype-ideotype distance index (MGIDI) // Plant Science Today. - 2026. - Vol. 13, no. 1. - P. 1-8. DOI: 10.14719/pst.12364.

3. Munawar W., Hameed A., Khan M. K. R. Differential morphophysiological and biochemical responses of cotton genotypes under various salinity stress levels during early growth stage // Frontiers in Plant Science. - 2021. - Vol. 12. - Art. 622309. DOI: 10.3389/fpls.2021.622309.

4. Maryum Z. et al. An overview of salinity stress, mechanism of salinity tolerance and strategies for its management in cotton // Frontiers in Plant Science. - 2022. - Vol. 13. - Art. 907937. DOI: 10.3389/fpls.2022.907937.

5. Ali S. et al. Pragmatic role of microbial plant biostimulants in abiotic stress relief in crop plants // Journal of Plant Interactions. - 2022. - Vol. 17, no. 1. - P. 705-718. DOI: 10.1080/17429145.2022.2091801.

6. Castiglione A. M., Mannino G., Contartese V., Bertea C. M., Ertani A. Microbial biostimulants as response to modern agriculture needs: composition, role and application of these innovative products // Plants. - 2021. - Vol. 10, no. 8. - Art. 1533. DOI: 10.3390/plants10081533.

7. Lakhdar A., Trigui M., Montemurro F. An overview of biostimulants' effects in saline soils // Agronomy. - 2023. - Vol. 13, no. 8. - Art. 2092. DOI: 10.3390/agronomy13082092.

8. Khalid F. et al. Plant biostimulants: mechanisms and applications for enhancing plant resilience to abiotic stresses // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. - 2024. - Vol. 24, no. 4. - P. 6641-6690. DOI: 10.1007/s42729-024-01996-3.

GENOTYPE-DEPENDENT EFFECTS OF MICROBIAL BIOSTIMULANTS ON EARLY COTTON SEEDLING DEVELOPMENT UNDER SALT STRESS

D.I. Tojiboeva[1], F.S. Rajabov[1], V.S. Kamburova[1], I.B. Salakhutdinov[1], E.F. Nazarova[1], E.A. Latypova[2]

[1]Center of Genomics and Bioinformatics, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan;
[2] Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

The effects of five microbial biostimulants on the early development of two contrasting cotton genotypes were evaluated under non-saline conditions and 150 mM NaCl. Salt stress caused substantially greater inhibition of germination and seedling growth in Ishonch, whereas Porloq-1 retained a more favorable morphological profile. Biostimulant treatments significantly reduced germination delay and supported root and shoot growth, but the magnitude of the response depended on genotype and salinity. Rizokom-1 provided the most consistent improvement across traits; Mikrozim-1 and Hosil also showed substantial positive effects. The results indicate that microbial biostimulants modify genetically determined salt tolerance and should be assessed using an integrated set of early morphological traits.

Keywords: cotton, salt stress, biostimulants, germination, root length, shoot length, genotype, MGIDI.

УДК 624.13

ТЕПЛОВЫЕ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

А.Р. Тугушева

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия

В статье рассмотрены основные закономерности формирования температурного поля многолетнемерзлых грунтов при эксплуатации подземного нефтепровода, влияние положительной температуры транспортируемой нефти на состояние мерзлого основания, особенности развития ореола оттаивания и связанных с ним осадок.

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, температурный режим, тепловое воздействие, осадка грунта.

Многолетнемерзлый грунт представляет собой сложную природную систему, температурное состояние которой формируется под воздействием климатических условий, снежного покрова, растительности, рельефа, состава и влажности грунта, глубины сезонного протаивания и промерзания.

Температурный режим многолетнемерзлого грунта формируется в результате совместного действия природных и техногенных факторов. К природным факторам относятся среднегодовая температура воздуха, сезонные колебания температуры, продолжительность холодного и тёплого периодов года, мощность снежного покрова, растительный покров, рельеф местности, состав и влажность грунта, наличие поверхностных и грунтовых вод.

Особенностью многолетнемерзлых грунтов является наличие значительной тепловой инерции, и изменение температуры на поверхности не приводит к мгновенному изменению температуры на глубине.

К примеру, при эксплуатации нефтепровода с температурой продукта около +5 °С окружающий мерзлый грунт подвергается длительному положительному тепловому воздействию. И даже при отсутствии резкого повышения температуры нефти продолжительность эксплуатации приводит к постепенному накоплению тепла в грунтовом основании. В результате граница между мерзлым и талым грунтом начинает перемещаться в сторону окружающей мерзлой толщи.

Формируется своеобразная зона нарушенного температурного состояния, размеры которой постепенно увеличиваются. При этом процесс не является равномерным во времени. В начальный период после начала эксплуатации происходит сравнительно быстрое формирование температурного поля вокруг трубопровода, затем скорость увеличения зоны оттаивания постепенно меняется в зависимости от теплофизических свойств грунта и условий теплообмена.

Существенное влияние на процесс оказывает еще сезонность, так как зимой поверхность грунта охлаждается, однако снежный покров обладает теплоизолирующими свойствами и уменьшает отвод тепла в атмосферу. В летний период происходит дополнительное поступление тепла с поверхности, поэтому фактическое температурное состояние основания формируется под совместным воздействием температуры нефти и природного сезонного цикла.

Особенно опасным является оттаивание грунтов, содержащих значительное количество льда: в мерзлом состоянии лёд выполняет роль структурного элемента грунтового массива и обеспечивает определённую жёсткость и несущую способность, и после оттаивания ледяные включения превращаются в воду, а грунтовый скелет перестраивается, в результате чего может произойти уменьшение объёма грунта и осадка земной поверхности.

Помимо всего, многолетнемерзлые грунты на рассматриваемой территории имеют неоднородное распространение, а их температурное состояние существенно зависит от геологического строения, рельефа, состава пород и природных условий. В районах распространения кристаллических пород докембрийского возраста мерзлота занимает значительную часть территории.

Получается, что неоднородность мерзлотного массива имеет принципиальное значение для строительства и эксплуатации трубопроводов, так как даже

на относительно коротком участке трассы могут чередоваться грунты с различной льдистостью, влажностью и степенью устойчивости при оттаивании.

Особенность эксплуатации трубопроводов на многолетнемерзлых грунтах заключается в наличии прямой обратной связи между температурным и механическим состоянием основания: на первом этапе температура грунта изменяется вследствие теплового воздействия нефтепровода; на втором этапе происходит изменение фазового состояния грунтовой влаги; на третьем этапе меняются физико-механические свойства грунта. На четвёртом этапе развивается деформация основания. И наконец, изменение геометрии основания вызывает дополнительные напряжения в трубопроводе.

При этом процесс не заканчивается после формирования первоначальной осадки. Изменение положения трубы может изменить условия теплообмена и контакт с грунтом, а это, в свою очередь, влияет на дальнейшее развитие процесса. Поэтому традиционное рассмотрение трубопровода как отдельной конструкции и грунта как неподвижного основания является недостаточным для мерзлотных условий. Более корректным является рассмотрение системы «трубопровод – грунтовое основание – температурное поле» как единой взаимодействующей геотехнической системы.

Для участков, на которых прогнозируется развитие осадок вследствие оттаивания многолетнемерзлых грунтов, может применяться комплекс конструктивных мероприятий. Одним из основных решений является устройство дополнительных опор, воспринимающих нагрузку от трубопровода по мере снижения несущей способности грунтового основания. В рассматриваемом случае предусматривается предварительное освобождение трубопровода от окружающего грунта, установка опор с определённым шагом и последующая передача части нагрузки на свайную систему.

Работы начинают с определения фактического положения оси трубопровода и разработки грунта до верхней образующей трубы. После вскрытия выполняются визуальный осмотр и инструментальная оценка состояния трубопровода. Особое внимание уделяется обнаружению гофров, вмятин, задиров и повреждений защитного покрытия. После проверки состояния трубы выполняется её установка на временные или постоянные опорные элементы. В рассматриваемом проектном решении шаг опор составляет 18 м. После выравнивания трубопровода выполняется устройство теплоизоляции трубы, включая зоны поворотов, бандажи и опорные седла.

При чем, теплоизоляция должна обеспечивать снижение теплового потока от трубопровода в грунт, но одновременно необходимо обеспечить её механическую целостность и устойчивость при дальнейшей эксплуатации.

После устройства опорной системы выполняется обратная засыпка с использованием соответствующего грунта и его послойным уплотнением. Особое значение имеет обеспечение равномерности опирания трубопровода и исключение локальных зон концентрации нагрузок.

Итогом, работы на таких участках целесообразно выполнять при сниженных эксплуатационных параметрах трубопровода, в частности при пониженном

рабочем давлении, если это предусмотрено проектными решениями и технологическим регламентом.

Список использованных источников

1. Анисимов В.В. Строительство магистральных трубопроводов в районах вечной мерзлоты. / В.В. Анисимов, М.И. Криницын. - М.: Госстройиздат, 1963. 148 с.

2. Николаева М.В., Стручкова Г.П., Капитонова Т.А., Ефремов П.В. Геоэкологические риски трубопроводов в условиях севера. Сборник: Современные тенденции в науке и образовании. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: В 6 частях. Москва, 2014. С. 38-39.

THERMAL AND GEOMECHANICAL PROCESSES DURING THE OPERATION OF UNDERGROUND OIL PIPELINES ON PERMAFROST SOILS

A.R. Tugusheva

Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia

The article discusses the main patterns of the formation of the temperature field of permafrost soils during the operation of an underground oil pipeline, the effect of the positive temperature of the transported oil on the state of the frozen base, the features of the development of the halo of thawing and associated sediments.

Keywords: permafrost soils, temperature regime, thermal effect, soil precipitation.

УДК 504

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Т.Д. Туткушбаев

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

Показано, что вероятность возникновения аварийного или экологически опасного состояния определяется не отдельной ошибкой человека, а цепочкой взаимосвязанных событий.

Ключевые слова: здания, сооружения, жизненный цикл, человеческий фактор, экологическая безопасность, надежность.

Экологическая безопасность здания связана не только с воздействием объекта на окружающую природную среду, но и с обратным воздействием природных и техногенных факторов на объект, например, изменение температуры и влажности, атмосферные осадки, загрязнение окружающей среды, воздействие агрессивных веществ, изменение гидрогеологических условий, природные опасности и техногенные нагрузки могут влиять на долговечность и надежность конструкций. В свою очередь, аварийные состояния зданий и сооружений способны приводить к выбросам загрязняющих веществ, разрушению инженерной инфраструктуры, загрязнению почвы и воды, образованию значительных объемов строительных отходов и возникновению вторичных экологических последствий.

В данной системе человек является одновременно источником риска, элементом системы управления безопасностью и последним уровнем защиты от развития неблагоприятного сценария. Полается, что ошибка проектировщика может привести к появлению конструктивного недостатка, ошибка инженера – к неправильной интерпретации результатов обследования, ошибка рабочего – к нарушению технологии монтажа, а недостаток контроля – к тому, что возникшее отклонение останется необнаруженным. Поэтому анализ безопасности строительных объектов требует рассмотрения не отдельных причин, а всей цепочки формирования риска.

Начнем с того, что в традиционном инженерном подходе надежность конструкции определяется преимущественно характеристиками материалов, расчетными сопротивлениями, воздействиями, геометрическими параметрами и коэффициентами надежности. Однако реальное поведение строительной системы определяется не только расчетной схемой.

Между проектной моделью и фактическим состоянием объекта существует множество промежуточных процессов, в которых участвует человек, к которым относятся выбор исходных данных, выполнение расчетов, разработка рабочих чертежей, изготовление элементов, транспортировка, монтаж, контроль качества, техническое обслуживание и принятие решений при возникновении нестандартных ситуаций. Следовательно, фактическая надежность объекта может рассматриваться как результат взаимодействия технических и человеческих факторов.

И тут человеческая ошибка не должна автоматически отождествляться с аварией. Сам факт неправильного действия еще не означает возникновения отказа: между ошибкой и аварией могут находиться несколько уровней контроля и защиты. Ошибка может быть обнаружена проектировщиком, техническим надзором, лабораторией, мастером, системой мониторинга или при последующей проверке, и, кроме того, даже необнаруженная ошибка может не привести к отказу, если строительная система обладает достаточным запасом надежности.

Поэтому принципиально важно различать вероятность человеческой ошибки и вероятность аварии.

Условно данный цикл можно представить как последовательность инженерных изысканий, проектирования, производства материалов и конструкций, строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, технического обслуживания, ремонта или реконструкции и, наконец, демонтажа.

Проектная стадия имеет особое значение, поскольку именно здесь формируется значительная часть будущих характеристик объекта, и неполные исходные данные, ошибки расчетов, неправильное моделирование нагрузок, неверный выбор материалов или конструктивных решений могут привести к снижению фактического запаса надежности. Одновременно проектные решения определяют будущую энергоэффективность здания, объем образования отходов, потребление ресурсов, возможности технического обслуживания и воздействие объекта на окружающую среду.

На стадии строительства человеческий фактор проявляется особенно разнообразно: нарушение последовательности монтажных операций, неправильная установка конструктивных элементов, недостаточный контроль качества сварных соединений, неправильное хранение материалов, несоблюдение проектных требований или технологических регламентов способны изменить фактическое состояние конструкции относительно проектного.

При этом строительная площадка представляет собой динамическую среду с изменяющимися условиями труда: на действия работников могут влиять усталость, недостаток времени, сложность операций, погодные условия, недостаточная коммуникация, организационные проблемы и дефицит квалифицированного персонала,поэтому вероятность ошибки нельзя считать исключительно индивидуальной характеристикой работника. Во многих случаях она определяется организационной средой, в которой человек выполняет работу.

В период эксплуатации характер риска изменяется. Тут на первый план выходят старение материалов, коррозия, износ инженерных систем, изменение функционального назначения помещений, увеличение нагрузок и качество технического обслуживания.

Особое значение имеет тот факт, что экологические и технические риски могут взаимно усиливать друг друга, например, воздействие агрессивной среды может ускорять коррозию металлических конструкций, а недостаточное техническое обслуживание – препятствовать своевременному обнаружению повреждений. И в результате экологический фактор и человеческая ошибка формируют комбинированный сценарий деградации.

