

ПЕРМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Материалы Всероссийской школы-семинара,
посвященной памяти Н. Ф. Реймерса
и Ф. Р. Штильмарка
(21-22 апреля 2022 года, г. Пермь)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

*Материалы Всероссийской школы-семинара,
посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка
(21-22 апреля 2022 года, г. Пермь)*



Пермь 2022

УДК 504.05: 574
ББК 20.18
Э40

- Э40 **Экологическая** безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды [Электронный ресурс] : сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка (21-22 апреля 2022 г.) / под ред. С. А. Бузмакова ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2022. – 12,3 Мб ; 605 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/Ekologicheskaya-Bezopasnost-V-Usloviyah-Antropogennoj-Transformacii-Prirodnoj-Sredy.pdf>. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-3805-5

Сборник содержит материалы всероссийской школы-семинара «Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды», проведенной на базе Пермского государственного национального исследовательского университета. Представлены материалы докладов исследователей в области экологической безопасности при антропогенной трансформации природной среды. Рассматриваются проблемы сохранения природных комплексов, особо охраняемых природных территорий, техногенной трансформации, формирования природно-технических систем, устойчивого лесопользования, деградации почвенного покрова, изменениям высшего образования и экологического просвещения.

Издание предназначено для геоэкологов, биогеоценологов, природопользователей, географов, биологов, специалистов в области экологической безопасности, охраны природы, преподавателей, аспирантов и студентов географических, биологических и геологических направлений.

УДК 504.05: 574
ББК 20.18

*Издается по решению кафедры биогеоценологии и охраны природы
Пермского государственного национального исследовательского университета*

*Главный редактор: проф., д.г.н. С. А. Бузмаков
Технический секретарь: С. В. Баландин*

ISBN 978-5-7944-3805-5

© ПГНИУ, 2022

Почетный председатель школы-семинара

Воронов Г.А. профессор кафедры биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ, д.г.н., профессор

Председатель школы-семинара

Бузмаков С.А. зав. кафедрой биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ, д.г.н., профессор

Научный комитет школы-семинара

Адриано Феруччи профессор Политехнического университета г. Турин (Италия);

Артамонова В.С. ведущий научный сотрудник института почвоведения и агрохимии СО РАН, д.б.н.;

Бармин А.Н. декан геолого-географического факультета; заведующий кафедрой экологии, природопользования, землеустройства и БЖД Астраханского государственного университета, д.г.н. профессор;

Валерио Аньези профессор университета г. Палермо (Италия);

Ерёмченко О.З. заведующая кафедрой физиологии растений и экологии почв ПГНИУ, д.б.н. профессор

Зайцев А.А. декан географического факультета, доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.г.н.

Новоселова Л.В. профессор кафедры ботаники и генетики растений ПГНИУ, д.б.н.

Пименова Е.В. заведующий кафедрой экологии Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова, к.х.н.

Реймерс А.Н. доцент кафедры палеонтологии Московского государственного университета, к.г.-м.н.

Славомир Бакиер декан факультета лесного хозяйства Белостокского технологического университета, г. Белосток (Польша) профессор

Организационный комитет школы-семинара

Соромотин А.В. директор научно-исследовательского института экологии и рационального использования природных ресурсов при ТюмГУ, д.б.н.

Федоров Ю.А. заведующий кафедрой физической географии, экологии и охраны природы, Институт наук о Земле, Южный федеральный университет, д.г.н., профессор

Андреев Д.Н. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ, к.г.н.;

Баландин С.В. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.б.н.;

Бердинских С.Ю. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.б.н.;

Гатина Е.Л. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.б.н.;

Дзюба Е.А. ст. преподаватель кафедры биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ, заведующей лабораторией экологии и охраны природы;

Егорова Д.О. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.б.н.;

Игошева Е.А. ответственный секретарь школы-семинара, ассистент кафедры биогеоценологии и охраны природы;

Костарев М.С. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.г.-м.н.;

Костылева Н.В. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.т.н.;

Кулакова С.А. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.т.н.;

Патрушева Е.Н. ст. преподаватель кафедры биогеоценологии и охраны природы;

Рогозин М.В. профессор кафедры биогеоценологии и охраны природы, д.б.н.;

Санников П.Ю. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.т.н.;

Слащев Д.Н. ст. преподаватель кафедры биогеоценологии и охраны природы;

Стенно С.П. ст. преподаватель кафедры биогеоценологии и охраны природы;

Соколов Р.А. доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы, к.с/х.н.;

Хотяновская Ю.В. ассистент кафедры биогеоценологии и охраны природы

СОДЕРЖАНИЕ

СОХРАНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ. ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ.

Абдулманова И.Ф. Вопросы охраны и перспективы природоохранных исследований в Кунгурской лесостепи.....	10
Анпилогова Д.Д. Оценка регулирующих экосистемных услуг залежных земель для управления землепользованием.....	16
Арестова И.Ю., Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Сомов В.В., Кукушкин С.Ю., Лисенков С.А., Никулина А.Р. Устойчивость ландшафтов Южных Курил к рекреационному воздействию.....	21
Бажгина О.А. К антропогенной динамике фауны птиц и млекопитающих Пермского края.....	26
Байдина Н.А. Особо охраняемые природные территории Осинского района Пермского края.....	32
Бойко Т.А., Харитонов О.В., Бердинских С.Ю. Устойчивость еловых насаждений ООПТ «Левшинский» Пермского края.....	36
Быков А.Р., Зайцев Г.А. Антропогенное воздействие на лётную активность медоносных пчёл (<i>Apis mellifera</i> L.) в условиях Липецкой области.....	41
Варушкина Т.С., Исаков Д.С., Матвеева Г.К. Орнитофауна долин малых рек города Перми.....	44
Воронов Г.А., Стенно С.П., Циберкин Н.Г. К созданию заповедника «Кумикушский» в Пермском крае.....	51
Воронов Г.А., Стенно С.П., Циберкин Н.Г. Вопросы организации охраняемого ландшафта «Пильвенский».....	56
Воронов Г.А., Циберкин Н.Г., Стенно С.П. Охраняемый ландшафт «Ямжачная Парма».....	59
Гайназарова Е.М. Экологическая оценка антропогенного воздействия на туристическую тропу природного парка «Иремель».....	62
Голубева О.И. Изменение таксационных показателей лесов на ООПТ «Сосновый бор».....	66
Жуйкова Д.Д. Анализ законодательной базы федерального, регионального и муниципального уровня для территорий с особыми условиями природопользования.....	70
Зеленина В.А., Кулакова С.А. Перспективы развития муниципальных питомников..	75
Кабипзянова А.О. Редкие и исчезающие растения заповедника «Денежкин Камень».	79
Кадетов Н.Г. Жизнь ООПТ в большом городе: заказник «Воробьёвы горы» и его история.....	84
Калашникова А.С. Экология серой крысы (<i>Rattus norvegicus</i> Berkenhout) в осенне-зимний период в г. Перми.....	88
Корякина Д.М., Жаворонков Ю.М. Оценка роста и развития интродуцентов в структуре насаждений на особо охраняемых природных территориях Вологодской области.....	93
Кострикова А.В. Теоретические аспекты создания экологических каркасов.....	97
Крайнева Т.С., Паньков Н.Н. Амфибиотические насекомые Айтуарской степи (Оренбургский государственный степной заповедник).....	101

Кучин Л.С. Анализ БПЛА применяемых в дистанционном зондировании парниковых газов и углеводов.....	106
Макеева В.М., Смуров А.В., Алазнели И.Д., Каледин А.П. Эксперимент по подтверждению эффективности эколого-генетического подхода к сохранению биологического разнообразия городских особо охраняемых природных территорий.....	112
Мехоношина Е.А. Предполевой и полевой этапы исследования торфяников для палеоэкологической реконструкции.....	116
Немчанинова Е.А. Современные представления о круговороте углерода в биосфере.	121
Плакхина Е.В. Общая характеристика сообщества герпетобионтных пауков некультивируемых участков ООПТ Ботанический сад ПГНИУ.....	126
Садовников-Стенно И.С. Антропогенная трансформация наземных экосистем заказника «Предуралье».....	131
Самофалова И.А. Почвенный покров горного массива Чувальский Камень в границах заповедника «Вишерский» (Северный Урал).....	136
Слащёв Д.Н., Конькова А.Ф. Ландшафтный аспект классификации экосистемных услуг.....	142
Стенно С.П., Данилова Д.В. Заповедное дело в Пермском крае в период 2000-2021 годов.....	147
Стенно С.П., Евсина С.Т., Садовникова Е.Н. Типология лесонасаждений особо охраняемой территории – охраняемого ландшафта «Осинская лесная дача» (Пермский край).....	155
Тренина В.С. Оценка развития волонтерского движение на федеральных ООПТ России.....	159
Харин Р.В., Матвеева Г.К. Распространение и численность кулика-сороки <i>Haematopus ostralegus</i> на территории Верхнекамья (северо-западе Пермского края и прилегающей территории).....	165
Черемных П.Ю., Патрушева Е.Н. Теоретические вопросы изучения природно-экологических каркасов.....	169
Черемных А.В., Патрушева Е.Н. Экологический туризм в летнее и зимнее время в Пермском крае.....	174
Шарипова А.А. Оценка жизненного состояния древесных растений.....	178

ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Аникина А.А. Техногенез при буровых работах на нефтяных месторождениях.....	181
Артамонова В.С. Современные аспекты трансформации природной среды в угледобывающих регионах.....	184
Бадалова Л.С. К концепции озеленения города Перми.....	190
Баранова М.С., Филиппов О.В., Леонтьев Д.А. Взаимосвязь процесса отделения заливов Волгоградского водохранилища с направлением ветра и повторяемостью штормов.....	194
Белкин П.А., Меньшикова Е.А., Ушакова Е.С. Антропогенная трансформация донных осадков реки Косьвы: последствия закрытия шахт Кизеловского угольного бассейна.....	199
Борисова С.И. Биотестирование почв на участках вокруг Кунгурского линейного производственного управления магистрального газопровода (Кунгурское ЛПУМГ)	205

Бузмаков С.А. Новейшие геоэкологические исследования в области трансформации природной среды.....	209
Вогуляков Л.С. Утилизация отходов на полигоне ТКО «Буматика».....	213
Гатина Е.Л., Нечаева М.А. Клен американский (<i>Acer negundo</i> L.) в озеленении города Перми.....	217
Давыдова Л.С. Обзор санитарного состояния еловых насаждений МКУ «Пермское городское лесничество».....	222
Емельянов М.А. К вопросу о выборе информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям с целью разработки заявки на получение комплексного экологического разрешения.....	226
Жукова М.В. Биотестирование малых рек Перми методом измерения оптической плотности культуры водоросли хлорелла (<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer).....	232
Заиченко А.Н., Гуреева Н.В. Анализ негативного воздействия сжигания попутного нефтяного газа в Нижневартовском районе.....	237
Зайцев А.А., Леконцев А.С. Разработка учебного симулятора «Нефтяное месторождение: охрана окружающей среды».....	241
Каверин А.В., Бочкарев Н.П., Массеров Д.А. Перспективы обращения с отходами производства и потребления (в контексте научного наследия Н.Ф. Реймерса).....	245
Калугина О.В., Афанасьева Л.В., Чеснаков Д.А., Коба Е.А. Влияние выбросов алюминиевого производства на состояние окружающей среды и показатели здоровья населения.....	250
Караваева Т.И., Тихонов В.П., Халилов Р.И. Актуальные вопросы инженерно-экологических изысканий: охраняемые виды растений.....	255
Коробейникова Ю.О. Анализ динамики трансформации типичных ландшафтов центральной части полуострова Ямал при нефтегазодобыче.....	259
Костылева Н.В., Нигматзянова К.Р. Сравнение расчетных значений выбросов оксидов углерода от сжигания топлива в индивидуальных теплогенераторах, вычисленных по различным литературным источникам.....	263
Костылева Н.В., Опутина И.П. Причины и последствия применения при расчетах выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух методик расчета выбросов в атмосферный воздух низкого качества.....	268
Костылева Н.В., Першукова О.Ю. Изменения природоохранного законодательства, введенные нормативными правовыми актами в области охраны окружающей среды в 2020 и 2021 годах, в том числе касающиеся области производственного экологического контроля.....	272
Костылева Н.В., Рачёва Н.Л. Реализация международных требований по регулированию выбросов парниковых газов в Российской Федерации.....	277
Костылева Н. В., Сивков Б.А., Гилёва Т.Е. Основные замечания, выявленные при анализе методик расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.....	282
Кочергин А.С. Парниковые газы.....	287
Мансурова А.Р. Биоремедиация нефтезагрязненных почв.....	292
Михайлова А.Г. Показатели состояния окислительного стресса (СОС) у двустворчатых моллюсков семейства Unionidae на разных участках реки Иж (Удмуртская Республика).....	296
Мулина В.А., Беляева И.А. Перспективы геоэкологических исследований (на примере Камского водохранилища).....	301
Мякишева А.В., Сомова Т.Н., Ощепкова А.З. Проблемы учета выведенных из эксплуатации объектов размещения отходов.....	303

Нестеренко Ю.М., Соломатин Н.В., Федюнин С.А., Халин А.В. Влияние техногенной трансформации природной среды на водный сток реки Самара в 1936-2020 годах.....	308
Носова М.В., Середина В.П., Рыбин А.С. Трансформационные изменения техногенно-засоленных почв среднетаежной подзоны Западной Сибири.....	313
Опущина И.П., Шкляев В.А. Оптимизация системы наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Магнитогорске.....	316
Перевошиков Р.Д. Влияние нефтедобычи на радиационную обстановку на примере Березниковско-Соликамского промышленного узла.....	322
Перминова А.А. Особенности эмиссии поллютантов в окружающую среду из отходов калийных предприятий.....	326
Петрова Е.Г. Промышленные и транспортные аварии как источник загрязнения природной среды.....	331
Пичугин Е.А. Объекты накопленного вреда как источник негативного воздействия на компоненты природной среды.....	336
Портнягина А.М. Воздействие нефтедобывающей компании «Уралнефтесервис» на окружающую среду Пермского края.....	342
Рамазанов Р.А. Концентрация нефтепродуктов в р. Каменка на территории Кокуйского месторождения нефти.....	348
Салахияева Е.Д. Анализ нормативных требований, проверяющихся на предприятиях посредством проверочных листов (списков контрольных вопросов) в ходе государственного надзора в области охраны атмосферного воздуха.....	351
Симонов В.Э. Влияние нефтяного загрязнения на миграционные процессы.....	355
Соловьёва А.С., Рудакова Л.В. Перспективы использования микроводорослей для утилизации выбросов углекислого газа.....	358
Сорокина Т.В., Лукин А.Ю., Костылева Н.В. К вопросу о нормировании физических воздействий на окружающую среду.....	363
Старков Р.А. Общественный мониторинг состояния атмосферного воздуха.....	367
Ташкинов Е.В. Оползневые процессы в городе Перми.....	371
Титова Л.А., Дзюба Е.А. Влияние добычи нефти на природные особенности территории Пермского края.....	377
Устинова Х.В. Использование и загрязнение водных ресурсов Пермского края.....	381
Филатова Д.А. Устойчивое развитие современных городов.....	385
Хаматова А.В. Влияние нефтепродуктов и углеводородов на инфузории.....	390
Хаустов А.П., Редина М.М. Новые представления о динамике структурных переходов в геоэкосистемах.....	396
Хурт Д.В. Оценка интенсивности дыхания почв песчаных дюн северной тайги Западной Сибири в лабораторных экспериментах.....	402
Чабина А.А. Развитие сети экологических наблюдений ООО «Лукойл-Пермь» на территории месторождений с особыми условиями хозяйственной деятельности.....	406
Чайникова В.С. Оценка влияния ОАО «Соликамский магниевый завод» на окружающую среду.....	412
Чекменев В.Н. Медико-экологическая оценка Осинского городского округа.....	416
Черезова А.К. Состав отходов предприятия «Уралоргсинтез».....	421
Чудинова О.А., Дзюба Е.А. Схема биотестирования нефтезагрязненных почв на базе лаборатории экологии и охраны природы Пермского государственного университета.....	425

УСТОЙЧИВОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ

Алейников А.А. О необходимости сохранения ненарушенных темнохвойных лесов с участием кедра сибирского (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour) в Пермском крае.....	432
Бердинских С.Ю., Боталов В.С., Романов А.В., Зайцев А.Г. Агрохимическая характеристика верхнего слоя грунта на угольных терриконах и влияние глинования на их естественное зарастание (на примере Кизеловского угольного бассейна).....	437
Бердинских С.Ю., Боталов В.С., Поморцева Д.С., Романов А.В., Зайцев А.Г. Применение показателей флуктуирующей асимметрии березы пушистой для оценки качества окружающей среды на территории Кизеловского угольного бассейна.....	442
Бузмаков С.А., Переведенцева Л.Г., Боталов В.С., Гатина Е.Л., Бердинских С.Ю., Романов А.В., Шестаков И.Е., Зайцев А.Г. Уникальные лесные экосистемы в районе горы Шудья-Пендыш.....	448
Дружинин Н.А., Дружинин Ф.Н., Васильева О.А. Возрастная структура осушаемых лесов Вологодской области.....	453
Каверин А.В., Алферина А.В., Василькина Д.Н., Исаева Д.А., Ушаков И.С. Проблемы экологизации сельского, лесного хозяйства и рыбного промысла в бассейне реки Суры.....	458
Менгаязова Р.Е. Анализ воспроизводства лесов Закамского лесничества Пермского края.....	463
Мингазова К.Р. Дендрохронологическая изученность Пермского края.....	465
Наймушина Е.Э. Лесное районирование в Пермском крае.....	469
Пластинина П.А. Муниципальный лесной контроль в Российской Федерации.....	474
Рогозин М.В. Что не так в наших представлениях о естественном отпаде деревьев?...	478
Романов А.В. Оценка ущерба от незаконной рубки городских насаждений г. Перми: пути решения правового тупика.....	483
Соколов Р.А. Комплексная технология выращивания хвойных культур.....	488
Тельнов А.А. Технологии выращивания посадочного материала для воспроизводства лесов.....	491
Шабанова Е.Е. Изучение сукцессий растительности фрезерных полей Удмуртской Республики.....	494
Шулепова А.С. Анализ горимости лесных насаждений МКУ «Пермское городское лесничество».....	498

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Азарёнок Т.Н. Характеристика свойств антропогенных почвенных образований футбольного поля.....	502
Баянов К.А. Эмиссия и фиксация углекислого газа (CO ₂) почвой.....	507
Бельмесова С.А., Пальмова Н.С. Влияние совместного действия тяжелых металлов и нефтепродуктов на показатели роста и развития растений на примере кресс-салата..	513
Гололобова А.Г., Данилов П.П., Боескоров В.С. Техногенно-поверхностные образования и антропогенно-преобразованные почвы Янского плоскогорья.....	518
Горохова С.М., Шаймухаметова Ч.Д., Васильев А.А. микроструктурная неоднородность ортштейнов дерново-подзолистых почв Среднего Предуралья.....	523

Дыдышко С.В., Азаренок Т.Н., Матыченкова О.В., Ананько Е.Д. Профильная трансформация качественного состава фракции физической глины дерново-подзолистых почв пахотных земель.....	527
Зырянова Е.В., Пичугин Е.А. Проблемы оценки качества почв в части применения перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды.....	532
Исупова А.А., Бухарина И.Л. Изучение выносливости растений-мелиорантов, инокулированных эндотрофными грибами, к различным концентрациям нефти в субстрате.....	538
Клестова Д.А. Биотестирование как метод оценки качества почв.....	548
Митракова Н.В., Блинов С.М., Федотов С.В., Перминова А.А., Багина Т.Ф. Классификация и свойства почв, сформированных на отвалах и излиях отвалов угольных шахт, Пермский край, Кизеловский угольный бассейн.....	547
Носова М.В., Середина В.П., Рыбин А.С. Оценка экологического состояния почв, загрязненных нефтью и минерализованными жидкостями пластовых вод.....	552
Сомов В.В., Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Рюмин А.Г., Чуков С.Н. Гуминовые кислоты степных почв как фактор миграции химических эле- ментов в районе разработки медноколчеданного месторождения (Южный Урал)...	555
Тихомирова Ю.В., Патрушева Е.Н. Состояние рекультивированных земель после аварии на нефтепроводе Кыласово–ПНОС.....	560
Торопов Л.И., Панарин Е.А. Исследование полиметаллического загрязнения почвы города Перми.....	565

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫСШЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Зайцев А.А., Болотова Ю.А. Необходимость формирования компетенций инженерно-экологических изысканий через образовательную программу бакалавров и магистров на основе анализа замечаний государственной экспертизы...	570
Каверин А.В., Бочкарев Н.П., Массеров Д.А. Проблема экологической профанации в сельскохозяйственной науке и образовании.....	575
Сергеева О.С. Правовые аспекты высшего экологического образования.....	579

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ

Буравлева В.П. Возможности и результаты экологического образования и просвещения в школьных экспедициях.....	583
Мацаберидзе О.Р. Вопрос эффективных способов снижения жёсткости воды в бытовых условиях.....	586
Новоселова Л.В., Хохлова Ю.Е., Писцова О.Н. Эколого-просветительский проект «Травознай» и «Древовед»: научно-популярная ботаническая школа».....	590
Спиридонова К.А. Проблема обращения с животными без владельцев.....	595
Чечкина Т.С. Современные методы обращения с отходами производства и потребления.....	601

СОХРАНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.
ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ

УДК 502.75

И.Ф. Абдулманова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

I.F. Abdulmanova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva 15

e-mail: a.ir-flora@mail.ru

**ВОПРОСЫ ОХРАНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИРОДООХРАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В КУНГУРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Кунгурская лесостепь известна как уникальное природное явление. Отмечается, что хозяйственная деятельность оказывает многоаспектное негативное влияние, но при этом способствует поддержанию лесостепного характера территории. В последние годы в Пермском крае наблюдается увеличение количества осадков, что может привести к смене степных сообществ луговыми или лесными. Расчет изменения радиационного индекса сухости (РИС) и сопоставление его с границами ботанико-географических районов может позволить спрогнозировать характер изменения растительного покрова. В настоящее время сеть особо охраняемых природных территорий Кунгурской лесостепи недостаточно развита. Предложения по расширению сети в Кунгурской лесостепи многочисленны, но они мало затрагивают охрану специфических лесных экосистем. С целью углубления исследований реакций растительных сообществ на антропогенные воздействия видится актуальной разработка перечня синантропных видов для Методики оценки состояния ООПТ.

Ключевые термины: Кунгурская лесостепь; растительность; особо охраняемая природная территория; антропогенное воздействие; оценка состояния экосистемы; синантропизация.

**PROTECTION ISSUES AND PROSPECTS FOR RESEARCH IN THE FIELD
OF NATURE PROTECTION IN THE KUNGUR FOREST-STEPPE**

The Kungur forest-steppe is known as a unique natural phenomenon. In recent years, an increase in precipitation has been observed in the Perm Krai, which can lead to a change from steppe communities to meadow or forest ones. Calculation of changes in the radiation dryness index (RIS) and its comparison with the boundaries of botanical-geographical regions can make it possible to predict the changes in vegetation cover. It is noted that human activity has a multidimensional negative impact, but at the same time contributes to the spread of forest-steppe species. Currently, the network of specially protected natural areas of the Kungur forest-steppe is underdeveloped. Proposals to expand the network in the Kungur forest-steppe are numerous, but they have little effect on the search for promising specific forest ecosystems for protection. In order to deepen research into the reactions of plant communities to anthropogenic impacts, it seems relevant to develop a regional list of synanthropic species.

Keywords: Kungur forest-steppe; vegetation; specially protected natural area; anthropogenic impact; assessment of the state of the ecosystem; synanthropization.

Уникальность Кунгурской лесостепи, как самого северного лесостепного участка Евразии, регулярно подчеркивается в научной литературе. Идут активные дискуссии по поводу ее происхождения, текущих результатах и перспективах охраны уникальных экосистем и их компонентов.

Наличие эндемиков и реликтов в составе флоры и фауны Кунгурской лесостепи, а также наличие уникальных типов почв, свидетельствует о ее естественном происхождении [15, 16, 21], в то время как данные палинологических исследований, подтверждают существенную роль антропогенной трансформации экосистем в развитии и поддержании лесостепного характера территории [30]. В связи с этим можно предположить, что достаточно высокая плотность сельского населения [14, 19], характер его расселения с концентрацией у высоких обрывистых берегов рек и карстовых озер [19] и значительная доля окультуренных земель в районе Кунгурской лесостепи [21], являются не только негативными факторами, как ранее считалось, а еще и протективными для реликтовой лесостепной флоры и фауны, поскольку сдерживают развитие зональной хвойно-широколиственной растительности.

В отсутствие сельскохозяйственной деятельности залежи района Кунгурской лесостепи интенсивно зарастают лесной растительностью, что особенно характерно для последнего десятилетия. Предполагается, что с наибольшей вероятностью это вызвано экономическими факторами [3, 17]. Возможно этому также могут способствовать потепление климата и пространственно-временные перестройки распределения осадков, приводящие к трансформации экосистем и зарастанию безлесных участков в лесостепных районах, что уже отмечается как на глобальном уровне, так и на территории Среднего и Южного Урала [28, 9, 13]. Зафиксированная экспансия леса в горные степи происходит на Южном Урале на фоне увеличения температур и количества осадков в холодный период года [9].

В последние годы в Пермском крае наблюдается увеличение количества осадков [29], что также может привести к замене степных видов луговыми и лесными [30]. Определить климатические границы существования различных природных зон позволяют расчеты радиационного индекса сухости (РИС) и сопоставление его с ботанико-географическими районами [4]. Для Кунгурской лесостепи расчет этого индекса не проводился. Но в настоящее время известно, что для лесной зоны характерен диапазон величин РИС от 0,5 до 1, а для степной – от 1 до 2. Расчет изменения этого индекса в последние 10-летия может позволить прогнозировать характер изменения растительного покрова на региональном и локальном уровнях [7].

Вопросы антропогенной трансформации экосистем Кунгурской лесостепи затрагивает целый ряд работ. Наибольшее внимание посвящено результатам таких видов воздействия, как лесозаготовка [30, 18, 19], сельское хозяйство [3, 18, 19, 23, 3] и рекреация [11, 18, 3]. Но отмечается также негативное влияние добычи нефти [6, 18, 23] и других полезных ископаемых [16, 18, 19, 23], низовых пожаров [15] и свалок мусора на степных участках [23]. Антропогенное воздействие на сообщества Кунгурской лесостепи многоаспектно и представляет опасность для специфических лесостепных комплексов. В рамках реликтовой лесостепной территории негативные последствия имеет даже такой казалось бы природоохранный фактор, как посадки лесных культур в степных сообществах [18, 23, 24].

Но все же отмечается, что в целом хозяйственная деятельность способствует сдерживанию хвойно-широколиственной растительности [30], а для некоторых представителей степной биоты отсутствие антропогенных нагрузок является лимитирующим численность фактором. Так, для популяций степных видов пауков, занесенных в Красную книгу Пермского края – *Allohogna singoriensis* Laxman и эндемика *Alopecosa kungurica* Eyunin, главной опасностью является мезофитизация растительных группировок, в которых они обитают, в результате снижения антропогенной нагрузки [15].

Изучение особо охраняемых природных территорий (далее ООПТ) Пермского края показало, что район Кунгурской лесостепи наименее обеспечен охраняемыми территориями [22,

27]. Предложения по созданию охраняемых территорий в районе Кунгурской лесостепи выдвигались многими специалистами природоохраны, ботаниками, зоологами и геологами. Так, рассматривались варианты создания лесостепного заповедника [2], национального парка [1], природного парка (в т.ч. в качестве участка кластерного парка) [5, 18, 23], ландшафтных природных резерватов [23], охраняемых ландшафтов [23], биосферного резервата [12] и геологического парка [2].

Меры по развитию существующей сети ООПТ Пермского края, направленные на обеспечение ее репрезентативности, были предложены П.Ю. Санниковым, С.А. Бузмаковым в 2015 г. [22]. Перспективная сеть ООПТ нацелена на сохранение географического разнообразия и поддержание экологического равновесия. В сеть предлагается включить известные места обитания редких и исчезающих организмов, лесные генетические резерваты, ценные геологические объекты, ценные почвенные объекты, ценные природные территории с высокой рекреационной значимостью.

С целью сохранения ландшафтного разнообразия и расширения существующей сети ООПТ в Кунгурской лесостепи были выявлены наиболее крупные участки распространения степных сообществ – луговых, каменистых степей, остепненных лугов и березняков [22, 23]. Исследования по выявлению перспективных для присвоения охраняемого статуса территорий не охватывали сообщества «горных» сосняков, сосново-березовых лесов, являющихся специфическими лесными группировками, характерными для Кунгурской лесостепи. При этом «горные» сосняки и сосново-березовые леса, наряду с лесами с лиственницей, дубовыми лесами (или с дубом в составе), лесами с вязом в составе, парковыми березняками Кунгурской лесостепи предлагается отнести к категории лесов высокой природной ценности (ЛВПЦ3), то есть к редким, находящимся под угрозой исчезновения или исчезающим экосистемам, местообитаниям или рефугиумам. Каждый из перечисленных типов лесов занимает в лесорастительном районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ Пермского края площадь менее 1 % [20].

Существующая сеть ООПТ Кунгурской лесостепи характеризуется значительной деградацией растительных сообществ, уступая по этому показателю только охраняемым сообществам района хвойно-широколиственных лесов [8]. Оценка состояния растительности проводилась по методике «Экологическая оценка состояния ООПТ регионального значения» по следующим критериям: нарушенность травяного покрова, нарушенность древостоя, преобладающее санитарное состояние лиственных и хвойных пород, синантропизация фитоценоза [7]. Синантропы единично встречены на всех ООПТ Кунгурской лесостепи [27].

Для оценки антропогенной трансформации растительности ООПТ «Шлюпинский камень» Е.Г. Ефимик и Ю.С. Пашова в 2019 г. вычислили индекс синантропизации. Он составил 48% (77 из 160 видов), что является показателем высокой степени трансформации сообществ, хотя авторы отмечают, что собственно лесостепные группировки ООПТ почти не затронуты процессами синантропизации [11].