На стадии реконструкции и демонтажа возникают другие специфические риски, и изменение конструктивной схемы, удаление элементов, применение тяжелой техники и нарушение последовательности разборки могут привести к потере устойчивости отдельных частей здания, при чем, одновременно демонтаж сопровождается образованием отходов, пылевыми выбросами, шумовым воздействием и потенциальным загрязнением окружающей территории, следовательно, экологическая безопасность здесь непосредственно зависит от качества организации технологического процесса.

Итак, можно выделить как минимум два направления взаимосвязи: первое связано с влиянием окружающей среды на надежность строительной системы, а второе – с влиянием деятельности строительного объекта на окружающую среду.

В первом случае экологические условия выступают фактором деградации конструкций: воздействие влаги, агрессивных химических веществ, загрязненного воздуха, температурных циклов и других факторов может изменять свойства материалов и снижать их фактическое сопротивление. Если система

мониторинга или технического обслуживания функционирует недостаточно эффективно, соответствующие изменения могут остаться незамеченными. А во втором случае аварийное состояние строительного объекта может становиться источником экологического воздействия, и, разрушение промышленного объекта, повреждение инженерных коммуникаций, авария на объекте хранения опасных веществ или нарушение герметичности инженерных систем могут привести к вторичным экологическим последствиям.

В обоих случаях человеческий фактор выполняет связующую функцию: ошибка может способствовать возникновению неблагоприятного состояния, а недостаток контроля – обеспечить его дальнейшее развитие.

Поэтому экологическая безопасность должна рассматриваться не только как ограничение выбросов или загрязнений, но и как характеристика устойчивости строительной системы к совокупности внешних и внутренних воздействий.

Но все же аварийный сценарий редко формируется вследствие одной изолированной ошибки. Более реалистичной является последовательность событий, при которой несколько недостатков возникают на разных уровнях системы, например, на стадии проектирования может быть допущена ошибка, которая не обнаруживается при проверке документации, затем на стадии строительства возникает дополнительное отклонение от проекта, которое также остается без контроля, а в период эксплуатации недостаточное техническое обслуживание не позволяет обнаружить накопившееся повреждение. В результате несколько относительно небольших отклонений могут совместно привести к критическому состоянию.

По итогу, жизненный цикл здания формирует последовательную цепочку взаимосвязанных рисков: ошибки, возникшие на ранних этапах, способны переходить на последующие стадии и проявляться спустя годы эксплуатации, и, одновременно, экологические воздействия могут постепенно изменять техническое состояние объекта, повышая значимость человеческого фактора на этапах мониторинга и технического обслуживания.

Список использованных источников

1. Теличенко В. И., Ройтман В. М., Слесарев М. Ю., Щербина Е. В. Основы комплексной безопасности строительства: монография//Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2011- 168 с.

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE HUMAN FACTOR AND ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE LIFE CYCLE OF BUILDINGS AND STRUCTURES

T.D. Tutkushbaev

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

It is shown that the probability of an emergency or an environmentally hazardous condition is determined not by a single human error, but by a chain of interrelated events.

Keywords: buildings, structures, life cycle, human factor, environmental safety, reliability.

УДК 504

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕРАБОТКИ И ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Т.Д. Туткушбаев

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

Целью настоящей работы является комплексная экологическая оценка подходов к переработке и вторичному использованию полимерных отходов с особым вниманием к возможности их вовлечения в производство строительных материалов.

Ключевые слова: полимерные отходы, переработка, вторичное сырье, строительные материалы, экологическая безопасность.

Экологическая опасность полимерных отходов обусловлена прежде всего их масштабами накопления и сложным химическим составом, ведь полимерное изделие представляет собой не только полимерную матрицу, но часто содержит пластификаторы, стабилизаторы, пигменты, наполнители, антипирены и другие функциональные добавки, поэтому экологические последствия обращения с конкретным отходом зависят от его происхождения, состава, степени загрязнения и условий окружающей среды.

После поступления полимерных отходов в окружающую среду происходит их постепенное разрушение под воздействием солнечного излучения, кислорода, механического истирания, температурных колебаний и биофизических процессов, при чем полимер не обязательно исчезает как вещество: крупные фрагменты могут постепенно переходить в более мелкие частицы, включая микро- и нанопластик. В результате изменяется пространственный масштаб загрязнения – от локального скопления макроотходов до распространения мелкодисперсных частиц в почвах, водоемах, донных отложениях и биологических системах.

Рассмотрим подробнее.

1. В литосфере накопление полимерных отходов приводит к формированию длительно сохраняющихся техногенных компонентов. На полигонах отходы могут занимать значительный объем, а при ненадлежащем обращении происходят их механическое разрушение, вынос ветром и водой и перемещение в прилегающие территории. Также проблему представляют смешанные отходы, содержащие одновременно различные полимеры, органические загрязнители и минеральные компоненты.

2. В гидросфере полимерные отходы способны перемещаться по поверхностному стоку, речным системам и водным потокам.

3. Воздействие пластиковых частиц на живые организмы: микропластик способен поступать в организмы в результате фильтрации воды, случайного заглатывания или потребления загрязненной пищи, при чем экологический эффект определяется не только физическим присутствием частиц, но и их способностью

переносить или сорбировать определенные химические соединения, а также составом самих полимерных материалов и содержащихся в них добавок.

Вместе с тем научно некорректно сводить экологические последствия полимерных отходов исключительно к их длительному присутствию в природе, так как существенное значение имеет изменение потоков вещества. Полимерные материалы создают антропогенный материальный поток, который после производства и использования может длительное время находиться вне естественных биогеохимических циклов, а при разрушении – возвращаться в окружающую среду в форме частиц и химических компонентов. В этом смысле пластиковое загрязнение является одним из проявлений глубокого изменения человеком материальных потоков в природно-техногенных системах.

Именно поэтому переработка полимерных отходов является важнейшим элементом перехода от линейной модели «ресурс – производство – потребление – отход» к более циркулярной модели использования материалов.

Однако переработка сама по себе требует ресурсов, энергии и инфраструктуры, поэтому ее экологический результат необходимо определять путем сопоставления экологических затрат переработки с предотвращенным воздействием производства первичного материала и размещения отходов.

Наиболее распространенным направлением является механическая переработка, включающая сортировку, удаление загрязнений, измельчение, промывку, сушку и получение вторичного материала. Преимущество данного подхода состоит в том, что полимер сохраняет основную химическую структуру и может быть использован без полного разрушения макромолекул, но эффективность резко снижается при смешении различных полимеров, наличии органических загрязнений, наполнителей и сложных многослойных конструкций, поэтому сортировка является принципиально важной стадией. Получается, что нельзя рассматривать «пластиковые отходы» как однородное сырье: различные полимеры имеют различные температуры переработки, химическую устойчивость, плотность, адгезионные свойства и характер термической деструкции.

С экологической точки зрения целесообразно выделять несколько групп полимерных отходов.

1. К первой относятся относительно чистые термопласты, пригодные преимущественно для механической переработки.

2. Ко второй – отходы, требующие контролируемой термопластической переработки с учетом температурного режима.

3. К третьей – химически чувствительные материалы, в частности содержащие хлорсодержащие полимеры, для которых необходим усиленный контроль состава и продуктов термического воздействия.

4. К четвертой – многокомпонентные и трудноидентифицируемые отходы, переработка которых требует специальных технологий или предварительного разделения.

Особенно осторожного подхода требуют операции, связанные с нагреванием, поэтому нельзя считать любую низкотемпературную переработку автоматически экологически безопасной, равно как нельзя оценивать термическую переработку только по максимальной температуре.

В этом деле необходимо учитывать конкретный химический состав отхода, продолжительность нагревания, наличие кислорода, присутствие стабилизаторов и других добавок.

Таким образом, переработку полимеров следует оценивать по принципу предотвращения совокупного воздействия. Оптимальной является не та технология, которая просто обеспечивает наибольшую массу переработанных отходов, а та, которая позволяет получить устойчивый вторичный продукт при приемлемых затратах энергии, минимальных выбросах и контролируемом последующем жизненном цикле.

В строительных материалах полимерные отходы могут применяться в различных формах: как мелкий или крупный заполнитель, волокно, дисперсная добавка, наполнитель или компонент легких композитов.

Наиболее исследованным направлением является частичная замена природного песка или другого заполнителя измельченным пластиком, так как подобный подход позволяет использовать отходы непосредственно в составе нового материала, переводя их из категории отходов в категорию вторичного сырья. При этом свойства получаемого материала определяются не только процентом замены песка пластиком. Существенное влияние оказывают тип полимера, размер и форма частиц, распределение фракций, состояние поверхности, степень загрязнения, наличие поверхностной обработки, состав цементной матрицы и условия твердения.

Следовательно, экологически и технологически рациональным является не максимальное, а оптимизированное содержание вторичного полимера. Для конструкционных материалов первостепенное значение имеют требования к прочности и долговечности; для теплоизоляционных и ограждающих материалов может быть допустимо большее содержание легкого полимерного заполнителя при условии соответствия требованиям безопасности и эксплуатации.

С экологической точки зрения использование полимерных отходов в строительных материалах имеет несколько потенциальных положительных эффектов.

Во-первых, сокращается количество отходов, направляемых на захоронение или неконтролируемое размещение.

Во-вторых, снижается потребность в первичном сырье, прежде всего в природных заполнителях.

В-третьих, при некоторых технологиях уменьшается потребность в производстве первичных полимерных материалов.

В-четвертых, получение легких материалов может приводить к дополнительным эксплуатационным преимуществам, связанным с теплоизоляцией и снижением массы конструкций.

Однако экологический эффект не должен определяться исключительно массой использованных отходов, например, если сбор, транспортировка, мойка, сушка и измельчение сильно загрязненного пластика требуют значительного количества энергии и воды, итоговое преимущество может существенно уменьшаться. Аналогично материал, который после относительно короткого периода

эксплуатации снова становится трудно перерабатываемым отходом, не обеспечивает полноценного замыкания материального цикла.

В конечном счете, экологически эффективная система обращения с полимерными отходами должна основываться на принципах ресурсосбережения, предотвращения загрязнения, технологической безопасности и замыкания материальных циклов, где использование полимерных отходов в строительных материалах может стать значимым элементом такой системы, но, при условии, что вторичный материал обеспечивает требуемые эксплуатационные характеристики, а его производство и последующее обращение не создают дополнительных экологических рисков.

Список использованных источников

1. Бобович Б.Б. Переработка отходов производства и потребления. - М.: Наукиздат, 2000. - 495 с.

2. Клинков А.С. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов. Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во Тамбовского гос. техн. ун-та, 2005. - 80 с.

COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF POLYMER WASTE RECYCLING AND RECYCLING

T.D. Tutkushbaev

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

The purpose of this work is a comprehensive environmental assessment of approaches to the processing and recycling of polymer waste, with special attention to the possibility of their involvement in the production of building materials.

Keywords: polymer waste, recycling, secondary raw materials, building materials, environmental safety.

УДК 504

ДЕКОРАТИВНЫЕ ЗЛАКИ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ГРУППА РАСТЕНИЙ ДЛЯ ГОРОДСКОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ

Т.Д. Туткушбаев

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

Декоративные злаки в последние десятилетия приобретают всё большее значение в современной практике озеленения городских территорий.

Ключевые слова: декоративные злаки, городское озеленение, растения, городская среда.

В последние годы заметно возрос интерес к природоподобным композициям, свободной структуре посадок и сочетанию растений, сохраняющих декоративность в разные сезоны. И тут злаки особенно хорошо соответствуют этому направлению. Их природная пластика способна смягчать геометрию городской архитектуры, создавать визуальные переходы между зданиями и растительными массивами, а также формировать более естественный характер общественных пространств.

В декоративном садоводстве используются как низкорослые плотнокустовые растения высотой 15–30 см, так и высокие виды, формирующие растительные массивы высотой 2–3 м и более.

Декоративный эффект злаков формируется несколькими основными компонентами:

– архитектурой куста;
– формой и направлением листьев;
– окраской листовой пластинки;
– структурой и окраской соцветий;
– осенней трансформацией окраски;
– сохранением сухих стеблей и соцветий в зимний период.

Таким образом, декоративность злаков принципиально отличается от декоративности растений, ценность которых преимущественно связана с периодом цветения (у многих злаков пик декоративности приходится на конец лета и осень, а высохшие соцветия способны сохранять структурную выразительность зимой). И для городского озеленения это имеет особое значение, поскольку позволяет уменьшить выраженность сезонного периода, когда цветники и декоративные посадки теряют визуальную структуру.

Другим важным преимуществом является возможность формирования устойчивых растительных массивов: многие многолетние злаки способны длительное время произрастать на одном месте без ежегодного восстановления посадок, тем самым снижая трудозатраты на обслуживание цветников.

При этом декоративные злаки не следует рассматривать исключительно как дополнение к цветочным растениям. так как в современной ландшафтной практике они могут выступать основой самостоятельных композиций, построенных на сочетании нескольких видов злаков различной высоты, формы и сезонной динамики, ведь такие посадки могут обыграть более естественным характером.

Но одной из центральных проблем использования декоративных злаков является несоответствие между огромным количеством сортов, представленных на международном рынке, и относительно небольшим числом растений, доказавших свою устойчивость в конкретных климатических условиях. И появление нового сорта в каталогах питомников ещё не означает его пригодности для широкого применения в определённом регионе, поэтому для оценки перспективности растения необходим комплексный анализ.

В первую очередь, учитывается зимостойкость, поскольку низкие температуры и нестабильный снежный покров являются одними из основных факторов, ограничивающих распространение теплолюбивых видов, однако одной только способности переживать зиму недостаточно, и необходимо также

учитывать сроки начала весеннего отрастания, продолжительность вегетационного периода, способность растения достигать характерных для сорта размеров, сроки и стабильность цветения, устойчивость к засухе и переувлажнению, а также сохранение декоративности в течение сезона.

Важным критерием является способность растения адаптироваться к условиям городской среды, так как такая среда отличается неоднородностью почв, уплотнением грунта, дефицитом влаги в отдельных местах, локальным перегревом, воздействием пыли и транспортных выбросов, и, поэтому сорт, хорошо развивающийся в коллекционном саду при оптимальном уходе, не всегда будет столь же устойчив в условиях улицы или общественного пространства. Также необходимо уделять внимание характеру разрастания, так как для городского озеленения предпочтительны растения, сохраняющие определённые границы куртины и не требующие постоянного ограничения площади распространения, и чрезмерно агрессивное вегетативное размножение может привести к вытеснению соседних растений и нарушению первоначального замысла композиции.

Итак, растения должны сохранять декоративность при ограниченном уходе, выдерживать периодические нарушения водного режима, переносить уплотнение почвы и сохранять устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов.