При использовании любой из методик оценки состояния естественных экосистем, опирающейся на степень синантропизации растительных сообществ, становится все более очевидной проблема подхода к определению понятия синантропных видов.

Под синантропными растениями принято понимать виды, произрастающие в нарушенных человеком местообитаниях [17]. Более подробное определение синантропов дается П.Л. Горчаковским: «К синантропным следует относить как местные, так и инорайонные растения, позиции которых в составе растительных сообществ усиливаются при возрастании на них антропогенных нагрузок» [10]. Как было показано ранее, вероятно, к составу синантропной

флоры могут быть отнесены и многие лесостепные растения рассматриваемой территории. Так, к числу синантропных видов А.С. Третьякова и В.А. Мухин относят такие виды, как *Silene nutans* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Fragaria viridis* (Duch.) Weston, *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova, *Astragalus danicus* Retz., *Astragalus sulcatus* L., *Centaurea sibirica* L. [25]. Заметим, что последние два вида занесены в Приложение к Красной книге Пермского края, как виды нуждающиеся в особом внимании к состоянию в природной среде [15].

В связи с этим видится актуальным направлением природоохранных исследований разработка регионального перечня синантропных видов с целью более глубокого исследования реакций растительных сообществ на антропогенные воздействия. Подобный перечень может сделать расчет степени синантропизации статистически более прозрачным и более «чувствительным» к особенностям различных сообществ.

Выводы. Кунгурская лесостепь известна как уникальное природное явление, характеризующееся наличием на своей территории эндемиков и реликтов. Отмечается, что на современном этапе деятельность человека оказывает многоаспектное негативное влияние, но также способствует поддержанию лесостепного характера территории.

В последние годы в Пермском крае наблюдается увеличение количества осадков, что может привести к замене степных сообществ луговыми или лесными. Расчет изменения радиационного индекса сухости (РИС) и сопоставление его с границами ботанико-географических районов в последние 10-летия может позволить прогнозировать характер изменения растительного покрова на региональном и локальном уровнях.

В настоящее время сеть особо охраняемых природных территорий Кунгурской лесостепи недостаточно развита, при этом, для ООПТ района Кунгурской лесостепи характерен один из самых высоких уровней деградации растительных сообществ в Пермском крае. Предложения по расширению сети ООПТ в Кунгурской лесостепи достаточно многочисленны, но они мало затрагивают охрану специфических лесных экосистем.

С целью углубления исследований реакций растительных сообществ на антропогенные воздействия видится актуальной разработка перечня синантропных видов для Методики оценки состояния экосистем ООПТ, который позволит сделать расчет степени синантропизации статистически более прозрачным и более «чувствительным» к особенностям различных сообществ.

Библиографический список

1. Акимов В.А., Афанасьева Л.И., Воронов Г.А., Стенно С.П. История изучения территории и современное состояние вопроса об организации национального парка «Сылвенский» // Роль музея в жизни провинциального города. Историко-культурное наследие и природный комплекс Кунгурского края. Кунгур, 1999. С. 16–24.
2. Безматерных Е.О., Кадебская О.И. Организация геотуристического пространства путём создания геопарка «Сылвенский» // География и туризм. 2021. № 1. С. 50–56.
3. Белоусова А.П., Чащин А.Н. Оценка интенсивности зарастания почв сельскохозяйственных угодий лесной растительностью по данным дистанционного зондирования // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2018. Т. 28. № 3. С. 269–278.
4. Бобровская Н.И., Казанцева Т.И., Никулина Р.И. Лесостепь и динамика ее луговостепной растительности в условиях изменяющегося климата (Каменная степь) // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. Липецк, 2014. № 10. С. 35–39.

5. Бузмаков С.А. Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий Пермского края // Особо охраняемые природные территории в жизни региона. Пермь, 2011. С. 209–214.
6. Бузмаков С.А. Сохранение биоразнообразия на территории нефтяных месторождений // География и регион. V. Биogeография и биоразнообразие Прикамья. Пермь: ПГУ, 2002. С. 50–54.
7. Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А. Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения: Методические указания // Географический вестник. 2011 № 2. С. 49–59.
8. Воронов Г.А., Зайцев А.А. Состояние растительности на особо охраняемых природных территориях регионального значения в Пермском крае // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 5. С. 112.
9. Гайсин И.К., Моисеев П.А., Махмутова И.И. [и др.] Экспансия древесной растительности в экотоне лес–горная степь на Южном Урале в связи с изменениями климата и влажности местообитаний // Экология. 2020. № 4. С. 251–264. DOI 10.31857/S0367059720040071.
10. Горчаковский, П.Л., Коробейникова В.П. Синантропизация растительности в верхних поясах Уральских гор // Экология. 1997. № 5. С. 323–329
11. Ефимик Е.Г., Паилова Ю.С. Конспект флоры ООПТ «Шлюпинский камень» (Пермский край) // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2019. Вып. 1. С. 21–25. DOI: 10.17072/1994-9952-2019-1-21- 25.
12. Зайцев А. А. О возможности создания биосферного резервата в Пермском крае // Антропогенная трансформация природной среды. 2013. № 1. С. 60–65.
13. Золотарева Н.В., Золотарев М.П. Феномен облесения степных участков на Среднем Урале и его вероятные причины // Экология. 2016. № 6. С. 414– 425.
14. Коробейников А.М., Резвых В.В. Социальный атлас Пермского края. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2011. 163 с.
15. Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
16. Кувшинская Л.В. Андреев Д.Н., Ермаков С.А. Выявление ценных почвенных объектов на территории Кунгурской лесостепи и подготовка обоснования для их включения в Красную книгу почв Пермского края // Географический вестник. 2008. № 1(7). С. 182–187.
17. Миркин, Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.
18. Наумкин Д.В. Птицы Кунгурской островной сосново-березовой лесостепи / Тр. ГПЗ «Басеги». Вып. 3. Пермь: Изд. Богатырев П.Г., 2013. 226 с.
19. Неулыбина А.А. О роли антропогенного фактора в формировании природных комплексов Иренско-Сылвенского поречья // Уч. зап. Перм. ун-та. 1970. № 230. С. 15–22.
20. Овеснов С.А., Ефимик Е.Г., Rogozin M.B. Редкие лесные экосистемы Пермского края. Анализ лесотаксационных показателей // Устойчивое лесопользование. 2021. № 3(67). С. 10–14. DOI 10.47364/2308-541X202167310.
21. Овеснов, С.А. Кунгурская лесостепь: феномен или фантом? / С. А. Овеснов // Ботанические исследования на Урале, Пермь, 10–12 ноября 2009 года / Пермский государственный университет; Пермское отделение Русского ботанического общества. Пермь: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 2009. С. 270–275.

22. Санников П.Ю., Бузмаков С.А. Перспективы развития сети особо охраняемых природных территорий Пермского края: монография. Пермь: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 2015. 173 с. ISBN 978-5-7944-2610-6.
23. Санников П. Ю. Сохранение степных сообществ Прикамья: приоритетные объекты // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 295–299. DOI 10.24411/9999-006A-2019-11545.
24. Слащев Д.Н., Гиляшова А.В. Территории высокой природоохранной ценности Березовского района Пермского края // Географический вестник. 2010. № 3. С. 60–66.
25. Третьякова А.С., Мухин В.А. Синантропная флора Среднего Урала. Екатеринбург: Издательство «Екатеринбург», 2001. 148 с.
26. Шилова С.И. Кунгурская лесостепь // Памятники природы Пермской области. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1983. С. 69-73.
27. Шуваев Н.С., Зайцев А.А., Бузмаков С.А. Анализ и оценка состояния особо охраняемых природных территорий Кунгурской лесостепи Пермского края // Геология, география и глобальная энергия. 2014. № 1(52). С. 195–206.
28. Harsch M., Hulme P., McGlone M., Duncan R. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming // Ecology Letters. 2009. V. 12. № 1. P. 1040–1049.
29. Shikhov A.N., Abdullin R.K., Tarasov A.V. Mapping temperature and precipitation extremes under changing climate (On the example of the Ural region, Russia). Geogr Environ Sustain 2020. 13:154–165. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2019-42>
30. Shumilovskikh L., Sannikov P., Efmik E., Shestakov I., Mingalev V. Long-term ecology and conservation of the Kungur forest-steppe (pre-Urals, Russia): case study Spasskaya Gora. Biodiversity and Conservation. 2021. Vol. 30, Iss. 13. P. 4061–4087. DOI: 10.1007/s10531-021-02292-7

Д.Д. Анпилогова

Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова,
119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

D.D. Anpilogova

Lomonosov Moscow State University,
119991, Moscow, Leninskie Gory str., 1

e-mail: d.anpilogova@mail.ru

ОЦЕНКА РЕГУЛИРУЮЩИХ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ

Представлена методика оценки на агроландшафтном уровне регулирующих экосистемных услуг, поддерживающих сельскохозяйственную деятельность. В данную группу экосистемных услуг входят опыление культурных растений, биологический контроль вредителей сельского хозяйства, защита от эрозии и регулирование водного режима. Предложенный подход применим к оценке экологической ценности залежных экосистем и выявлению залежей, сохранение которых в статусе особо ценных земельных участков будет способствовать поддержанию устойчивости агроландшафта и повышению урожайности сельхозкультур. В качестве примера приведена оценка обеспеченности пахотных земель агроландшафта, расположенного в подзоне широколиственных лесов Европейской территории России, экосистемной услугой опыления.

Ключевые термины: агроландшафт; залежные земли; постагрогенные сукцессии; опыление; регулирующие экосистемные услуги; энтомологический микрозаказник.

ASSESING REGULATING ECOSYSTEM SERVICES OF ABANDONED AGRICULTURAL LANDS FOR LAND MANAGEMENT PURPOSES

The article presents a methodology for the assessment of regulating ecosystem services for agriculture. This group of ecosystem services includes pollination, biological pest control, control of erosion rates and water flow regulation. The proposed approach is relevant for assessing the ecological value of ecosystems developing on the abandoned agricultural lands, as well as for determining abandoned land patches that worth preserving. An exemplary application of the methodology dealing with an agricultural landscape in the forested zone of European Russia is presented.

Keywords: agricultural land abandonment; agricultural landscape; ecosystem services; land-use change; land-cover; pollination; secondary succession.

Устойчивая тенденция выбытия из аграрного оборота длительно эксплуатируемых пахотных угодий, сложившая в России в период 1990–2010 гг., запустила на обширных площадях процессы естественного восстановления зональных экосистем. С 2010 г. в стране наблюдается активно поддерживаемый государственными программами процесс обратного ввода сельхозугодий в оборот, однако доля неиспользуемых полей остается высокой. Если социально-экономические последствия сокращения пахотных площадей считаются скорее негативными, то экологическая роль залежных земель неоднозначна и зависит от природной зоны, в которой они расположены [2, 8]. Согласно исследованиям, первыми из оборота выпадают земельные участки, использование которых наименее рентабельно: малоплодородные, труднодоступные или требующие значительных вложений в устранение деградации [2]. Альтернативное использование таких земель может оказаться более выгодным как с экономических, так и с экологических позиций. Высокий уровень распаханности не гарантирует стабильно высокого урожая и при этом становится одной из главных причин деградации ландшафта. Поэтому решение вопроса о восстановлении пашни на залежах должно осуществляться не только исходя из нормативных требований к состоянию земельных ресурсов, но и с учетом анализа предельно допустимых нагрузок на экосистемы.

Таким образом, необходим научно обоснованный подход к дальнейшему использованию выпавших из оборота пахотных угодий. Значительным потенциалом для выявления и комплексной оценки всего спектра выгод для общества от существования как природных, так и преобразованных экосистем разного иерархического уровня обладает концепция экосистемных услуг (далее – ЭУ), активно развиваемая в иностранной и отечественной науке.

Для целей данной работы использована последняя версия классификации Европейского агентства по охране окружающей среды CICES v5.1, в которой получаемые от экосистем материальные ресурсы и нематериальные блага подразделяются на три категории – обеспечивающие, культурные и регулирующие [5]. К последней категории ЭУ относятся функции, поддерживающие устойчивое состояние окружающей среды и протекание экосистемных процессов. Среди них можно выделить особую группу – регулирующие услуги, оказывающие поддержку сельскохозяйственной деятельности. В нее включаются четыре вида биотических ЭУ – опыление культурных растений, контроль вредителей, защита от эрозии и регулирование водного режима. Эти ЭУ направлены на сохранение устойчивости агроландшафтов и повышение урожайности однолетних и многолетних культур.

Ниже описаны этапы методического подхода, предлагаемого для оценки регулирующих ЭУ для земледелия на агроландшафтном уровне и выбора залежных участков, сохранение которых в наибольшей степени позволит поддержать земледелие. Применение изложенного метода проиллюстрировано на примере оценки ЭУ опыления в агроландшафте с целью выбора залежей, оптимальных для создания энтомологических микрозаказников. В качестве ключевой территории исследования выбран агроландшафт, расположенный в Веневском районе Тульской области.

1 этап. Выделение агроландшафта.

Поскольку влияние сельскохозяйственной деятельности распространяется и на незадействованные в производстве прилегающие к полям территории, организация рационального использования сельхозземель требует оптимизации более сложных целостных территориальных единиц – агроландшафтов. В рамках данной работы под агроландшафтом подразумевается геосистема определенной размерности, соответствующая природному ландшафту. Пространственная дифференциация природных ландшафтов значима и для агроландшафтов, при этом их морфоструктура нередко модифицирована искусственными границами и элементами [3]. Фрагменты исходного природного ландшафта, а также залежные земли играют в агроландшафте роль экологического каркаса.

Поскольку управление сельскохозяйственным землепользованием осуществляется на уровне административных районов, анализ агроландшафта на таксономическом уровне выше местности представляется нецелесообразным. В качестве объекта анализа предлагается агроместность – закономерное сочетание определенного типа урочищ, где земледелие является преобладающим типом природопользования [3].

Объект данного исследования – плакорная агроместность площадью 31,6 км², расположенная в Веневском районе Тульской области, к северу от дер. Гремячье. Данный ландшафт находится в сильно модифицированной многовековым сельскохозяйственным использованием подзоне широколиственных лесов.

Этап 2. Оценка закономерностей восстановления растительного покрова на залежах территории исследования.

Для анализа пространственной структуры землепользования агроландшафта необходимо картирование его земельного покрова. Карта земельного покрова отражает разные типы

растительности в пределах агроландшафта, в том числе фитоценозы, сформировавшиеся на выбывших из использования сельхозугодьях. Состав растительного покрова залежей и элементов экологического каркаса оценивается в ходе полевых геоботанических исследований.

Сукцессионный процесс, развивающийся на залежах, можно условно разделить на несколько дискретных стадий, отличающихся по выполняемым экологическим функциям. Основные закономерности развития постагрогенных сукцессий в первую очередь определяются зональной локализацией заброшенных земель и характером почв. Согласно исследованиям, все восстановительные сукцессии лесной зоны России имеют одинаковое количество и одну и ту же последовательность сходных по типу серийных стадий [2]. Для подзоны широколиственных лесов выделяют четыре стадии – рудеральная (возраст залежи – 2–3 года), луговая (до 17 лет), первая лесная (мелколиственная) и вторая лесная (климаксная). Геоботанические исследования, проведенные автором летом 2021 г., позволили выделить на ключевой территории залежи, относящиеся к первым трем стадиям.

Этап 3. Создание карты земельного покрова агроландшафта.

Геоботанические исследования территории позволяют выделить в границах агроландшафта отдельные типы земельного покрова. Карта земельного покрова создается путем компьютерной обработки многозональных спутниковых снимков территории. При выполнении классификации в качестве эталонных участков для обучения используются пробные площадки, описанные в ходе полевых исследований. Тип земельного покрова затем соотносится с границами кадастровых участков (согласно ПКК Росреестра) в целях выделения земель, предназначенных для сельскохозяйственного производства.

На рис.1 приведена карта земельного покрова ключевой территории, созданная в системе QGIS. Залежи с различными типами растительных сообществ выделены в отдельные типы земельного покрова. Сельскохозяйственные угодья занимают около 85% площади агроландшафта, из них 62% относятся к залежам.

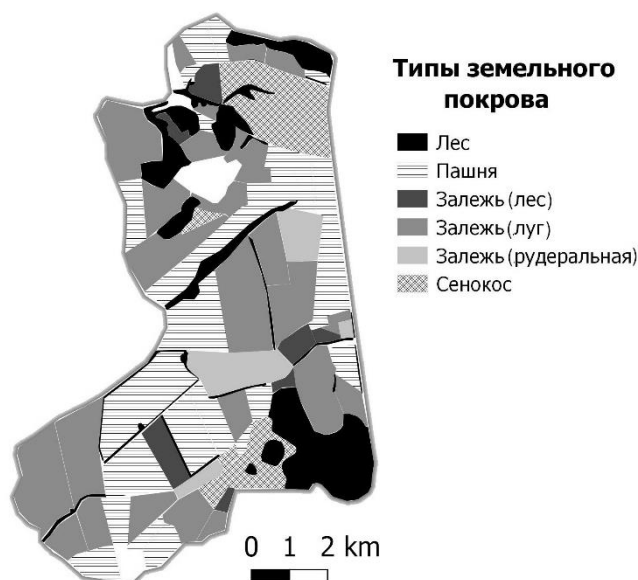


Рис.1 Земельный покров

Этап 4. Оценка и картографирование отдельных видов экосистемных услуг.

Качественная балльная оценка регулирующих ЭУ проводится на основе значений индикаторов состояния экосистем. Для каждого вида ЭУ в литературе приводится ряд индикаторов, выбор которых зависит в первую очередь от доступности данных [5].

Регулирующие ЭУ для земледелия оцениваются в разных пространственных масштабах. В то время как защиту от эрозии и регулирование водного режима целесообразно оценивать на агроландшафтном уровне, ЭУ опыления и контроля численности вредителей имеют локальный масштаб действия, поскольку влияние природных экосистем на сельскохозяйственные угодья распространяется на небольшое расстояние [4]. Однако для дальнейшей комплексной оценки всех регулирующих ЭУ для земледелия, рекомендуется оценивать все услуги в границах агроландшафта.

В качестве примера рассмотрим ЭУ опыления на ключевой территории. В севооборотах Веневского района присутствуют такие энтомофильные культуры как гречиха, люцерна, клевер и эспарцет, что делает ЭУ опыления востребованной в исследуемом агроландшафте.

В роли индикаторов ЭУ опыления в литературе указываются численность, видовое разнообразие и распределение опылителей в экосистемах [6]. В связи с тем, что количественные данные по этим индикаторам зачастую недоступны, состояние ЭУ опыления может быть смоделировано по двум ключевым факторам, определяющим количество опылителей в экосистеме – кормовой базе и местам, пригодным для гнездования [8]. В первую очередь речь идет о местообитаниях диких пчелиных, которые в условиях спада пчеловодства являются наиболее эффективными опылителями [4]. Поскольку распашка приводит к разрушению подземных и наземных гнезд насекомых, пахотные угодья непригодны для постоянного обитания насекомых-опылителей и выступают исключительно в качестве реципиентов ЭУ опыления. Основным ее источником являются природные экосистемы.

С точки зрения доступности мест для гнездования наибольшей ценностью обладают древесные растительные сообщества, в том числе молодые мелколиственные леса, сформировавшиеся на залежах. Природные травянистые сообщества, в том числе залежи на луговой стадии сукцессии, служат местообитанием опылителей, гнездящихся в земле и на земле.

Ключевая территория исследования расположена в подзоне широколиственных лесов, поэтому с точки зрения продолжительности цветения и медопродуктивности цветковых растений ее лесные массивы относятся к высокопродуктивным растительным сообществам [1]. Фитоценозы других природных экосистем, включая травянистые залежи также имеют широкий круг опылителей и представляют собой важный ресурс питания насекомых [6].

На рис. 2а) отражена способность природных экосистем ключевой территории к обеспечению прилегающих полей опылением. Индивидуальные значения по 5-балльной шкале, присвоенные каждому участку, зависят от его площади и типа растительного покрова.

Видовое разнообразие и численность всех групп опылителей значимо выше на полях, примыкающих к природным территориям, богатым кормовыми и гнездовыми ресурсами, и находится в прямой зависимости от площади этих территорий [8]. На рис. 2б) показана карта обеспеченности опылением пахотных угодий ключевой территории. Данный показатель, также оцененный по 5-балльной шкале, зависит от того, какая часть периметра поля граничит с естественными экосистемами, от обеспечивающей способности примыкающих природных экосистем (отраженной на рис. 2а)), а также от формы и размеров поля.

Карты обеспечивающей способности природных экосистем и обеспеченности пахотных угодий опылением, отражающие разные сценарии использования залежных земель, позволяют выявить наиболее ценные залежные участки, сохранение которых в качестве энтомологических микрозаказников позволяет оптимизировать состояние этой ЭУ в агроландшафте.

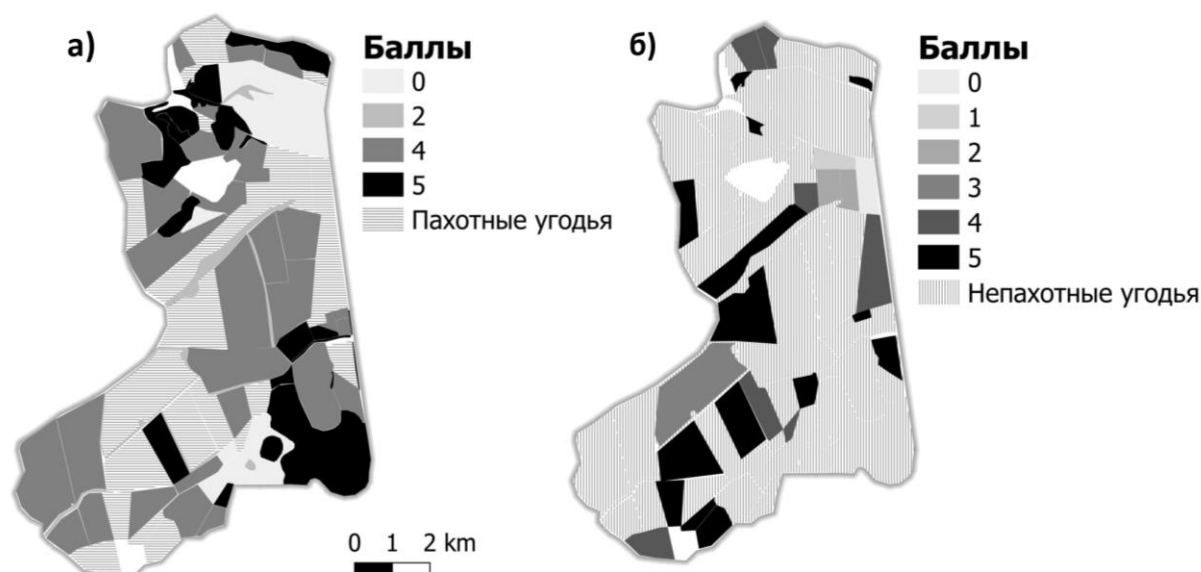


Рис.2 а) ЭУ опыления – обеспечивающая способность природных экосистем;
б) Обеспеченность пахотных земель ЭУ опыления.

Закключение.

Предложенный в работе методический подход к оценке регулирующих экосистемных услуг на агроландшафтном уровне позволяет выделить залежные земли, сохранение которых способствует оптимизации ЭУ для земледелия. По инициативе землепользователя выбранные залежи могут быть закреплены землеустройством на региональном уровне в качестве ценных земельных участков.

Библиографический список

1. Гаева Д.В. Опыление как экосистемная услуга в аграрном природопользовании // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Вып. 1. 2015. С. 19–34.
2. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель в России в XX веке и пост-агрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
3. Николаев В.А., Копыл И.В., Сысеев В.В. Природно-антропогенные ландшафты (сельскохозяйственные и лесохозяйственные). М.: Географический факультет МГУ, 2008. 160 с.
4. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т.1. Услуги наземных экосистем / Ред.-сост. Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолотчиков. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 151 с.
5. Haines-Young, R., Potschin M.B. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. 2017. 31 p.
6. Lonsdorf, E., Kremen, C., Ricketts, T., Winfree, R., Williams, N., Greenleaf S.S. Modelling pollination services across agricultural landscapes // Annals of Botany 1:12. 2009. P. 1–12.
7. Rey Benayas, J.M., Martins, A., Nicolau, J.M., Schulz J.J. Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, No. 2(057). 2007. P. 1–14.
8. Ricketts, T.H, Williams N.M., Mayfield M.M. Connectivity and ecosystem services: crop pollination in agricultural landscapes // Connectivity for Conservation. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2006. P. 255–289.

И.Ю. Арестова, М.Г. Опекунова, А.Ю. Опекунов, В.В. Сомов, С.Ю. Кукушкин, С.А. Лисенков, А.Р. Никулина

Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9

i.arestova@spbu.ru

I.Yu. Arestova, M. G. Opekunova, A. Yu. Opekunov, V. V. Somov, S. Yu. Kukushkin, S.A. Lisenkov, A.R. Nikulina

St. Petersburg State University, 199034, Saint Petersburg, Universitetskaya Embankment, 7/9

УСТОЙЧИВОСТЬ ЛАНДШАФТОВ ЮЖНЫХ КУРИЛ К РЕКРЕАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

Курильские острова обладают уникальными природными объектами и ресурсами. Однако уровень антропогенной нарушенности их ландшафтов изучен плохо. Согласно Стратегии социально-экономического развития Сахалинской области, Курильские острова отнесены к территории опережающего социально-экономического развития (ТОР). Здесь предполагается активное развитие разных отраслей экономики, включая экологический туризм. Для сохранения уникальных природных комплексов в условиях увеличения рекреационной нагрузки на островах Кунашир, Шикотан, Итуруп в августе 2021 г. проведены комплексные геоэкологические исследования, дана оценка антропогенной нарушенности ландшафтов островов, определена устойчивость ландшафтов к рекреации.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка; туризм; антропогенная нарушенность; заповедник; почвы; растительность.

THE SOUTHERN KURIL LANDSCAPE SUSTAINABILITY TO RECREATIONAL IMPACT

The Kuril Islands have unique natural objects and resources. However, the level of anthropogenic disturbance of their landscapes is poorly understood. According to the Strategy for Socio-Economic Development of the Sakhalin Oblast, the Kuril Islands are classified as a territory of priority socio-economic development (TPD). It assumes the active development of various sectors of the economy, including eco-tourism. In order to preserve unique natural complexes in the face of an increase in recreational pressure on the islands of Kunashir, Shikotan, Iturup, comprehensive geocological studies were carried out in August 2021. An assessment of the anthropogenic disturbance of the landscapes of the islands is given, and the resistance of landscapes to recreation is determined.

Keywords: recreational load; tourism; anthropogenic disturbance; nature reserve; soils; vegetation.

Территория Южных Курильских островов относится сегодня к районам опережающего территориально-экономического развития региона. Здесь планируется активно развивать социально-экономическую инфраструктуру, энергетику, транспортные коммуникации. Одним из планируемых направлений развития является туризм. При этом сегодня ландшафты Южных Курил плохо изучены с точки зрения допустимой антропогенной нагрузки, оценка устойчивости их природно-территориальных комплексов (ПТК) к рекреации ранее не проводилась.

Под экологической устойчивостью понимается способность геосистемы при воздействии различных природных и техногенных факторов сохранять (или восстанавливать) равновесие связей, параметров состава, структуры, состояния и свойств отдельных компонентов, а также обеспечивать стабильное функционирование систем, которые она вмещает. Поскольку на каждый ПТК одновременно оказывается разное воздействие, то необходимо определять устойчивость к каждому из них. Особенное значение при этом приобретает выделение доминирующего вида воздействия.

На сегодняшний день для рассматриваемой территории основным видом антропогенного воздействия является рекреация. При этом стоит отметить, что рекреация на о. Кунашир и о. Шикотан в большей степени приурочена к участкам особо охраняемых природных территорий (ООПТ) – Курильского заповедника и заказника «Малые Курилы». Именно на этих территориях расположены основные природные объекты, привлекающие туристов (кальдера вулкана Головнина, вулкан Тятя, мыс Столбчатый, мысы Краб и Край Света). По оценкам сотрудников заповедника, только за летний сезон 2020 г количество зарегистрированных туристов на этих объектах составило 1400 человек. Еще большее количество туристов побывало в том же году на о. Итуруп. В ближайшие годы планируется резкое увеличение потока посетителей как на территорию, включенную в границы ООПТ, так и на неохраняемые участки. Поэтому определение рекреационной устойчивости ПТК островов является насущной необходимостью для нормирования допустимой нагрузки.

Существует несколько подходов к оценке устойчивости. Широко распространены экспертные оценки использующие балльные шкалы, основанные на квалифицированном анализе результатов геоэкологических исследований. Они используются применительно к сложным системам, для которых получение прямых количественных характеристик затруднено из-за отсутствия методик расчета. Аналогичные подходы применяются и при оценке рекреационной устойчивости.

Основными факторами, определяющими способность ПТК сопротивляться рекреационной нагрузке, выступают растительность и почвенный покров. Поэтому при анализе рекреационной устойчивости необходимо предварительно определить уровень антропогенной нарушенности территорий или уровень рекреационной дигрессии ПТК. Поскольку на данный момент отсутствуют методики экологической оценки нарушенности ПТК Дальнего Востока и, в частности, Курильских островов, нами использовались подходы и методики, применяемые в других регионах [6, 10].

Комплексные геоэкологические исследования проводились на островах Курильской гряды (о. Кунашир, о. Шикотан, о. Итуруп) в августе 2021 г. Работы включали изучение состояния территории ООПТ на о-вах Кунашир и Шикотан, а также определение устойчивости ландшафтов ООПТ в условиях развития туризма и туристической инфраструктуры на островах. Дана детальная характеристика ПТК, включающая физико-географическое описание и ландшафтное картографирование. Определено направление потоков химических веществ в структуре почвенно-геохимических катен на ключевых участках вблизи источников антропогенного воздействия и на фоновой территории. В период проведения геоэкологических исследований осуществлено 9 пеших и 7 автомобильных маршрутов, изучено 3 городских территории. Всего обследовано 140 станций мониторинга и заложено 9 геоэкологических профилей на островах Кунашир, Шикотан и Итуруп.