При создании городских композиций целесообразно учитывать и микроклимат конкретного участка: на открытых солнечных пространствах хорошо проявляют себя светолюбивые высокорослые виды, а в местах с более высокой влажностью могут использоваться влаголюбивые представители, приспособленные к соответствующим условиям. В полутени целесообразно применять теневыносливые декоративные злаки, которые способны сохранять плотность и декоративность листьев при ограниченном освещении.

Ещё важнейшее значение имеет и почвенный фактор, так как на городских территориях нередко встречаются участки с нарушенной структурой грунта и недостаточным содержанием органического вещества, поэтому при выборе растений следует отдавать предпочтение устойчивым видам, способным адаптироваться к менее благоприятным условиям, либо предусматривать предварительную подготовку посадочного субстрата.

Но особую ценность представляет способность злаков формировать композиции с выраженной сезонной динамикой. Весной акцент смещается на молодую листву и форму куста, летом – на объём и окраску листьев, в конце лета и осенью – на соцветия, а зимой – на сухие стебли и сохраняющуюся архитектуру растений. Такая динамика позволяет создавать пространства, визуально изменяющиеся в течение года без необходимости постоянной замены растительного материала. И в городских условиях это имеет не только эстетическое, но и экономическое значение, так как чем дольше сохраняется декоративный эффект многолетней посадки, тем меньше необходимость в её сезонной реконструкции.

Несмотря на очевидные преимущества декоративных злаков, их потенциал в городском озеленении ещё не исчерпан. Поэтому одним из важнейших направлений дальнейших исследований остаётся расширение региональных испытаний новых сортов, так как ассортимент мирового рынка постоянно увеличивается, и

значительная часть новых культиваров нуждается в проверке на зимостойкость и стабильность сезонного развития в конкретных климатических условиях.

Вместе с тем использование декоративных злаков требует дифференцированного подхода, так как агрессивно распространяющиеся растения должны применяться с учётом их биологических особенностей, а недостаточно зимостойкие сорта – только после соответствующей региональной проверки. Следовательно, перспективность растения должна оцениваться не по одному декоративному признаку, а по совокупности биологических, экологических и эксплуатационных характеристик.

Список использованных источников

1. Полетико О.М., Мишенкова А.П. Декоративные травянистые растения открытого грунта: справочник по номенклатуре родов и видов. - Л.: Наука, 1967. - 208 с.

2. Шеремет Е. В. Злаковые культуры в озеленении / Е. В. Шеремет, Д. С. Барышников // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития: сб. статей междунар. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова". - Воронеж, 2020. - С. 9-10.

ORNAMENTAL GRASSES AS A PROMISING GROUP OF PLANTS FOR URBAN LANDSCAPING

T.D. Tutkushbaev

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

Ornamental grasses have become increasingly important in the modern practice of urban landscaping in recent decades.

Keywords: ornamental grasses, urban landscaping, plants, urban environment.

УДК 504

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

И.В. Федченко

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия.

Строительная деятельность характеризуется значительным потреблением природных ресурсов, материалов, энергии и воды и способна оказывать комплексное воздействие на атмосферный воздух, водные ресурсы, почвы, растительный и животный мир.

В статье рассмотрены вопросы экологически рациональной организации строительства.

Ключевые слова: строительное производство, охрана окружающей среды, экология, экологический менеджмент, строительство.

Экологические последствия строительства формируются не только после ввода объекта в эксплуатацию, но и непосредственно в процессе его возведения. Уже на начальной стадии происходит подготовка территории, устройство временных дорог, организация мест складирования, размещение строительных машин и механизмов, прокладка временных инженерных коммуникаций, а уже в дальнейшем выполняются земляные, бетонные, монтажные, отделочные и другие работы, каждая из которых имеет определённые экологические аспекты.

Получается, что строительное производство имеет ряд специфических характеристик, которые определяют его экологическое воздействие.

Следовательно, экологические последствия строительного производства необходимо рассматривать как совокупный результат многочисленных взаимосвязанных процессов. Негативное воздействие может возникать даже в результате относительно небольших нарушений, если они повторяются на протяжении всего периода строительства.

Получается, что для экологически безопасного строительства необходима рациональная организация строительной площадки.

Проект организации строительства должен предусматривать расположение временных зданий и сооружений, складов, транспортных путей, зон работы строительных машин, мест накопления отходов и участков выполнения отдельных технологических операций. При этом расположение указанных элементов должно обеспечивать не только технологическое удобство, но и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

Особое значение имеет ограничение площади строительной площадки фактически необходимыми пределами, так как необоснованное расширение территории приводит к дополнительному нарушению почвенного покрова и уничтожению растительности. И сами временные дороги и проезды должны устраиваться по возможности на минимальной протяжённости, а существующая дорожная инфраструктура должна использоваться там, где это технически и организационно допустимо.

Но больше всего подвергаются непосредственному воздействию земельные ресурсы, при чем практически на всех стадиях строительства, а наиболее значительные изменения связаны с разработкой котлованов и траншей, устройством фундаментов, прокладкой временных дорог, перемещением строительной техники и складированием материалов. От чего все строительные работы должны выполняться в установленных границах, а перемещение техники – по специально предусмотренным маршрутам.

Особого внимания требует плодородный слой почвы, так как при проведении земляных работ его следует отделять от нижележащего грунта, хранить с соблюдением соответствующих требований и использовать в дальнейшем при благоустройстве или восстановлении территории, если это предусмотрено

проектными решениями. Важное значение имеет также предотвращение захламления территории строительными отходами. Их необходимо своевременно собирать и перемещать в специально предназначенные места временного накопления.

И уже после завершения строительства временно занятые территории должны быть освобождены от оборудования, материалов и отходов, а нарушенные участки – восстановлены в соответствии с проектными решениями.

Таким образом, охрана земельных ресурсов должна рассматриваться как непрерывный процесс, начинающийся до начала земляных работ и завершающийся восстановлением территории.

Но что делать со значительным количеством пыли, которое возникает при разработке и перемещении грунта и ряде выполнении других отделочных и производственных операций?

Снижение выбросов от техники требует прежде всего поддержания машин в исправном техническом состоянии, то есть, регулярное техническое обслуживание позволяет снизить вероятность повышенного расхода топлива и образования избыточных выбросов. Также при перевозке песка, щебня, грунта и других пылящих материалов необходимо исключать их рассеивание по пути следования.

На строительной площадке должны применяться мероприятия по снижению пылеобразования, характер и интенсивность которых определяются технологией работ и конкретными природно-климатическими условиями.

Отдельного внимания заслуживает запрет на открытое сжигание строительных отходов, так как сжигание полимеров, кабельной продукции, резины, упаковки и других материалов может сопровождаться образованием загрязняющих веществ и одновременно создавать пожарную опасность.

Таким образом, защита атмосферного воздуха должна основываться на сочетании технической исправности машин, рациональной организации транспорта и технологических методов подавления пылевых выбросов.

Но особенно чувствительными являются территории, расположенные в непосредственной близости от рек, озёр, каналов и других водных объектов, где у них потенциальными источниками загрязнения являются поверхностный сток с территории строительной площадки, нефтепродукты, остатки строительных растворов, взвешенные вещества, бытовые сточные воды и аварийные проливы технических жидкостей, почему и важна правильная организация водоотведения. В этом контексте поверхностные воды не должны бесконтрольно направляться с загрязнённой территории непосредственно в природные водные объекты, и при необходимости должны предусматриваться соответствующие системы сбора и очистки; бытовые помещения строительной площадки также требуют надлежащей организаци; санитарно-бытовые блоки должны быть оборудованы системами сбора и отвода сточных вод в соответствии с применимыми санитарными и экологическими требованиями.

Предотвращение загрязнения водных ресурсов является более эффективным решением, чем последующее устранение последствий, поэтому места хранения потенциально опасных веществ, технического обслуживания и заправки

машин должны располагаться таким образом, чтобы минимизировать риск их попадания в систему поверхностного стока.

Но даже тщательно разработанные природоохранные мероприятия не обеспечат результата без постоянного контроля их выполнения.

Экологический контроль в строительстве должен осуществляться на протяжении всего периода производства работ: на подготовительной стадии проверяется наличие необходимых проектных решений и разрешительной документации, а процессе строительства контролируются состояние строительной площадки, обращение с отходами, эксплуатация техники, соблюдение установленных границ территории, состояние временных дорог, хранение материалов и горюче-смазочных веществ.

Особое значение имеет документирование выявленных нарушений и последующих корректирующих действий. Это позволяет не только устранять конкретную проблему, но и устанавливать её причину.

Итак, систему организации строительного производства с учётом экологических требований целесообразно представить как последовательность взаимосвязанных управленческих действий.

На первоначальном этапе определяются потенциальные источники воздействия и экологические ограничения территории. Далее проектируются строительная площадка и технология производства работ таким образом, чтобы минимизировать площадь нарушения земель, объём транспортных операций, образование отходов и вероятность загрязнения. В ходе строительства осуществляется постоянный контроль соблюдения установленных требований, где при выявлении отклонений принимаются корректирующие меры. После завершения работ осуществляется экологическая оценка состояния территории, вывоз оставшихся отходов, демонтаж временной инфраструктуры и восстановление нарушенных участков.

Таким образом, экологическое управление строительством представляет собой непрерывный процесс:

Список использованных источников

1. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. Учеб. пособие для строит, спец. вузов. М.: ООО "БАСТЕТ", 2006. 216 с.

ORGANIZATION OF CONSTRUCTION PRODUCTION TAKING INTO ACCOUNT THE REQUIREMENTS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

I.V. Fedchenko

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

Construction activity is characterized by significant consumption of natural resources, materials, energy and water and is capable of having a complex impact on atmospheric air, water resources, soils, flora and fauna.

The article discusses the issues of environmentally sound organization of construction.

Keywords: construction industry, environmental protection, ecology, environmental management, construction.

УДК 504

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ

И.В. Федченко

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

Показано, что исследование керна, шлама и других образцов горных пород может рассматриваться как важный элемент инженерно-геологических и экологических исследований при освоении территорий, подвергающихся антропогенному и техногенному воздействию.

Ключевые слова: горные породы, образцы пород, керн, геологическая среда, техногенное воздействие, антропогенная нагрузка.

Строительство подземных и наземных сооружений, прокладка транспортной инфраструктуры, бурение скважин и проведение различных инженерно-геологических работ изменяют естественное состояние горного массива, при чем, характер и интенсивность возникающих изменений определяются не только масштабом хозяйственной деятельности, но и составом, структурой, физико-механическими и геохимическими свойствами горных пород.

Сама техногенная нагрузка представляет собой совокупность воздействий хозяйственной деятельности человека, способных изменять естественное состояние геологических компонентов, где ее источниками могут быть добыча полезных ископаемых, строительство, бурение, разработка месторождений, создание подземных сооружений, изменение режима подземных вод и размещение промышленных отходов. И влияние описанных техногенных факторов на горные породы может иметь механический, физический, химический и гидрогеологический характер:

1. Механическое воздействие проявляется в нарушении целостности массива, формировании трещин, разрушении и перемещении пород.

2. Химическое воздействие связано с изменением состава минерального вещества вследствие взаимодействия с промышленными растворами, загрязняющими веществами, измененными подземными водами и атмосферными компонентами.

3. Физическое воздействие может выражаться в изменении температуры, влажности, давления и других параметров среды. К примеру, изменение горного

давления, вскрытие новых поверхностей и проведение горных выработок могут активизировать процессы деформации и разрушения пород, в результате чего меняются фильтрационные свойства массива, условия движения подземных вод и характер взаимодействия воды с минеральным веществом.

И вот основой исследования состояния горных пород является правильный отбор, подготовка и документирование образцов. В зависимости от целей работы материалом могут выступать керн из буровых скважин, образцы пород из горных выработок и естественных обнажений, буровой шлам, отдельные минеральные фракции, а также образцы, отобранные из зон предполагаемого техногенного воздействия.

Особое значение имеет сохранение пространственной и геологической информации об образце, где для каждого образца целесообразно фиксировать глубину или координаты отбора, литологический тип породы, особенности залегания, наличие видимых трещин, степень выветрелости, влажность, цвет, структуру и другие диагностические признаки. Также при исследовании техногенно нарушенных территорий необходимо учитывать расстояние от источника воздействия, продолжительность эксплуатации объекта и характер хозяйственной деятельности.

Как правило, первоначальным этапом является макроскопическое исследования, чтобы установить основные признаки породы, которые могут быть выявлены без применения сложного оборудования. Еще определяются цвет, структура, текстура, размер и форма зерен, степень цементации, характер контактов между минеральными компонентами, наличие пор, каверн, прожилков и трещин. Важным диагностическим признаком являются вторичные изменения, к которым относятся выветривание, окремнение, карбонатизация, окисление, гидратация и другие процессы.

Итогом, макроскопическое описание имеет не только самостоятельное значение, но и определяет дальнейшую программу лабораторных исследований, например, наличие выраженной трещиноватости может потребовать дополнительного анализа механической прочности и водопроницаемости, а признаки химического изменения – проведения минералогических и геохимических исследований.

Следующим важным направлением является петрографическое исследование, которое осуществляется преимущественно с использованием полированных или прозрачных шлифов с целью изучить внутреннее строение породы на микроскопическом уровне, там же определяются минеральный состав, размер и форма зерен, характер взаимного расположения компонентов, тип цемента, особенности порового пространства, микротрещиноватость и признаки вторичных процессов.

Петрографический анализ особенно важен при сравнении образцов из различных зон одного геологического объекта, то есть, если часть территории испытывает техногенное воздействие, а другая сохраняет относительно естественное состояние, сравнительный анализ может выявить различия в степени разрушения минералов, развитии микротрещин, изменении цемента и появлении вторичных минералов. При этом необходимо учитывать естественную

неоднородность геологического массива, поскольку различия между образцами не всегда являются следствием хозяйственной деятельности.

Также для уточнения минерального состава применяются минералогические методы, среди которых важное место занимает рентгенофазовый анализ, что дает возможность идентифицировать кристаллические минеральные фазы и оценить изменения их содержания. Метод особенно информативен при исследовании глинистых минералов, карбонатов, полевых шпатов, кварца и других распространенных компонентов горных пород.