При сравнительно небольшой площади территория исследований характеризуется широким разнообразием природных условий и ландшафтной структуры. О-ва Кунашир и Итуруп входят в состав Большой, а Шикотан – Малой Курильской гряды. Характерны высокая сейсмичность, палеовулканизм, а для Большой Курильской гряды – и современный вулканизм [1]. Вулканогенный рельеф на Кунашире и Итурупе представлен одиночными стратовулканами, вулканами линейно-гнездового типа, экструзивными куполами, вулканическими плато. Вершины вулканов являются высшими точками Кунашира (Тятя, 1819 м) и Итурупа (Стокап, 1634 м). На Шикотане присутствуют древние вулканы высотой до 363 м. Широко представлен денудационно-тектонический рельеф: полого-наклонные аккумулятивно-денудационные равнины и

плато с останцами низкогорного рельефа до 500 м высотой, морские и речные террасы. Типично глубокое эрозионное расчленение. В прибрежной зоне развит аккумулятивный рельеф: лагунные террасы в вершинах заливов и на перешейках, эоловые формы на побережьях Кунашира и Итурупа. Характерен умеренно морской муссонный климат с теплым летом и мягкой зимой (средняя температура воздуха в августе – от 13,6 до 16,3°C, в феврале – от -3,7 до -5,9°C), сильными и продолжительными ветрами, большим количеством осадков (1040-1240 мм/год), частыми туманами и метелями [1, 5, 8, 9]. Реки и ручьи многочисленны, но относительно невелики. Питание – снеговое, дождевое, частично подземное. На Кунашире и большей части Итурупа преобладают охристые типичные почвы и буроземы охристые. На Шикотане распространены буроземы темные и серогумусовые (дерновые) почвы [1,7]. Современный растительный покров формировался под влиянием колебаний климата и вулканизма. В целом доминируют темнохвойные (с *Picea ajanensis* и *Abies sachalinensis*), каменноберёзовые (с *Betula ermanii*) и широколиственные (с *Quercus crispula*) леса, встречаются осинники, тополёвники, ивняки. Распространены заросли кедрового стланика (кроме Шикотана), а также ольховника (*Duschekia spp.*). Реже встречаются лиственничники (с *Larix kamtschatica*). Характерно наличие неморальных и субтропических реликтов. Большие площади заняты зарослями курильского бамбука (*Sasa spp.*). Вдоль морских берегов развиваются луга с доминированием разнотравья, вейника, галофитных видов [1, 4, 2].

Анализ нарушенности ПТК проводился по 5-балльной шкале и предусматривал оценку состояния различных компонентов [3, 6, 10]:

- почв (мощность, см, и степень разложения подстилки);
- растительного покрова (общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, %; количество видов сосудистых растений; соотношение аборигенных и синантропных видов; жизненность растений; состояние подроста; наличие индикаторных видов; нарушенность растительного покрова; повреждения древостоя). Отнесение видов растений к синантропным производилось в соответствии с их принадлежностью к соответствующей эколого-ценотической группе, выделенной В.Ю. Баркаловым [2];
- степень обустроенности (наличие дорог; густота тропинойной сети; наличие инфраструктуры, жилой застройки; замусоренность).

После присвоения баллов каждому из оцениваемых показателей, вычислялось среднее арифметическое, характеризующее степень деградации ПТК. В зависимости от значения среднего арифметического природному комплексу присваивалась соответствующая стадия дигрессии.

Для обоснования репрезентативности полученных результатов нарушенность исследованной территории оценивалась:

1. Только по методике оценки стадии рекреационной дигрессии Казанской [6]: мощность и стадия разложения подстилки, состояние подроста, развитие тропинойной сети.
2. По интегральной методике на основе объединения критериев для оценки нарушенности территорий [3, 6, 10].

Далее был вычислен коэффициент парной корреляции Пирсона, который составил 0,82, что соответствует высокой степени связи. Это позволяет сделать вывод о возможности применения интегральной методики для оценки нарушенности о. Шикотан и высокой сопоставимости данных с методикой Казанской Н.С.

Анализ антропогенной нарушенности ПТК островов показал, что наибольший уровень рекреационной дигрессии характерен для о. Итуруп (III и IV стадии). При этом отмечается уменьшение мощности подстилки до 0-4 см (на слабонарушенных и восстанавливающихся

участках мощность подстилки достигает 20 см), появление «окон вытаптывания», значительное преобразование сообществ: не только присутствие рудеральных видов растений по нарушениям, вдоль троп и дорог, но и их встраивание в структуру сообщества. В этом случае растения равномерно распределены по площадке, не наблюдается их приуроченности к отдельным участкам. Отмечены такие индикаторные виды как: *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Gnaphalium uliginosum* L., *Heracleum lanatum* Michx., *Juncus tenuis* Willd., *Plantago asiatica* L., *Polygonum aviculare*, *Rumex longifolius*, *Chamaenerion angustifolium*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens*.

На исследованной территории о. Кунашир и о. Шикотан проявляется, преимущественно, II стадия рекреационной дигрессии, то есть изменения природных комплексов незначительны. Наиболее распространены территории, на которых начинается разрушение подстилки, что может быть связано как с антропогенными (тропиночная сеть, вытаптывание, использование грунтовых дорог), так и с естественными факторами (ветровая деятельность вблизи побережья океана). Отмечено появление в составе растительных сообществ *Agrimonia striata* Michx., *Agrostis capillaris* L., *Dactylis glomerata* L., *Galium mollugo* L., *Heracleum lanatum* Michx., *Juncus tenuis* Willd., *Plantago asiatica* L., *Plantago camtschatica* Link, *Poa pratensis* L., *Polygonum aviculare* L., *Prunella asiatica* Nakai, *Rumex longifolius* DC., *Taraxacum officinale* F.H. Wigg., *Trifolium repens*, которые произрастают на вытоптанных участках, а также вдоль троп и дорог. Обилие рудеральных видов растений по шкале Друде на данной стадии дигрессии, как правило, не превышает sp (sparsae), в редких случаях достигает cop1 (copiosa).

Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса изменяется на всех островах от 10% до 100% при среднем взвешенном значении 70%. Наименьшее биоразнообразие отмечено на участках с сазовыми сообществами, в которых проективное покрытие *Sasa senanensis* (Franch. et Savat.) Rehd. превышает 80%, а также в луговых сообществах с ландшафтно-деструктивными нарушениями (стоянки для автомобилей, кострища, площадки для кемпинга).

При исследовании селитебных территорий обнаружены участки, относящиеся к II – IV стадиям дигрессии. Доля синантропных видов в сообществе возрастает до 80%. При сравнении результатов, полученных для фоновых площадок, с данными для селитебных зон, отмечено уменьшение мощности подстилки (среднее значение 4 см) и степени её разложения (подстилка маломощная, но сплошная, у стволов деревьев её мощность увеличивается, подстилка очень уплотненная) на территориях поселков. Биоразнообразие по сравнению с фоновыми участками несколько ниже, суммарное проективное покрытие синантропных видов составляет до 25% от общего проективного покрытия. Подрост скудный, одновозрастной. Тропиночная сеть сравнительно густа. Средний уровень дигрессии соответствует III стадии.

Таким образом, нарушенность ПТК на всех островах связана, главным образом, с ландшафтно-деструктивными воздействиями. При этом следует выделить преобразование территории в XX веке. В настоящее время нарушения ландшафтов происходят вследствие эксплуатации местными жителями и туристами грунтовых дорог (многие из которых бывают сильно разъезжены во время дождей), прокладывания тропинок и вытаптывания на смотровых площадках, обустройстве парковок для автомобилей, сооружения кострищ, площадок для кемпинга на берегу Тихого океана и Охотского моря. Отмечается наличие бытового мусора в местах, посещаемых людьми.

В связи с вышеизложенным, наиболее информативными индикаторами антропогенной нагрузки на природные комплексы островов следует признать степень разложения и мощность подстилки, соотношение аборигенных и синантропных видов в травяно-кустарничковом

ярусе, наличие дорог, развитие тропинойной сети, замусоренность территории. Коэффициент парной корреляции Пирсона (для фоновых участков вне урбанизированных территорий) между степенью разложения подстилки и стадией развития тропинойной сети достигает 0,70; между замусоренностью и наличием инфраструктуры – 0,54, что позволяет использовать эти показатели одновременно.

Полученные результаты анализа антропогенной нарушенности ПТК островов позволили ранжировать изученные территории на 3 категории по степени рекреационной устойчивости. Наиболее устойчивыми оказались ПТК с сазовыми сообществами и редколесья с зарослями сазы на равнинных участках. К наименее устойчивым относятся крутосклонные низкогорья древних вулканов с можжевельниковыми зарослями, и склоновые ПТК средней крутизны с елово-пихтовыми лесами.

На основании выполненных исследований в настоящий момент ведется разработка рекомендаций по развитию экологического туризма и размещению экологических троп на островах Кунашир, Шикотан и Итуруп. Разработанная методика проведения ландшафтно-экологических исследований с учетом природной специфики островов Курильской гряды позволит оптимизировать оценку устойчивости природной среды других островов, включенных в программу опережающего социально-экономического развития территории согласно Стратегии социально-экономического развития Сахалинской области на период до 2035 года.

Исследования проведены при поддержке гранта РГО № 14/2021-Р «Геоэкологическая оценка состояния островов Курильской гряды: экологические риски и устойчивость ландшафтов к антропогенному воздействию».

Библиографический список

1. *Атлас Курильских островов*. М.; Владивосток, 2009. 515 с.
2. *Баркалов В.Ю.* Флора Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2009. 468 с.
3. *Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А.* Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» // Географический вестник. 2011. № 2(17). С. 49–59.
4. *Ганзей К.С.* Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов: Автореф. дис. канд. геогр. наук. Москва, 2009. 24 с.
5. *Ерёменко Н.А.* Сезонное развитие растений и растительных сообществ Южных Курильских островов: Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток, 2004. 21 с.
6. *Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин М.М.* Рекреационные леса. М.: Лесная промышленность, 1977. 96 с.
7. *Костенков Н. М., Ознобихин В.И.* Почвенно-географическое районирование Курильских островов // Вестн. Северо-Восточного НЦ ДВО РАН. 2011. № 1. С. 77–83
8. *Линник Е. В.* Заповедник «Курильский» // Биота и среда заповедных территорий. 2019. № 1. С. 110-124.
9. *Полохин О.В., Сибирина Л.А.* Почвенный и растительный покров острова Итуруп (Курильские острова) // Современные проблемы науки и образования. 2014. №5. С. 618.
10. *Чиждова В. П.* Оценка допустимых рекреационных нагрузок и последствий туристской деятельности на состояние природных комплексов // Теоретические и практические аспекты устойчивого природопользования: управление, принципы организации природно-хозяйственных систем, ландшафтное планирование. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. С. 304–335.

О.А. Бажгина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 614068, г.
Пермь, ул. Букирева, 15

O.A. Bazhgina

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva 15

e-mail: olya.bazhgina15@gmail.com

К АНТРОПОГЕННОЙ ДИНАМИКЕ ФАУНЫ ПТИЦ И МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

В сообщении рассматривается характеристика динамики фауны Пермского края через выявление особенностей процессов постепенной трансформации ареалов птиц и млекопитающих агроландшафтов, урбанизированных территорий, территорий без регулярного влияния человеческой деятельности; динамики видового состава. Наблюдаемая пространственная и временная неоднородность динамики фауны в связи с антропогенными воздействиями на фауну данного региона требует оценки для обоснования оптимальных мер по рациональному использованию и сохранению биоразнообразия фауны.

Ключевые термины: география; экология; антропогенный ландшафт; ареал; динамика; животные Прикамья; синантропизация; млекопитающие Пермского края; птицы Пермского края; зоогеография.

TO THE ANTHROPOGENIC DYNAMICS OF THE FAUNA OF BIRDS AND MAMMALS OF THE PERM KRAI

The article discusses the methods of the dynamics of the fauna of the Perm Krai through the identification of the features of the processes of gradual transformation of the habitats of birds and mammals of agricultural landscapes, urbanized territories, territories without regular influence of human activity; the dynamics of species composition. The observed spatial and temporal heterogeneity of fauna dynamics due to anthropogenic impacts on the fauna of this region requires an assessment to justify optimal measures for the rational use and conservation of fauna biodiversity.

Keywords: geography; ecology; anthropogenic landscape; habitat; dynamics; animals of the Kama region; synanthropization; mammals of the Perm Krai; birds of the Perm Krai; zoogeography.

Ареалом считается часть земной поверхности или акватории, в пределах которой встречается конкретный вид организма. Размеры, форма, внутренняя структура, границы ареала определяются историческими, географическими и экологическими факторами [10].

Рост хозяйственной деятельности, широкие масштабы сведения лесов, рост площадей обрабатываемых земель, создание водохранилищ, урбанизация и другие формы трансформации естественных природных ландшафтов за последние столетия значительно изменили условия обитания животных [1, 9]. В антропогенных ландшафтах появились новые экологические ниши, которые заметно изменили процесс адаптации животных, – в первую очередь, птиц и млекопитающих. Зоогеографическая карта мира претерпела существенные изменения. Ареалы одних видов животных значительно расширились, других – сократились до критических пределов. На суше почти не осталось организмов, которые сохранили свой естественный ареал [24]. На пути неограниченного увеличения численности популяций, давления жизни и стремления расширить свой ареал встают внешние факторы: географические, ландшафтно-экологические и биологические [10, 21].

Часто в результате человеческой деятельности происходит существенное изменение значений абиотических факторов среды, гидрографических характеристик водоемов, позволяющее тем или иным видам расселяться в районы, условия которых ранее не позволяли им там выживать [14]. Основной пик подобного рода человеческой деятельности пришелся на XX

столетие. Другая причина изменения ареалов по вине человека – направленная или случайная интродукция, прямое переселение организмов.

Животный мир Прикамья разнообразен. Наряду с европейскими видами животных встречаются представители фауны Сибири и Субарктики, через территорию края пролетают весной и осенью птицы, гнездящиеся на Севере [2-4]. Общий облик фауны связан с преобладанием лесных форм, но географическое положение, рельеф, а также возрастающее воздействие хозяйственной деятельности человека обуславливает его своеобразие.

Видовой состав позвоночных Пермского края относительно стабилен, его особенности определяются природными условиями региона. Разнообразие позвоночных животных представлено 402 видами, из которых рыб – 43, амфибий – 9, рептилий – 7, птиц – 281, в том числе 225 гнездящихся, млекопитающих – 62. Беспозвоночных насчитывают десятки тысяч видов. За последние 100 лет произошли существенные изменения в населении животных, их распространении и численности [18]. Связано это с тем, что на территории Прикамья в связи с активным хозяйственным освоением региона происходили существенные преобразования ландшафтов.

Животных, наиболее подвергшихся антропогенному вмешательству можно поделить на следующие группы: не встречавшиеся ранее, появившиеся в крае во второй половине XX столетия и освоившие территорию Прикамья; залетные виды птиц, которые ранее не встречались; южные виды, продвигающиеся на север; проникающие в горные районы; птицы, которые не гнездятся в северной части края; исчезнувшие из южных районов; не встречающиеся на территории региона с первой половины XX века; перемещающиеся в юго-западном и южном направлении [18]; птицы, чьи ареалы с XX века смещаются с Сибири и востока [1].

В рамках данного обзора рассматриваются следующие группы животных Пермского края:

1) Животные, занесенные в Красную книгу Пермского края. Каждый вид имеет свои лимитирующие факторы [2]. Исходя из этих данных, выявляется, какие именно факторы повлияли на границы ареалов животных. Каждому виду соответствует один или несколько лимитирующих факторов антропогенного характера, которые удалось объединить в группы и отразить их процентное соотношение. Из анализа факторов можно сделать вывод, что наибольшее влияние на снижение численности, сокращение границ ареалов оказывают такие факторы, как:

- Беспокойство птиц в гнездовой период – 24% (дикие звери и птицы, болезненно реагируют на вспугивание, на всё, что их тревожит, частое вспугивание неизбежно нарушает ритм суточной активности животного, организм животного под действием фактора беспокойства испытывает очень глубокие потрясения, вплоть до гибели от последствий шока, вспугнутый и поднятый на крыло выводок обнаруживает себя для хищников) [21];
- Браконьерство – 20% (незаконная охота, отлов и часто убийство диких животных) [6];
- Охота – 12% (не выполняются в полном объеме минимальные биотехнические мероприятия в связи с приведенным ранее соотношением инспекторов и охотников) [6, 11];
- Вырубка лесов, гибель птиц в сетях – 8% (рубка лесов сказывается на кормодобывающем поведении, условиях питания и распределении животных по типам местообитаний) [7].

2) Синатропные животные населенных пунктов, в том числе и крупных городов, вовлеченные в глобальную антропогенную трансформацию экосистем, которые неизбежно вступают в процессы синантропизации и урбанизации, с приобретением новых поведенческих и экологических особенностей. Исследования последних десятилетий подтверждают наличие у птиц и млекопитающих широких адаптивных возможностей к антропогенным ландшафтам [2, 12, 13]. Вслед за распространением по всей планете человека разумного расселились и так

называемые синантропные виды, т.е. виды-спутники человека – домовые мыши, крысы, тараканы и др. Хотя антропогенное воздействие является разрушительным для природных биотопов, оно формирует новую среду, в которой ряд видов успешно сосуществует с человеком. В популяциях животных возник целый ряд эволюционных приспособлений, позволивших им перейти к такому образу жизни [21, 22].

Сеть автомобильных дорог, сокращение площади зеленых массивов в городе в основном негативно сказывается на позвоночных животных, так как занятые ими местообитания уничтожаются. Существенно сокращается обилие полезных, декоративных видов, но растет численность синантропных грызунов и птиц (крыс, голубей, ворон, воробьев). В целом, животный мир в районе г. Перми и на сопредельных территориях существенно обеднен по сравнению с естественным. Это связано со значительным влиянием антропогенной деятельности человека на природные территории, преобладанием агроценозов и вторичных лесов [9, 19]. Присутствие на территории города небольшого числа видов птиц обуславливается довольно однообразными и однотипными условиями обитания. В городе доминируют воробьинообразные из семейств славковых, мухоловковых, дроздовых, правых и синицевых [12]. Миграции млекопитающих в пределах города носят исключительно местный характер. Каких-либо глобальных миграционных путей на данных территориях не имеется.

Условия обитания животных на территории города в настоящее время имеют значительные изменения вследствие уже существующей освоенности прилегающей территории под плотную жилую застройку. Для многих животных существенным фактором является фактор беспокойства (шум, производимый железнодорожным и автомобильным транспортом) [17].

3) Млекопитающие и птицы в естественной среде обитания, которая так же подвергается всевозможной обработке, вмешательству человека, рубкам, пожарам, застройкой территорий [3]:

1. Лесной тип размещения (обыкновенный еж, обыкновенная бурозубка, летяга, белка, бурундук, садовая соя, длиннохвостая мышовка, лесная мышь-малютка, равнозубая бурозубка, когтистая бурозубка, лесной лемминг).
2. Лесопольный (сибирский крот, обыкновенный крот, малая бурозубка, лесная мышовка, полевая мышь, азиатская мышь, полевка-экономка).
3. Околоводный (кутора, бобр, водяная полевка).
4. Лугово-степной (длиннохвостый суслик).

Основная особенность – это смешение фауны европейской тайги с элементами сибирской тайги, смешанных лесов, лесостепи и даже тундры [19]. В долготном направлении происходит преимущественно естественное изменение границ ареалов некоторых животных. В широтном направлении (юг – север) решающее значение на распространение животных оказывают влияние антропогенные факторы.

Факторы антропогенной динамики млекопитающих прослеживаются на примере фауны мелких млекопитающих Камского Приуралья, южной тайги Приуралья. Фауна территории изучена далеко не полностью [1]. Анализ фауны мелких млекопитающих с экологической, генетической, количественной стороны привела к следующим результатам: насекомоядные представлены обыкновенной бурозубкой, обыкновенным кротом, обыкновенным ежом, малой, средней, крошечной бурозубкой и т. д. Фауна грызунов более разнообразна: насчитывается более 21 вида (летяга, хомяк, бурундук, серая крыса, мыши: полевая, домовая, лесная, малютка, разные виды полевок, бобр, несколько видов ондатры, лесная мышовка и т. д.). Зайцеобразные представлены двумя видами: заяц-беляк и заяц-русак.

Анализируются только те виды, наличие которых на анализируемой территории твердо установлено. Четко различимы следующие характеристики для вида: фаунистическая (по месту происхождения), экологическая (по биотопам), географическая (по величине ареала), а также приблизительная оценка обилия вида для уточнения путей формирования фауны [1,3].

Фауна мелких млекопитающих Прикамья формировалась отчасти за счет широко распространенных форм. Сюда переселялись животные с других территорий [1, 3]. Сейчас ядро фауны составляют европейско-сибирские виды (распространение связано с большими географическими территориями), траспалеаркты. Доля европейских немного больше сибирских видов. Это дает убедиться в том, что роль Уральского хребта мала как преграда расселению животных.

Сведение лесов – процесс, интенсивно осуществляющийся в Прикамье, сказался на формировании фауны животных, на ее экологических характеристиках. Эта территория и дальше будет подвергаться интенсивному обезлесиванию, что еще заметнее может сказаться на динамике фауны, как проникновением более южных степных форм, так и изменением экологии уже обитающих здесь видов. В результате вырубок лесов изменится соотношение различных по происхождению групп фауны мелких млекопитающих: сократится число сибирских видов, увеличится число европейских форм. Изменения не будут нести пользу для человека. Ухудшится кормовая база для ряда ценных хищных зверей. Особенно сказаться это может на северо-востоке территории (соболь, куница). Увеличение обилия серых полевок, хотя и составит кормовую базу горностаю и другим мелким хищникам, все же увеличит число природных очагов различных инфекций человека и домашних животных, количество самих болезней может возрасти. К тому же, полевки – серьезные вредители сельскохозяйственных культур.

Все вышеперечисленные выводы демонстрируют необходимость своевременного тщательного экономического анализа возможных прибылей и убытков при планировании и проектировании какого-либо хозяйственного мероприятия. Так, при определении скорости и объемов лесозаготовок учитывается только прямая прибыль от получаемой древесины и никак не оцениваются неожиданные, не прямые последствия и побочные эффекты, которые могут нанести серьезный ущерб как народному хозяйству, так и биоразнообразию территории.

Одной из основных задач достижения сохранения экологического является сохранение биологического разнообразия, экосистем суши и водных объектов. Необходимо расширение мер по сохранению биоразнообразия, в том числе редких и исчезающих видов растений, животных и других организмов, среды их обитания, а также развитие системы особо охраняемых природных территорий. Этому могут способствовать следующие механизмы: ведение Красной книги Российской Федерации и красных книг субъектов Российской Федерации; реализация стратегий сохранения редких и исчезающих видов растений, животных и других организмов; управление системой особо охраняемых природных территорий. Перспективы сохранения биоразнообразия, создание новых особо охраняемых природных территорий для сохранения редких и исчезающих видов – актуальные темы для специалистов многих областей. Система охраняемых территорий региона должна формироваться из ООПТ разного значения (федеральные, региональные, местные) и категорий (от памятника природы до заповедника) и представлять единую систему, устойчивую к антропогенным нагрузкам, способную предотвратить необратимые процессы в экосистемы и обеспечивающие сохранение и сбалансированное использование природных ресурсов [1].

Проведенный обзор позволяет сделать следующие выводы: с помощью зоологических исследований выявляются новые закономерности формирования фаунистических комплексов,

реакций отдельных видов на антропогенные воздействия, что дает возможность прогнозировать близкие и отдаленные последствия этих процессов, разрабатывать меры регулирования взаимоотношений человека и животных в антропогенных ландшафтах. Наиболее изменены природные ландшафты на территориях современных городов и промышленно-городских агломерации, что приводит к тому, что наряду с естественными, необходимо специальное изучение антропогенной зоогеографии. Деятельность человека – наиболее динамичный фактор, действующий в биосфере, поэтому проблема приспособления животных к новым постоянно меняющимся антропогенным условиям затрагивает закономерности микроэволюции, а проблема формирования урбоценозов – проблему эволюции сообществ.

Библиографический список

1. Акимов В.А., Воронов Г.А. Слово о природном наследии. // Избранные труды. Пермь. 2005. С. 282–337.
2. Бакланов М.А., Баландин С.В., Белковская Т.П., Воронов Г.А., Есюнин С.Л., Ефимик Е.Г., Зенкова Н.А., Зиновьев Е.А. Красная книга Пермского края. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
3. Воронов Г.А. География мелких млекопитающих южной тайги Приуралья, Средней Сибири и Дальнего Востока (антропогенная динамика фауны и населения). Пермь: Изд-во Пермского университета. 1993. С. 146–163.
4. Воронов Г.А. Животные города Перми. Пермь: Форвард-С. 2010. 296 с.
5. Воронов Г.А. Эколого-географические очерки наземных позвоночных животных города Перми. Пермь: ПГНИУ. 2016. С. 5–93.
6. Давлетов И.И. Оценка современного состояния охотоводства в Пермском крае. // Московский экономический журнал. 2020. №12. С. 328–333.
7. Козлов В.М. Влияние рубок леса на среду обитания и популяции охотничьих животных европейской тайги. Монография. Киров: Вятская ГСХА. 2010. С. 3–127.
8. Кулакова С.А. Трансформация природной среды Пермского края. // Географический вестник 3 (34). 2015. С. 74–84.
9. Опарин М.Л., Опарина О.С., Тихонов И.А., Ковальская Ю.М., Капранова Т.А. Роль природных и антропогенных факторов в изменении границ ареалов и динамике численности млекопитающих и птиц в степной зоне междуречья Волги и Урала в 20 столетии. // Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции РАН. 2003. №18. С. 20–25.
10. Петров К.М. Биogeография с основами охраны биосферы. СПб: Изд-во СПб. гос. ун-та, 2001. С. 50–157.
11. Расковалов В.П. Ресурсный потенциал охотничье-рыболовного туризма в Пермском крае. // Географический вестник. 2011. 2 (17). С. 83–90.
12. Рахимов И.И. Авифауна среднего Поволжья в условиях антропогенной трансформации естественных природных ландшафтов. // Автореферат, диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Москва. 2002. С. 2–33.
13. Рахимов И.И. Участие основных таксономических групп птиц в авифауне урбанизированных ландшафтов Среднего Поволжья. // Русский орнитологический журнал. Выпуск 151. МПГУ. 2001. С. 579–587.
14. Рустамов А.К. Основы экологии и охраны окружающей среды. Учебник. для сельхозвузов. М.: Колос. 1996. 303 с.
15. Санников П.Ю., Бузмаков С.А. Перспективы развития сети ООПТ Пермского края. Монография. Пермь: ПГНИУ, 2015. С. 93–107.
16. Тартаковский М.А. Атлас Пермского края. Пермь: Раритет-Пермь, 2012. С. 50–60.

17. *Технический отчет* по результатам инженерно-экологических изысканий для разработки документации по планировке территории. // 20073УГ-ИЭИ. Том 4. Пермь. 2020. С. 4–23.
18. *Шепель А.И.* Изменение видового состава и распространения позвоночных животных Пермского края в связи с антропогенной трансформацией естественных мест обитания. // Антропогенная трансформация природной среды. 2011. С. 22–25.
19. *Шепель А.И., Зиновьев В.А., Юшков Р.А., Воронов Г.А., Литвинов В.А.* Животные Прикамья. Учебное пособие, книга 2. Позвоночные. Пермь: Кн. мир, 2001. С. 68–127.
20. *Шураков А.И., Воронов Г.А., Каменский Ю.Н.* Животный мир Прикамья. Пермь: Кн. изд-во, 1989. С. 139–170.
21. *Юргенсон П.Б.* Роль фактора беспокойства в экологии зверей и птиц. // Русский орнитологический журнал. 2013. Том 22, Экспресс-выпуск 891. С. 1683–1687.
22. *Рустамов А.К.* Антропогенная зоогеография. – Актуальные проблемы изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Азии // Материалы XI Международ. Орнитологической конф. Казань. 2001. С. 937–942.
23. *Сайт* министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. URL: <https://priroda.permkrai.ru/about/news/5062/> (Дата обращения: 20.02.2022).
24. *Web-портал* «Чужеродные виды на территории России». URL: <http://www.sevin.ru/invasive/> (Дата обращения: 17.02.2022).

Н.А. Байдина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: baidina.natalja2014@mail.ru

N.A. Baidina

Perm State University,
614068, Perm, street Bukireva, 15

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ОСИНСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

В сообщении приведены определение и категории особо охраняемых природных территорий. Также приведён перечень особо охраняемых природных территорий Осинского района Пермского края. Даны сведения о их площади, категории, а также краткая характеристика. Рассматриваются их происхождение, цели и причины их образования.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории; биоразнообразие; Пермский край; Осинский район.

SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF THE OSINSKY DISTRICT OF THE PERM KRAI

The report contains the definition and categories of specially protected natural territories. A list of specially protected natural areas of the Osinsky district of the Perm Krai is also given. Information about their area, category, as well as a brief description is given. Their origin, goals and reasons for their formation are considered.

Keywords: specially protected natural territories; protected areas; biodiversity; Perm Krai; Osinsky district.

Особо охраняемые природные территории (далее – ООПТ) – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны [3]. С учетом особенностей режима особо охраняемых природных территорий различаются следующие категории указанных территорий:

- а) государственные природные заповедники, в том числе биосферные заповедники;
- б) национальные парки;
- в) природные парки;
- г) государственные природные заказники;
- д) памятники природы;
- е) дендрологические парки и ботанические сады [8].

Законами субъектов Российской Федерации могут устанавливаться и иные категории ООПТ регионального и местного значения. Согласно Закону Пермского края от 04.12.2015 №565-ПК «Об особо охраняемых природных территориях Пермского края» на территории Пермского края с учетом особенностей режима особо охраняемых природных территорий могут создаваться следующие категории особо охраняемых природных территорий регионального значения:

- 1) природные парки;
- 2) государственные природные заказники;
- 3) памятники природы;

- 4) дендрологические парки и ботанические сады;
- 5) охраняемые ландшафты;
- 6) природные резерваты;
- 7) историко-природные комплексы и территории;
- 8) экологические парки [3].

Сведения о существующих особо охраняемых природных территориях и объектах, государственных природных биологических заказниках, располагающихся в границах Осинского муниципального района, представлены в таблице.

Таблица

Перечень особо охраняемых природных территорий Осинского района [3,7]

№	Наименование ООПТ	Площадь, га	Категория	Значение	Профиль
1	Монастырский бор	180,0	Природный резерват	Региональное	Ботанический
2	Ореховая гора	60,0	Памятник природы	Региональное	Ботанический
3	Осинская лесная дача	12168,0	Охраняемый ландшафт	Региональное	Не определен
4	Чермодинская вишневая лесостепь	84,6	Памятник природы	Региональное	Ботанический

Краткая характеристика ООПТ Осинского района:

1) Ботанический природный резерват «Монастырский бор»

Образован решением Пермского облисполкома от 12.12.91 г. № 285. Был предложен к охране как ботанический памятник природы Э. Э. Аникиной (1960) и рекомендован Комиссией по охране природы УФ АН СССР [4]. Охраняемая территория расположена на юго-западе Пермского края, между Оханской и Тулвинской возвышенностями на Русской равнине, на береговом склоне Воткинского водохранилища. В пределах природного резервата расположены массив хвойного леса с преобладанием сосны [5].

Целью создания особо охраняемой природной территории является охрана типичных для природных объектов участков естественных экологических систем, природных ландшафтов, ценных в научном и эстетическом отношении, а также сохранение сосняков-зеленомошников, ельников-кисличников, сосняков-кисличников [5].

2) Ботанический памятник природы «Ореховая гора»

Образован решением Пермского облисполкома от 28.04.81 г. № 81. Предложен к охране А. Н. Пономаревым и М. М. Даниловой (1960) [4]. Охраняемая территория расположена в 2,7 км на юго-восток от дер. Ивановка, исток реки р. Сидяха [8]. Самый северный массив орешника в Пермской области в пределах ООПТ зарегистрировано более 90 видов сосудистых растений из них 3 вида занесены в Красную книгу Среднего Урала. Необходимо проведение регулярных рубок для прореживания древостоя [3].

Целью создания особо охраняемой природной территории является охрана уникальных, невозполнимых, ценных в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природных комплексов, а также сохранение самого северного массива ореха-лещины в Пермском крае, кусты которого хорошо развиты до 4-5 м высотой [7].

3) Охраняемый ландшафт «Осинская лесная дача»

Образован решением Пермского облисполкома от 26.12.89 г. № 341 [4]. Охраняемый ландшафт регионального значения «Осинская лесная дача» расположен в центральной части

Пермского края, на левом берегу Воткинского водохранилища западнее г. Оса [1]. Основные объекты охраны: лесной генетический резерват сосны обыкновенной; ареал редких почв, формирующихся в особых экологических условиях; один из немногих для юга Пермского края сохранившихся крупных массивов хвойных лесов; выполняет роль места обитания для многих видов животных и растений, в том числе включенных в Красные книги Российской Федерации и Пермского края [2]. Лесная растительность Осинской лесной дачи представлена 26 типами леса, что является уникальным для такой небольшой местности. В результате обследования охраняемого ландшафта, проведенного в 2008 г., обнаружено 9 видов растений, охраняемых на территории Пермского края [5].

Целью создания особо охраняемой природной территории является охрана природных комплексов и поддержание экологического баланса при сохранении экономического потенциала региона и образа жизни населения с регулируемым традиционным использованием. Также на этой территории обеспечивается охрана массива южнотаежных лесов на древних аллювиальных Камских песчаных отложениях [6].

4) Ботанический памятник природы «Чермодинская вишневая лесостепь»

Образован решением Пермского облисполкома от 28.04.81 г. № 81. Впервые территория описана и предложена к охране Н. Я. Ковязиным (1961) [4]. Охраняемая территория расположена на восточной окраине Русской равнины в пределах подтаежной зоны. Относится к ландшафтной области Высокое Заволжье. В пределах памятника природы расположены экосистемы смешанных лесов (Тюмисский и Усть-Тунторский участки), луговых сообществ (Тюмисский участок) и сосняк вишарник (Рудногорский участок) [6]. Вишня вместе с шиповником образует то густые, то более или менее разреженные заросли на склонах. Произрастают под пологом разреженного сосняка. Зарегистрировано около 80 видов сосудистых растений, в т.ч. занесенных в Красную книгу Среднего Урала [3].

Целью создания особо охраняемой природной территории является охрана уникальных, невосполнимых, ценных в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природных комплексов, а также сохранение островных фрагментов лесостепных участков [6].

Библиографический список

1. Бузмаков С.А., Гатина Е.Л. Зонирование особо охраняемой природной территории «Осинская лесная дача» // Географический вестник. 2009. №1 (9). Пермь. С. 51-55.
2. Государственное бюджетное учреждение «Дирекция особо охраняемых природных территорий Пермского края». URL: <http://паркпермский.рф/территория/оопт/> (дата обращения: 07.03.22).
3. Лесохозяйственный регламент Осинского лесничества Пермского края. Министерство природных ресурсов, хозяйства и экологии Пермского края, 2021. 407 с.
4. Особо охраняемые природные территории Пермской области. Реестр/ Отв.ред. С.А.Овеснов. Пермь: книжный мир, 2002. 464 с.
5. Приказ Министерства градостроительства и развития инфраструктуры Пермского края № 01-39 от 01.06.2007 «Об утверждении перечней объектов животного и растительного мира». URL: <https://base.garant.ru/16158737> (дата обращения: 10.03.22).
6. Приказ Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края от 09.01.17 N СЭД-30-01-02-2365 «Об утверждении положений об особо охраняемых природных территориях регионального значения Осинского муниципального района Пермского края». URL: <https://clck.yandex.ru/redirect/> (дата обращения: 10.03.22).

7. *Приказ Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края от 20 января 2020 г. N СЭД-30-01-02-41 «Об утверждении перечней особо охраняемых природных территорий регионального и местного значений».* URL: http://oopt.aari.ru/sites/default/files/documents/ministerstvo-prirodnih-resursov-lesnogo-hozyaystva-i-ekologii-Permskogo-kрая/NSED-30-01-02-41_20-01-2020.pdf (дата обращения: 10.03.22).

8. *Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях»* URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102034651> (дата обращения: 10.03.22).

**Т.А. Бойко, О.В. Харитонов,
С.Ю. Бердинских**

Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова
614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23

e-mail: kaffla@pgatu.ru

**T.A. Boyko, O.V. Kharitonova,
S.Y. Berdinskikh**

Perm State Agro-Technological University
named after Academician D.N. Pryanishnikov
614990, Perm, Petropavlovskaya street, 23

УСТОЙЧИВОСТЬ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ООПТ «ЛЕВШИНСКИЙ» ПЕРМСКОГО КРАЯ

Аннотация. Особо охраняемая природная территория (ООПТ) «Левшинский» Пермского края, является охраняемым природным ландшафтом местного значения. На территории выделены ценные экосистемы: эталонные посадки сосны обыкновенной и участки старовозрастных ельников. Санитарное состояние насаждений влияет на устойчивость территории, поэтому проведено обследование с определением пороков и повреждений древесины. В результате проведенных исследований представлена таксационная характеристика ельников, произрастающих на ООПТ «Левшинский», выполнен анализ санитарного состояния еловых насаждений разных типов леса, рассчитаны категории санитарного состояния. Преобладающая категория санитарного состояния исследуемых насаждений на территории ООПТ определена как ослабленные. Проанализировано общее состояние насаждений и предложены рекомендации для его улучшения. На ООПТ «Левшинский» выделены ценные экосистемы – участки старовозрастных ельников. Их санитарное состояние влияет на устойчивость территории.

Ключевые слова: санитарное состояние; особо охраняемая природная территория; пороки древесины; еловые насаждения.

THE STABILITY OF SPRUCE FORESTS OF NATURAL RESERVE «LEVSHINSKY» (PERM KRAI)

The natural reserve (protected area) «Levshinsky» (Perm Krai, is a protected natural landscape of local significance. Valuable ecosystems have been identified on the territory: reference plantings of scots pine and sites of old-age spruce forests. The sanitary condition of the plantings affects the stability of the territory, therefore, a survey was conducted to determine the defects and damage to the wood. As a result of the conducted research, the taxational characteristics of spruce forests growing in the natural reserve «Levshinsky» are presented, the analysis of the sanitary condition of spruce plantations of different types of forest is carried out. The categories of sanitary condition for each tree species included in the surveyed plantings are calculated. The prevailing category of sanitary condition of the studied plantings on the territory of protected areas is defined as weakened. The general condition of plantings is analyzed and recommendations for its improvement are offered.

Keywords: sanitary condition; natural reserve; wood defects; spruce forest.

Введение. Особо охраняемая природная территория (ООПТ) «Левшинский», является охраняемым природным ландшафтом местного значения и находится на территории Левшинского участкового лесничества МКУ «Пермское городское лесничество» в левобережной части г. Перми. Территория ООПТ, площадью 952 га, поддерживает экологический баланс долины реки Васильевки, выполняя средообразующие функции [4]. Рельеф данной природной территории представляет собой склоны III надпойменной террасы. Абсолютные высоты колеблются от 120 до 180 м над ур.м. Гидрологическая сеть представлена р. Васильевкой и ее притоками.

Основной целью создания особо охраняемых природных территорий (ООПТ) является предотвращение деградации природной среды путем минимизации антропогенной нагрузки

на экосистемы [5]. Изначально ООПТ «Левшинский» создавалась для сохранения местной популяции ели сибирской (семенной фонд элитных деревьев) [8]. На данной территории выделены следующие ценные экосистемы: эталонные посадки сосны обыкновенной и участки разновозрастных ельников. Сильно расчленённый и изрезанный рельеф, особенно в восточной части, способствует выходу на поверхность коренных пород. Основными почвообразующими породами на территории охраняемого природного ландшафта «Левшинский» являются элювиально-делювиальные суглинки и глины [10]. Санитарное состояние насаждений влияет на устойчивость территории ООПТ [2, 3, 6]. Наиболее подвержены появлению пороков, болезней и вредителей деревья ели [1, 7]. Целью исследований являлось изучение санитарного состояния насаждений ООПТ «Левшинский».

Методы. Для проведения исследований еловых насаждений ООПТ «Левшинский» было заложено 10 пробных площадей (ПП) размером 50 × 50 м. Санитарное состояние деревьев определялось в ходе сплошного подеревного учета. Оценка санитарного состояния производилась по шкале категорий состояния и рассчитывалась как средневзвешенная величина от числа деревьев каждой породы. По шкале определили санитарное состояние лесных насаждений (1-1,5 – лесные насаждения без признаков ослабления; 1,51-2,5 – ослабленные лесные насаждения; 2,51-3,5 – сильно ослабленные лесные насаждения; 3,51-4,5 – усыхающие лесные насаждения; более 4,5 – погибшие лесные насаждения) [9].

Результаты и обсуждения. Территория ООПТ «Левшинский» относится к защитным лесам. Исследования проводились в трех типах леса: ельник липняковый, который является преобладающим, ельник кисличный и ельник травяной (таблица 1).

Таблица 1

Таксационная характеристика исследованных выделов

<i>Пробная площадь</i>	<i>Квартал/выдел</i>	<i>Площадь, га</i>	<i>Тип леса</i>	<i>Возраст, лет</i>	<i>ТЛУ</i>	<i>Бонитет</i>	<i>Полнота</i>
1	21/17	34,4	Елп	140	C ₂	2	0,5
2	22/21	17,2	Елп	140	C ₂	2	0,5
3	23/1	6,6	Елп	110	C ₂	2	0,5
4	32/6	21,4	Елп	140	C ₂	2	0,6
5	30/16	14,3	Елп	140	C ₂	2	0,5
6	40/21	4,6	Елп	120	C ₂	3	0,6
7	40/22	15,9	Елп	130	C ₂	2	0,5
8	41/22	3,1	Елп	110	C ₂	3	0,4
9	41/20	1,8	Ек	90	C ₂	3	0,5
10	42/4	2,1	Етр	90	C ₃	3	0,5

На исследованной части территории преимущественно произрастают ельники липняковые. Насаждения относятся к группе спелых и перестойных: так возраст ели достигал 100-140 лет. Класс бонитета 2 и 3; полнота древостоя изменялась от 0,4 до 0,6; тип лесорастительных условий C₂. На территории кв. 42 (выд. 4) тип леса – ельник травяной; насаждения разновозрастные с полнотой 0,5; бонитет 3; тип лесорастительных условий C₃. На территории кв. 41 (выд. 20) встречается тип леса ельник кисличный, древостой разновозрастный; бонитет 3; полнота 0,5; тип лесорастительных условий C₂. В таблице 2 представлены данные по составу насаждений ООПТ «Левшинский».

В ходе исследования было выявлено изменение состава насаждений. Так в исследованных древостоях была отмечена сосна, которая не была указана при прежнем лесоустройстве. Появление сосны в составе насаждений объясняется расположением лесных культур данной породы в непосредственной близости от изучаемых выделов. В то же время на некоторых участках (кв. 21, выд. 17; кв. 32, выд. 6; кв. 40, выд. 22; кв. 41, выд. 20 и 22; кв.42, выд. 4) не была отмечена осина (таблица 2).

Таблица 2

Доля участия пород в составе древесных насаждений

Пробная площадь	Состав насаждения		Доля от общего числа стволов, %					
	по данным лесо-устройства 2010 г.	по собственным данным	липа	ель	пихта	береза	сосна	осина
1	3Е2П2Б1Ос2Лп	3Е3П2Лп2Б	22,3	29,7	34,0	14,0	-	-
2	3Е1П1Е4Б1Лп	5Лп2Б1С1Е1П	47,6	13,3	9,5	19,5	10,0	-
3	6Б1Лп2Е1П+Лп	5Е2П2Лп1Б+Ос	19,0	52,3	25,0	3,0	-	0,6
4	4Е3П2Б1Лп+Ос	3Е3П3Лп1Б	25,6	29,1	30,5	14,5	-	-
5	4Е3П2Б1Лп+Ос	4П3Лп2Е1Б+Ос	27,0	21,0	37,4	9,5	-	5,2
6	3Е2П1Б3Ос1Лп	4Лп2Е2П1Б1Ос	39,3	14,0	23,6	9,0	-	14,0
7	4Е3П1Б1Ос1Лп	5Лп2Б1Е1П1С	46,1	15,4	10,3	20,1	4,8	-
8	4Е3П1Б1Ос1Лп	4Лп2Е2Б1П1С	47,2	19,0	7,4	18,2	8,1	-
9	5Е1П3Б1Ос+Лп	5Лп2Е1П1Б1С	55,1	19,0	10,3	14,0	5,2	-
10	5Е2П2Б1Ос+Б	5Лп2Е1П1С1Б	51,3	18,4	9,2	15,1	6,0	-

При выполнении работы была обследована территория ООПТ «Левшинский» для оценки санитарного состояния древостоя. В таблице 3 представлены пороки древесины и повреждения в исследованных участках, в процентах от общего числа обследованных деревьев.

Таблица 3

Доля повреждений деревьев ООПТ «Левшинский»

Виды повреждений	Доля повреждений деревьев от общего числа, %	
	для всех обследованных деревьев	для ели сибирской
Морозные трещины	29	4
Ствол искривлен	26	3
Усохшие скелетные ветки	6	0
Ствол наклонен	6	0
Повреждение болезнями	6	1
Обнажение корневых лап	5	5
Наличие капа или сувеля	5	3
Дупла	4	0
Развилка ствола на высоте	3	1
Повреждение вредителями	2	0
Механические повреждения	1	0
Отслойка коры	1	0

Среди пороков древесины и повреждений деревьев наиболее часто встречаются морозные трещины (29 %) и искривление ствола (26 %). Наибольшее число повреждений выявлено у ели сибирской. Чаще всего встречали обнажение корневых лап и составляет 5 % от общего числа повреждений на данной породе.

Преобладающая категория санитарного состояния деревьев исследуемых насаждений на территории ООПТ – ослабленные (61% от общего числа обследованных деревьев). Здоровые деревья составляют 31%, сильно ослабленные и усыхающие – по 3%, погибшие (старый сухостой) – 2%.

Анализ санитарного состояния ели сибирской показал, что в целом доли разных категорий санитарного состояния изменяются незначительно. Большинство деревьев отнесено к категории ослабленных и здоровых (64% и 28%, соответственно). Сильно ослабленные деревья составляют 1%, усыхающие – 4%, погибшие (старый сухостой) – 3%.

В таблице 4 представлены показатели санитарного состояния насаждения по породам.

Категория санитарного состояния лесных насаждений ООПТ «Левшинский»

Породы	Категория санитарного состояния лесного насаждения					средневзвешенная категория со- стояния насаждения
	1	2	3	4	5	
	по числу деревьев, шт.					
Ель	108	249	5	14	12	1,5
Пихта	43	227	38	28	16	1,6
Сосна	39	20	0	0	0	1,1
Липа	232	405	2	0	0	2,1
Береза	93	124	8	0	5	1,8
Осина	20	15	0	0	1	1,1

Средневзвешенная категория состояния насаждений на обследуемой территории составляет от 1,1 до 2,1, а средняя – 1,53 (ослабленные насаждения).

По результатам исследований выявлено, что на снижение устойчивости насаждений влияют пороки древесины, особенно морозные трещины, влияющих на заселение дереворазрушающих грибов. Возраст ели сибирской в спелых и перестойных насаждениях от 100 до 140 лет. Стволы в таком возрасте часто подвержены распространению на них пороков и болезней. Кроме того, на реке Васильевка организованы места отдыха, рекреационное воздействие способствует ослаблению насаждений.

Закключение. В процессе изучения санитарного состояния насаждений обследовано 1705 деревьев на 10 пробных площадях, в блоке кварталов № 21, 22, 23, 30, 32, 40, 41, 42 на ООПТ «Левшинский». Преобладающими среди пороков древесины являются морозные трещины и искривление ствола, составляющие 29 и 26 %, соответственно, от общего числа обследуемых деревьев. Средневзвешенная категория насаждения относится к ослабленному – 1,53.

Для улучшения санитарного состояния насаждений в ООПТ «Левшинский» можно рекомендовать следующие работы: выборочные санитарные рубки, что позволит убрать усыхающие деревья и со временем позволит возможности подросту вытеснить со временем листовенную породу. Указанные мероприятия благоприятствует естественному возобновлению леса, что позволит сохранить ООПТ как резерват ели сибирской. Необходимо своевременно проводить расчистку квартальных просек и уборку захламленности для улучшения состояния насаждений, их устойчивости, а также уменьшения риска возгораний.

Библиографический список

1. Бердинских С.Ю., Алексеев И.А. Определение пороков древесины ели на растущих деревьях // Тр. Марийского государств. техн. университета: Материалы 53-й межвузовской студент. науч.-техн. конф. 2000. С. 11–13.
2. Бойко Т.А., Возницкий С.Г. Санитарное состояние ООПТ городских лесов города Перми / Современное видение наследия лесничих Теплоуховых: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 200-летию со дня рождения А. Е. Теплоухова / Харитонов О.В., Романов А.В., Кузьменко И.Н., Мичурина Ф.З. (ред.). 2011. С. 46–52.
3. Бойко Т.А., Бруев Н.С. Санитарное состояние лесных насаждений на примере ООПТ «Липовая гора» в Пермском городском лесничестве // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2018. № 51. С. 102–106.
4. Бузмаков С.А., Санников П.Ю. Перспективы создания сети особо охраняемых природных территорий г. Перми // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2012. Вып. 3. С. 14–22.

5. Бузмаков С.А. Устойчивое развитие и региональная сеть ООПТ // Экологические проблемы. Взгляд в будущее: Сб. тр. IX Международной науч.-практ. конф. / Федоров Ю.А. (ред.); Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону, Таганрог, 2020. С. 86–89.

6. Климачева Т.В., Бусоргина Н.А., Абсалямова С.Л. Пути повышения рекреационной емкости и устойчивости природных комплексов особо охраняемых природных территорий Удмуртской республики // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф./ Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. 2016. С. 202–211.

7. Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. М.: ВНИИЛМ, 2010. 138 с.

8. Постановление администрации г. Перми от 16.08.2005 № 1838. Положение об особо охраняемой природной территории местного значения – охраняемом ландшафте «Левшинский». URL: <http://www.prirodaperm.ru/upload/pages/101/OOPT/Postanovlenije-administracii-Obutverzhdennii-polozhenija-ob-OOPT-Verkhnekurinskij-Zakamskij-bor-Levshinskij-i-Lipovaja-gora.pdf> (дата обращения: 12.03.22).

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 года №2047. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах. URL: <https://base.garant.ru/75037636/> (дата обращения: 12.03.22).

10. Шестаков И.Е. Выделение ценных почвенных объектов на территории г.Перми в рамках действующей сети ООПТ // Антропогенная трансформация природной среды. 2013. № 1. С. 86–90.

А.Р. Быков¹, Г.А. Зайцев²

¹ФГБОУ ВО Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, д. 28

²Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН, 450054, Республика Башкортостан, Г.О. г. Уфа, проспект Октября, д. 69

A.R. Bykov¹, G.A. Zaitsev²

¹Bunin Yelets State University, 399770, Lipetsk region, Yelets, street Kommunarov 28

²Ufa Institute of Biology, UFSC RAS, 450054, Republic of Bashkortostan, Ufa, Prospekt Oktyabrya, 69

e-mail¹: ikt-inform@mail.ru

e-mail²: forestry@mail.ru

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛЁТНУЮ АКТИВНОСТЬ МЕДОНОСНЫХ ПЧЁЛ (*APIS MELLIFERA* L.) В УСЛОВИЯХ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

В условиях современного развития сельского хозяйства и распространения использования синтетических веществ при обработке полей и лесов важное значение имеет сохранение насекомых-опылителей. Для определения степени антропогенного воздействия на насекомых-опылителей были проведены исследования летной активности медоносных пчёл (*Apis mellifera* L.) в условиях Липецкой области. Ведь именно пчёлы входят в число основных насекомых-опылителей и от степени их выживаемости и приспособленности зависит дальнейшее состояние экологической безопасности.

Ключевые термины: медоносные пчёлы; *Apis mellifera*; насекомые-опылители; антропогенное воздействие; летная активность; выживаемость; приспособленность.

ANTHROPOGENIC EFFECT ON HONEYBEES (*APIS MELLIFERA* L.) FLYING ACTIVITY UNDER CONDITIONS OF THE LIPETSK REGION

In the context of modern agricultural development and the spread of synthetic substances in the treatment of fields and forests, the preservation of pollinating insects is essential. For determining the degree of anthropogenic impact on pollinating insects, studies were performed on the flying activity of honeybees (*Apis mellifera* L.) under conditions of the Lipetsk region. The relevance of the research is that bees are essential pollinators, and their survival and adaptability will shape the future state of environmental safety.

Keywords: honeybees; *Apis mellifera*; pollinators; anthropogenic impact; flying activity; survival; adaptability.

Насекомые-опылители являются неотъемлемой частью экосистемы, ведь благодаря им растут большинство растений. Опыление энтомофильных растений – главная задача, природное предназначение пчёл [2]. В последнее время всё чаще и чаще говорят о гибели пчёл в разных точках Земли. Пчелы – основное население пчелосемьи в любое время года, и только они контактируют с растениями и оказавшимся на них пестицидом. Однако круг выполняемых ими работ лимитируется возрастом, в зависимости от которого и контакт с растениями у каждой группы различный [3]. Основной задачей является сохранение и охрана этих насекомых от неблагоприятных для них условий. Основными факторами воздействия на пчёл извне являются абиотические и антропогенные. И если на абиотические человек не может повлиять в полной мере, то оградить от антропогенных обзаян. К основному антропогенным воздействиям относятся: опрыскивание полей и лесов пестицидами, чрезмерное внесение удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур, обработка пчел лекарственными препаратами,

слишком сильная стимуляция развития пчёл подкормками. В качестве основной причины массовой гибели пчелиных семей большинство исследователей рассматривают применение пестицидов. Самыми губительными для пчел считаются инсектициды и акарициды, поскольку мишенями их действия являются организмы членистоногих [3]. Тот факт, что пестициды, используемые в сельском хозяйстве, влияют на биоразнообразие уже давно не новость. Почти четверть видов живых существ в Европейском Союзе находится под угрозой из-за пестицидов и химических удобрений [1].

Одним из методов оценки влияния антропогенных факторов на пчелосемьи является определение летной активности пчёл, а именно сколько летной пчелы находится в улье и при каких условиях они вылетают за нектаром.

На исследуемой пасеке были взяты три группы пчелосемей по 5 ульев. Период исследования – май-июнь 2021 года. Результаты эксперимента брались средние по группам. Все группы находились в одинаковых условиях относительно обработки находящихся рядом полей. В период обработки пчёлы изолировались в улье на два дня. Первая группа ничем не обрабатывалась ни от болезней (*Nosema apis*, *Nosema Cerana*) ни от вредителей (*Varroa jacobsoni* Oudemans). Вторую группу подкармливали сахарным сиропом с отваром полыни горькой и еловых почек (такая подкормка является как профилактическим средством против болезней, так и стимулирующим средством) и обрабатывали муравьиной кислотой от клеща Варроа. Третью группу лечили с помощью препарата с действующим веществом *Амитраз* от клеща Варроа и подкармливали стимулирующим средством *Анимакс*.

Оценка лётной активности пчёл проводилась путем сравнения занимаемых улочек в пчелосемье и измерения размера летка, необходимого для вылета пчёл из улья. Результаты исследований можно увидеть в таблице.

Таблица

Результаты сравнения экспериментальных групп пчелосемей

	1 группа	2 группа	3 группа
Количество занимаемых улочек в начале эксперимента, шт.	4	4	4
Количество занимаемых улочек в конце эксперимента, шт.	8	12	10
Размер летка в начале эксперимента, см.	2	2	2
Размер летка в конце эксперимента, см.	6	14	12

Из результатов эксперимента видно, что худший результат показали семьи 1 группы, то есть те, которые находились в естественных условиях. В этой группе было обнаружено большое количество клеща Варроа, из-за чего семьи не смогли своевременно развиваться. Также количество расплода в данной группе, даже на самых первых этапах, было меньше чем в других. Это связано с отсутствием стимулирующих подкормок. А значит данная группа пчелосемей не сможет своевременно восстанавливаться в условиях предполагаемых отравлений пестицидами лётной пчелы.

Лучший результат показала вторая группа пчелосемей, которая быстро развивалась и увеличивала количество летной пчелы.

Третья группа неплохо развивалась, но из-за обработок химическими препаратами на основе действующего вещества *Амитраз* сила пчелосемей оказалась немного ниже чем у второй группы.

Выводом данного исследования можно считать то, что для лучшей выживаемости пчёл в условиях химических обработок полей и лесов необходимо поддерживать оптимальное количество лётной пчелы в пчелосемье. Ведь именно летная пчела погибает при химических

отравлениях, и семья не может обеспечить себя достаточным количеством кормов. А в условиях неоднократных обработок пчелосемья и вовсе погибает.

Библиографический список

1. Двылюк И.И., Ковальчук И.И., Ковальская Л.Н. Минеральный состав и качественные показатели продукции пчеловодства при скармливании цитратов аргентуму и купруму // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2016. №4 (72). С. 149–153.
2. Комлацкий В.И., Логинов С.В., Комлацкий Г.В. Пчеловодство: учебник. Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. 296 с.
3. Соловьева Л.Ф. Защитить пчел от отравления пестицидами // Защита и карантин растений. 2012. №5. С. 53–54.

**Т.С. Варушкина¹, Д.С. Исаков²,
Г.К. Матвеева^{1*}**

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет,

614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

²Управление по экологии и природопользованию администрации города Перми,
614000, г. Пермь, ул. Советская, 22

e-mail¹: varushkina.tanya@yandex.ru

e-mail²: isakovdenis@inbox.ru

e-mail*: galkron@mail.ru

**T.S. Varushkina¹, D.S. Isakov²,
G.K. Matveeva^{1*}**

¹Perm State University, 614068, Perm, street Bukireva 15

²Department of ecology and nature management of the Perm city administration, 614000, Perm, street Sovetskaya 22

ОРНИТОФАУНА ДОЛИН МАЛЫХ РЕК ГОРОДА ПЕРМИ

В статье приводятся сведения о качественном и количественном составе орнитофауны долин рек Егошиха, Гусьянка, Данилиха, Таложанка, Ива города Перми. Учет птиц проводился методом линейных трансект. На основании проведенных учетов выявлен фаунистический состав населения птиц, высчитана сезонная динамика пространственно-временной структуры сообществ птиц. Рассчитаны коэффициенты фаунистического сходства орнитоценозов рек, показатели видового разнообразия, доминирования и выравненности сообществ птиц по сезонным аспектам. В долинах рек Егошиха, Данилиха и Ива зафиксированы виды, занесенные в Красную книгу Пермского края.

Ключевые слова: орнитофауна; видовое разнообразие; пространственно-временная структура орнитоценозов; долины малых рек; Красная книга Пермского края.

AVIFAUNA IN THE RIVER VALLEYS IN THE CITY OF PERM

The article provides information on the qualitative and quantitative composition of the avifauna of Perm of the valley of Egoshiha, Gusyanka, Danilikha, Talozhanka and Iva rivers. The birds were counted using the line transect method. Based on the conducted surveys we revealed the faunal composition of the bird population and calculated the seasonal dynamics of the spatial and temporal structure of bird communities. The coefficients of faunal similarity of ornithocenoses of rivers were calculated as well as the indicators of species diversity, dominance and equitability of bird communities by seasonal aspects. In the valleys of Egoshiha, Danilikha and Iva rivers we have recorded species listed in the Red List of the Perm Krai.