Важную группу составляют физические и физико-механические методы исследования: к основным параметрам относятся плотность, объемная масса, пористость, влажность, водопоглощение, водопроницаемость, прочность при одноосном сжатии, сопротивление растяжению, деформируемость и устойчивость к циклическому воздействию воды. К примеру, плотность и пористость позволяют оценивать строение порового пространства и степень уплотнения материала, но изменение этих характеристик может быть связано как с естественными геологическими процессами, так и с техногенной нагрузкой, например, нарушение массива при проведении горных работ может сопровождаться образованием дополнительных трещин, увеличением эффективной пористости и изменением условий фильтрации подземных вод. Или снижение прочности может быть связано с разрушением цемента, развитием трещин, изменением влажности, химическим воздействием или выветриванием. Однако интерпретация результатов должна проводиться с учетом литологии и естественной неоднородности породы.

Отдельное направление представляет геохимическое исследование, позволяющее определить элементный состав пород и выявить изменения концентраций отдельных химических компонентов. В зависимости от поставленной задачи могут определяться макро- и микроэлементы, органические соединения, формы нахождения отдельных элементов и другие показатели.

Таким образом, техногенное воздействие не следует рассматривать только как внешнее механическое нарушение массива. Оно может проявляться через изменение целого комплекса взаимосвязанных свойств: структуры, минералогического состава, пористости, водопроницаемости, прочности и геохимического состояния.

Важным показателем становится степень соответствия фактических характеристик пород их исходному или природному состоянию. Для этого можно использовать сравнительный подход, при котором образцы из зоны предполагаемого воздействия сопоставляются с образцами, характеризующими естественные условия, либо с данными предыдущих исследований.

Следует также учитывать, что интенсивность техногенного воздействия зависит от конкретных геологических условий, ведь одна и та же технология может вызывать различные последствия в массиве, сложенном плотными кристаллическими породами, рыхлыми песчаниками, карбонатами или глинистыми отложениями, поэтому универсальная оценка без учета литологии и условий залегания может быть недостаточно информативной.

Таким образом, получаемая информация может использоваться для обоснования инженерных решений, повышения безопасности промышленной деятельности, рационального освоения минеральных ресурсов и контроля техногенной нагрузки на геологическую среду.

Список использованных источников

1. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. Москва, «Стройиздат», 1986.

2. Сает Ю. Е., Онищенко Т. Л., Янин Е. П. Методические рекомендации по геохимическим исследованиям рудных месторождений при проведении геологоразведочных работ для оценки воздействия на окружающую среду горнодобывающих предприятий. М.: Изд-во ИМГРЭ, 1986.

STUDY OF ROCK SAMPLES TO ASSESS THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

I.V. Fedchenko

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

It is shown that the study of core, sludge, outcrops and other rock samples can be considered as an important element of engineering, geological and environmental research in the development of territories exposed to anthropogenic and man-made impacts.

Keywords: rocks, rock samples, core, geological environment, anthropogenic impact, anthropogenic load

УДК 504

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

И.В. Федченко

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

Целью настоящей статьи является рассмотрение подходов к строительству с учетом требований сохранения биоразнообразия, и определение сути и значения мероприятий, позволяющих предупреждать компенсировать воздействие строительной деятельности на природные экосистемы.

Ключевые слова: биоразнообразие, строительное производство, экологическая безопасность, местообитания, экосистемы, растительность, животный мир.

Уже на уровне организации строительного производства возникает целый комплекс факторов, способных изменять природные характеристики территории и условия существования живых организмов.

Особую актуальность приобретает проблема сохранения биоразнообразия.

Непосредственное воздействие выражается в удалении растительности, разрушении почвенного покрова, уничтожении мест обитания и размножения организмов, а косвенное воздействие связано с шумом, вибрацией, искусственным освещением, изменением водного режима, загрязнением почвы и воды, усилением антропогенной нагрузки и фрагментацией природных территорий.

Но масштаб строительной деятельности в современном мире постоянно возрастает вследствие развития городов, транспортной инфраструктуры, промышленности и инженерных сетей, при чем, воздействие строительства на окружающую среду также имеет комплексный характер. Например, атмосферный воздух подвергается воздействию выбросов строительной техники и пылевых частиц, водные ресурсы могут загрязняться поверхностным стоком и нефтепродуктами, почвы испытывают механическое воздействие и уплотнение, растительность удаляется или повреждается, а животный мир испытывает влияние шума, вибрации, движения техники и изменения среды обитания.

С точки зрения биоразнообразия особое значение имеет то обстоятельство, что перечисленные факторы взаимосвязаны, например, прокладка временной дороги может одновременно привести к удалению растительности, уплотнению почвы, изменению поверхностного стока, возникновению шума и разделению ранее единого участка местообитания.

И, следовательно, экологическое воздействие невозможно адекватно оценить посредством анализа только одного параметра.

Особенно существенной проблемой является фрагментация местообитаний, так как даже при относительно небольшой площади непосредственно нарушенной территории строительство линейного объекта способно разделить природный массив на отдельные части и затруднить перемещение животных, распространение растений и обмен между популяциями. Поэтому при организации строительства необходимо учитывать не только площадь непосредственно занятой территории, но и ее положение относительно окружающей экологической структуры.

И в этом смысле, экологическая безопасность строительного объекта во многом определяется решениями, принимаемыми уже на стадии проектирования, так как именно на этом этапе устанавливаются расположение объекта, объем земляных работ, площадь строительной площадки, транспортные маршруты, размещение временной инфраструктуры, способы водоотведения и технология производства работ.

С точки зрения сохранения биоразнообразия принципиально важно провести предварительное обследование территории, и как правило, до начала строительства необходимо установить характер растительного покрова, наличие природных местообитаний, водных объектов, заболоченных участков, крупных

деревьев и потенциально ценных участков. При этом одноразовое обследование не всегда позволяет получить полную картину биоразнообразия, так как многие организмы имеют выраженную сезонную активность, поэтому экологическое обследование должно учитывать особенности жизненного цикла растений и животных. Это особенно важно при планировании земляных работ, расчистке территории и других операциях, способных привести к непосредственному разрушению местообитаний.

Получается, что проектирование должно быть ориентировано на сохранение природных элементов, которые могут продолжать выполнять экологические функции после завершения строительства. К таким элементам относятся участки естественной растительности, крупные деревья, водоемы, водотоки, прибрежные зоны, кустарниковые сообщества и другие компоненты природной структуры территории.

И хоть удаление растительного покрова является одним из наиболее очевидных последствий строительной деятельности, все же экологическое значение растительности значительно шире ее визуальной функции. Растительные сообщества формируют местообитания для животных, защищают почву от эрозии, участвуют в регулировании водного режима и поддерживают многочисленные пищевые связи, поэтому существующая растительность должна сохраняться на тех участках, где ее удаление не является необходимым для реализации проектных решений. Особого внимания требуют крупные и старовозрастные деревья, естественные лесные сообщества, прибрежная растительность и участки с редкими видами, и, в таком случае, необходимо учитывать также воздействие строительной техники на корневые системы. Даже если дерево не удаляется непосредственно, проезд тяжелой техники в зоне распространения корней, складирование материалов и изменение структуры почвы могут привести к его постепенному повреждению.

Не менее важное значение имеет сохранение почвенного биоразнообразия, так как почва сама по себе представляет собой сложную живую систему, в которой функционируют микроорганизмы, беспозвоночные и другие организмы, а земляные работы и уплотнение могут существенно изменить условия существования этих организмов, поэтому снятие плодородного слоя, его хранение и последующее использование при восстановлении территории должны быть организованы таким образом, чтобы минимизировать потерю его биологических свойств.

Животные также подвергаются воздействию строительства как непосредственно, так и косвенно. Непосредственные последствия могут быть связаны с разрушением убежищ, гнезд и нор, гибелью животных при движении техники и уничтожением кормовых участков. Косвенное воздействие обусловлено шумом, вибрацией, искусственным освещением, присутствием людей и изменением растительного покрова.

Особенно чувствительными могут быть периоды размножения, гнездования, выращивания потомства, миграции и зимовки. Поэтому календарное

планирование строительства должно по возможности учитывать биологические циклы организмов.

В практическом отношении это означает, что экологический контроль на строительной площадке должен включать не только наблюдение за загрязнением воздуха, воды и почвы, но и контроль состояния природных местообитаний.

В связи с этим экологическая оценка строительного проекта должна учитывать территорию не как совокупность изолированных участков, а как систему взаимосвязанных местообитаний.

Особенно актуально это при строительстве автомобильных и железных дорог, трубопроводов, линий электропередачи и других протяженных объектов, поскольку при их проектировании необходимо анализировать пересечение с существующими природными связями и при необходимости предусматривать решения, обеспечивающие возможность перемещения животных. К таким решениям могут относиться экологические переходы, сохранение полос естественной растительности, специальные проходы под дорогами и другие сооружения.

Строительные и демонтажные отходы являются существенным фактором воздействия на природные территории, так как при неправильном хранении отходы могут загрязнять почву и воду, распространяться за пределы площадки и создавать опасность для животных.

Таким образом, организация строительного производства с учетом требований сохранения биоразнообразия представляет собой комплексную научно-практическую задачу, объединяющую проектные, организационные, технологические и природоохранные решения.

Список использованных источников

1. Организация строительного производства. Учебник для вузов. Т.Н. Цай, П.Г. Грабовой. В.А. Большаков и др. М., 2019.

ORGANIZATION OF CONSTRUCTION PRODUCTION, TAKING INTO ACCOUNT THE REQUIREMENTS OF BIODIVERSITY CONSERVATION

I.V. Fedchenko

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia.

The purpose of this article is to consider approaches to construction, taking into account the requirements of biodiversity conservation, and to determine the essence and significance of measures to prevent and compensate for the impact of construction activities on natural ecosystems.

Keywords: biodiversity, construction industry, environmental safety, habitats, ecosystems, vegetation, wildlife.

УДК 633.35:631.82

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЛИЙСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ ЗЕЛЕНОГО ГОРОХА

А.Р. Черных, Д.П. Илиади[1]

Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), г. Москва, Россия

В обзоре приведены данные современных исследований о влиянии калийного питания на рост, продуктивность и физиологическое состояние гороха посевного (Pisum sativum L.). Рассмотрены результаты полевых экспериментов, демонстрирующих зависимость урожайности и качества продукции (содержание витамина С, белка) от доз внесения калия. Обсуждается роль калия в регуляции водного режима, фотосинтеза и ферментативной активности, а также его протекторное действие при кадмиевом стрессе. Отмечена необходимость учёта исходных свойств почвы, соотношения элементов питания и сортовых особенностей при подборе оптимальных доз калийных удобрений.

Ключевые слова: горох посевной, Pisum sativum, калийные удобрения, урожайность, качество продукции, минеральное питание, абиотический стресс, эффективность удобрений.

Горох посевной (Pisum sativum L.) характеризуется высокой потребностью в элементах минерального питания, среди которых калий играет существенную роль в формировании урожая и поддержании физиологических процессов растений. Значение калия связано не только с обеспечением продуктивности, но и с его участием в регуляции водного режима, фотосинтетических процессов, работе ферментных систем и метаболизме азота. Поэтому влияние калийного питания на рост и продуктивность гороха рассматривается в ряде современных агрохимических исследований.

Одним из наиболее показательных исследований является работа M. A. Quddus, R. Ahmed, M. S. Islam, M. A. Siddiky и M. A. Rahman «Evaluation of Potassium Nutrition in Productivity, Quality and Potassium Use Efficiency of Garden Pea in Terrace Soils» (2023), выполненная в условиях террасовых почв Бангладеш в течение двух сезонов (2017–2018 и 2018–2019 гг.). Авторы изучали пять уровней калийного питания – от полного отсутствия калия до 60 кг/га.

Результаты показали выраженную зависимость урожайности от обеспеченности калием. Наибольшая урожайность зелёных стручков – 5352 кг/га – и семян – 1568 кг/га – была получена при внесении 50 кг K/га, тогда как в контроле эти показатели составили 4376 и 1062 кг/га соответственно. Прирост относительно варианта без калия составил 22,3 % для стручков и 47,6 % для семян. При дозе 60 кг/га дальнейшего роста урожайности не наблюдалось, что свидетельствует

[1] Научный руководитель: И.Р. Селиванова

об отсутствии пропорциональной зависимости между количеством удобрения и продуктивностью.

Максимальное содержание витамина С (42,0 мг/100 г) и белка (22,4 %) также отмечено при 50 кг K/га. При этом наибольшее общее поглощение калия растениями зафиксировано при 60 кг/га, то есть наиболее интенсивное потребление элемента не совпадало с вариантом максимальной урожайности. Наивысшие показатели агрономической и физиологической эффективности использования калия также соответствовали дозе 50 кг K/га.

Влияние калийного питания проявлялось не только непосредственно через урожайность. Согласно результатам Quddus et al. в статье «Evaluation of Potassium Nutrition in Productivity, Quality and Potassium Use Efficiency of Garden Pea in Terrace Soils» (2023), внесение калия сопровождалось изменениями ряда морфологических и продукционных признаков, включая высоту растений, количество ветвей, характеристики стручков и образование клубеньков. На основании полученных данных авторы связывали положительное действие калия с его участием в регуляции физиологических процессов и взаимодействии с другими элементами минерального питания. При этом результаты относятся к конкретным условиям опыта – сортовому материалу, дозам удобрения и калий-дефицитной террасовой почве, поэтому их нельзя непосредственно переносить на все типы почв и условия выращивания.

Другой аспект минерального питания гороха рассмотрен Л. Yeremko, V. Hanhur и M. Staniak в статье «Effect of Mineral Fertilization and Seed Inoculation with Microbial Preparation on Seed and Protein Yield of Pea (Pisum sativum L.)» (2024). Исследование было направлено на оценку совместного действия минерального питания и предпосевной инокуляции семян микробным препаратом Rhizogumin. Авторы сравнивали различные уровни NPK, способы внесения азота и наличие либо отсутствие инокуляции семян. Работа проводилась в 2015–2017 гг. в условиях Украины.

Результаты Yeremko, Hanhur и Staniak в статье «Effect of Mineral Fertilization and Seed Inoculation with Microbial Preparation on Seed and Protein Yield of Pea (Pisum sativum L.)» (2024) показали, что изменение режима минерального питания существенно влияло на площадь листовой поверхности и накопление биомассы. В зависимости от дозы и способа внесения азота применение минеральных удобрений увеличивало площадь листьев в среднем на 22,7–60,3 % по сравнению с контролем. Инокуляция семян также оказывала положительное влияние, хотя выраженность эффекта была ниже и в среднем составляла 4,67 % для площади листовой поверхности. Наиболее высокие значения ряда показателей роста были получены при сочетании инокуляции с повышенным обеспечением NPK и дробным внесением азота.