Key words: Avifauna; species diversity; spatial and temporal structure of ornithocenoses; valleys of small rivers; Red List of Perm Krai

Введение

Территория города Перми характеризуется наличием большого количества малых рек, долины которых, наряду с парками, скверами и городскими лесами формируют «зеленый каркас» антропогенной территории. С одной стороны, особенности ландшафта речных долин создают благоприятные условия для поддержания высокого биоразнообразия в пределах городской среды. А с другой, такой тип экосистем является наиболее уязвимым к преобразующему и загрязняющему влиянию хозяйственной деятельности человека.

Орнитофауна играет важную роль в экосистемах малых рек, так как птицы являются наиболее многочисленным и заметным в городских местообитаниях классом позвоночных животных. Кроме того, сообщества птиц обладают высокой восприимчивостью к действию как природных, так и антропогенных факторов, что проявляется в изменении их качественного и

количественного состава. При достаточной изученности, видовой состав, выравненность, динамика численности таких сообществ могут служить индикаторами для экологической оценки состояния местообитаний, в том числе и речных долин [5].

Материал и методика

Сбор данных проводился в долинах рек Егошиха, Ива, Данилиха, Гусьянка, Таложанка с октября 2020г по январь 2022г методом количественного учета на постоянных маршрутах по методике Ю.С. Равкина [6]. Птицы регистрировались по голосам и визуально, сидящие и летящие особи учитывались отдельно с указанием полосы дальности их обнаружения. Обилие птиц рассчитывалось на основе полученных количественных данных с применением экстраполяционных коэффициентов в зависимости от полосы обнаружения [1]. Для летящих видов вносилась поправка на скорость перемещения, среднее значение которой принимается за 30 км/час [7]. Общая протяженность маршрутов за три года исследования составила 228 км.

Данные по обилию птиц были рассчитаны для 6 сезонных аспектов населения птиц: *зимний* (середина ноября – середина марта), *предвесенний* (середина марта – середина апреля), *весенний/предгнездовой* (середина апреля – середина мая), *гнездовой/летний* (середина мая – середина июля), *постгнездовой* (середина июля – середина сентября) и *миграционный/осенний* (середина сентября – начало ноября).

Для определения фаунистического сходства долин исследованных рек использовали коэффициент Жаккара [2]. Для определения роли вида в сообществе использовалась шкала балльных оценок обилия птиц (число особей/км²) А.П. Кузьякина [4]. К доминантам отнесены виды, доля которых не менее 10% от суммарного обилия всех составляющих сообщество особей, а к фоновым – виды, обилие которых составило не менее 1 особи/км².

Сравнение сообществ птиц в долинах рек в разные периоды проведено с помощью показателей биологического разнообразия: индексы биоразнообразия Маргалефа (d) и Шеннона-Уивера (H), мера доминирования Симпсона (C), и индекс выравненности Пиелу (E) [2].

Список видов птиц дан по Е.А. Коблику, В.Ю. Архипову [3].

Результаты

Видовой состав птиц долин малых рек города Перми представлен 93 видами (табл. 1), что составляет 32 % от общего видового разнообразия птиц Перми и окрестностей [7]: р. Егошиха 84 видов (29 %), р. Гусьянка 46 видов (16%), р. Данилиха 66 видов (23%), р. Таложанка 37 видов (16%), р. Ива 70 видов (23%).

Наибольшим фаунистическим сходством по данным коэффициента Жаккара (табл. 2), обладают долины рек Егошиха и Ива (81%), имеющие сходные биотопические условия. Также высокое сходство характерно для долин Ивы и Данилихи (73%), Егошихи и Данилихи (72%). Наименьшее значение этот показатель принимает при сравнении фауны Егошихи и Таложанки (43%).

Таблица 1

Птицы долин малых рек города Перми

№	Вид	Река				
		Его-шиха	Гусьянка	Данилиха	Таложанка	Ива
1	Кряква <i>Anas platyrhynchos</i> L., 1758	+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 1

2	Серая цапля <i>Ardea cinerea</i> L., 1758	+				
3	Дербник <i>Falco columbarius</i> ¹ L., 1758	+				
4	Чеглок <i>Falco subbuteo</i> L., 1758	+				
5	Черный коршун <i>Milvus migrans</i> Bodd, 1783	+	+	+	+	+
6	Полевой лунь <i>Circus cyaneus</i> ³ L., 1766	+	+			
7	Перепелятник <i>Accipiter nisus</i> L., 1758	+	+	+		+
8	Тетеревятник <i>Accipiter gentilis</i> L., 1758	+		+		+
9	Канюк <i>Buteo buteo</i> L., 1758	+				
10	Коростель <i>Crex crex</i> L., 1758	+	+			+
11	Вальдшнеп <i>Scolopax rusticola</i> L., 1758	+	+	+		+
12	Черныш <i>Tringa ochropus</i> , L., 1758	+	+	+		+
13	Перевозчик <i>Actitis hypoleucos</i> , L., 1758	+				
14	Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i> L., 1766	+	+	+	+	+
15	Сизый голубь <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	+	+	+	+	+
16	Вяхирь <i>Columba palumbu</i> , L., 1758					+
17	Обыкновенная кукушка <i>Cuculus canorus</i> L., 1758	+				+
18	Длиннохвостая неясыть <i>Strix uralensis</i> Pall, 1771	+		+		+
19	Бородатая неясыть <i>Strix nebulosa</i> ² Forster, 1772	+		+		
20	Ушастая сова <i>Asio otus</i> , L., 1758	+		+		
21	Козодой <i>Caprimulgus europaes</i> L., 1758	+				
22	Черный стриж <i>Apus apus</i> , L., 1758	+	+	+	+	+
23	Вертишейка <i>Jynx torquilla</i> L., 1758	+		+		+
24	Малый пестрый дятел <i>Dendrocopos minor</i> L., 1758	+		+		+
25	Белоспинный дятел <i>Dendrocopos leucoto</i> L., 1758s	+				
26	Большой пестрый дятел <i>Dendrocopos major</i> L., 1758	+		+		+
27	Трехпалый дятел <i>Picoides tridactylus</i> , L., 1758	+				+
28	Желна <i>Dryocopus martius</i> , L., 1758	+				+
29	Седой дятел <i>Picus canus</i> , J.F. Gmelin, 1788	+		+		
30	Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica</i> , L., 1758	+				
31	Воронок <i>Delichon urbicum</i> L., 1758					+
32	Лесной конек <i>Anthus trivialis</i> L., 1758	+		+		
33	Горная трясогузка <i>Motacilla cinirea</i> ³ L., 1758	+				
34	Белая трясогузка <i>Motacilla alba</i> L., 1758	+	+	+	+	+
35	Свиристель <i>Bombycilla garrulus</i> L., 1758	+	+	+		+
36	Крапивник <i>Troglodytes troglodytes</i> L., 1758			+		+
37	Оляпка <i>Cinclus cinclus</i> L., 1758	+				+
38	Рябинник <i>Turdus pilaris</i> L., 1758	+	+	+	+	+
39	Черный дрозд <i>Turdus merula</i> L., 1758	+		+	+	+
40	Белобровик <i>Turdus iliacus</i> L., 1758	+	+	+	+	+
41	Певчий дрозд <i>Turdus philomelos</i> Brehm., 1831	+		+	+	+
42	Горихвостка – лысушка <i>Phoenicurus phoenicurus</i> L., 1758	+	+	+	+	+
43	Горихвостка – чернушка <i>Phoenicurus ochruros</i> S.G. Gmelin, 1774	+				
44	Зарянка <i>Erithacus rubecula</i> L., 1758	+	+	+	+	+
45	Обыкновенный соловей <i>Luscinia luscinia</i> L., 1758	+	+	+		+
46	Варакушка <i>Luscinia svecica</i> L., 1758	+			+	
47	Синехвостка <i>Tarsinger cyanurus</i> , Pall., 1773	+		+		+
48	Черноголовый чекан <i>Saxicola rubicola</i> L., 1758	+			+	
49	Каменка <i>Oenanthe oenanthe</i> L., 1758					+
50	Серая мухоловка <i>Muscicapa striata</i> Pall., 1764	+	+	+		
51	Мухоловка-пеструшка <i>Ficedula hypoleuca</i> Pall., 1764	+		+		+
52	Малая мухоловка <i>Ficedula parva</i> Bechs., 1792	+				
53	Речной сверчок <i>Locustella fluviatilis</i> , Wolf, 1810	+		+		+
54	Обыкновенный сверчок <i>Locustella naevia</i> Boddaert, 1783			+		

Окончание таблицы 1

55	Садовая камышевка <i>Acrocephalus dumetorum</i> Beyth., 1849	+	+	+	+	+
56	Болотная камышевка <i>Acrocephalus palustris</i> Bechstein, 1798		+	+	+	
57	Пеночка-весничка <i>Phylloscopus trochilus</i> L., 1758	+	+	+	+	+
58	Пеночка-теньковка <i>Phylloscopus collybita</i> Vieel., 1817	+	+	+		+
59	Зеленая пеночка <i>Phylloscopus trochiloides</i> L., 1758	+	+	+	+	+
60	Славка-черноголовка <i>Sylvia atricapilla</i> , L., 1758	+	+	+	+	+
61	Садовая славка <i>Sylvia borin</i> Bodd., 1783	+	+	+	+	+
62	Серая славка <i>Sylvia communis</i> Lath., 1787	+	+	+	+	+
63	Славка-мельничек <i>Sylvia curruca</i> L., 1758					+
64	Желтоголовый королек <i>Regulus regulus</i> L., 1758	+				
65	Длиннохвостая синица <i>Aegithalos caudatus</i> L., 1758	+	+	+		+
66	Буроголовая гаичка <i>Parus montanus</i> Baldenst., 1827	+	+	+		+
67	Московка <i>Parus ater</i> L., 1758	+	+	+		+
68	Обыкновенная лазоревка <i>Parus caeruleus</i> L., 1758	+	+	+	+	+
69	Большая синица <i>Parus major</i> L., 1758	+	+	+	+	+
70	Обыкновенный поползень <i>Sitta europaea</i> L., 1758	+	+	+		+
71	Обыкновенная пищуха <i>Certhia familiaris</i> L., 1758	+		+		+
72	Сойка <i>Garrulus glandarius</i> , L., 1758	+				+
73	Сорока <i>Pica pica</i> L., 1758	+	+	+	+	+
74	Галка <i>Corvus monedula</i> L., 1758	+	+	+	+	+
75	Серая ворона <i>Corvus cornix</i> L., 1758	+	+	+	+	+
76	Ворон <i>Corvus corax</i> L., 1758	+	+	+	+	+
77	Домовой воробей <i>Passer domesticus</i> L., 1758	+	+	+		+
78	Полевой воробей <i>Passer montanus</i>	+	+	+	+	+
79	Зяблик <i>Fringilla coelebs</i> L., 1758	+	+	+	+	+
80	Вьюрок <i>Fringilla montifringilla</i> L., 1758	+	+	+	+	+
81	Чиж <i>Spinus spinus</i> L., 1758	+	+	+	+	+
82	Зеленушка <i>Chloris chloris</i> L., 1758	+	+	+	+	+
83	Щегол <i>Carduelis carduelis</i> L., 1758	+	+	+	+	+
84	Коноплянка <i>Acanthis cannabina</i> L., 1758	+		+	+	+
85	Чечетка <i>Acanthis flammea</i> L., 1758	+	+	+		+
86	Чечевица <i>Carpodacus erythrinus</i> Pall., 1770	+	+	+	+	+
87	Клест-еловик <i>Loxia curvirostra</i> L., 1758	+				+
88	Белокрылый клест – <i>Loxia leucoptera</i> J.F. Gmelin, 1789					+
89	Снегирь <i>Pyrrhula pyrrhula</i> L., 1758	+	+	+	+	+
90	Дубонос <i>Coccothraustes coccothraustes</i> L., 1758	+		+	+	+
91	Обыкновенная овсянка <i>Emberiza citrinella</i> L., 1758	+		+		+
92	Камышовая овсянка <i>Emberiza schoeniclus</i> L., 1758	+		+		+
93	Овсянка-реме́з <i>Ocyris rusticus</i> ² Pallas, 1776					+
	Всего видов	84	46	66	37	70

Примечание: 1. Вид включен в Красную книгу Пермского края, II категория; 2. III категория; 3. Приложение к Красной книге Пермского края.

Реки Гусанка и Таложанка, являясь притоками более крупных рек Егошиха и Ива соответственно, по данным проведенных учётов в настоящее время не обладают таким высоким биоразнообразием, как более крупные и протяженные реки, в которые они впадают. В первую очередь, это связано с небольшой протяженностью данных рек и расположением их среди зон жилой застройки, в то время как долины рек Егошиха и Ива, протекающие в границах городских лесов города Перми, на территории которых зафиксировано более 100 гнездящихся пред-

ставителей орнитофауны, обладают более высоким биоразнообразием. Кроме того, количественный состав авиафаун долин рек Егошиха и Ива, выше чем количественный состав долины реки Данилиха, не протекающей в границах городских лесов.

Таблица 2

Фаунистическое сходство долин малых рек города Перми

<i>Индекс Жаккара (%)</i>					
<i>Река</i>	Егошиха	Ива	Данилиха	Гусьянка	Таложанка
Егошиха	100	81	72	52	43
Ива	81	100	73	58	46
Днилиха	72	73	100	64	51
Гусьянка	52	58	64	100	60
Таложанка	43	46	51	60	100

Таким образом, долины малых рек Егошиха и Ива, частично расположенные в границах городских лесов города Перми, обладают более высоким уровнем орнитологического разнообразия, чем долины рек, протекающие исключительно в границах жилой застройки.

Виды авиафауны, находящиеся в Красной книге Пермского края, зафиксированы в долинах малых рек Егошиха, Данилиха, Ива, во время сезонных кочевок (дербник, полевой лунь, бородастая неясыть, овсянка-ремез).

Таблица 3

Показатели биоразнообразия птиц в долинах малых рек в период 2020 – 2022 гг.

<i>Индекс</i>	<i>Период</i>					
	<i>16.03 – 15.04</i>	<i>16.04 – 31.05</i>	<i>01.06 – 16.07</i>	<i>16.07 – 15.09</i>	<i>16.09 – 15.11</i>	<i>16.11 – 15.03</i>
Егошиха						
d	2,23	2,81	6,66	4,86	3,40	2,17
H	2,06	2,39	2,81	2,53	1,76	1,72
C	0,19	0,13	0,09	0,11	0,27	0,26
E	0,71	0,77	0,72	0,72	0,55	0,62
Ива						
d	3,73	5,11	5,62	5,79	3,75	4,05
H	2,55	2,74	2,83	2,57	2,52	1,94
C	0,12	0,10	0,08	0,11	0,13	0,16
E	0,76	0,76	0,77	0,69	0,77	0,58
Данилиха						
d	1,61	5,03	4,64	2,53	3,04	1,91
H		2,42	2,24	1,92	1,86	1,48
C	0,27	0,11	0,09	0,15	0,18	0,33
E	0,64	0,70	0,78	0,75	0,68	0,53
Гусьянка						
d	-	4,74	5,15	3,54	3,97	2,10
H	-	2,46	2,37	2,11	1,77	1,15
C	-	0,11	0,15	0,17	0,28	0,43
E	-	0,68	0,66	0,66	0,53	0,41
Таложанка						
d	-	2,97	2,93	2,06	1,30	1,12
H	-	2,42	2,24	1,92	1,86	1,48
C	-	0,12	0,17	0,21	0,18	0,30
E	-	0,79	0,73	0,71	0,81	0,67

Примечание: d – Индекс Маргалефа, H – индекс Шеннона-Уивера, C – мера доминирования Симпсона, E – Индекс выравненности Писелу

Анализ индексов Маргалефа (d) и Шенонна-Уивера показал (табл. 3), что максимальное разнообразие птиц среди долин всех рек характерно Егошихе в первой половине летнего периода ($d = 6,66$; $H = 2,81$). Также для Егошихи разнообразие остается достаточно высоким во второй половине лета. В долине Ивы данный показатель остается высоким в течение весеннего и всего летнего периодов. В долинах Данилихи, Гусянки и Таложанки максимальное разнообразие характерно для весеннего и первой половины летнего периода.

Мера доминирования, согласно индексу Симпсона (C), в долинах всех исследованных рек достигает максимальных значений в зимний период ($0,16 - 0,43$), когда видовое богатство снижается, а обилие отдельных видов значительно повышается. В зимний период во всех долинах стабильными доминантами являются крыква, за исключением долины Таложанки, и большая синица. Также к доминантным видам в долине Егошихи относятся чиж и снегирь, Ивы – рябинник и чиж, Гусянки – сизый голубь, рябинник, полевой воробей, обыкновенная чечетка, Таложанки – рябинник и снегирь.

Минимальное значение меры доминирования, связанное с более равномерным распределением обилия среди видов, для долин Егошихи, Ивы и Данилихи наблюдается в первую половину лета ($0,08 - 0,09$). В гнездовой период к доминантам относятся: в долине Егошихи – рябинник, зяблик, щегол; в долине Ивы – белая трясогузка и рябинник; в долине Данилихи – рябинник, большая синица и зяблик. К видам с наибольшей значимостью в долине Гусянки относятся: крыква, рябинник, большая синица; в долине Таложанки – рябинник, большая синица и пеночка-весничка.

Индекс Пиелу (E), указывающий на выравненность сообществ птиц, имеет высокие и относительно постоянные значения на протяжении весеннего и всего летнего периода. Для Ивы и Таложанки наблюдается незначительное повышение этого показателя в осенний период. В зимний период выравненность сообществ в целом снижается за счет концентрации отдельных видов (крыква, сизый голубь, большая синица, рябинник).

Заключение

Орнитофауна долин малых рек Перми характеризуется относительно высоким видовым разнообразием – 93 видами (32 % от общего видового разнообразия птиц города). Наибольшим фаунистическим сходством обладают долины рек, имеющие сходные биотопические условия. Видовое разнообразие птиц реки возрастает, если часть русла проходит в границах городских лесов, что еще раз подчеркивает необходимость сохранения зеленой зоны города, в том числе городских и пригородных лесов. Долины малых рек используются птицами как «коридоры» среди селитебной застройки во время миграций, в том числе редкими и занесенными в Красную книгу видами. Анализ количественных характеристик биологического разнообразия орнитофауны показал высокую значимость малых рек в сохранении видового разнообразия городской экосистемы.

Библиографический список

1. Боголюбов А.С. Методы учетов численности птиц: маршрутные учеты: метод. пособие. М.: Экосистема, 1996. 17 с.
2. Городничев Р.М. и др. Методы экологических исследований. Основы статистической обработки данных: учебно-методическое пособие. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2019. 94 с.
3. Коблик Е.А., Архипов В.Ю. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР: списки видов // Зоологические исследования. 2014. № 14. 171 с.
4. Кузякин А.П. Зоогеография СССР // Ученые записки МОПИ им. Н.К. Крупской. Москва. 1962. Т. 109. Вып. 1. С. 3–182.

5. *Лобачев Ю.Ю.* Эколого-фаунистическая структура сообществ птиц экосистем долин малых рек севера Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2004. С. 18.
6. *Равкин Ю.С.* К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука, 1967. С. 66–75.
7. *Равкин Ю.С., Доброхотов Б.П.* К методике учета птиц лесных ландшафтов во внегнездовое время. Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М.: Наука, 1963. С.130–136.
8. *Шепель А. И., Матвеева Г.К.* Птицы города Перми. Пермь: Книжный мир. 2020, 344 с.

Г.А.Воронов, С.П.Стенно, Н.Г. Циберкин
Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 614068, г.
Пермь, ул. Букирева, 15

G.A. Voronov, S.P. Stenno, N.G. Tsiberkin
Perm State University, 614068, Perm,
street Bukirev, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

К СОЗДАНИЮ ЗАПОВЕДНИКА «КУМИКУШСКИЙ» В ПЕРМСКОМ КРАЕ

В статье даны подробные характеристики природных особенностей окрестностей. Кумикушских озер. Даны описания рельефа, гидросети, растительного и животного мира. Сделан вывод о целесообразности создания заповедника.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории; заповедник; рельеф; почвы; гидросеть; гидроморфные комплексы бореальных восточноевропейских ландшафтов; приледниковая озёрная ванна; флора; фауна.

TO THE CREATION OF THE KUMIKUSHSKY NATURE RESERVE IN THE PERM KRAI

The article gives detailed characteristics of the natural features of the surroundings. Kumikush lakes. Descriptions of the relief, water network, flora and fauna are given. The conclusion is made about the expediency of creating a reserve.

Keywords: specially protected natural areas; nature reserve; relief; soils; hydro-network; hydromorphic complexes of boreal East European landscapes; periglacial lake basin; flora; fauna.

Материал и методика. Рассматриваемый участок расположен в междуречье рек Тимшер, Ю.Кельтма и Кама на левобережье последней в 45 км к западу от г. Чердынь в районе среднетаежных пихтово-еловых лесов, входит в подрайон с преобладанием североευропейских, и в подрайон Камско-Печерско-Западно-Уральских лесов.

В ходе экспедиционных работ, наземными и водными маршрутами, было охвачено приблизительно 150 тыс. га территории Кумикушского озерно-болотного комплекса и его окрестностей. Необследованными остались только труднодоступные довольно однообразные заболоченные окрестности озера Дикое в восточной части проектируемого заповедника. Авиационными наблюдениями (с использованием вертолетов) в различные сезоны (и годы) была охвачена вся территория проектируемого заповедника. Стационарные работы проводились в основном в окрестностях дер. Москали на левобережье Камы с закладкой топоэкологического профиля от уреза воды до озера Новожилово; в районе Челвинского бора от устья реки Мутная Челва до озера Большой Кумикуш включительно; в районе Павловского бора, от места вхождения реки Тимшер на проектируемую территорию охранной зоны и в районе кордона "Пернаты".

Уже после полевых работ сезона 1992 г., выявлена необходимость значительного увеличения первоначально предполагаемой к заповеданию территории за счет включения в нее левобережной части реки Тимшер в пределах Тимшерского лесничества.

Результаты исследований. Следует сказать, что территория проектируемого заповедника – один из интереснейших гидроморфных комплексов бореальных восточноевропейских ландшафтов, главным элементом которого являются верховые болота. Болота сформированы на четвертичных отложениях флювиогляциального и аллювиального генезиса, которые в настоящее время перекрыты торфяными отложениями. В четвертичный период территория

представляла собой приледниковую озёрную ванну, являясь ареной многократных и относительно быстрых ландшафтных перестроек, что позволило академику К.К. Маркову (1965) назвать ее палеогеографическим феноменом [3]. Множество озёр, расположенных на территории (включая озера Большой и Малый Кумикуш), имеют реликтовое происхождение.

Рельеф представлен обширной плоской междуречной поверхностью рек Тимшер и Кама. Абсолютные высоты колеблются в пределах от 120 до 132 м над уровнем моря. Максимальные высоты приурочены к центральной части болота, что обусловлено его верховым происхождением. По периферии болота, а также в его центральной и особенно южной частях, встречаются многочисленные реликтовые озера разных размеров: от нескольких десятков метров в поперечнике до 5-6 км. В приречных частях болота имеются линейно вытянутые песчаные гряды с размерами от нескольких сот метров до нескольких километров по длинной оси, а в поперечнике от нескольких метров до первых сотен метров. Крупные гряды возвышаются над поверхностью болота на 3-5 м, а небольшие – на 1-2 м.

Наибольший интерес представляют озера Большой Кумикуш и Малый Кумикуш, схожие по своему генезису и гидрологическим характеристикам. Они образовались в четвертичный период, как единый приледниковый водоем. В дальнейшем, при активном заторфовывании, этот водоем разделился на несколько самостоятельных озёр. Озеро Большой Кумикуш имеет площадь водного зеркала – 17,8 кв.км, наибольшая длина – около 7 км, наибольшая ширина – около 4 км, глубина – более 15 м. Вокруг озера сформировались исключительно органогенные формы рельефа. Берега сложены на глубину нескольких метров из торфяной толщи, а дно – илами и торфяными отложениями. На периферии озерной котловины встречаются озерные отложения мощностью около 5 метров, перекрытые торфяником. По химическому составу воды озеро Большой Кумикуш относится к зоне гидрокарбонатных ультрапресных вод с минерализацией до 200 мг/л и большим содержанием гумусовых веществ. Озеро сточное, из него вытекает несколько небольших ручьев, которые теряются в болотном массиве. Питание озера осуществляется исключительно за счет атмосферных осадков, выпадающих на его поверхность (зеркало). Озеро Малый Кумикуш имеет площадь 0,48 кв.км и размеры 1,3 x 0,6 км. Остальные характеристики идентичны озеру Б.Кумикуш. Ихтиофауна озёр резко обеднена и представлена всего двумя видами – окунем (*Perca fluviatilis* L.) и щукой (*Esox lucius* L.).

Растительный покров территории довольно разнообразен, в нем преобладают болотные фитоценозы, меньшие площади занимают лесные и луговые сообщества. В районе насчитывается до 8 типов растительности: темнохвойные – еловые и пихтово-еловые, смешанные, мелколиственные березовые и осиновые, светлохвойные сосновые леса, а также болотные, прибрежно-водные и водные сообщества. В указанных типах растительности выявлены различные болотные, лесные, луговые и прибрежно-водные ассоциации: ивняк травяной, пойменный мятликово-разнотравный луг, двукисточниково-осоковая ассоциация, березово-осиновый травяной лес, березово-сосново-кустарничково-травяной лес, кустарничково-пушицево-сфагновое верховое болото, сосново-кустарничково-моховая ассоциация, сосново-кустарничково-лишайниково-моховая ассоциация, сосново-кустарничково-пушицево-сфагновое грядово-мочажинное болото, сосняк багульниково-брусничный, бор-беломошник, сосново-кассандрово-пушицево-сфагновое верховое болото, сосново-подбелово-пушицево-сфагновая ассоциация.

Во флоре выявлено около 200 видов растений. В болотных фитоценозах встречается около 40 видов цветковых растений. Флора сфагновых мхов болотных экосистем насчитывает около 17 видов: *Sphagnum fuscum*, *S. russovii*, *S. girgensonii*, *S. wanstorii*, *S. squarrosum*, *S. teres*, *S. riparium*, *S. abtusum*, *S. acutibolium*, *S. gusenii*, *S. amblyphyllum*, *S. parvufolium*, *S. balticum*, *S.*

recurnum, *S. cuspidatum*, *S. subbicaler*, *S. medium* и т.д. В лесных и болотных фитоценозах обнаружен 21 вид лишайников. В водных и прибрежно-водных фитоценозах насчитывается 13 видов цветковых растений. Всего отмечен 22 вида редких растений.

На обследуемой территории (в реке Кама) было отмечено присутствие 25 видов рыб, которые относятся к 7 отрядам: осетрообразных, лососеобразных, карпообразных, сомообразных, окунеобразных, скорпенообразных, трескообразных.

Батрахо- и герпетофауна представлена 4 видами. Амфибии – серая жаба и травяная лягушка, рептилии – живородящая ящерица и обыкновенная гадюка (чёрная цветовая вариация).

Фауна птиц насчитывает, по данным исследований – около 129 видов. Сочетание больших и малых открытых водных пространств и болот создает оптимальные условия для гнездования околоводных птиц и образования крупных колоний. Из видов, занесенных в Красную Книгу Пермского края (2018) зарегистрированы: скопа, орлан-белохвост, беркут. Отмечено гнездование лебедя-кликун. Описываемая территория является «Ключевой орнитологической территорией России» (КОТР) – имеющей важнейшее значение для птиц в качестве мест гнездования, линьки, зимовки и остановок на пролете.

Териофауна представлена 47 видами, которые относятся к шести отрядам: насекомоядные, рукокрылые, зайцеобразные, грызуны, хищные и парнокопытные.

Отряд насекомоядных представлен тремя семействами: ежовые – 1 вид, кротовые – 1 вид, землеройковые – 4 вида, отряд рукокрылые – 3 вида, зайцеобразные – 1 вид. Отряд грызуны шестью семействами: летяжки, беличьи, бобровые, тушканчиковые, мышиные и хомячьи. Выявлено четыре семейства хищных: собачьи, медвежьи, куньи, кошачьи. Парнопалые представлены семействами свинных и оленьих.

Особой охраны заслуживают: северный олень, бобр и выдра, соболь. В 1947 году на р.Тимшер в районе рассматриваемого участка была выпущена партия бобров из Белоруссии [5].

На территории не отмечено залежей полезных ископаемых (кроме торфа). В настоящее время здесь расположен биологический (охотничий) заказник "Пернаты", охраняемый ландшафт Большое Камское болото, уникальные озера Большой и Малый Кумикуш. В заказнике "Пернаты" охраняется только охотничье-промысловая фауна. К сожалению, существующее ООПТ не обеспечивают должной охраны столь уникального уголка природы Прикамья. Здесь часты случаи браконьерства.

По результатам исследований сотрудниками кафедры биогеоценологии и охраны природы было опубликовано ряд статей: В.А. Акимова, С.П. Стенно и др. «К фауне позвоночных проектируемого заповедника "Кумикушский"» [1], В.П. Левковского «Растительность проектируемого заповедника "Кумикушский"» [2].

Первого августа 2001 года был издан Указ Губернатора Пермской области от № 188 «О резервировании земель для организации особо охраняемых природных территорий на 2001 – 2015 годы». В список резервированных земель был включен заповедник «Кумикушский», площадью 58665 га.

Границы ООПТ. Северная – от юго-западного угла кв.12 Тимшерского лесничества Чердынского лесхоза на восток по северным границам кв. 12, 13, 14, затем по прямой через середины кв.5, 6 до пересечения с восточной границей кв.6, далее на юг по восточной границе кв.6 и частично 19 до северо-западного угла кв.20, затем по северным границам кв.20, 21, 22 до его северо-восточного угла.

Восточная – от северо-восточного угла кв.22 Тимшерского лесничества Чердынского лесхоза на юг по его восточной границе до юго-восточного угла, далее на юг по прямой в том

же направлении через кв.39 до пересечения с его юго-западной границей, затем по ней на восток до северо-западного угла кв. 40 и по северной границе кв.40 на восток до его северо-западного угла на берегу р. Камы. Затем по восточным и юго-восточным границам кв.40, 41, 42 частично 43 на берегу р. Камы, далее по юго-восточным границам кв.43, 44, 47 вдоль до выхода границы на берег р. Камы, в том же квартале по берегу р. Камы по юго-восточной границе кв.43 до юго-восточного угла кв.46 Тимшерского лесничества Чердынского лесхоза.

Южная – от юго-восточного угла кв.46 Тимшерского лесничества Чердынского лесхоза на запад по левому берегу р. Камы и левому берегу р. Мутная Челва в кв.46 и 48 до пересечения с южной границей кв. 45, затем на запад через р. Мутная Челва по южной границе кв.45 до выхода на юго-западный угол по границе с Коми-Пермяцким автономным национальным округом.

Западная – от юго-западного угла кв.45 Тимшерского лесничества Чердынского лесхоза по границе с Коми-Премяцким Национальным округом на север по западным границам кв.45 и 38, далее на запад по южным границам кв.35, 34 и 37 до его юго-западного угла, затем на север по западным границам кв.37, 33, 31, 27, 25, 16 и 12 до северо-западного угла последнего.

Хозяйственное значение. На территории не отмечено залежей полезных ископаемых (кроме торфа). В настоящее время здесь расположен зоологический (охотничий) заказник "Пернаты", охраняемый ландшафт Большое Камское болото, уникальные озера Большой и Малый Кумикуш. В заказнике "Пернаты" охраняется только охотничье-промысловая фауна. К сожалению, существующее ООПТ не обеспечивают должной охраны столь уникального уголка природы Прикамья. Здесь часты случаи браконьерства.

Выводы. Главной задачей создания заповедника «Кумикушский» является сохранение уникального озерно-болотного ландшафта перегляциальной области последнего четвертичного покровного оледенения Русской равнины. Учитывая многократные ландшафтные перестройки данной территории в позднелейстоценовую и голоценовую эпохи, ее природоохранная значимость еще более возрастает в палеогеографическом отношении в пределах всей России. Множество озер, расположенных здесь (включая озера Большой и Малый Кумикуш) имеют реликтовое происхождение.

На территории 22 вида редких растений. Из видов, занесенных в Красную Книгу РСФСР (1983) и Красную книгу Пермского края (2018) отмечены: скопа, орлан-белохвост, беркут. Зарегистрировано гнездование лебедя-кликлуна.

В 1985 году в работе "Инвентаризация флоры и фауны заповедника "Басеги" (научный руководитель Г.А. Воронов) район Кумикушских озер был предложен для организации заповедника [4].

Распоряжением правительства Российской Федерации от 23.04.1994 №572-р «Об организации государственных природных заповедников и национальных природных парков на территории Российской Федерации» заповедник «Кумикушский» был включен в перечень государственных природных заповедников и национальных природных парков, рекомендуемых для организации на территории Российской Федерации в 1994-2005 годах. К сожалению распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 мая 2001 года N 725-р данный перечень утратил силу.

Тем не менее, мы полагаем, что природные особенности описываемой территории все же могут претендовать на создание здесь ООПТ самого высокого ранга – заповедника.

Библиографический список

1. Акимов В.А., Стенно С.П., Рубинштейн В.З., Воронов Г.А., Садовникова Е.Н., Юшков Р.А. К фауне позвоночных проектируемого заповедника "Кумикушский" // Экология и охрана окружающей среды, тез. докл. междунар. науч. практ. конф. Пермь, 1995. С.5.
2. Левковский В. П. Растительность проектируемого заповедника "Кумикушский" // Экология и охрана окружающей среды, тез. докл. международной научно-практ. конф., Пермь, 1995, с.32-33.
3. Марков К.К., Лазуков Г.И., Николаев В.А. Четвертичный период: (Ледниковый период – Антропогенный период). Т. 1. М.: Изд-во МГУ, 1965. 372 с.
5. Отчет о научно-исследовательской работе: Инвентаризация флоры и фауны заповедника «Басеги». Научный руководитель, заведующий кафедрой биогеоценологии и охраны природы ПГУ Г.А.Воронов. Пермь, 1985.
4. Чащин С.П. Расселение речного бобра и ондатры в Пермской области и их охрана // Охрана природы на Урале. Пермь, 1961. Вып.2. С.111–119.

**Г.А.Воронов, С.П.Стенно,
Н.Г. Циберкин**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 614068,
г. Пермь, ул. Букирева, 15

G.A. Voronov, S.P. Stenno, N.G. Tsiberkin
Perm State University, 614068, Perm,
street Bukirev, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЯЕМОГО ЛАНДШАФТА «ПИЛЬВЕНСКИЙ»

Статья содержит краткое описание природы проектируемого охраняемого ландшафта. Особое внимание уделено характеристике растительного покрова и фауне позвоночных животных обследованной территории. Включены перечни мероприятий по режиму охраны и использованию будущего охраняемого ландшафта.

Ключевые слова: особо охраняемая природная территория; охраняемый ландшафт; парма; лесные сообщества; животный мир; режим охраны; Пермский край.

ISSUES OF ORGANIZATION OF THE PROTECTED LANDSCAPE «PILVENSKY»

The article contains a brief description of the nature of the projected protected landscape. Particular attention is paid to the characteristics of the vegetation cover and fauna of vertebrates in the surveyed area. Lists of measures for the protection regime and the use of the future protected landscape are included.

Keywords: Specially protected natural area; protected landscape; parma; forest communities; wildlife; protection regime; Perm Krai.

Введение. Авторами было обследовано большинство муниципальных районов Пермского края, с целью выявления и охраны уникальных и типичных природных комплексов. Собранные экспедиционные материалы позволили рекомендовать организацию новых особо охраняемых природных территорий, что нашло отражение в разработке «Генеральной перспективной схемы развития земель природно-заповедного фонда Пермской области», завершённой в 2001 году [4].

Методика и материал. На основе разработанной нами методики организации ООПТ [1,2,3], руководствуясь принципами выделения природных территорий, нуждающихся в охране, предлагается организация особо охраняемой природной территории – охраняемого ландшафта "Пильвенский".

Участок расположен на северо-западе Чердынского муниципального района в пределах юго-восточной окраины Немской возвышенности на водоразделе Южной и Северной Пильвы. *Площадь* – 7892 га.

Результаты исследования. В пределах рассматриваемого участка территория сложена пермскими породами кунгурского и уфимского ярусов. С поверхности они перекрыты четвертичными отложениями, которые представлены преимущественно маломощной и сильно размытой мореной покровного оледенения. Рельеф пологохолмистый с плоским водоразделом между реками Северная Пильва и Южная Пильва. Максимальные высоты не превышают 200 м. Территория находится в районе среднетаежных пихтово-еловых лесов, в подрайоне с преобладанием Камско-Печерско-Западноуральских пихтово-еловых лесов. Наибольшие площади занимают вторичные березовые кустарничково-травяные зеленомошные и долгомошно-

сфагновые леса. остальные площади распределяются приблизительно поровну между пихтово-еловыми травяно-кустарничковыми зеленомошными, еловыми кустарничково-травяными сфагновыми и долгомошными и березовыми и осиново-березовыми травяно-кустарничковыми лесами.

Фауна предлагаемой к охране территории характеризуется большим разнообразием. Всего здесь зарегистрировано более 140 видов позвоночных животных, 5 видов амфибий, 3 вида рептилий, более 100 видов птиц и 32 вида млекопитающих.

Выводы. Территория Пильвенского охраняемого ландшафта является эталоном бореальных восточноевропейских среднетаежных возвышенных моренных и моренно-эрозионных ландшафтов в области среднечетвертичного (днепровского) оледенения в Пермском крае. Здесь они представляют хорошо сохранившимися фоновыми ландшафтами на территории, охватывающей 39 процентов площади Пермского края.

Границы. Восточная – от пересечения рекой Северная Пильва административной границы Пермского края вниз по ее течению до слияния с рекой Южная Пильва.

Южная – вверх по течению р.Южная Пильва до пересечения с административной границей Пермского края.

Западная и северная – от пересечения с административной границей Пермского края р. Южная Пильва, далее на север и восток по административной границе Пермского края до пересечения с р. Северная Пильва.

Режим охраны охраняемого ландшафта регионального значения.

Запретить:

1. Рубки главного пользования.
2. Сбор, заготовку дикорастущих растений, занесенных в Красную книгу Пермского края (2018).
3. Проведение гидромелиоративных работ.
4. Геологоразведочные работы и добычу полезных ископаемых.
5. Выделение земельных участков под садоводство и огородничество.

Допускаемые виды природопользования.

1. Мероприятия по сохранению природных комплексов, в том числе и научно-исследовательские работы.
2. Вырубка древесины, кроме рубок главного пользования.
3. Сенокошение.
4. Заготовка и сбор грибов, ягод, лекарственных растений.
5. Любительская охота и рыбная ловля производится по правилам охоты и рыболовства в Пермской области.
6. Хозяйственная деятельность, не противоречащая сохранению и воспроизводству природных ресурсов данной территории.

Библиографический список

1. Воронов Г.А., Стенно С.П., Ожгибесов В.П. Концепция создания системы особо охраняемых природных территорий Пермской области // География и регион. V. Биogeография и биоразнообразие Прикамья: Материалы Междунар. науч.-практ.конф. (30сент.-4 окт. 2002 г., г.Пермь) / Перм. ун-т. Пермь, 2002. С.3–12.

2. *Стенно С.П.* Методология создания системы особо охраняемых природных территорий // Проблемы экологии, охраны природы и природопользования: сб. научн. тр. Перм. ун-т. Пермь, 2006. С. 197–222.

3. *Стенно С.П., Циберкин Н.Г., Воронов Г.А., Акимов В.А.* Некоторые методические подходы к выделению природоохранных объектов для системы особо охраняемых природных территорий // Геоэкологические аспекты хозяйствования, здоровья и отдыха. Тез. докл. на межгосуд. науч. конф. Ч.1. Пермь, 1993. С.206–210.

Фондовые материалы

4. *Отчет* по научно-исследовательской работе: «Разработка проекта перспективной схемы развития земель природно-заповедного фонда Пермской области», 2001.

**Г.А.Воронов, Н.Г. Циберкин,
С.П.Стенно**
Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 614068, г.
Пермь, ул. Букирева, 15

G.A. Voronov, N.G. Tsiberkin, S.P. Stenno
Perm State University, 614068, Perm, street
Bukirev, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

ОХРАНЯЕМЫЙ ЛАНДШАФТ «ЯМЖАЧНАЯ ПАРМА»

В статье описана новая природная территория, в пределах возвышенности «Ямжачная Парма». Главное внимание уделено эталонному участку «темнохвойных лесов на возвышенных местах», имеющему брендовое название для Пермского края – «парма». Предложена организация особо охраняемой природной территории – охраняемого ландшафта.

Ключевые слова: особо охраняемая природная территория; охраняемый ландшафт; парма; леса; животный мир; режим охраны; Пермский край.

PROTECTED LANDSCAPE «YAMZHACHNAYA PARMA»

The article describes a new natural area within the Yamzhachnaya Parma upland. The main attention is paid to the reference site of «dark coniferous forests in elevated places», which has a brand name for the Perm Krai – «parma». The organization of a specially protected natural area – a protected landscape is proposed.

Key words: specially protected natural area; protected landscape; parma; forests; wildlife; protection regime; Perm Krai.

Введение. Авторами было обследовано большинство муниципальных районов Пермского края, с целью выявления и охраны уникальных и типичных природных комплексов. Собранные экспедиционные материалы позволили рекомендовать организацию новых особо охраняемых природных территорий, что нашло отражение в разработке «Генеральной перспективной схемы развития земель природно-заповедного фонда Пермской области», завершённой в 2001 году [6].

Методика и материал. На основе разработанной нами методики организации ООПТ [1,2,3], руководствуясь принципами выделения природных объектов, нуждающихся в охране, предлагается организация особо охраняемой природной территории – «Ямжачная Парма», которая расположена на востоке, Чердынского района в пределах одноименной возвышенности (с максимальной высотой – 503 м и площадью – 24850 га).

Результаты исследования. В ходе проведённых исследований было выявлено, что участок относится к бореальным восточно-европейским среднетаежным высоким грядовым ландшафтам. Территория сложена верхнепалеозойскими слабо дислоцированными карбонатными (известняки, доломиты) и частично терригенными породами. Коренные породы перекрыты здесь маломощными элювиально-делювиальными пылеватыми суглинками.

Рельеф – относится к холмистой гряде – парме. Холмисто-увалистая поверхность (до 503 м) сильно выравненная местами имеет незначительный уклон к западу. Наличие в этом районе многочисленных уплощенных водоразделов, говорит, что прежде здесь была единая выравненная поверхность. В результате неотектонических движений она была приподнята. Молодые поднятия позже были расчленены и обособлены [5].

В тектоническом отношении возвышенность Ямжачная Парма соответствует Ямжачной антиклинали, входящей в состав Сосновецко-Ямжачной антиклинальной подзоне и западной зоне Урал-Тауского антиклинория складчатого Урала [4]. На склонах возвышенности наблюдаются выходы известняков и доломитов, с которыми связан придолинный карст.

Возвышенность находится в подрайоне среднетаежных предгорных лесов, где преобладают горные пихтово-еловые леса с примесью кедра. Кроме того, здесь значительные площади приходятся на березовые кустарничково-травяные зеленомошные и долгомошно-сфагновые леса. Имеются кедрово-еловые и еловые травяно-кустарничковые сфагновые и долгомошные леса. Моховый покров отличается большой мощностью – до 50 см.

Хозяйственное значение. На обследованной территории полезных ископаемых не обнаружено. Здесь произрастают леса III группы.

Выводы. Район возвышенности Ямжачная Парма выделяется по геолого-геоморфологическим и ландшафтным особенностям. Он является эталоном бореальных восточноевропейских среднетаежных высоких грядовых ландшафтов, встречающихся только в северной части Пермской края и на востоке Республики Коми. Они представляют собой «темнохвойный лес на высоком месте», которое на языке народов коми и коми-пермяков называется «парма». Необходимость охраны данных ландшафтов назрела давно.

Организация здесь ООПТ категории «охраняемый ландшафт» позволит сохранить эталонные экосистемы верховьев р.Колва.

Границы. Северная и восточная – от устья р. Ямжач вверх по течению р. Колвы до устья р. Кысурьи вверх по ее течению до пересечения с границей кв.6 Колвинского лесхоза Вижайского лесничества, далее по северным границам кварталов 6, 7, 8, к югу по восточной границе кв.8, до пересечения с р. Инья, затем вниз по р. Инья до пересечения с южной границей кв.33.

Южная – от пересечения р. Иньвы и южной границы кв.33 Колвинского лесхоза Вижайского лесничества на запад по южным границам кв.33, 32, 31, 30, 29 до юго-восточного угла последнего.

Западная – от юго-восточного угла кв.29 по его западной границе на север, далее по западной границе кв.14 до пересечения с р.Ямжач, затем в северном направлении вниз по течению р. Ямжач до впадения его в р. Колву.

Режим охраны охраняемого ландшафта регионального значения.

Запретить:

1. Рубки главного пользования.
2. Сбор, заготовку дикорастущих растений, занесенных в Красную книгу Пермского края (2018).
3. Проведение гидромелиоративных работ.
4. Геологоразведочные работы и добычу полезных ископаемых.
5. Выделение земельных участков под садоводство и огородничество.

Допускаемые виды природопользования.

1. Мероприятия по сохранению природных комплексов, в том числе и научно-исследовательские работы.
2. Вырубка древесины, кроме рубок главного пользования.
3. Сенокосение.
4. Заготовка и сбор грибов, ягод, лекарственных растений.
5. Любительская охота и рыбная ловля производится по правилам охоты и рыболовства в Пермской области.

6. Хозяйственная деятельность, не противоречащая сохранению и воспроизводству природных ресурсов данной территории.

Библиографический список

1. Воронов Г.А., Стенно С.П., Ожгибесов В.П. Концепция создания системы особо охраняемых природных территорий Пермской области // География и регион. V. Биogeография и биоразнообразие Прикамья: Материалы Междунар. науч.-практ.конф. (30сент.- 4 окт. 2002 г., г.Пермь) / Перм. ун-т. Пермь, 2002. С.3–12.
2. Стенно С.П. Методология создания системы особо охраняемых природных территорий // Проблемы экологии, охраны природы и природопользования: сб. научн. тр. Перм. ун-т. Пермь, 2006. С. 197–222.
3. Стенно С.П., Циберкин Н.Г., Воронов Г.А., Акимов В.А. Некоторые методические подходы к выделению природоохранных объектов для системы особо охраняемых природных территорий // Геоэкологические аспекты хозяйствования, здоровья и отдыха. Тез. докл. на межгосуд. науч. конф. Ч.1. Пермь, 1993. С.206–210.
4. Чочия Н.Г. Геологическое строение Колво-Вишерского края. Л.: Гостоптехиздат, 1955. 408 с.
5. Ястребов Е.В. Рельеф бассейна реки Вишеры // На Западном Урале. Пермь, 1960. Вып.3. С. 64–75.

Фондовые материалы

6. Отчет по научно-исследовательской работе: «Разработка проекта перспективной схемы развития земель природно-заповедного фонда Пермской области», 2001.

Е.М. Гайназарова

ГБУ Дирекция по особо охраняемым
природным территориям
Республики Башкортостан
453512, Республика Башкортостан, г.Бело-
репск, ул. Алексеева д.160

E.M. Gainazarova

GBU Directorate for Specially Protected Natu-
ral Territories of the Republic of Bashkortostan
453512, Republic of Bashkortostan, Beloretsk,
Alekseeva str. 160

e-mail: lirem@bk.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТУРИСТИЧЕСКУЮ ТРОПУ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ИРЕМЕЛЬ»

В статье дается экологическая оценка антропогенной нагрузки туристических троп Природного парка «Ирмель». Приводятся сведения о геоботанических описаниях сообществ, степень синатропизации флоры, анализ плотности и влажности почвы, а также антропогенная устойчивость эндемиков Южного Урала (на примере *Lagotis uralensis* Schischk.).

Ключевые термины: антропогенная нагрузка; рекреация; биоразнообразие; видовой состав; устойчивость.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT TO THE TOURIST TRAIL OF THE IREMEL NATURE PARK

The article provides an ecological assessment of the anthropogenic load of tourist trails of the Iremel Nature Park. Information on geobotanical descriptions of communities, the degree of synatropization of flora, analysis of soil density and moisture, as well as anthropogenic stability of endemics of the Southern Urals (using the example of *Lagotis uralensis* Schischk.) are given.

Keywords: anthropogenic load; recreation; a biodiversity; specific structure; sustainability.

Экологические тропы в Природном парке «Ирмель» обустроены в зоне регулируемой рекреации для посещения туристами объектов парка. Естественно, тропы проходят вблизи рекреационных объектов, таких как, хребет Синяк, Аваляк, каменная река, реки Авняр, Тыгын, Синяк и другие, которые приводят к постепенному нарушению экосистемы природных комплексов находящихся вблизи троп. Растительный напочвенный ярус является наиболее выраженным индикатором антропогенной нагрузки: механическое повреждение в результате вытаптывания, а также через изменения физико-химических свойств почвы.

Цель исследования – экологическая оценка антропогенной нагрузки на туристических тропах Природного парка «Ирмель».

Горный массив Ирмель является одним из крупных горных сооружений Уральских гор. Сама гора представляет собой двухвершинный массив, в составе которого входят: Большой Ирмель (1582,3 м.) и Малый Ирмель (1449,4 м.). Согласно ботанико-географическому подразделению высокогорий Южного Урала, в горном массиве отчётливо выделяются 4 высотных пояса растительности: горно-таёжный, подгольцовый, горно-тундровый, пояс гольцовых пустынь [1]. Массив Ирмель имеет важное гидрологическое значение для Республики Башкортостан, так как именно на её территории у подножия хребта Аваляк берёт начало главная река республики – река Агидель.

Освоение человечеством новых природных ландшафтов, стремительный рост городов, численности населения, появление современных ограничений, такие как коронавирусные инфекции, запрет отдыха за границей, способствуют поиску альтернативных вариантов путешествий не выезжая в другие регионы. Как результат, увеличение туристического потока на туристические объекты местного значения. Количество туристов в 2021 году в Природном парке «Иремель» составило 25850 человек, что больше на 158,5 %, чем количество 2012 года. Показатель рекреационной нагрузки за прошедший год составил 1,07 (2020 г. -1,14). Следовательно, мы можем сказать, что рекреационная зона парка в целом не испытывает серьезного антропогенного воздействия. Однако, этот показатель рассчитан для равномерного распределения людей по всей доступной территории, а посетители в основном перемещаются по специально оборудованным тропам. И именно на них приходится основная рекреационная нагрузка.

Первая пробная площадка для изучения антропогенной нагрузки заложены у подножия хребта Синяк, в горно-высотном поясе с преобладанием елово-пихтовых лесов. Для этого горного пояса характерны подзолистые легкосуглинистые почвы. Остатки кроны сосново-лиственных деревьев являются дополнительным источником к травяно-моховому гумусу. Второй участок для исследования находится у стоянки Колыбель любви, которая характеризуется смешанным типом: березовый лес с примесью сосны обыкновенной, пихты сибирской, ели колючей, разнотравно-злаковая растительность. Геоботанический анализ обоих участков показал преобладание во флоре видов нехарактерных для лесного биоценоза: *Achillea millefolium*, *Trifolium medium*, *Alchemilla vulgaris*, *Taraxacum officinale*, *Capsella bursa-pastoris*, *Plantago major*, *Urtica dioica*. Степень синантропизации флоры составил 27,4 процентов. По шкале Р.И.Бурды значение соответствует 3 балла, то есть содержание синантропов на исследуемых площадках встречаются в числе многих видов, составляя значительную часть общего фона. Учитывая вышеизложенное, можно считать, что для изучаемых участков характера 2 стадия рекреационной депрессии.

Морфологический анализ пробных почвенных образцов показал, что для участка тропы у хребта Синяк характерна темно-серые почвы, у стоянки Колыбель любви – темно-буровато-серые. Для изучения плотности и влажности почвы в участках испытываемых антропогенную нагрузку были проделаны прикопки размером 12X12 глубиной 25 см. Описание почвенного горизонта провели в элювиальном слое, так как ниже 25 см идет глинистый слой. Для изученных пробных площадок характерна зернистая и мелкозернистая структура почвы: размеры агрегатов от 0,25 до 3 мм. Средние показатели объемного веса почвы изменяются в пределах 0,465-0,689 г/см³, что характеризуется слабой уплотненности. Анализ влажности почвы показал относительно одинаковые результаты, что свидетельствует о стабильности исследуемых участков.

Для определения антропогенной устойчивости уникальных видов, произрастающих на территории Природного парка «Иремель» – эндемиков, были изучены на примере *Lagotis uralensis* Schischk. Заложены 5 пробных площадок у плато горы в горно-тундровой зоне в высотном градиенте 1200-1250 метров над уровнем моря, проведены морфометрические измерения особей и геоботаническое описание сообществ на этих площадках. Пробные площадки 1 и 2 находится непосредственно вблизи пересечения туристических троп, ведущих на Большой Иремель со стороны с.Тюлюк Челябинской области, с.Николаевка Белорецкого района и д.Байсакалово и Новохусаиново Учалинского района. Пробная площадка 3 является контрольным участком, где антропогенная нагрузка минимальная, находится в 200 метрах к северу от

туристической тропы. Пробные площади 4 и 5 расположены у верхней границы юго-восточного склона подножия горы Ирмель с небольшим углом наклона 10°. Здесь проходит одна туристическая тропа со стороны Белорецкого района.

На генеративных особях *Lagotis uralensis* Schischk. были обнаружены *Gastrophysa polygoni*, которые достаточно сильно повредили их листовые пластинки. Это жук-вредитель полевых злаков из отряда *Coleoptera*, питающийся в весенний период такими видами растений как *Poligonum*, *Rumex* после переселяющийся на другие культурные растения. Выявленный нами факт поедания не характерных для них рациона, возможно связано с аномальными климатическими условиями 2021 года (сухая и жаркая погода), а также с преобладанием в описываемых нами сообществах таких видов как *Poligomun viviparum*, *Polygonum alpinum* All., *Polygonum bistorta*, которые являются промежуточным звеном для благоприятного развития этих видов жуков.

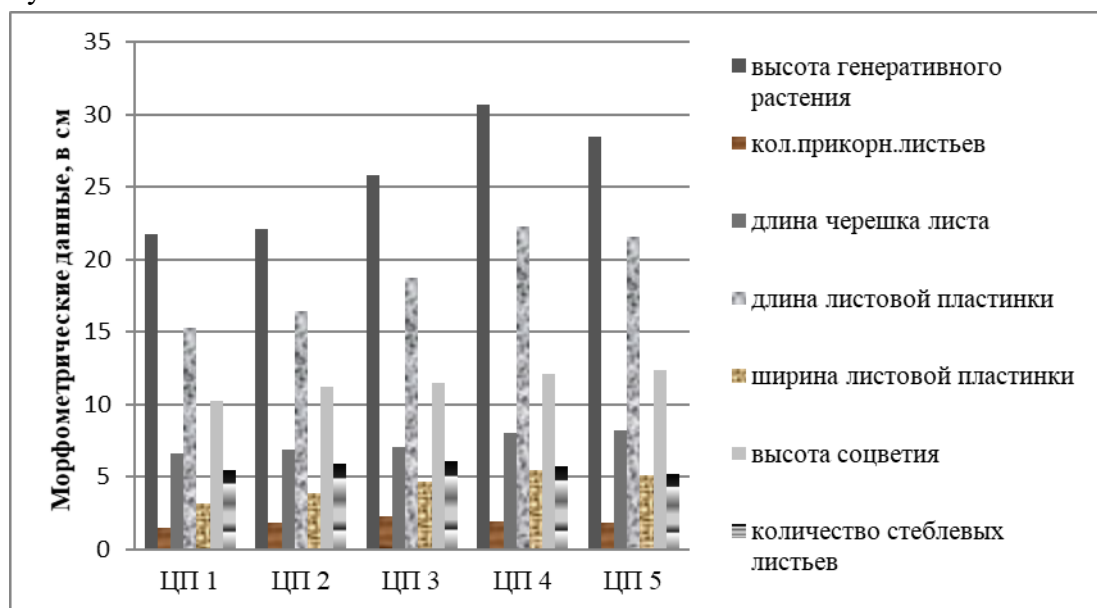


Рис. 1. Морфометрические параметры лаготиса уральского

Анализ средних значений морфологических признаков *Lagotis uralensis* Schischk. (Рис.1) в ценопопуляциях показал, что наибольшие различия имеют высота генеративного побега, количество прикорневых листьев, размеры листовой пластинки прикорневого листа (1L, 1b). Наиболее высокие растения (30,7 + 1,3см) с удлинённым соцветием (13,1+0,8см), с крупными прикорневыми листьями (1L=22,3+0,7см; 1b=5,5+0,5см) были отмечены в пробной площади 4. Самые низкорослые особи (21,7+0,9см) с соцветием (8,9+0,9 см) и небольшими листовыми пластинками (1L=15,3+0,5 см; 1b=3,2+0,8 см) произрастают в пробной площади 1.

Такие параметры как, количество цветов в соцветиях, количество розеток листьев, длина черешка листа и количество стеблевых листьев во всех пробных площадках осталась в одинаковом уровне.

Проанализировав средние значения морфологических признаков *Lagotis uralensis* Schischk., испытывающих разные антропогенные нагрузки, можно предположить, что особи находящиеся в непосредственной близости к туристической тропе адаптировались на ухудшение условий путем замедления процесса жизнедеятельности для поддержания роста и развития вида.

На участках туристической тропы, где была проведена экологическая оценка, в 2022 году появятся деревянные настилы благодаря грантовой поддержки фонда «Красивые дети в красивом мире». По мнению Дирекции по особо охраняемым природным территориям Республики Башкортостан настилы дадут возможность не только комфортно пройти по участку с избыточным увлажнением, но и поможет защитить от повреждений корни деревьев, сохранить редкие виды мхов, лишайников, растений.

Необходимы дальнейшие мониторинговые исследования троп.

Библиографический список

1. Горчаковский П.Л., Хохлова М.Г. Сравнительная оценка состояния популяций уральского эндемика *Lagotis uralensis* Schischk. в градиенте высотной поясности // Экология. 2001. № 5. С. 323–330.
2. Леневиц О.И., Шестакова Е.С., Рудык А.Н., Копыльцова С.Е. Оценка рекреационной нагрузки на почвенный покров и пути снижения дигрессии лесных экосистем национального природного парка «Сколевские Бескиды», Украинские Карпаты // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. Экономика и экологический менеджмент. 2014. № 3. С. 279–287.
3. Сорокин А.С. Несложный метод определения рекреационных нагрузок // Проблемы территориальной организации туризма и отдыха. Ставрополь, 1978. С. 106–107.
4. Уранов А.А. Вопросы изучения структуры фитоценозов и видовых ценопопуляций // Ценопопуляции растений: развитие и взаимоотношения. М., 1977. С. 8–20.
5. Чижова В.П. Допустимые рекреационные нагрузки в охраняемых природных территориях Камчатки // География и туризм. Пермь, 2006. С. 239–253.

О.И. Голубева

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

O.I. Golubeva

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: oi.gol@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСОВ НА ООПТ «СОСНОВЫЙ БОР»

Рассмотрены изменения таксационных показателей лесов на ООПТ местного значения «Сосновый бор». Анализ проводился по материалам лесоустройства городских лесов 2010 и 2020 гг., содержащих информацию о составе насаждений, ярусности, высоте, диаметре, возрасте, запаса древостоя, бонитете и других характеристиках. В данной работе рассматриваются состав, бонитет, возраст и тип лесных насаждений ООПТ. За рассматриваемый период отмечается смена типов фитоценозов и возрастание показателя продуктивности лесов. На большей части ООПТ возраст лесных насаждений составляет более 100 лет.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории; городские леса; таксационные показатели; «Сосновый бор».