Таким образом, данные Yeremko, Hanhur и Staniak в статье «Effect of Mineral Fertilization and Seed Inoculation with Microbial Preparation on Seed and Protein Yield of Pea (Pisum sativum L.)» (2024) показывают, что продуктивность гороха определяется не только абсолютным количеством внесённых элементов, но и их соотношением и способом применения. В частности, авторы отмечали преимущество дробного внесения азота перед однократным внесением при отдельных

вариантах опыта. Это дополняет результаты исследований калийного питания, поскольку показывает необходимость рассматривать действие K в системе взаимодействующих элементов, а не изолированно.

Влияние калия на физиологическое состояние гороха в условиях неблагоприятного воздействия тяжёлых металлов исследовали T. Abbas, R. Fan, S. Hussain и соавторы в статье «Protective Effect of Jasmonic Acid and Potassium against Cadmium Stress in Peas (Pisum sativum L.)» (2022). Исследование было опубликовано в Saudi Journal of Biological Sciences, 29(4), 2626–2633; DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.12.051. Эксперимент был посвящён воздействию кадмия и оценке действия калия, жасмоновой кислоты и их сочетания на растения гороха. (PubMed)

По данным Abbas et al. в статье «Protective Effect of Jasmonic Acid and Potassium against Cadmium Stress in Peas (Pisum sativum L.)» (2022), кадмиевый стресс приводил к снижению ряда показателей роста растений, включая длину побега и корня, количество листьев, площадь листовой поверхности, свежую и сухую массу. Внесение калия при стрессовом воздействии частично изменяло эти показатели в сторону увеличения. Более выраженный эффект наблюдался при совместном применении калия и жасмоновой кислоты. Кроме морфологических характеристик, авторы исследовали активность ферментов, связанных с антиоксидантной защитой и азотным обменом. Совместное применение K и JA сопровождалось изменениями активности супероксиддисмутазы, пероксидазы, каталазы, нитратредуктазы и нитритредуктазы.

Таким образом, результаты Abbas et al. в статье «Protective Effect of Jasmonic Acid and Potassium against Cadmium Stress in Peas (Pisum sativum L.)» (2022) расширяют представление о функции калия: его значение проявляется не только в формировании урожая, но и в реакции растений на абиотический стресс. Однако исследование проводилось в специально созданных условиях кадмиевого воздействия, поэтому полученные эффекты нельзя автоматически рассматривать как универсальные для обычных условий выращивания гороха.

Дополнительные данные о совместном влиянии калийного питания и свойств почвы представлены в работе Т. М. Германович и И. А. Царук «Продуктивность и качество гороха в зависимости от известкования и доз калийных удобрений при возделывании на слабокислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почве» (2009), опубликованной в журнале «Почвоведение и агрохимия». Авторы исследовали действие известкования и различных доз калийных удобрений на продуктивность гороха.

Согласно приведённым в исходном материале данным Германович и Царук в статье «Продуктивность и качество гороха в зависимости от известкования и доз калийных удобрений при возделывании на слабокислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почве» (2009), сочетание доломитовой муки с минеральным питанием влияло на формирование листового аппарата и накопление сухого вещества. При варианте N16P60K150 на фоне доломитовой муки масса сухого вещества к фазе созревания возрастала с 52,6 до 72,3 ц/га относительно варианта без калийной составляющей в соответствующей системе удобрения.

Оптимальная площадь листовой поверхности по критерию формирования урожая семян была указана на уровне 36,8 тыс. м²/га.

Сопоставление рассмотренных исследований показывает, что действие калия на горох имеет комплексный характер. В условиях калийного дефицита увеличение обеспеченности этим элементом способно сопровождаться ростом урожайности и улучшением отдельных показателей качества продукции, что продемонстрировано Quddus et al. в статье «Evaluation of Potassium Nutrition in Productivity, Quality and Potassium Use Efficiency of Garden Pea in Terrace Soils» (2023). В то же время результаты Yeremko, Hanhur и Staniak в статье «Effect of Mineral Fertilization and Seed Inoculation with Microbial Preparation on Seed and Protein Yield of Pea (Pisum sativum L.)» (2024) показывают, что эффективность питания зависит от сочетания элементов, доз и способов их внесения. Исследование Abbas et al. «Protective Effect of Jasmonic Acid and Potassium against Cadmium Stress in Peas (Pisum sativum L.)» (2022) дополнительно демонстрирует значение калия при стрессовом воздействии, а работа Германович и Царук «Продуктивность и качество гороха в зависимости от известкования и доз калийных удобрений при возделывании на слабокислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почве» (2009) указывает на зависимость эффекта удобрения от агрохимических свойств почвы.

В целом литературные данные свидетельствуют о том, что оценка калийного питания гороха должна учитывать не только величину внесённой дозы, но и исходную обеспеченность почвы элементами питания, реакцию почвенной среды, сочетание калия с азотом и фосфором, а также конкретные условия выращивания. При этом результаты отдельных полевых и стрессовых экспериментов не позволяют установить единую универсальную дозу калия для всех сортов гороха и типов почв. Поэтому дальнейшее изучение зависимости между формой калийного удобрения, уровнем обеспеченности почвы калием и продуктивностью различных сортов Pisum sativum остаётся актуальным направлением исследований.

Список использованных источников

1. Quddus M. A., Ahmed R., Islam M. S., Siddiky M. A., Rahman M. A. Evaluation of Potassium Nutrition in Productivity, Quality and Potassium Use Efficiency of Garden Pea in Terrace Soils // Bangladesh Journal of Agricultural Research. 2023. Vol. 48, No. 3. P. 307–323.

2. Yeremko L., Hanhur V., Staniak M. Effect of Mineral Fertilization and Seed Inoculation with Microbial Preparation on Seed and Protein Yield of Pea (Pisum sativum L.) // Agronomy. 2024. Vol. 14, No. 5. Art. 1004. DOI: 10.3390/agronomy14051004.

3. Abbas T., Fan R., Hussain S., Sattar A., Khalid S., Butt M., Shahzad U., Muhammad Atif H., Batool M., Ullah S., Li Y., Al-Hashimi A., Elshikh M. S., Al-Yahyai R. Protective Effect of Jasmonic Acid and Potassium against Cadmium Stress in Peas (Pisum sativum L.) // Saudi Journal of Biological Sciences. 2022. Vol. 29, No. 4. P. 2626–2633. DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.12.051.

4. Германович Т. М., Царук И. А. Продуктивность и качество гороха в зависимости от известкования и доз калийных удобрений при возделывании на слабокислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. 2009. № 1 (42). С. 144–155.

5. Sayed E. G., Ouis M. A. Improvement of pea plants growth, yield, and seed quality using glass fertilizers and biofertilizers // Environmental Technology & Innovation. 2022. Vol. 26. Art. 102356.

A STUDY OF THE EFFECT OF POTASSIUM-CONTAINING FERTILIZERS ON THE GROWTH OF GREEN PEAS

A.R. Chernykh, D.P. Iliadi[1]

Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University)
Moscow, Russia

The review presents data from modern studies on the effect of potassium nutrition on the growth, productivity, and physiological state of common pea (Pisum sativum L.). The results of field experiments demonstrating the dependence of yield and product quality (vitamin C content, protein content) on potassium application rates are considered. The role of potassium in regulating the water regime, photosynthesis, and enzymatic activity, as well as its protective effect under cadmium stress, is discussed. The need to take into account the initial properties of the soil, the ratio of nutrients, and varietal characteristics when selecting optimal doses of potassium fertilizers is noted.

Keywords: field pea, Pisum sativum, potassium fertilizers, yield, product quality, mineral nutrition, abiotic stress, fertilizer efficiency.

УДК 504

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕЗЕРВА АГРОЛАНДШАФТОВ И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕРРИТОРИЙ

А.Е. Ярославцева

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

В статье рассмотрены теоретические и методические основы оценки экологического резерва агроландшафтов как одного из показателей их способности сохранять экологические функции в условиях интенсивного хозяйственного использования территории.

Ключевые слова: агроландшафт, экологический резерв, территория, антропогенная нагрузка, биоразнообразие, землепользование.

[1] Scientific supervisor: I.R. Selivanova

Агроландшафт представляет собой сложную природно-антропогенную систему, в которой природные компоненты тесно взаимодействуют с территориями, преобразованными хозяйственной деятельностью человека, но, в отличие от естественных ландшафтов, они характеризуются значительной долей пахотных земель, регулярным воздействием сельскохозяйственной техники, применением удобрений и постоянным изъятием биологической продукции, почему вопрос сохранения внутри сельскохозяйственных территорий элементов, способных выполнять экологические и средообразующие функции посредством экологического резерва принимат особую актуальность.

Понятие экологического резерва целесообразно рассматривать в тесной связи с представлениями об устойчивости экосистем и способности природных комплексов сохранять основные функции при воздействии внешних факторов, и, в общем смысле экологический резерв характеризует наличие в структуре территории природных и полуприродных компонентов, которые способны компенсировать или ослаблять негативное воздействие хозяйственной деятельности.

Применительно к агроландшафтам экологический резерв можно определить как совокупность природных, восстановительных и средообразующих возможностей территории, обеспечиваемых сохранением определенной доли естественных и приближенных к естественным экосистем, их пространственной связанностью и функциональным состоянием.

Такое понимание предполагает, что экологический резерв не следует отождествлять исключительно с площадью незадействованных в интенсивном сельскохозяйственном производстве земель. При чем, сам по себе факт наличия определенной площади леса, пастбища или водного объекта еще не свидетельствует о достаточной экологической устойчивости территории, иважны также состояние этих объектов, их расположение относительно сельскохозяйственных угодий, способность выполнять соответствующие экологические функции и степень включенности в единую пространственную систему.

Экологический резерв формируется прежде всего за счет тех элементов агроландшафта, которые отличаются большей степенью природности и выполняют стабилизирующие функции:

1. Лесные насаждения способны снижать скорость ветра, уменьшать интенсивность дефляции, задерживать снег, регулировать микроклимат и участвовать в формировании водного режима.

2. Полезащитные лесные полосы особенно значимы в районах с высокой степенью распаханности, поскольку создают локальные барьеры для эрозионных процессов и одновременно служат местом обитания различных видов животных.

3. Сенокосы, пастбища и другие травянистые сообщества выполняют важную роль в защите почвы от разрушения, накоплении органического вещества и поддержании разнообразия растительного и животного мира.

4. Различные насаждения, которые в отличие от однолетних сельскохозяйственных культур, они обеспечивают более длительное сохранение растительного покрова и корневой системы, способствуют структурированию почвы и

создают относительно стабильные условия для формирования биоценотических связей.

5. Водные объекты и прибрежные территории, которые участвуют в регулировании поверхностного стока, поддерживают местообитания различных организмов и могут выполнять функции естественных биологических фильтров.

Таким образом, экологический резерв представляет собой не отдельный природный компонент, а совокупность элементов ландшафтной структуры, а его величина зависят от соотношения различных типов угодий, их пространственного размещения, состояния и степени антропогенной нагрузки. И чем выше степень антропогенной преобразованности территории, тем большее значение приобретает наличие компенсирующих природных компонентов, поэтому экологический резерв может рассматриваться как один из внутренних механизмов устойчивости агроландшафта.

Особенно важным является наличие экологических связей между отдельными природными участками, например, лесные полосы, балки, долины водотоков, участки естественной растительности и другие линейные либо площадные элементы могут формировать своеобразный экологический каркас территории – это обеспечивает перемещение организмов, способствует обмену генетическим материалом и поддерживает устойчивость локальных популяций. А фрагментация природных территорий, напротив, приводит к изоляции отдельных участков: при высокой степени расчлененности агроландшафта сокращается площадь местообитаний, нарушаются миграционные связи и возрастает влияние окружающих антропогенно преобразованных территорий.

Поэтому оценка экологического резерва должна включать не только показатель его площади, но и характеристики пространственной связанности, то есть, в практическом отношении это может осуществляться с использованием показателей фрагментации, плотности экологических границ, расстояний между природными участками и доли территории, связанной экологическими коридорами.

Таким образом, оценка экологического резерва может рассматриваться как перспективный инструмент экологической диагностики и пространственного планирования сельскохозяйственных территорий. И использование данного показателя в сочетании с характеристиками антропогенной нагрузки, качества природных компонентов и их пространственной связанности создает основу для более обоснованного управления агроландшафтами и перехода к принципам экологически сбалансированного землепользования.

Список использованных источников

1. Околелова, А. А. Теоретические аспекты экологии: Учебно-методическое пособие / А. А. Околелова, Г. С. Егорова. - Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2007. - 84 с.

2. Агроэкология. / В. А. Черников [и др.]; под ред. В. А. Черникова, А. И. Черекеса. - М.: Колос, 2000. - 536 с.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL RESERVE OF AGROLANDSCAPES AND ITS ROLE IN ENSURING THE SUSTAINABILITY OF TERRITORIES

A.E. Yaroslavtseva

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article discusses the theoretical and methodological foundations for assessing the ecological reserve of agrolandscapes as one of the indicators of their ability to maintain ecological functions in conditions of intensive economic use of the territory.

Keywords: agrolandscape, ecological reserve, territory, anthropogenic impact, biodiversity, land use.

УДК 504

ПАНДЕМИЯ COVID-19 КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А.Е. Ярославцева

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Пандемия COVID-19 стала не только масштабным санитарно-эпидемиологическим и социально-экономическим кризисом, но и значимым фактором трансформации антропогенной нагрузки на окружающую среду. В статье рассматривается комплексное воздействие пандемии на состояние окружающей среды.

Ключевые слова: COVID-19, пандемия, окружающая среда, экологические последствия, загрязнение воздуха, выбросы CO_2.

Пандемия COVID-19, начавшаяся в конце 2019 года и получившая глобальное распространение в 2020 году, и стала одним из наиболее масштабных событий XXI века. Её последствия затронули практически все сферы общественной жизни: здравоохранение, экономику, транспорт, международную торговлю, занятость, образование и структуру потребления.

На первый взгляд пандемия могла восприниматься как своеобразный «эксперимент», продемонстрировавший, насколько быстро может измениться состояние окружающей среды при резком снижении антропогенной активности. Однако подобная интерпретация была бы неполной, так как одновременно с сокращением одних видов экологической нагрузки происходило усиление других, к примеру, как увеличение объёмов медицинских отходов или рост использования одноразовой упаковки.