CHANGES IN THE TAXATION INDICATORS OF FORESTS IN THE PROTECTED AREA «SOSNOVY BOR»

Changes in the taxation indicators of forests in the protected areas of local significance "Sosnovy Bor" are considered. The analysis was carried out on the materials of the forest management of urban forests in 2010 and 2020, containing information on the composition of plantings, tiers, height, diameter, age, stock of stands, bonitet and other characteristics. In this paper, the composition, bonitet, age and type of forest plantations of protected areas are considered. During the period under review, there has been a change in the types of phytocenoses and an increase in forest productivity. In most of the protected areas, the age of forest stands is more than 100 years.

Keywords: protected natural areas; urban forests; taxation indicators; «Sosnovy Bor».

Введение

В урбанизированной среде немаловажную роль играет формирование зеленого каркаса, основными элементами которого могут быть долины малых рек, озелененные территории, городские леса. В Перми природные ландшафты занимают около половины всей площади города, главным образом за счет городских лесов [5]. В городских условиях лесные экосистемы испытывают значительную антропогенную нагрузку: подвергаются механическому, химическому, физическому и биологическому загрязнению, что приводит к трансформации естественных фитоценозов. В связи с этим возникает необходимость сохранения и восстановления природной среды посредством создания особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ).

Материалы и методы

В настоящее время на территории г. Перми расположено 23 ООПТ местного значения общей площадью 13 193,6 га (16,5% от площади города) [3]. Из них 18 ООПТ входит в состав пермских городских лесов, включая историко-природный комплекс «Сосновый бор». Данная ООПТ расположена правом берегу р. Кама в Кировском районе города Перми, охран-

ный статус присвоен в 1991 г. В границах «Соснового бора» обеспечивается сохранение созданных на базе естественных ландшафтов и преобразованных деятельностью человека объектов, ценных в научном, эколого-просветительском, культурном и эстетическом отношении.

Анализ динамики таксационных показателей лесных экосистем ООПТ проводился по материалам лесоустройства городских лесов 2010 и 2020 гг. Таксационные описания содержат информацию о следующих характеристиках лесов: состав насаждений, ярусность, высота, диаметр, возраст, запас древостоя, бонитет, тип леса и др. В данной работе рассматриваются состав, бонитет, возраст и тип лесных насаждений ООПТ.

Обработка исходных данных и отображение результатов осуществлялось с помощью геоинформационной системы ArcGIS.

Результаты исследования

Площадь ООПТ составляет 120 га, из которых леса занимают 115,86 га [4]. Сравнение материалов лесоустройства показывает структурные изменения лесных экосистем ООПТ (рис. 1). За период с 2010 по 2020 гг. доля лесных земель увеличилась с 92 до 93%. Земли, покрытые лесной растительностью, представлены сочетанием естественных и искусственных насаждений. Доля лесных культур сохраняется на уровне 10,4% от площади лесопокрытых земель. Нелесные земли представлены дорогами, ландшафтными полянами и прочими землями.

Согласно научным исследованиям [2] для ООПТ характерно преобладание различных типов сосновых лесов: кисличников, травяно-моховых, вейниковых. Основываясь на таксационных описаниях данной территории, отмечается смена соотношения типов лесов. В 2010 г. наибольшую площадь занимали сосняки зеленомошники – 88,4 га или 63%, также преобладали сосняки брусничники и ельники зеленомошники (19,3 и 15,1 га или 14 и 11% соответственно). К 2020 г. доля преобладающих сосново-зеленомошных лесов снижается до 42%, при этом формируются новые типы фитоценозов – сосняк кисличник и сосняк травяной. Кроме этого, отмечается смена сосняка черничника на ельник широколиственный и сосняк кисличник.

Распределение древостоев по группам возраста показывает, что в 2010 и 2020 гг. большая часть лесных сообществ в границах ООПТ представлена перестойными насаждениями, возраст которых составляет 100 и более лет. Молодняки и средневозрастные древостои главным образом представлены лесными культурами. В соответствии с новым лесоустройством на территории части выделов отмечается смена перестойных древостоев на молодняки, что связано с проведением санитарно-оздоровительных мероприятий.

Бонитет леса – показатель продуктивности древостоя, зависящий от качества условий произрастания и определяющийся по возрасту и средней высоте древостоя [1]. На большей части ООПТ «Сосновый бор» леса относятся к высокобонитетным (2 класс и выше), что говорит о высокой продуктивности насаждений и благоприятности условий произрастания. В 2010 г. основная площадь лесного массива относилась ко 2 классу бонитета. К 2020 г. этот показатель возрастает до 1 класса, для части выделов – до класса 1А, однако необходимо отметить, что именно на самых высокобонитетных участках произрастают древостои искусственного происхождения. С 2010 по 2020 гг. отмечается единичный случай снижения показателя продуктивности лесных насаждений с 2 до 3 класса, что требует проведение дополнительных исследований данной территории.

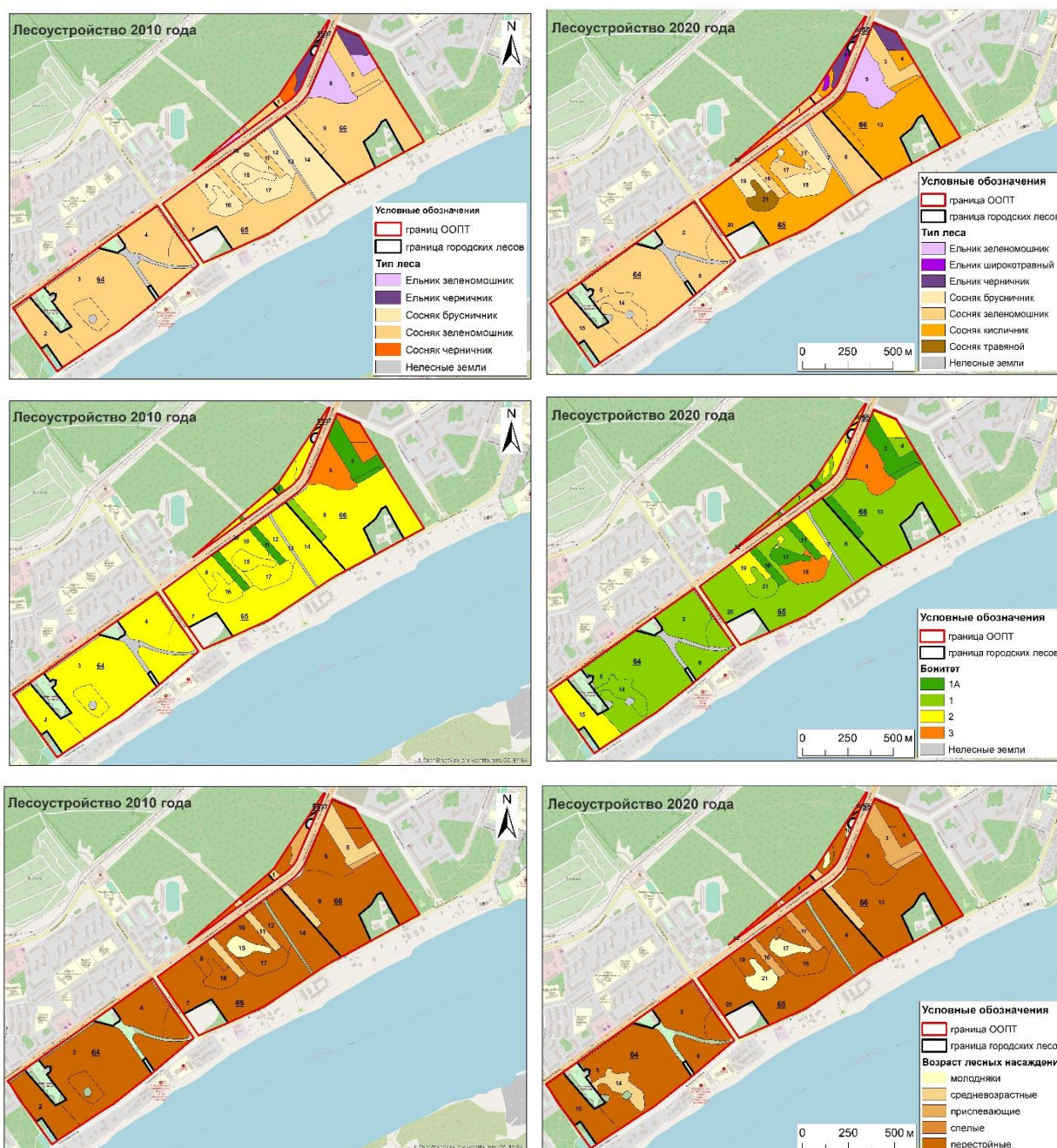


Рис. 1. Сравнение таксационных показателей лесов ООПТ «Сосновый бор» в 2010 и 2020 гг. (верхний ряд – типы лесов; средний – бонитет; нижний – возраст лесных насаждений)

За период 2010-2020 гг. лесные сообщества ООПТ «Сосновый бор» претерпевают некоторые изменения. Выявлено увеличение фитоценотического разнообразия ООПТ, при этом происходит сокращение площади преобладающего типа лесов – сосняка зеленомошника. В целом сформированные лесные экосистемы представлены вековыми высокопродуктивными насаждениями.

Библиографический список

1. Луганский Н.А., Залесов С.В., Луганский В.Н. Лесоведение: учебн. пособие. Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2010. 432 с.
2. *Отчет* по муниципальному контракту № СЭД059-33-03-15-36 от 18.07.2017 г., по теме: «Выполнение работ по проведению мониторинга особо охраняемых природных территорий местного значения города Перми».
3. *Перечень* особо охраняемых природных территорий города Перми. URL: <http://www.priodaperm.ru/osobo-ohranyaemye-territorii/2015/02/25/94> (дата обращения: 26.02.22).
4. *Постановление* администрации города Перми от 08.10.2003 № 2947 «Об утверждении Положения об историко-природном комплексе «Сосновый бор». URL: <http://www.priodaperm.ru/upload/pages/101/ООПТ/Postanovlenije-administracii-Ob-utverzhdanii-polozhenija-ob-ООПТ-Sosnovyj-bor.pdf> (дата обращения: 26.02.22).
5. *Постановление* администрации города Перми от 20.10.2021 № 906 «Об утверждении муниципальной программы «Охрана природы и лесное хозяйство города Перми». URL: <https://docs.cntd.ru/document/577924854> (дата обращения: 26.02.22).

Д.Д. Жуйкова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

D.D. Zhuykova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: darya.zhuykova.99@mail.ru

АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО, РЕГИОНАЛЬНОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УРОВНЯ ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

В работе рассмотрены группы территорий, обладающие по природоохранному законодательству РФ, особыми условиями природопользования. Произведен анализ Федерального закона от 03.08.2018 № 342-ФЗ, определяющий Зоны с особыми условиями использования территорий и его взаимосвязь с другими ЗК РФ.

Ключевые термины: природоохранное законодательство РФ; территории с особыми условиями природопользования.

ANALYSIS OF THE LEGISLATIVE BASE OF THE FEDERAL, REGIONAL AND MUNICIPAL LEVEL FOR TERRITORIES WITH SPECIAL ENVIRONMENTAL CONDITIONS

The paper considers groups of territories that have special environmental management conditions under the environmental legislation of the Russian Federation. The analysis of Federal Law No. 342-FZ of 03.08.2018, defining Zones with special conditions for the use of territories and its relationship with other RF CC, has been carried out.

Keywords: environmental legislation of the Russian Federation; territories with special environmental conditions.

Введение

Пермский край – один из старейших нефтедобывающих регионов России. На его территории в настоящее время разрабатывается более 100 месторождений нефти и газа. Природно-климатические, горно-геологические условия большей части равнинной территории Пермского края не имеют противопоказаний для проведения нефтепоисковых, разведочных работ и эксплуатации залежей углеводородного сырья. Однако около 10% площади области занимают территории с особыми условиями природопользования (ТОУП), под которыми расположены месторождения нефти или перспективные площади для поисков залежей углеводородов.

Цель работы – анализ законодательной базы федерального, регионального и муниципального уровня для территорий с особыми условиями природопользования.

В работе приоритетной задачей является анализ нормативно-правовой части природоохранных мероприятий в пределах ТОУП при обустройстве и дальнейшей эксплуатации нефтяных месторождений.

Территории с особыми условиями природопользования

К территориям с особыми условиями природопользования относятся следующие группы территорий:

- особо охраняемые природные территории (ООПТ);

- водоохранные зоны рек, озер, водохранилищ и болот;
- леса первой группы;
- объекты культурного наследия;
- санитарно-защитные зоны различных объектов;
- зоны санитарной охраны хозяйственно-питьевых водозаборов;
- территории жилой застройки;
- горные отводы под эксплуатацию других минеральных ресурсов;
- округа санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей, курортов и природных лечебных ресурсов;
- участки техногенного загрязнения воздуха, воды и почв, с превышениями ПДК по отдельным компонентам в пределах разрабатываемых нефтяных месторождений.

ТОУП обычно разделяют на 3 крупных блока: природные, антропогенные и техногенные и разграничить их по степени возможности хозяйственного использования [1]. Классификация ТОУП и цели их создания указаны в таблице.

Таблица

Классификация территорий с особыми условиями природопользования

Степень экологического ограничения хозяйственной деятельности		Цель создания территории с особыми условиями природопользования
1 категория (хозяйственная деятельность невозможна)	2 категория (хозяйственная деятельность возможна с ограничениями)	
Природный блок территорий		
ООПТ		ООПТ постоянно или временно исключены из хозяйственного оборота и предназначены для сохранения свойств окружающей человека природной среды.
Заповедники; памятники природы;	Заказники; природные парки; охраняемые ландшафты	
Водоохранные зоны водных объектов		Устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности с целью предотвращения загрязнения водных объектов.
	Леса первой группы	Сохранение лесного фонда
Антропогенный блок территорий		
Зоны санитарной охраны хозяйственно-питьевых водозаборов		ЗСО направлены на сохранение качества питьевых вод
1 пояс	2 пояс и 3 пояс	
Объекты культурного наследия		Предназначены для сохранения территорий связанных с важнейшими историческими событиями, развитием общества, науки, культуры и т.д.
Округа санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей, курортов и природных лечебных ресурсов		Объекты культурного наследия предназначены для сохранения территорий связанных с важнейшими историческими событиями, развитием общества и государства, науки и техники, культуры и быта народов

Окончание таблицы

	Территории жилой застройки	Сохранение условий проживания населения на территории жилой застройки
Техногенный блок территорий		
	Санитарно-защитные зоны различных объектов	Предназначены для обеспечения снижения воздействия до требуемых гигиенических нормативов
	Горные отводы под эксплуатацию других минеральных ресурсов	Сохранение геологической среды для промышленной разработки различных минеральных ресурсов
Участки техногенного загрязнения с превышениями ПДК		Ограничение хозяйственной деятельности на участках техногенного загрязнения воздуха, воды и почв с превышениями предельно допустимых концентраций по отдельным компонентам в пределах разрабатываемых объектов

Для решения проблем хозяйственной деятельности в пределах ТОУП, возникла необходимость разработки специальных природоохранных требований, применения новейших экологически безопасных технологий и современных технических средств [2].

Введение новых природоохранных актов

С принятием Федерального закона от 03.08.2018 № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – закон № 342-ФЗ) появилась часть, регулирующая правовой статус зон с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ) [3,5]. До этого момента в законодательстве лишь разрозненно содержались некоторые общие положения о таких зонах, однако главным образом их статус регулировался нормативно-правовыми актами в отношении конкретных видов зон, что существенно затрудняло применение этих норм и приводило к многочисленным судебным спорам.

В целях установления единых подходов к правовому регулированию режима ЗОУИТ и ограничений использования земельных участков ЗК РФ был дополнен новой главой 19 «Зоны с особыми условиями использования территорий» [4].

ЗОУИТ устанавливаются в следующих целях:

1. защита жизни и здоровья граждан;
2. безопасная эксплуатация объектов транспорта, связи, энергетики, объектов обороны страны и безопасности государства;
3. обеспечение сохранности объектов культурного наследия;
4. охрана окружающей среды, в том числе защита и сохранение природных лечебных ресурсов, предотвращение загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, сохранение среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира;
5. обеспечение обороны страны и безопасности государства.

В границах ЗОУИТ устанавливаются ограничения использования земельных участков, которые распространяются на все, что находится над и под поверхностью земель, если иное не предусмотрено законами о недрах, воздушным и водным законодательством, и ограничивают или запрещают размещение и (или) использование расположенных на таких земельных

участках объектов недвижимого имущества и (или) ограничивают или запрещают использование земельных участков для осуществления иных видов деятельности, которые несовместимы с целями установления ЗОУИТ.

Земельные участки, включенные в границы ЗОУИТ, у собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков не изымаются, если иное не предусмотрено федеральным законом.

Необходимо отметить, что, несмотря на большой объем нового регулирования ЗОУИТ, определение и признаки ЗОУИТ так и не были сформулированы законодателем. В п. 4 ст. 1 ГрК РФ определение ЗОУИТ по-прежнему даётся лишь путём перечисления некоторых видов ЗОУИТ, а в ст. 104 ЗК РФ указываются только цели установления ЗОУИТ [3,4].

ЗОУИТ являются одним из видов ограничений прав на землю. Нахождение земельного участка в зоне накладывает на его правообладателя обязательства по соблюдению особого режима использования, нарушение которого может привести к последствиям – от административного наказания до невозможности оформления права на созданный объект недвижимости. Основное предназначение ЗОУИТ – это охрана режимного или ценного объекта или защита от объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду и человека [8].

Слабые стороны нового закона

Каждая категория ТООП относится к определенному законодательному кодексу. Так, статус ООПТ регулируется Федеральным законом от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (далее – закон № 33-ФЗ) [6]. При этом необходимо различать: сами ООПТ; охранные зоны таких ООПТ. В соответствии со ст. 105 ЗК РФ к ЗОУИТ относятся только последние [4]. Для предотвращения неблагоприятных антропогенных воздействий на ООПТ, на прилегающих к ним земельных участках и водных объектах устанавливаются охранные зоны.

Объекты культурного наследия (ОКН) регулируются Федеральным законом от 25.06.2002 N 73-ФЗ "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" [7]. В соответствии с п. 4 ст. 99 ЗК РФ в целях сохранения исторической, ландшафтной и градостроительной среды в соответствии с федеральными законами, законами субъектов РФ устанавливаются зоны охраны ОКН [4]. В пределах земель историко-культурного назначения за пределами земель населённых пунктов вводится особый правовой режим использования земель, запрещающий деятельность, несовместимую с основным назначением этих земель. При этом следует отличать: зону охраны ОКН, защитную зону ОКН и территорию ОКН. Предварительно отмечу, что зона охраны ОКН и защитная зона ОКН входят в перечень ЗОУИТ, в то время как территория ОКН не относится к ЗОУИТ.

Ст. 34 закона № 73-ФЗ определяет правовой режим зон охраны ОКН [7]. В целях обеспечения сохранности ОКН в его исторической среде на сопряжённой с ним территории устанавливаются следующие зоны охраны ОКН: охранный зона ОКН; зона регулирования застройки и хозяйственной деятельности и зона охраняемого природного ландшафта.

В подавляющем большинстве случаев одна из зон охраны (охранная зона) поглощает территорию памятника и, таким образом, на данной территории действует режим охранной зоны. Кроме этого, территория объекта культурного наследия имеет самостоятельный правовой режим, включающий определённые правомочия по использованию и ограничения в использовании данной территории (статьи 5, 35 Федерального закона «Об объектах культурного наследия...»), что, однако, не делает её ЗОУИТ [7]. Более того, территория объекта культурного наследия не обладает как минимум одним из признаков ЗОУИТ. Это охранная (защитная) зона как причина установления границ территории. Территория объекта культурного наследия

формируется по принципу «исторически сложившейся», и этот принцип первичен в определении границ территории; охранная функция присутствует, но как следствие установления границ исторически сложившейся территории объекта культурного наследия.

Вывод

С появлением ФЗ №342 от 03.08.2018 регулирование некоторых категорий ТОУП значительно улучшилось. Однако, в процессе анализирования данного закона оказалось, что имеются некоторые неточности в определении и признаках ЗОУИТ. В Градостроительном кодексе РФ определение ЗОУИТ по-прежнему даётся лишь путём перечисления некоторых видов ЗОУИТ, а в Земельном кодексе РФ указываются только цели установления ЗОУИТ. Не все территории, в границах которых предусмотрены различного рода ограничения использования участков, вошли в перечень видов ЗОУИТ (ст. 105 ЗК РФ).

Библиографический список

1. Костарев С. М., Чайкин С. А. Классифицирование территорий с особыми условиями природопользования // Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Тез. Докл. Международной молод. конф. “ЭКОЛОГИЯ 2003”. Архангельск, 2003. С. 38–39.
2. Костарев С.М., Чайкин С.А. Экологизация процесса нефтедобычи в районах с особыми условиями природопользования // Пермский госуниверситет, Материалы Международной научно-практической конференции «География и регион», том IX «Природопользование и экологический мониторинг». Пермь, 2002. С. 57–61.
3. Градостроительный кодекс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901919338> (дата обращения: 1.02.22)
4. Земельный кодекс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/744100004> (дата обращения: 25.01.22)
5. Федеральный закон от 03.08.2018 № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации». URL: <https://docs.cntd.ru/document/550836307> (дата обращения 1.02.22)
6. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях». URL: <https://docs.cntd.ru/document/9010833> (дата обращения: 29.01.22)
7. Федеральный закон от 25.06.2002 N 73-ФЗ "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации". URL: <https://docs.cntd.ru/document/901820936> (дата обращения: 5.02.22)
8. Федеральная кадастровая палата. URL: <https://kadastr.ru/> (дата обращения: 08.11.21).

В.А. Зеленина, С.А. Кулакова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

V.A. Zelenina, S.A. Kulakova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: zeleninalera9@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ПИТОМНИКОВ

В настоящей работе рассматриваются история развития и современные перспективы развития питомников. Приведена краткая история системы озеленения и представлено современное состояние зеленого фонда города Перми. Приведен основной ассортимент древесно-кустарниковых растений по районам города Перми. Рассказано о перспективах создания и развития нового муниципального питомника древесно-кустарниковых насаждений в городе Перми. В казенном питомнике будут выращиваться растения для озеленения города Перми.

Ключевые слова: питомник; система озеленения; зеленые насаждения; муниципальный питомник; посадочный материал; древесно-кустарниковые насаждения.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MUNICIPAL NURSERY

The thesis discusses the definition, types, and specialization of nurseries. A brief history of the landscaping system is given and the current state of the green fund of the city of Perm is presented. The basic assortment of tree and shrub plants in the districts of the city of Perm. The prospects of creating and developing a new municipal tree and shrub nursery in Perm are described. The state nursery will grow plants for landscaping in the city of Perm.

Keywords: nursery; landscaping system; green space; municipal nursery; planting material; tree and shrub plantings.

Пермь – краевой центр с площадью более 800 км². Большая часть г. Перми находится сейчас на левом берегу реки Камы. Город состоит из 7 административных районов. Зеленый фонд города составляет городские леса и объекты озеленения различного назначения. Индивидуальный облик системы озеленения Перми и ее особенности имеют корни в истории развития города [9].

Первые архивные документы об озеленении Перми и о посадке деревьев относятся к началу 19 века. [6]. Озеленения улиц как таковых не было, деревья и кустарники размещались во дворах частных домовладений. Первые посадки деревьев в Перми проводятся с начала XIX века. По инициативе пермского губернатора Карла Фёдоровича Модераха был создан план Перми. Именно он был первым чиновником, который на административном уровне начал регулировать видовой состав деревьев в озеленении [9].

Озеленение – это один из самых необходимых элементов благоустройства городов и других населенных мест. Зеленые массивы – это излюбленные места отдыха населения и средство создания разнообразных архитектурных обликов города [3]. Каркас системы озеленения города Перми создавался с 1950-х годов, когда с массовым строительством панельного жилья формировались целые микрорайоны, а незастроенные участки сохранялись под скверы, парки, сады и бульвары [9].

На сегодняшний день зеленый фонд города Перми составляет 45 390,41 га (56,7% от площади города), в том числе 37,9 тыс. га – площадь городских лесов; 319,3 га – площадь объектов озеленения общего пользования. С учетом площади городских лесов на душу населения приходится 433 м² озелененной территории, что подтверждает статус “зеленого города” [3].

Ассортимент древесно-кустарниковых насаждений в городе Перми насчитывает более 150 видов [7]. Многолетние исследования по анализу видового ассортимента деревьев, произрастающих на объектах озеленения общего пользования в городе Пермь, позволяют выделить наиболее часто встречаемые виды деревьев, что видно по таблице 1 [3].

Таблица 1

Преобладающий ассортимент деревьев по районам города Перми [1.3]

<i>Район</i>	<i>Видовое название деревьев</i>
Дзержинский	<i>Betula pubescens</i> (Береза пушистая), <i>Betula pendula</i> (Береза повислая), <i>Populus balsamifera</i> (Тополь бальзамический)
Индустриальный	<i>Populus balsamifera</i> (Тополь бальзамический), <i>Populus pyramidalis</i> (Тополь пирамидальный), <i>Fraxinus excelsior</i> (Ясень обыкновенный), <i>Tilia cordata</i> (Липа сердцелистная)
Кировский	<i>Betula pendula</i> (Береза повислая), <i>Pinus sylvestris</i> (Сосна обыкновенная), <i>Tilia cordata</i> (Липа сердцелистная)
Ленинский	<i>Tilia cordata</i> (Липа сердцелистная), <i>Populus balsamifera</i> (Тополь бальзамический), <i>Populus berolinensis</i> (Тополь берлинский), <i>Acer tataricum</i> (Клен татарский)
Мотовилихинский	<i>Ulmus glabra</i> (Вяз шершавый), <i>Acer negundo</i> (Клен ясенелистный), <i>Viburnum populus</i> (Калина обыкновенная)
Орджоникидзевский	<i>Betula pendula</i> (Береза повислая), <i>Populus balsamifera</i> (Тополь бальзамический)
Свердловский	<i>Tilia cordata</i> (Липа сердцелистная), <i>Tilia platyphyllos</i> (Липа крупнолистная), <i>Acer negundo</i> (Клен ясенелистный), <i>Populus laurifolia</i> (Тополь лавролистный), <i>Salix alba</i> (Ива белая), <i>Populus balsamifera</i> (Тополь бальзамический)

Исходя из таблицы 1, можно сделать вывод, что преобладающими породами деревьев являются липа, клен и тополь. Липы встречаются в районах, которые наиболее близко расположены к историческому центру города. Это обусловлено историей озеленения города, которая началась в 1832 г. с высадки деревьев данного вида. Различные виды и гибридные формы тополей присутствуют во всех районах, кроме Кировского, одного из самых молодых районов города, который отделен от центра рекой Камой и лесными массивами. Также большое распространение почти во всех районах Перми имеет тополь бальзамический [1].

Развитие современного крупного города, когда ценность зеленых насаждений высока как никогда, невозможно представить без питомников, которые целенаправленно выращивают саженцы для озеленения города. Таким образом, питомники должны развиваться с учетом современных потребностей, возникающих при закладке и/или реконструкции зеленых насаждений. Необходима комплексная научно обоснованная программа практических действий. В ней должен найти отражение весь комплекс необходимых организационных, экономических и агротехнических мероприятий в сфере питомниководства [11].

Питомник – это земельный участок, на котором ведется специализированное хозяйство по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород [10]. В питомниках выращивают разнообразный посадочный материал древесных пород и кустарников: сеянцы, саженцы, черенки, черенковые саженцы и др. На рис. 1 представлены основные виды питомников.

Если питомники делить по специализации деятельности, то можно отталкиваться от типов групп растений и можно создать питомники таких направлений: плодово-ягодные растения; декоративные растения: травянистые многолетники, лиственные и хвойные, кустарники, растения для каменистых садов и альпинариев, травянистые однолетники, рододендроны и вересковые и прочие [2].

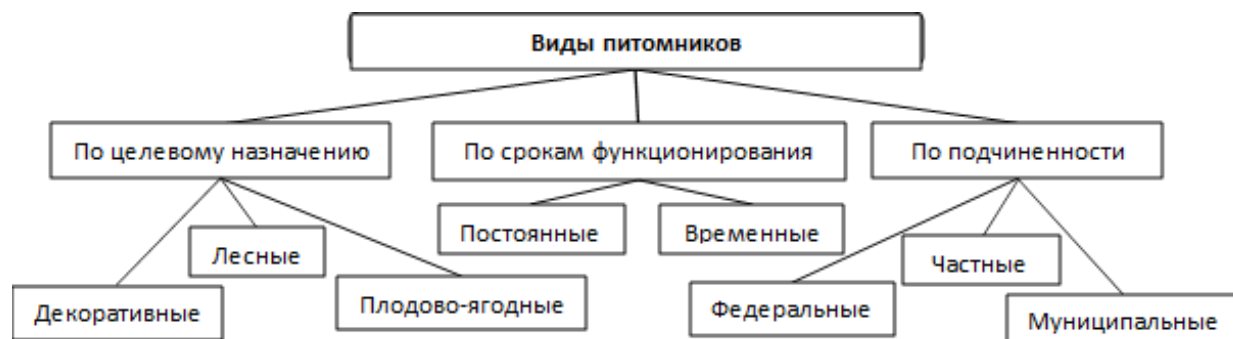


Рис. 1. Виды питомников [5]

Муниципальные питомники чаще всего специализируются на выращивании декоративных растений, в то время как частные питомники специализируются на плодово-ягодных растениях и травянистых однолетниках.

По мнению многих экспертов, Российской Федерации, обладающей огромной территорией, многообразием природно-климатических условий и большой численностью населения, необходимо иметь около 10 тыс. питомников. Сейчас для их формирования сложилась благоприятная обстановка, поскольку существует один из самых важных факторов – спрос на продукцию. По оценкам специалистов, ежегодно отмечается повышение ее объемов на 20% и больше. Данный факт позволяет надеяться, что весь посадочный материал, который будет выращиваться во вновь создаваемых хозяйствах, найдет своего потребителя [8].

Развитие муниципальных питомников растений способствует массовой реновации зеленых насаждений и обеспечивает благоприятную окружающую среду городскому пространству.