Особенно заметным было сокращение мобильности населения: закрытие границ, переход на дистанционную работу, ограничения на проведение массовых мероприятий и сокращение туристических поездок привели к уменьшению количества автомобильных и авиаперевозок.

Для крупных городов это означало существенное снижение одного из основных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Изменения затронули и промышленный сектор, так как в период наиболее жёстких ограничений многие предприятия временно сокращали производство или полностью прекращали работу. А снижение спроса на промышленную продукцию и нарушение международных цепочек поставок дополнительно уменьшали объём экономической активности, что дало результат в том, что уменьшилось потребление отдельных видов топлива и, соответственно, снизились связанные с ними выбросы.

При этом необходимо учитывать, что сокращение антропогенной нагрузки не было одинаковым для всех отраслей: некоторые виды деятельности практически остановились, тогда как другие, напротив, существенно увеличили масштабы работы, и, особенно это относится к здравоохранению, логистике, производству медицинских товаров, средств индивидуальной защиты и некоторым сегментам электронной торговли.

Следовательно, пандемия изменила не только общий объём человеческой деятельности, но и её структуру.

Получатся, одним из наиболее заметных экологических эффектов пандемии стало временное улучшение качества атмосферного воздуха: в городах, где транспорт являлся существенным источником загрязнения, сокращение количества автомобилей и общественного транспорта сопровождалось снижением концентрации оксидов азота и ряда других загрязняющих веществ.Особенно наглядно эти изменения фиксировались с помощью спутникового мониторинга: снижение концентрации диоксида азота наблюдалось в ряде крупных промышленных и урбанизированных районов мира.

Положительная динамика наблюдалась и в отношении выбросов углекислого газа, а именно, сокращение использования топлива в энергетике, промышленности и транспортном секторе привело к значительному временному снижению глобальных антропогенных выбросов CO_2.

Однако важнейшей особенностью этого процесса являлось его временное происхождение, так как сокращение выбросов произошло, прежде всего, вследствие экономического спада и ограничений мобильности, а не вследствие глубокого технологического перехода к низкоуглеродной экономике. Но по мере восстановления экономической активности выбросы начали увеличиваться, и даже беспрецедентное сокращение экономической активности не привело к долгосрочному решению проблемы изменения климата. Это демонстрирует, что климатическая политика не может основываться на снижении производства и мобильности населения как таковых.

Изменения наблюдались также в состоянии водных ресурсов. В некоторых регионах временное сокращение промышленного производства и туристической деятельности привело к снижению нагрузки на водные экосистемы, а в местах,

где туризм являлся одним из основных источников антропогенного воздействия, уменьшение числа посетителей могло способствовать временному снижению нагрузки на прибрежные территории, водоёмы и инфраструктуру.

А вот одним из наиболее существенных негативных экологических последствий пандемии стало увеличение объёмов медицинских отходов: массовое использование масок, перчаток, защитных костюмов, одноразовых халатов, шприцев и других медицинских материалов резко увеличило нагрузку на системы обращения с отходами. Особенно серьёзной проблемой это стало для государств и регионов, где ещё до пандемии отсутствовала достаточная инфраструктура для сортировки, обезвреживания и безопасной утилизации медицинских отходов, так как рост их количества мог приводить к перегрузке существующих систем и повышать вероятность неправильного обращения с отходами.

Таким образом, пандемия создала своеобразный экологический парадокс: средства индивидуальной защиты были необходимы для защиты здоровья населения и медицинских работников, однако их массовое одноразовое использование увеличило нагрузку на системы обращения с отходами.

Пандемия оказала влияние и на биоразнообразие, причём последствия были неоднозначными. Снижение туристической активности и временное уменьшение числа посетителей природных территорий в некоторых регионах могли способствовать сокращению антропогенного давления на особо охраняемые природные территории. При этом, сокращение транспортной активности, шума и рекреационной нагрузки потенциально создавало более благоприятные условия для отдельных видов животных. В некоторых местах наблюдалось увеличение присутствия животных на территориях, которые обычно интенсивно используются человеком.

При чем, подобные явления не следует рассматривать как универсальное восстановление природы. Отдельные случаи изменения поведения животных не означают системного восстановления биоразнообразия, так как экосистемы зависят от значительно более широкого комплекса факторов, включая состояние местообитаний, доступность пищи, уровень загрязнения, климатические изменения и интенсивность хозяйственного использования земель. И кроме того, пандемия могла создавать противоположные эффекты, такие как экономические трудности, сокращение доходов местного населения, где особенно уязвимыми оказались природоохранные территории, финансирование которых зависело от туризма, ведь снижение числа туристов могло приводить к уменьшению доходов парков и заповедников, что потенциально ограничивало возможности экологического мониторинга и охраны территорий.

Итогом, анализ экологических последствий COVID-19 позволяет сделать вывод о том, что пандемия не привела к однозначному улучшению или ухудшению состояния окружающей среды. Она вызвала структурное перераспределение антропогенной нагрузки. Наиболее очевидным положительным эффектом стало краткосрочное снижение транспортных и промышленных выбросов, так как в отдельных регионах улучшилось качество воздуха, снизилась концентрация некоторых загрязнителей и временно сократились выбросы CO_2.

Однако эти результаты в значительной степени зависели от ограничений экономической активности и поэтому оказались нестабильными. И по мере восстановления производства, транспорта и потребления значительная часть прежней нагрузки вернулась.

Список использованных источников

1. Кальнер В.Д. Пандемический анализ окружающей среды обитания // Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. №6. С. 1-2.

COVID-19 PANDEMIC AS A FACTOR OF ENVIRONMENTAL CHANGE

A. E. Yaroslavtseva

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The COVID-19 pandemic has become not only a large-scale sanitary, epidemiological and socio-economic crisis, but also a significant factor in the transformation of anthropogenic environmental impact. The article examines the complex impact of the pandemic on the environment.

Keywords: COVID-19, pandemic, environment, environmental impacts, air pollution, CO_2 emissions.

УДК 504

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.Е. Ярославцева

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

В статье рассматриваются основные направления климатической трансформации Западной Сибири и связанные с ней геоэкологические последствия.

Ключевые слова: изменение климата, Западная Сибирь, геоэкология, мерзлота.

Западно-Сибирская равнина отличается огромной площадью, преимущественно равнинным рельефом, значительной протяженностью с севера на юг и четко выраженной природной зональностью, и в пределах региона последовательно сменяются арктические и субарктические ландшафты, лесотундра, северная и средняя тайга, южная тайга, подтайга, лесостепные и степные территории. На востоке и юго-востоке природные условия дополняются горными системами Алтая и прилегающих территорий, где климатические изменения взаимодействуют с рельефом, высотной поясностью, лавинными и склоновыми процессами.

Таким образом, Западная Сибирь представляет собой сложную природную систему, в которой климатические изменения способны запускать каскад взаимосвязанных геоэкологических процессов.

И одной из главных особенностей таких климатических изменений в Западной Сибири является их пространственная неоднородность, так как огромная площадь региона исключает возможность описания климатической трансформации одним универсальным сценарием. Имеется в виду, что реакция северной тундры, таежной зоны, лесостепи и степи различается вследствие неодинакового сочетания температуры, осадков, испаряемости, снежного покрова, свойств грунтов и характера растительности.

Рассмотрим пример влияния изменения климата с учётом реакции каждой зоны.

Очевидно, что первым принципиальным изменением является повышение температуры воздуха. И тут, для высоких широт характерна особенно высокая чувствительность природных систем к потеплению, поскольку здесь даже относительно небольшие изменения теплового режима способны влиять на продолжительность вегетационного периода, глубину сезонного протаивания грунтов. В результате температурные изменения постепенно преобразуют не отдельные природные компоненты, а всю систему связей между атмосферой, почвой, растительностью, водами и мерзлотой.

При этом потепление сопровождается изменением режима атмосферных осадков, так как наблюдения для Сибири в целом показывают рост годовых и экстремальных осадков в течение второй половины XX – начала XXI века, причем в районах многолетней мерзлоты темпы изменения осадков в ряде исследований оказались выше, чем в районах без мерзлоты. Это имеет существенное значение, поскольку увеличение осадков не обязательно компенсирует последствия повышения температуры: одновременно возрастает испарительный спрос атмосферы, изменяется продолжительность снежного периода и трансформируется сезонное распределение влаги.

Следовательно, одним из центральных вопросов оценки будущего состояния Западной Сибири является не столько определение направления изменения осадков, сколько установление будущего соотношения между поступлением влаги и ее расходованием.

В северной же части региона дополнительные осадки при определенных условиях способны способствовать переувлажнению и усилению гидрологических процессов. В южной части, напротив, повышение температуры при недостаточном увеличении осадков может привести к росту испаряемости и усилению дефицита влаги.

Именно поэтому однозначное утверждение о повсеместной аридизации Западной Сибири было бы методологически некорректным.

Вторым из наиболее значимых последствий современного потепления для Западной Сибири является трансформация многолетнемерзлых грунтов.

Мерзлота представляет собой не просто замерзший грунт, а важнейший структурный элемент северных геосистем, которая регулирует водообмен между поверхностными и подземными водами, определяет глубину корнеобитаемого слоя, влияет на устойчивость рельефа и одновременно ограничивает проникновение воды и растворенных веществ в глубокие горизонты. И повышение температуры воздуха и изменение снежного покрова способны увеличивать температуру грунтов, так как снег обладает теплоизоляционными свойствами, поэтому увеличение его мощности зимой в ряде условий препятствует сильному охлаждению почвы. В результате зимнее потепление может оказывать на состояние мерзлоты не менее существенное воздействие, чем непосредственное повышение летних температур.При чем, при потеплении возрастает мощность сезонно-талого слоя, а граница многолетнемерзлых грунтов постепенно смещается в сторону более холодных условий.

В районах распространения льдистых грунтов это способно приводить к развитию термокарста, термоэрозии, просадкам поверхности и изменению микрорельефа, формируются новые понижения, термокарстовые озера и заболоченные участки, меняется направление поверхностного и внутрипочвенного стока.

Таким образом, деградация мерзлоты представляет собой не единичное явление, а цепочку взаимосвязанных геоэкологических процессов: оттаивание грунта изменяет рельеф, рельеф перестраивает водный режим, изменение водного режима влияет на растительность, а растительность и снежный покров, в свою очередь, изменяют тепловой баланс грунта.

Особенно уязвимыми являются северные территории с высоким содержанием подземного льда, так как в них оттаивание способно сопровождаться выраженными морфологическими изменениями поверхности и, напротив, на территориях с относительно малой льдистостью грунтов деформации могут быть менее значительными, хотя изменение температурного режима и глубины сезонного протаивания также способно влиять на функционирование экосистем.

Также Западно-Сибирская низменность является одним из крупнейших болотных регионов мира, а ее торфяные массивы играют значительную роль в регулировании водного режима и накоплении органического углерода, поэтому любые изменения температуры и влагообеспеченности способны иметь последствия далеко за пределами отдельных болотных комплексов.

И торфяные экосистемы обладают двойственной реакцией на изменение климата, где с одной стороны, потепление может увеличить продолжительность вегетационного периода и способствовать росту отдельных видов растений, а с другой стороны, повышение температуры ускоряет микробиологические процессы разложения органического вещества. Если одновременно снижается уровень грунтовых вод, ранее накопленный торф становится более доступным для аэробного разложения, что способно уменьшать способность экосистемы накапливать углерод.

Поэтому судьба западносибирских торфяников определяется не только температурой, но и гидрологическим режимом.

В то же время повышение влажности в отдельных районах способно поддерживать или даже усиливать заболачивание, именно поэтому климатические последствия для болот Западной Сибири имеют мозаичный характер. На одних участках возможно сохранение переувлажненного состояния, на других – усиление разложения торфа, изменение растительности и постепенная трансформация болотного комплекса.

Также изменение болотных экосистем связано с трансформацией поверхностного стока: просадка мерзлотных участков, формирование термокарстовых озер и изменение глубины сезонного протаивания могут приводить к перераспределению воды внутри бассейнов. При этом в условиях сплошной мерзлоты гидрологическая связь между поверхностными водами и глубокими подземными горизонтами остается существенно ограниченной, тогда как при деградации мерзлоты эта связь может усиливаться.

Таким образом, потепление способно изменить не только отдельные болота, но и функционирование крупных речных бассейнов Западной Сибири. Изменения водообмена между почвами, болотами, озерами, реками и подземными водами могут отражаться на переносе растворенного органического углерода, питательных веществ и других химических элементов.

Получается, что главным проявлением климатической трансформации является повышение температуры, которое взаимодействует с изменением режима осадков, снежного покрова и водного баланса, и в результате изменяются условия функционирования практически всех основных компонентов природной среды – от почв и растительности до многолетней мерзлоты, болот и речных систем.

Список использованных источников

1. Гололобов Е.И. История Сибири: Экологическое источниковедение Северо-Западной Сибири (конец XIX - начало XX в.): Учеб. пособие. Сургут: РИО СурГПИ, 2005. 121 с.

2. Медведков А. А. Как глобальное потепление меняет природу сибирской тайги? // Природа. 2016. № 12 (1216). С. 40-47.

THE IMPACT OF MODERN CLIMATIC CHANGES ON THE GEOECOLOGICAL STATE OF WESTERN SIBERIA

A.E. Yaroslavtseva

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article examines the main directions of the climatic transformation of Western Siberia and the geoecological consequences associated with it.

Keywords: climate change, Western Siberia, geoecology.

УДК 504

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ, РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

А.Е. Ярославцева

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В статье рассматриваются основные механизмы взаимного влияния климата, почв, растительности и биоразнообразия

Ключевые слова: Западная Сибирь, изменение климата, почвенный покров, растительность, биоразнообразие, почва.

Почвенный покров, растительность и биоразнообразие представляют собой тесно связанные компоненты природных систем. И изменение одного из этих факторов неизбежно отражается на других компонентах, формируя сложную систему прямых и обратных связей. Особенно отчетливо данная взаимосвязь проявляется в условиях изменения климата, так как повышение температуры воздуха изменяет продолжительность вегетационного периода и интенсивность биологических процессов, или изменение осадков влияет на влажность почвы и доступность воды для растений.

Рассмотрим подробнее в данной статье с учетом влияния на Западную Сибирь.

Данный регион характеризуется огромной площадью и выраженной сменой природных зон с севера на юг: в его пределах представлены арктические и субарктические ландшафты, тундра, лесотундра, различные типы тайги, подтайга, лесостепь и степь, при чем, значительную площадь занимают болота и торфяники, а на востоке и юго-востоке располагаются горные территории.

Почва является одним из наиболее чувствительных компонентов природной среды, поскольку в ней одновременно отражаются климатические, гидрологические и биологические процессы. И повышение температуры обычно ускоряет биологическую активность почвы, а при достаточной влажности это может сопровождаться усилением разложения растительных остатков и одновременно увеличением поступления органического вещества за счет более высокой продуктивности растений. А в условиях холодного климата низкие температуры ограничивают активность микроорганизмов и замедляют разложение органических остатков, поэтому в северных и таежных экосистемах значительная часть углерода накапливается в почвах и торфяных горизонтах. Потепление способно ускорить этот процесс, увеличивая скорость минерализации органического вещества.

Но интенсивность данного процесса зависит еще от содержания влаги, так как в переувлажненных условиях недостаток кислорода ограничивает разложение органики, тогда как осушение почвы создает более благоприятные условия для аэробной минерализации, поэтому потепление в сочетании с изменением

гидрологического режима способно существенно изменить углеродный баланс почв.

Особенно важна эта закономерность для торфяных почв Западной Сибири, так как огромные запасы органического вещества, накопленные в течение длительного времени, являются одновременно важным элементом природной системы и потенциальным источником углерода при изменении условий увлажнения.

Одним из наиболее значимых последствий климатических изменений является увеличение продолжительности периода, в течение которого в почве происходят активные биологические и химические процессы, ведь более продолжительный теплый сезон создает условия для усиления деятельности микроорганизмов и почвенной фауны, к примеру:

1. В таежной зоне это может сопровождаться ускорением разложения лесной подстилки, при чем, увеличение растительной продуктивности способно компенсировать часть потерь органического вещества за счет дополнительного поступления растительных остатков.

2. В северных районах ситуация существенно отличается: здесь почвенные процессы тесно связаны с состоянием многолетней мерзлоты. При ее деградации увеличивается мощность активного слоя, то есть горизонта грунта, который ежегодно оттаивает и промерзает. Это расширяет пространство для корневой системы растений и микроорганизмов, одновременно изменяя водный режим.

В результате ранее недоступное органическое вещество может вовлекаться в биологический круговорот, так как его разложение сопровождается выделением углекислого газа и, при анаэробных условиях, метана.

А как климатические изменения отражаются на растительности?

Тот одним из наиболее очевидных ответов – это, то, что потепления приводят к увеличению продолжительности вегетационного периода (более раннее начало весеннего развития растений и более позднее завершение осенней вегетации). Это все приводит к увеличению потенциальной продолжительности периода фотосинтетической активности. Однако продолжительность теплого периода сама по себе не определяет продуктивность экосистемы, так как для нормального роста растений необходима достаточная влажность: Еели повышение температуры сопровождается увеличением испаряемости и недостаточным количеством осадков, дополнительное тепло может не привести к увеличению продуктивности.

Поэтому реакция растительности Западной Сибири определяется взаимодействием двух основных факторов – тепла и влаги.

В северных районах потепление может способствовать увеличению высоты и сомкнутости кустарникового покрова, расширению участия древесных видов и постепенной перестройке тундровых сообществ. В таежной зоне изменение температуры и влажности может отражаться на соотношении древесных пород, продуктивности лесов и скорости естественного возобновления. Но в южной части региона более продолжительный теплый сезон может создавать

благоприятные условия для отдельных видов сельскохозяйственных и естественных растений.

Таким образом, повышение температуры не следует автоматически интерпретировать как улучшение условий для растений. Его эффект зависит от конкретного сочетания климатических и почвенно-гидрологических условий.

Итак, выходит, что почвенный покров и растительность непосредственно определяют условия существования животных, микроорганизмов и других компонентов биоты. Но если изменяется состав растительного сообщества, одновременно меняется кормовая база животных, и если трансформируется почвенный покров, меняются условия существования почвенной фауны и микроорганизмов.

Таким образом, климатическое воздействие на биоразнообразие чаще всего происходит не напрямую, а через изменение местообитаний.

И вот в условиях потепления одни виды могут расширять свои ареалы, тогда как другие сталкиваются с сокращением подходящих условий, особенно уязвимыми являются виды, адаптированные к узкому диапазону температур и влажности. Например, на севере это может касаться холодолюбивых видов тундровых экосистем, в горных районах аналогичная проблема возникает у высокогорных организмов, которые ограничены верхними пределами горных систем и не всегда способны перемещаться вслед за изменением климатических условий, в южных же районах существенную роль играет антропогенная фрагментация местообитаний. Даже при наличии потенциально подходящих климатических условий перемещение видов может ограничиваться сельскохозяйственными угодьями, дорогами и другими объектами.

Следовательно, состояние биоразнообразия определяется не только климатом, но и степенью сохранности природных местообитаний. Получается, что в природных системах Западной Сибири почва, растительность и биоразнообразие образуют единую систему взаимных связей: почва обеспечивает растения водой и питательными веществами; растительность поступлением органического вещества участвует в формировании почвы; живые организмы ускоряют разложение органических остатков и преобразование элементов питания. Например, повышение температуры ускоряет разложение растительных остатков. Это изменяет содержание органического вещества в почве, и одновременно более продолжительный вегетационный период может увеличить поступление новой биомассы.

Таким образом, современные климатические изменения приводят не к изолированному изменению отдельных природных компонентов, а к перестройке всей системы «почва – растительность – биоразнообразие», и именно взаимосвязь этих компонентов определяет устойчивость экосистем Западной Сибири.

Список использованных источников

1. Медведков А. А. Как глобальное потепление меняет природу сибирской тайги? // Природа. 2016. № 12 (1216). С. 40-47.

SOIL COVER, VEGETATION AND BIODIVERSITY OF WESTERN SIBERIA IN THE CONTEXT OF MODERN CLIMATIC CHANGES

A.E. Yaroslavtseva

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

The article discusses the main mechanisms of the mutual influence of climate, soils, vegetation and biodiversity.

Keywords: Western Siberia, climate change, soil cover, vegetation, biodiversity, soil.

УДК 630*23

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ГКУ ПО «АХУНСКО-ЛЕНИНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»

Н.Ю. Лобанова

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

В статье представлены результаты разработки проекта организации рекреационного лесопользования на лесном участке площадью 1,0 га, расположенном в Ольшанском участковом лесничестве ГКУ ПО «Ахунско-Ленинское лесничество». На основе натурного обследования и перечислительной таксации установлена лесоводственно-таксационная характеристика насаждений. Разработано функциональное зонирование территории, предусматривающее размещение объектов рекреационной инфраструктуры, и предложен комплекс мероприятий по благоустройству, озеленению и противопожарному обустройству участка, направленный на создание комфортной и экологически устойчивой зоны отдыха.

Ключевые слова: рекреация, лесопользование, лесопарковое хозяйство, функциональное зонирование, благоустройство территории.

Современная жизнь человека, связана с постоянной нехваткой времени, избытком информации и высоким психоэмоциональным напряжением. В этих условиях лесной ландшафт воспринимается не только как источник ресурсов, а становится важным естественным механизмом адаптации, который реализуется через рекреацию. Полноценный отдых на специально выделенной лесной территории невозможен без создания качественной рекреационной среды с необходимой инфраструктурой. Причина в том, что массовое и неконтролируемое пребывание отдыхающих наносит ущерб лесной экосистеме и со временем может привести к деградации лесных массивов. Благоустройство мест массового отдыха — обустройство удобных пешеходных дорожек, размещение малых архитектурных

форм и инженерных сооружений — помогает регулировать туристические потоки и предотвращать чрезмерное антропогенное давление на экосистему.

Целью исследования является разработка проекта организации рекреационной деятельности с благоустройством предоставленного лесного участка на территории ГКУ ПО «Ахунско-Ленинское лесничество». Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: проведение перечислительной таксации на лесном участке; разработка проекта функционального зонирования территории и определение мест размещения объектов рекреационного назначения; предложение плана мероприятий, направленных на благоустройство и озеленение лесного участка; разработка мероприятий по пожарной безопасности лесного участка, используемого в рекреационных целях.

Объектом исследования является лесной участок общей площадью 1,0 га, состоящий из частей выделов 4 и 5 квартала 74 Ольшанского участкового лесничества. В 5 км юго-западнее участка проходит автомобильная дорога общего пользования г. Пенза – пгт. Шемышейка. В общей площади лесного участка покрытые лесной растительностью земли занимают 60,0 %, нелесные земли, представленные ландшафтной поляной, – 40,0 %. Вся площадь лесного участка относится к категории защитных лесов – «леса, расположенные в водоохранных зонах».

Материал для выполнения работы собран в ГКУ ПО «Ахунско-Ленинское лесничество». Таксационная характеристика древесной растительности получена методом сплошного перечета. С использованием мерной вилки на высоте 1,3 метра и высотомера выполнены замеры диаметра и высоты стволов. Полученные данные обработаны с помощью приложения Microsoft Office Excel. Ландшафтные показатели оценены по «Общесоюзным нормативам для таксации лесов». Категории санитарного состояния определяли согласно Постановлению Правительства РФ от 09.12.2020 № 2047. Класс природной пожарной опасности устанавливался по шкале оценки лесных участков.

В результате сплошного перечета установлено, что на покрытых лесной растительностью землях площадью 0,6 га произрастает смешанное приспевающее дубовое насаждение с составом 6Дн2Б1Кл1Лп. Средний возраст насаждения составляет 65 лет, средний класс бонитета – III, средняя полнота – 0,7. Средний запас древесины составляет 160 м³/га. При натурном обследовании нелесных земель (ландшафтной поляны) площадью 0,4 га выявлено наличие отдельных единичных деревьев березы, дуба низкоствольного, вяза и липы в количестве 51 шт. Санитарное состояние насаждений оценено как удовлетворительное, что позволяет использовать участок в рекреационных целях без существенных ограничений.

Разработанное функциональное зонирование территории предполагает рекреационное использование всего участка с выделением зон для размещения временных построек, мест отдыха, детской игровой площадки и хозяйственных объектов. Проектом предусмотрено строительство некапитальных объектов из экологически чистых материалов. К существующим объектам, уже возведенным на ландшафтной поляне, относятся гостиница размером 20×10 м и домик для обслуживания персонала размером 14×10 м, выполненные из бревна на блочном

разборном фундаменте. На предстоящий период запланировано возведение кафе размером 13×10 м в восточной части участка, а также 10 домиков для отдыха. Вдоль западной границы планируется построить 8 домиков размером 4×4 м каждый, а вдоль северной – 2 домика размером 8×5 м. Для строительства домиков предполагается использовать оцилиндрованное бревно, которое обладает отличными показателями прочности, долговечности, хорошей тепло- и звукоизоляцией, а также органично вписывается в естественный природный ландшафт. Из хозяйственных построек в северной части участка планируется строительство бани из пеноблоков размером 6×5 м, отделанной снаружи металлическим сайдингом блок-хаус.

Комплекс мероприятий по благоустройству территории включает создание дорожно-тропиночной сети, устройство мест и площадок для отдыха, установку малых архитектурных форм. Проектируется создание пешеходных дорожек с твердым покрытием общей протяженностью около 380,0 м. В качестве покрытия предусматривается использование декоративной тротуарной плитки «брусчатка», преимущества которой заключаются в отличных физико-механических свойствах, простоте укладки, эстетичности и гармоничном сочетании с природным ландшафтом. В плане благоустройства предусмотрена установка беседки размером 5×3 м, детской площадки с качелями-балансиром, песочницей и скамьями, а также переносных металлических мангалов (11 шт.) и урн для мусора (13 шт.). Важное место отводится озеленению территории и уходу за существующими насаждениями, включая санитарную обрезку и формирование опушечных зон.

Меры противопожарного обустройства разработаны с учётом III класса природной пожарной опасности лесного участка и требований Постановления Правительства РФ от 07.10.2020 № 1614. В пожароопасный сезон на участке запрещается разведение костров в хвойных насаждениях, бросание горящих спичек и окурков, выжигание хвороста и лесной подстилки. Проектом предусмотрена установка предупредительных аншлагов (1 шт.), устройство минерализованных полос вдоль юго-западной границы протяжённостью 0,12 км и ежегодный двукратный уход за ними (0,24 км). Для обеспечения противопожарного водоснабжения планируется использование водоема, находящегося в непосредственной близости к участку. Также предусмотрено создание пункта сосредоточения противопожарного инвентаря в соответствии с приказом Минприроды России от 09.04.2025 № 183, включающего ранцевые огнетушители, топоры, лопаты и емкости для доставки воды.

Таким образом, в ходе исследования был разработан проект организации рекреационного лесопользования на территории ГКУ ПО «Ахунско-Ленинское лесничество». Установлено, что лесной участок площадью 1,0 га представлен смешанным приспевающим дубовым насаждением с запасом 160 м³/га и удовлетворительным санитарным состоянием. Разработанное функциональное зонирование и комплекс мероприятий по благоустройству позволят создать комфортную зону отдыха, сохранив экологическую целостность лесной экосистемы. Предложенные меры противопожарного обустройства обеспечат безопасность территории в период рекреационного использования.

Список использованных источников

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 29.12.2025) // СПС «Консультант плюс».
2. Постановление Правительства РФ от 09.12.2020 № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах» // СПС «Консультант плюс».
3. Постановление Правительства РФ от 07.10.2020 № 1614 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах» // СПС «Консультант плюс».
4. Приказ Минприроды России от 09.04.2025 № 183 «Об утверждении видов средств предупреждения и тушения лесных пожаров...» // СПС «Консультант плюс».
5. Лесохозяйственный регламент Ленинского лесничества ГКУ ПО «Ахунско-Ленинское лесничество». – Пенза, 2025. – 247 с.
6. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загреев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко и др. – Москва: Колос, 1992. – 495 с.
7. Тарасов, А.И. Рекреационное лесопользование / А.И. Тарасов. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 176 с.
8. Тюльпанов, Н.М. Лесопарковое хозяйство / Н.М. Тюльпанов. – Ленинград: Стройиздат, 1975. – 160 с.

ORGANIZATION OF RECREATIONAL ACTIVITY ON THE TERRITORY OF THE STATE CENTER FOR NATURAL RESOURCES MANAGEMENT “AKHUN-LENINSKOYE FORESTRY

N.Yu. Lobanova

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The article presents the results of developing a project for organizing recreational forest use on a forest plot with an area of 1.0 ha, located in the Olshanskoye local forestry of the State Institution of the Volgograd Region “Akhunsko-Leninskoye Forestry”. Based on a field survey and enumerative taxation, the forestry and taxation characteristics of the stands were established. A functional zoning of the territory has been developed, which предусматривает the placement of recreational infrastructure facilities, and a set of measures for the improvement, landscaping, and fire-prevention arrangement of the plot has been proposed, aimed at creating a comfortable and environmentally sustainable recreation area.

Keywords: recreation, forest use, forest and park management, functional zoning, landscaping.

СОДЕРЖАНИЕ

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ ЗЕМЕЛЬ, ЗАНЯТЫХ ЛЕСАМИ В КУЗНЕЦКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ
В.А. Гущина 3

АГРОЛЕСОВОДСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДДЕРЖАНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
М.А. Володькин 8

ГУБЕРНСКИЙ ЛЕСНИЧИЙ – ДВА ВЕКА НА СЛУЖБЕ РОССИЙСКОМУ ЛЕСУ
О.А. Володькина, А.А. Володькин 13

ВЛИЯНИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА: МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ РИСКА
Г.М. Альбикова 19

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЖИВОТНЫХ ОТ КЛИМАТА ДО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ
Г.М. Альбикова 23

ГОРОДСКАЯ ЭКОЛОГИЯ: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ И ПУТИ РЕШЕНИЯ
Г.М. Альбикова 26

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Г.М. Альбикова 28

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЧЕРЕЗ БИОИНДИКАТОРЫ В ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТАХ
Г.М. Альбикова 31

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОТХОДОВ САХАРНОЙ ИНДУСТРИИ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
Е.В. Батракова 35

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НАБЕРЕЖНЫХ
Е.Д. Бауман 38

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
Е.Д. Бауман 41

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ
М.М. Бессмертный 45

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
М.М. Бессмертный 48

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ТРАНСФОРМАЦИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ
М.М. Бессмертный 51

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ И УСТОЙЧИВОСТЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
М.М. Бессмертный 54

МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
М.М. Бессмертный 56

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ В СИСТЕМЕ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
М.М. Бессмертный 59

РОЛЬ ЛЕСОВ В СНИЖЕНИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ
М.М. Бессмертный 62

ФРАГМЕНТАЦИЯ МЕСТООБИТАНИЙ КАК УГРОЗА БИОРАЗНООБРАЗИЮ
М.М. Бессмертный 65

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ (2000–2026 ГГ.)
В.А. Бурлуцкий, Г.О. Декин, А.В. Зеленев, А.А. Ткаченко, В.Н. Мазуров 68

ВОДОРАЗДЕЛЬНЫЕ ПОЛОСЫ ГЕНКО И ИХ ВКЛАД В СТЕПНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ РОССИИ
А.А. Володькин 76

THE ROLE OF CHINESE LANGUAGE EDUCATION IN ENVIRONMENTAL AWARENESS-RAISING AMONG YOUTH
Gao Yibo 81

РОЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И НКО В ЭКОПРОСВЕЩЕНИИ И ПОВЫШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ МОЛОДЕЖИ
Т.Г. Гарбузова 86

ПОНЯТИЕ СУБЪЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МИГРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Е.А. Гепп 90

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КАК ПРИЧИНА МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ
Е.А. Гепп 94

РАЗРАБОТКА ЖИДКИХ КАЛЬЦИЙ-МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ БЕСПОЧВЕННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОНАТОВ ЕДТА
А.М. Гилёв 97

РОЛЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИНСТИТУТОВ В РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ
Е.А. Дмитриев 101

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МОНИТОРИНГЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
И.А. Дрозденко 105

КОГДА ТЕХНОЛОГИИ ПОМОГАЮТ ПРИРОДЕ: ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
И.А. Дрозденко 108

НА ГРАНИ ПЕРЕМЕН: КАК КЛИМАТ МЕНЯЕТ МИР ЖИВОЙ ПРИРОДЫ
И.А. Дрозденко 111

ОТ ДАННЫХ К ДЕЙСТВИЯМ: ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОНИТОРИНГЕ И СОХРАНЕНИИ ЭКОСИСТЕМ
И.А. Дрозденко 114

ОТ ОХРАНЫ К РАЗВИТИЮ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ
И.А. Дрозденко 117

ПРИРОДА БЕЗ ГРАНИЦ: ОБЪЕДИНЯЯ НАУКУ, ТЕХНОЛОГИИ И ОБЩЕСТВО РАДИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
И.А. Дрозденко 120

ПРИРОДА В ЭПОХУ ПЕРЕМЕН: БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПЕРЕД ЛИЦОМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ВЫЗОВОВ
И.А. Дрозденко 123

ЭКОЛОГИЯ БУДУЩЕГО: ОТ ГЛОБАЛЬНЫХ УГРОЗ К ПРАКТИЧЕСКИМ РЕШЕНИЯМ
И.А. Дрозденко 126

ОПЫТ ПЕРВИЧНОЙ ИНТРОДУКЦИИ РЕДКОГО ВИДА ASTRAGALUS UCRAINICUS M. POP. ET KLOK. (FABACEAE) В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН
О.А. Елизарьева, А.А. Мулдашев, Н.В. Маслова 129

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ И ОХРАНЫ ЛЕСОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
А.Н. Ермолаев 133

ЗАСУХА: ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НАЗЕМНЫЕ И ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМ
К.С. Жихорева 139

ЗАСУХА: УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ И СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
К.С. Жихорева 142

СНЕЖНЫЕ ЛАВИНЫ В СИСТЕМЕ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
В.Д. Здоровцев 145

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕКОТОРЫХ ИНТРОДУЦИРУЕМЫХ РАСТЕНИЙ
Л.А. Земскова, Д.А. Гришина, К.С. Каменецкая, Т.С. Тимошина 149

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ БАКТЕРИЙ: МЕХАНИЗМЫ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СТРАТЕГИИ КОНТРОЛЯ
Я.А. Зырянова, С.Ю. Ярцева, Н.А. Головачева 152

АКТИВНОСТЬ ЦЕЗИЯ-137 В ШЛЯПКАХ И НОЖКАХ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ LECCINUM VULPINUM
Д.М. Иванов 156

ВОДОСБОРНЫЕ ПОЧВЫ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «РЕКА БИРЛЯ»
А.В. Игнашева, А.Б. Александрова, О.М. Солодникова, Л.И. Латыпова 160

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ОЧИСТКИ НА ОСНОВЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БУМАЖНОЙ ПЫЛИ
Д.Н. Исаев, Л.А. Мелехина, М.В. Подшивалова, Г.А. Фролова 165

ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ ВИДОВ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ОБЪЕКТАХ КОМПЛЕКСНОГО УХОДА ЗА ЛЕСОМ (НА ПРИМЕРЕ ГАТЧИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)
Т.А. Ищук, Н.В. Беляева 172

СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ В ОБЛАСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВОЙ ОБОЛОЧКИ МИНДАЛЯ
Н.А. Кальсин, А.А. Чашникова 179

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОРФОЛОГО-ТРАНСКРИПЦИОННОГО ОТВЕТА ХЛОПЧАТНИКА НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ БИОСТИМУЛЯТОРЫ ПРИ СОЛЕВОМ СТРЕССЕ
В.С. Камбурова, И.Б. Салахутдинов, Д.И. Тожибоева, Ф.С. Раджапов, Е.Ф. Назарова, Э.А. Латыпова 183

ОЦЕНКА ВИТАЛИТЕТНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В ГРАДИЕНТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ
Е.Б. Карбасникова, А.А. Карбасников, М.Д. Горбунова 189

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧНОГО СЖИГАНИЯ МАЗУТА В ПАРОВЫХ КОТЛАХ
В.Д. Катин, А.А. Журавлев 193

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ-ОСТРАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ
Т.Н. Клейменова, Т.А. Соколова, Н.В. Хватыш 197

РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТЧЁТНОСТИ О ВЫБРОСАХ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ: АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ И ОЖИДАЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ
Д.С. Климов 204

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОРРОЗИОННО-АКТИВНЫХ СРЕД
П.А. Комарова 209

ОБНАРУЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ
П.А. Комарова 213

УЧЕТ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
Т.Г. Косенко 216

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ПРОИЗВОДСТВА В СПК «ПРОГРЕСС» НЕКЛИНОВСКОГО РАЙОНА
Т.Г. Косенко 219

АГРОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОСА И ГРЕЧИХИ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
А.А. Косов 223

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ
В.Н. Крылов 227

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ РОСОМАХ РАЗНОГО ВОЗРАСТА НА ЗАПАХОВЫЕ СТИМУЛЫ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ
Л.В. Лужных, Н.А. Веселова, Т.С. Дёмина 232

ПРОЕКТ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
Е.В. Максименко, Л.М. Болдырева 238

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ПОСЛЕ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК ..243
Т.А. Матвеева 243

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ПОЛУОСТРОВА РЫБАЧИЙ И СРЕДНИЙ» И ЛОВОЗЕРСКОГО ГОРНОГО МАССИВА»
М.Ю. Меньшакова, Р.И. Гайнанова 247

ПЕРЕРАБОТКА И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ
Д.Р. Михайленко.....252

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И РЕСУРСНЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ
Д.Р. Михайленко.....255

ЛЕСОПОЖАРНАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ЛАХДЕНПОХСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ
А.В. Мосягин, А.С. Лыкова.....259

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ЛАДОЖСКИЕ ШХЕРЫ» УНИКАЛЬНАЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМАЯ ПРИРОДНАЯ ТЕРРИТОРИЯ
А.В. Мосягин, А.С. Лыкова.....263

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ УРБАНИЗАЦИИ
Д.А. Нестеров 267

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
Д.А. Нестеров 271

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МИРОВЫХ РЕСУРСОВ ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПРЯНОАРОМАТИЧЕСКИХ ГИДРОФИТОВ
А.И. Никифоров, М.А. Никифорова.....274

РОЛЬ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЗВИТИИ ХОБЛ
А.Д. Николаева, Е.А. Гревцова 280

АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА ДЕКОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПЕНЗЕНСКОГО ГАУ
Н.И. Остробородова 284

ОЦЕНКА ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ЛЕСНОГО ФОНДА ГКУ ПО «ЧААДАЕВСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»
Н.И. Остробородова 289

НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЗЕМЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРЫЗУНОВ
С.Г. Парамонов 291

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ
В.А. Прудилин 294

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ НЕФТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
В.А. Прудилин 297

ИСТОЧНИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
В.А. Прудилин 301

ГЕНОТИП-ЗАВИСИМОЕ ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ ХЛОПЧАТНИКА
Ф.С. Раджапов, В.С. Камбурова, Д.И. Тожибоева, И.Б. Салахутдинов, Е.Ф. Назарова, Э.А. Латыпова.....303

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИННОЙ ГИДРОДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
Е.С. Селезнёва 309

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
Е.С. Селезнёва 313

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ В СИСТЕМЕ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ВИДОВ
Д.Р. Сордия 316

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ
Д.Р. Сордия 319

ПРАВОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
Д.Р. Сордия 322

СОХРАНЕНИЕ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
Д.Р. Сордия 325

РЕИНТРОДУКЦИЯ РЕДКИХ ВИДОВ КАК МЕРА ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
Д.Р. Сордия 328

УСТОЙЧИВОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ КАК УСЛОВИЕ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
Д.Р. Сордия 331

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОРИДОРЫ В СИСТЕМЕ СОХРАНЕНИЯ СВЯЗНОСТИ МЕСТООБИТАНИЙ
Д.Р. Сордия 334

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ
Д.Р. Сордия 337

ОБСЛЕДОВАНИЕ ОСТАТОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ
Е.К. Старкин. Д.И. Трифонов 340

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ДОРОГАМ
Е.К. Старкин, Д.И. Трифонов 344

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКА СПОЛЗАНИЯ ПОРОДЫ НА ДЕЙСТВУЮЩИХ ОТВАЛАХ
Е.К. Старкин, Д.И. Трифонов 348

ПОЛИФЕНОЛОКСИДАЗА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ХЕЛАТНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА КАРТОФЕЛЕ
М.Ш. Тагиров 355

СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОХООБРАЗНЫХ В АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЁННЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ (ЮГО-ЗАПАД НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РФ)
Д.О. Тимохова, Л.Н. Анищенко 359

ГЕНОТИП-ЗАВИСИМОЕ ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА РАННЕЕ РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ СОЛЕВОМ СТРЕССЕ
Д.И. Тожибоева, Ф.С. Раджапов, В.С. Камбурова, И.Б. Салахутдинов, Е.Ф. Назарова, Э.А. Латыпова 363

ТЕПЛОВЫЕ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ
А.Р. Тугушева 368

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
Т.Д. Туткушбаев 371

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕРАБОТКИ И ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ
Т.Д. Туткушбаев 375

ДЕКОРАТИВНЫЕ ЗЛАКИ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ГРУППА РАСТЕНИЙ ДЛЯ ГОРОДСКОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ
Т.Д. Туткушбаев 378

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И.В. Федченко 381

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ
И.В. Федченко 385

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
И.В. Федченко 388

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЛИЙСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ ЗЕЛЕНОГО ГОРОХА
А.Р. Черных, Д.П. Илиади 392

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕЗЕРВА АГРОЛАНДШАФТОВ И ЕГО РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕРРИТОРИЙ
А.Е. Ярославцева 396

ПАНДЕМИЯ COVID-19 КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
А.Е. Ярославцева 399

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
А.Е. Ярославцева 402

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ, РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
А.Е. Ярославцева 406

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ГКУ ПО «АХУНСКО-ЛЕНИНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»
Н.Ю. Лобанова 409

Научное издание

БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СОВРЕМЕННОЕПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ

Статьи публикуются в авторской редакции

Ответственный за выпуск –
начальник Межотраслевого научно-информационного центра
Е.А. Галиуллина
Компьютерная верстка – **Т.В. Маслова**

Дата подписания к публикации 18.09.2026
Учетно-издательские листы 26,25
Межотраслевой научно-информационный центр Пензенского государственного аграрного университета.
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30,
https://mnic.pgau.ru; mnic@pgau.ru телефоны редакции:
тел.-факс. (841-2) 62-90-60, +7 967 442-60-42

ISBN 978-5-00196-462-9