В феврале 2022 года в администрации города Перми подписали постановление о создании муниципального казенного учреждения “Городское зеленое строительство”. Основной его целью будет являться выращивание посадочного материала для озеленения города, осуществление посадок, проведение сезонных мероприятий по защите деревьев и кустарников. Питомник будет расположен вблизи Восточного обхода, готовится техническое задание на проектирование. Он начнет работать уже в этом году – весной и летом будут подготовлены поля и сопутствующая инфраструктура, осенью стартуют первые высадки саженцев на доращивание. Процесс создания питомника небыстрый, но планируется выход на проектную мощность (более 13 тысяч крупномеров в год) через 5 лет [4].

На сегодняшний день, в силу сложившейся политической и экономической ситуации в мире, в нашей стране одной из важнейших задач является вопрос импортозамещения, в том числе и в питомниководстве. В связи с этим назрела острая необходимость в создании новых муниципальных питомников. Ведь муниципальные питомники служат для удовлетворения потребностей озеленения городских территорий, а частные питомники в большинстве своем лишь удовлетворяют запросы в посадочном материале приусадебных участков городского и сельского населения.

Библиографический список

1. *Аткина Л.И., Шарафеева А.С.* Структура зеленого фонда города Перми // Успехи современного естествознания. 2020. № 11. С. 7–12.
2. *Бизнес-план питомника растений* // Бизнес журнал «Bisdelo». URL: <https://bisdelo.ru/biznes-plan-pitomnika-rastenij.html> (дата обращения: 12.02.22).
3. *Бойко Т.А., Мальцева А.П., Збруева И.И.* Состояние зеленых насаждений общего пользования в условиях Перми // Экология. 2019. №2. С. 85–92.
4. *В этом году в Перми будет создан городской питомник растений* // Муниципальное образование города Пермь. URL: <https://www.gorodperm.ru/news/2022/02/04%2011:55:00+05/57317-id/> (дата обращения: 26.02.22).
5. *Виды питомников* // Студопедия, URL: https://studopedia.ru/3_29207_vidi-pitomnikov.html (дата обращения: 12.02.22).
6. *История озеленения Перми* // Муниципальное образование город Пермь, URL: https://www.gorodperm.ru/actions/blagoustroyasto/deaytelnost/greening/green_history/ (дата обращения: 04.02.22).
7. *История озеленения Перми* // Природа города Перми. URL: <http://www.priodaperm.ru/zelenyj-fond/2015/03/12/2191> (дата обращения: 04.02.22).
8. *Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинко О.В.* На пути к обновлению: обзор российского питомниководства // Федеральный Журнал Агробизнес. 2020. № 2(61). С. 78–82.
9. *Овеснов С.А., Молганова Н.А., Василенко В.В.* Деревья и кустарники города Перми: справочник: монография; Управление по экологии и природопользованию г. Перми; Пермский государственный национальный исследовательский университет; Пермский аграрно-технологический университет им. академика Д.Н. Прянишникова. Нижний Новгород: [б. и.], 2019. С. 18–19.
10. *Родин А.Р., Калашикова Е.А., Родин С.А., Силаев Г.В.* Лесные культуры. Учебник / Под общ. ред. проф. А.Р. Родина. Федеральное агентство лесного хозяйства. Н. Новгород: Вектор ТиС, 2009. 464 с.
11. *Шалыпина И.П., Беликова Н.А.* Состояние питомниководства России на современном этапе. URL: <http://asprus.ru/blog/sostoyanie-pitomnikovodstva-rossii-na-sovremennom-etape/> (дата обращения: 04.02.22).

А.О. Кабипзянова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: kabipzyanova@gmail.com

A.O. Kabipzyanova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ РАСТЕНИЯ ЗАПОВЕДНИКА «ДЕНЕЖКИН КАМЕНЬ»

В сообщении рассматриваются редкие и исчезающие виды заповедника «Денежкин Камень» по категориям редкости, включенные в Красную книгу РФ и Свердловской области, обзор видов по родам и семействам.

Ключевые термины: заповедник «Денежкин Камень»; редкие и исчезающие виды; Красная книга РСФСР; Красная книга Свердловской области.

RARE AND DISAPPEARING PLANTS OF THE RESERVE «DENEZHKIN STONE»

The report discusses rare and endangered species of the «Denezhkin Kamen» Reserve by rarity categories included in the Red Book of the Russian Federation and the Sverdlovsk Region, a review of species by genera and families.

Keywords: reserve «Denezhkin Kamen»; rare and endangered species; Red Book of the RSFSR; Red Book of the Sverdlovsk Region.

Государственное учреждение «Государственный природный заповедник «Денежкин Камень»» – заповедник расположен на севере Свердловской области, в городе Североуральск находится административное здание заповедника. Территория заповедника закрыта для посещения туристами. Организован был заповедник в 1946 году на территории Свердловской и Молотовской (ныне Пермский край) областей, его первоначальная площадь составляла 135 тыс. га. Территория «Денежкиного Камня» неоднократно подвергалась изменениям как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, и заповедник даже терял свою неприкосновенность, в 1961 году на месте заповедника был организован госпромхоз. Восстановлен был заповедник «Денежкин Камень» 16 августа 1991 года. К глубокому сожалению, новый заповедник много уступает по размерам прежнему, его площадь на данный момент составляет 80 тыс. гектаров, а также участки Пермского края в заповедник больше не входят [5].

На территории Свердловской области преобладает лесная растительность. Территория самого заповедника покрыта лесами на 90% [5]. По геоботаническому районированию европейской части бывшего СССР [6] территория заповедника относится к Восточноуральско- Западносибирской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции Евразийской таежной (хвойнолесной) области. По схеме лесорастительного районирования Свердловской области [1] она относится к северотаежной подзоне Уральской горно-лесной области [4].

По имеющимся в настоящее время данным, во флоре заповедника «Денежкин Камень» представлены 575 видов сосудистых растений [4].

Редкие и исчезающие объекты мира, занесенные в Красную книгу Российской Федерации [2], разберем именно те виды, которые произрастают и охраняются на территории заповедника «Денежкин Камень» (Табл.1).

Таблица 1

**Охраняемые виды заповедника «Денежкин Камень»,
входящие в Красную книгу РСФСР**

Названия видов	Категория	Семейство
Незабудочник уральский (<i>Eritrichium uralense</i> Serg.)	2 а – вид, сокращающиеся в численности	Бурачниковые
Соссюрея уральская (<i>Saussurea uralensis</i> Lipsch.)	3 а, в – редкий вид	Сложноцветные
Родиола розовая (<i>Rhodiola rosea</i> L.)	3 б – редкий вид, имеющий ресурсное значение	Толстянковые
Калипсо луковичная (<i>Calypso bulbosa</i> (L.) Oakes)	3 б – редкий вид	Ятрышниковые (Орхидные)
Надбородник безлистный (<i>Epirogium aphyllum</i> Sw.)	2 а – сокращающиеся в численности	Ятрышниковые (Орхидные)

Всего видов в Красной книге РФ, относящихся к семейству Бурачниковые – 1, Сложноцветные – 1, Толстянковые – 1, Ятрышниковые (Орхидные) – 2. Видов, относящихся к категории: 2 а – вид, сокращающиеся в численности – 2; 3 а, в – редкий вид – 1; 3 б – редкий вид, имеющий ресурсное значение – 2 [2]. Всего в Красной книге РФ насчитывается 5 видов редких и исчезающих растений, охраняемых в заповеднике «Денежкин Камень» [2].

Довольно много редких и исчезающих видов растений, которые внесены в Красную книгу Свердловской области [3]. Также рассмотрим виды, произрастающие на территории заповедника «Денежкин Камень» (Табл. 2).

Таблица 2

**Охраняемые виды заповедника «Денежкин Камень»,
входящие в Красную книгу Свердловской области**

Названия видов	Категория	Семейство
Астра альпийская (<i>Aster alpinus</i> L.)	III категория. Редкий вид	Астровые (Сложноцветные)
Козелец гладкий или козелец Рупрехта (<i>Scorzonera glabra</i> Rupr.)	III категория. Редкий вид	Астровые (Сложноцветные)
Вудсия стройная (<i>Woodsia gracilis</i> (Lawson) Butters)	III категория. Редкий вид	Вудсиевые
Гвоздика иглолистная (<i>Dianthus acicularis</i> Fisch.ex Ledeb.)	III категория. Редкий вид	Гвоздичные
Качим уральский (<i>Gypsophila uralensis</i> Less.)	III категория. Редкий вид	Гвоздичные
Минуартия Гельма (<i>Minuartia helmii</i> (Fisch. Ex Ser.) Schischk.)	III категория. Редкий вид	Гвоздичные
Ясколка Игошиной (<i>Cerastium igoschinae</i> Pobed.)	III категория. Редкий вид	Гвоздичные
Ясколка Крылова (<i>Cerastium krylovii</i> Schischk. Et Gorczak.)	III категория. Редкий вид	Гвоздичные
Ирис сибирский (касатик) (<i>Iris sibirica</i> L.)	IV категория. Неопределенный статус	Ирисовые
Камнеломка дернистая (<i>Saxifraga cespitosa</i> L.)	III категория. Редкий вид	Камнеломковые

Ахорифрigma голостебельная (неуролома голостебельная) (<i>Achoriphragma nudicaule</i> (L.) Sojók)	III категория. Редкий вид	Капустные (Крестоцветные)
Гусиный лук ненецкий (<i>Gagea samojedorum</i> Grossh.)	III категория. Редкий вид	Лилейные
Лилия волосистая, саранка (<i>Lilium pilosiusculum</i> (Freyn) Misch. [L. martagon auct., non L.])	III категория. Редкий вид	Лилейные
Ллойдия поздняя (<i>Lloydia serotina</i> (L.) Reichenb.)	III категория. Редкий вид	Лилейные
Лен северный (<i>Linum boreale</i> Juz.)	I категория. Вид, находящийся под угрозой исчезновения	Льновые
Анемонаструм пермский (ветреница пермская) (<i>Anemonastrum biarmense</i> (Juz.) Holub)	III категория. Редкий вид	Лютиковые
Оксиграфис ледяной (<i>Oxygraphis glacialis</i> (Fisch.) Bunge)	III категория. Редкий вид	Лютиковые
Прострел уральский (прострел желтеющий) (<i>Pulsatilla uralensis</i> (Zamels) Tzvel.)	IV категория. Неопределенный статус	Лютиковые
Мак югорский (<i>Paraver lapponicum</i> (Tolm.) Nordh. subsp. <i>jugoricum</i> (Tolm.) Tolm.)	III категория. Редкий вид	Маковые
Вероника уральская (<i>Veronica uralensis</i> Knjasev [V. <i>urticifolia</i> auct., non Jacq., V. <i>maxima</i> auct., non Mill.])	III категория. Редкий вид	Норичниковые
Лаготис уральский (<i>Lagotis uralensis</i> Schischc.)	II категория. Уязвимый вид	Норичниковые
Мытник Карлов скипетр (<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i> L.)	IV категория. Неопределенный статус	Норичниковые
Мытник ромашколистный (<i>Pedicularis anthemifolia</i> Fisch. ex Colla.)	III категория. Редкий вид	Норичниковые
Венерин башмачок крапчатый (<i>Cypripedium guttatum</i> Sw.)	III категория. Редкий вид	Орхидные (Ятрышниковые)
Гудайера ползучая (<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.)	III категория. Редкий вид	Орхидные (Ятрышниковые)
Кокушник длиннорогий (<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.)	III категория. Редкий вид	Орхидные (Ятрышниковые)
Ладьян трехнадрезный (коралловый корень) (<i>Corallorrhiza trifida</i> Chatel.)	III категория. Редкий вид	Орхидные (Ятрышниковые)
Любка двулистная (ночная фиалка) (<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.)	III категория. Редкий вид	Орхидные (Ятрышниковые)
Пальчатокоренник гебридский (пальчатокоренник Мейера) (<i>Dactylorhiza hebridensis</i> (Wilmott) Aver.)	III категория. Редкий вид	Орхидные (Ятрышниковые)

Пололепестник зеленый (<i>Coeloglossum viride</i> (L.) C. Hartm.)	III категория. Редкий вид	Орхидные (Ятрышниковые)
Тайник сердцевидный (<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.)	III категория. Редкий вид	Орхидные (Ятрышниковые)
Тайник яйцевидный (<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.)	III категория. Редкий вид	Орхидные (Ятрышниковые)
Пион уклоняющийся (<i>Paeonia anomala</i> L.)	III категория. Редкий вид	Пионовые
Курильский чай кустарниковый (<i>Pentaphylloides fruticosa</i> (L.) O. Schwarz)	III категория. Редкий вид	Розоцветные
Лапчатка снежная (<i>Potentilla nivea</i> L.)	III категория. Редкий вид	Розоцветные
Володушка многожилковая (<i>Bupleurum multinerve</i> DC.)	III категория. Редкий вид	Сельдерейные (Зонтичные)
Родиола четырехраздельная (<i>Rhodiola quadrifida</i> (pall.) Fisch. Et Mey.)	III категория. Редкий вид	Толстянковые
Фиалка морица (<i>Viola mauritii</i> Tepl.)	II категория. Уязвимый вид	Фиалковые
Тимьян ложночередующийся (<i>Thymus pseudoalternans</i> Klok.)	IV категория. Неопределенный статус	Яснотковые (Губоцветные)
Тимьян малолистный (<i>Thymus paucifolius</i> Klok.)	IV категория. Неопределенный статус	Яснотковые (Губоцветные)

Видов, которые внесены в Красную книгу Свердловской области и входящие в семейство: Астровые (Сложноцветные) – 2, Вудсиевые – 1, Гвоздичные – 5, Ирисовые – 1, Камнеломковые – 1, Капустные (Крестоцветные) – 1, Лилейные – 3, Льновые – 1, Лютиковые – 3, Маковые – 1, Норичниковые – 4, Орхидные (Ятрышниковые) – 9, Пионовые – 1, Розоцветные – 2, Сельдерейные (Зонтичные) – 1, Толстянковые – 1, Фиалковые – 1, Яснотковые (Губоцветные) – 2. Краснокнижных видов, относящихся к категории: I категория. Вид, находящийся под угрозой исчезновения – 1, II категория. Уязвимый вид – 2, III категория. Редкий вид – 32, IV категория. Неопределенный статус – 5 [3]. Всего в Красной книге Свердловской области насчитывается 40 видов редких и исчезающих растений, охраняемых в заповеднике «Денежкин Камень» [3].

Проведенный обзор позволяет сделать вывод о том, что заповедник «Денежкин Камень» играет большую роль в сохранении и восстановлении редких и исчезающих видов растений, увеличении численности этих видов, не только на территории Свердловской области, но России в целом.

Библиографический список

1. Колесников Б.П. Леса Свердловской области // Леса СССР. Т. 4. М.: Наука, 1969. С. 64–124.
2. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М.В. Ломоносова; Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
3. Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / Отв. ред. Н.С. Коротин. Екатеринбург: Баско, 2008. 256 с.

4. Куликов П.В., Кирсанова О.Ф. Сосудистые растения заповедника «Денежкин Камень» (Аннотированный список видов) / Под ред. В. С. Новикова. М.: Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия, 2012. 139 с. [Флора и фауна заповедников. Вып. 119].
5. *Официальный сайт* заповедника «Денежкин Камень». URL: <http://www.denkamen.ru> (дата обращения: 02.02.22).
6. *Растительность европейской части СССР* / Под ред. С.А. Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. Л.: Наука, 1980. 429 с.

Н.Г. Кадетов

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,
географический факультет,
кафедра биогеографии

N.G. Kadetov

Lomonosov Moscow State University
119991, Moscow, GSP-1, Leninskie gory,
Faculty of Geography, Department
of Biogeography

e-mail: biogeonk@mail.ru

ЖИЗНЬ ООПТ В БОЛЬШОМ ГОРОДЕ: ЗАКАЗНИК «ВОРОБЬЁВЫ ГОРЫ» И ЕГО ИСТОРИЯ

В работе рассматриваются сложности, с которыми связано функционирование особо охраняемых природных территорий в границах больших городов в современной России. На примере природного заказника «Воробьёвы горы», расположенного в центре крупнейшей в Европе Московской агломерации, показаны физико-географические и исторические предпосылки сохранности природных комплексов. Указывается на негативное влияние, которое оказывают на заказник некоторые проекты и административные решения последнего десятилетия. Ключевые термины: особо охраняемая природная территория; город; негативное воздействие; Москва.

**NATURE PROTECTED AREA IN A BIG CITY:
THE VOROBYOVY GORY RESERVE AND ITS HISTORY**

The paper discusses the difficulties associated with the functioning of protected natural areas within the boundaries of large cities in modern Russia. On the example of the natural reserve «Vorobyovy Gory», located in the center of Europe's largest Moscow agglomeration, the geographical and historical prerequisites for the preservation of natural complexes are shown. The negative impact that some projects and administrative decisions of the last decade have on the reserve is indicated.

Keywords: protected natural area; city; negative impact; Moscow.

Создание и функционирование особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в городах сопряжено со множеством сложностей. Они связаны как с особенностями функционирования экосистем в городах – высокая динамичность процессов, зачастую значительная степень трансформированности; так и со спецификой управления территориями в условиях города. При этом необходимо отметить, что нередко крупные города возникали в местах, характеризующихся повышенным разнообразием ландшафтов и отличающихся наличием природных достопримечательностей, уникальных природных объектов. Так, например Москва расположена на стыке трёх ландшафтных провинций [1]. Исходя из вышесказанного сохранение биоразнообразия в урбанизированном ландшафте предстаёт одной из наиболее сложных природоохранных задач [4, 6].

Различные типы категории созданных во многих городах России ООПТ [2, 10, 11 и др.], наличие многих научных сводок и монографий, обобщающих результаты работ на них [3, 7, 9, 12, 13 и др.] свидетельствуют об актуальности и востребованности охраны природных и природно-антропогенных комплексов в городах. Вместе с тем, состояние городских ООПТ зачастую остаётся неудовлетворительным, а сами они требуют как территориального, так и административного совершенствования.

Москву нередко рассматривают как пример значительного прогресса в развитии ООПТ [8 и др.]. В Москве в настоящий момент существует более 130 ООПТ различных категорий –

от маленьких памятников природы (родники, отдельные валуны и т.д.) до значительных по площади Природно-исторических парков («Измайлово», «Москворецкий») и Национального парка «Лосиный Остров». Однако ряд изменений последних лет, как административных, так и управленческих, вызывает серьёзную обеспокоенность эффективностью функционирования ООПТ Москвы. В частности, это связано с отсутствием существенного прогресса в решении ключевых проблем городских ООПТ как то фрагментация местообитаний и их трансформация, изоляция территорий, регулирование рекреационных нагрузок, борьба с биологическими инвазиями и научное обоснование благоустройства.

Ярким примером, иллюстрирующим все проблемы городских ООПТ не только Москвы, но, во многом и крупных городов остальной России, является природный заказник «Воробьёвы горы» – одна из самых широко известных и популярных ООПТ столицы.

Ныне существующий заказник расположен практически в центре непрерывной области застройки крупнейшей в Европе Московской агломерации. Он представляет собой неширокую полосу, амфитеатром раскинувшуюся по коренному склону долины Москвы-реки. Наиболее ценными его компонентами являются широколиственные леса (большой частью дубовые и дубово-липовые с участием клёна остролистного и вязов шершавого и гладкого), практически полностью сохранившие свой состав и структуру. В фауне заказника в значительной степени представлены характерные для широколиственных лесов виды позвоночных. Особую ценность представляют и геолого-геоморфологические объекты (оползневые террасы, родники, выходы пород и т.д.).

Причины подобной высокой природоохранной ценности территории, расположенной всего в пяти километрах от Московского кремля как в свойствах самой территории (сложность ведения хозяйственной деятельности на крутых склонах с активными оползневыми процессами и т.д.), так и в её истории.

Первое упоминание о Воробьёвых горах связано с покупкой села Воробьёво в собственность великих князей в XV веке. Затем эта территория последовательно переходила по линии великих князей, а затем – царей. В XVI – начале XIX веков здесь существовал царский дворец. Отчасти, истоки охраны Воробьёвых гор лежат в этом: принадлежность территории к царской семье наделяла её оттенком сакральности в глазах обывателей. Тому же способствовало и наличие чтимых религиозных объектов – Андреевского монастыря и церкви Троицы в Воробьёве. Частично этот эффект поддерживался и связью Воробьёвых гор с событиями Отечественной войны 1812 г.

Впоследствии, в годы существования СССР до известной степени схожее влияние оказывалось другими факторами. Первый из них – именование самой территории Ленинскими горами. Второй связан с Воробьёвыми горами, как местом легендарной клятвы А.И. Герцена и Н.П. Огарёва.

Каждый раз, во всех планах развития Москвы, Воробьёвы горы рассматривались как «зелёная зона».

Официальный статус ООПТ часть Воробьёвых гор получила в 1987 г., когда был организован памятник природы геолого-геоморфологического профиля «Склоны Воробьёвых гор». Собственно заказник в границах, близких к существующим, организован летом 1998 г.

Ключевым моментом в изучении природных комплексов заказника стала организация его дирекции в 2004 г. После этого были проведены как работы по инвентаризации биоты заказника, так и комплекс мер по совершенствованию природоохранной значимости территории (запрет на движение автотранспорта, очистка от мусора, упорядочивание троп и т.д.). НИиПИ

Генплана Москвы был разработан проект планировки заказника, начались работы по его реализации. В 2010-е годы три родника на Воробьёвых горах были объявлены отдельными памятниками природы.

На пике своей работы дирекция заказника занималась как природоохранной работой (корректировка планов благоустройства, работа со сторонними землепользователями, ликвидация нарушений и реставрация антропогенно трансформированных участков, выявление нарушителей и т.д.), так и эколого-просветительской и научной работой. Однако прекращение работы дирекции собственно заказника и в последствии передача функций по его управлению дирекции Парка Горького во многом свели на нет существовавшие достижения и с новой силой обострили те проблемы, которые стояли перед заказником при его организации.

В 2010-х начале 2020-х годов на территории заказника возникли многочисленные негативные тенденции. Они связаны, в первую очередь, с несколькими значительными по своему влиянию проектами. В их числе особо отметим три: масштабные работы по «благоустройству» территории – прокладка новых троп и т.п.; реконструкция трамплина и канатной дороги, а также вырубка многих деревьев в центральной части заказника; и особо – работы по созданию разноцветной подсветки вдоль всего склона Воробьёвых гор.

Они усилили негативные факторы, которые и без того в значительной мере делали территорию заказника уязвимой. В их числе – изоляция, трансформации и фрагментации местобитаний, нерегламентированная рекреация [5].

Таким образом, будущее заказника во многом определяется эффективностью мер по управлению его территорией и соблюдением собственно режима ООПТ. Пренебрежение им, отступление от приоритета природоохранной деятельности и изменения в планировке и положении об ООПТ в угоду градостроительным и прочим проектам, ведут к почти неминуемой деградации веками сохранявшихся уникальных для центра огромной агломерации природных комплексов и потери ими природоохранной ценности.

Библиографический список

1. Анненская Г.Н., Жучкова В.К., Калинина В.Р., Мамай И.И., Низовцев В.А. Хрусталева М.А., Цесельчук Ю.Н. Ландшафты Московской области и их современное состояние. Смоленск: СГУ, 1997. 296 с.
2. Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга / Отв. ред. В.Н. Храмцов, Т.В. Ковалева, Н.Ю. Нацваладзе. СПб., 2016. 176 с.
3. Бузмаков С.А., Андреев Д.Н., Гатина Е.Л., Куликов М.А., Шатрова А.И. Антропогенная трансформация ООПТ местного значения г. Перми // Географический вестник. 2019. № 4 (51). С. 113–129. DOI: 10.17072/2079-7877-2019-4-113-129
4. Иванов А.Н., Чижова В.П. Охраняемые природные территории. М.: Геогр. ф-т МГУ, 2010. 184 с.
5. Кадетов Н.Г., Бронникова В.К., Губанов, М.Н., Маркова О.И., Самсонова С.Ю., Кадетова А.А. Природный заказник Воробьёвы горы // Экологический атлас России. Природные и техногенные опасности. М.: ООО Феория. 2017. С. 470–473.
6. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Зелёная инфраструктура города: оценка состояния и проектирование развития. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2020. 324 с.
7. Колбовский Е.Ю., Климанова О.А., Марголина И.Л. Управление ландшафтами на особо охраняемых территориях в Москве // Изв. РГО. 2015. Т. 147. № 1. С. 37–53.

8. Кулакова С.А. К созданию сети особо охраняемых природных территорий г. Перми // Особо охраняемые природные территории в жизни региона: мат. межрег. конф. Пермь: Пермский гос. ун-т. 2011. С. 214–217.

9. Меланхолин П.Н., Быков А.В., Бочкин В.Д., Шаикова Г.В. Флора природного заказника «Долина реки Сетунь» (г. Москва). М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 107 с.

10. Особо охраняемые природные территории г. Перми / под ред. С.А. Бузмакова и Г.А. Воронова. Пермь: Перм. гос. ун-т, 2011. 204 с.

11. Особо охраняемые природные территории города Москвы. М.: Экспомир, 2009. 176 с.

12. Парк «Сергиевка» – комплексный памятник природы / ред. Д.Ю. Власов. СПб., 2005. 144 с.

13. Природа Сестрорецкой низины / ред. Е.А. Волкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов. СПб., 2011. 264 с.

А.С. Калашникова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.S. Kalashnikova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

ЭКОЛОГИЯ СЕРОЙ КРЫСЫ (*RATTUS NORVEGICUS* BERKENHOUT) В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД В Г. ПЕРМИ

Темой нашей работы было изучение экологии серой крысы (*Rattus norvegicus* Berkenhout) в осенне-зимний период в г. Перми. Сбор материала производился с 24.09.2020 г. по 2.02.2021 г. Для исследований были выбраны три участка наблюдения, располагавшиеся в долинах малых рек, куда, судя по литературе, выселяются крысы, покидая подвалы домов. Регулярно в течение указанного времени производили обследование участков. Для выявления особей согласно рекомендациям в литературе использовали прикорм. Отмечали количество особей серой крысы, оценивали возраст, проводили учет крысиных нор, отмечали суточную активность, описывали поведение животных, дистанцию по отношению к человеку, взаимоотношения с утками в местах кормления. На рекреационно-значимых территориях г. Перми выявлена высокая численность серых крыс. Их распределение обусловлено близостью к воде и наличием безопасных мест для устройства нор. На замерзающих водоемах крысы в зимний период не встречались, на незамерзающих единично были отмечены в течение всей зимы. Пик суточной активности крыс смещен на вечернее время. Выявлена связь скопления крыс с районами подкармливания уток. Отмечена конкуренция между серыми крысами и утками. Обнаружено нейтральное и даже положительное отношение респондентов к проблеме присутствия крыс на рекреационно-значимых территориях, что особенно касается детей. Это говорит о необходимости просветительской работы среди населения.

Ключевые термины: экология; серая крыса; пасюк; *Rattus norvegicus*; Пермь.

ECOLOGY OF THE GRAY RAT (*RATTUS NORVEGICUS* BERKENHOUT) DURING AUTUMN AND WINTER IN PERM

The subject of our work was the study of the ecology of the gray rat (*Rattus norvegicus* Berkenhout) in the autumn-winter period in Perm. Material was collected from 24.09.2020 to 2.02.2021. Three observation sites were chosen for the studies, located in the valleys of small rivers, where, according to the literature, rats move out, leaving the basements of houses. Regular surveys of the plots were conducted during the indicated time. Baiting was used to detect individuals according to recommendations in the literature. The number of gray rat individuals was noted, age was estimated, rat burrows were counted, daily activity was noted, animal behavior, distance to humans, relationships with ducks in feeding places were described. A high number of gray rats was detected in the recreationally significant areas of Perm. Their distribution is caused by proximity to water and availability of safe places for burrowing. Rats were not met in winter on frozen water bodies and were sporadically recorded during the whole winter on ice-free water bodies. The peak of rat daily activity was shifted to the evening. We found a correlation between the accumulation of rats and feeding areas of ducks. We observed competition between gray rats and ducks. Neutral and even positive attitude of respondents to the problem of the presence of rats in recreationally significant areas was found, which is especially true for children. This indicates the need for educational work among the population.

Keywords: ecology; gray rat; vole; *Rattus norvegicus*; Perm.

Серая крыса *Rattus norvegicus* Berkenhout – вид грызунов, тесно связанных с человеком. Она характеризуется высокой конкурентоспособностью среди других видов синантропов [3]. Основой существования облигатно-синантропных животных является антропогенная экологическая ниша, не имеющая естественных аналогов по своим характеристикам, большинство

из которых оптимальны для существования вида [1]. Так, в городских условиях поддерживается достаточно высокая температура в любое время года, крысы избегают пресса хищников и конкурентов, существуют в благоприятных местообитаниях с минимальным колебанием кормовой базы [1,2].

Практическая значимость исследования заключается в выяснении ситуации с численностью серой крысы на рекреационно-значимых территориях в г. Перми.

Сбор материала производили с 24.09 2020 г. по 2.02.2021 г. Для исследований были выбраны три участка наблюдения, располагавшиеся в долинах малых рек, куда, судя по литературе, выселяются крысы, покидая подвалы домов.

Регулярно в течение указанного времени производили обследование участков. Для выявления особей согласно рекомендациям в литературе использовали прикорм.

Места для прикорма выбирались недалеко от нор и водоема, к сожалению, наблюдение за прикормом нарушалось утками, которые им тоже питались, особенно хлебом.

Отмечали количество особей серой крысы, оценивали возраст, проводили учет крысиных нор, отмечали суточную активность, описывали поведение животных, дистанцию по отношению к человеку, взаимоотношения с утками в местах кормления.

Картирование участков выполняли с помощью подложки Google.

Всего за осенний период на всех участках было зафиксировано 139 особей серой крысы. За зимний период было зафиксировано в разные дни наблюдений 12 особей, следы лап, хвостов и протоптанные дорожки на снегу около водоемов.

На участке «Золотые пески», в отличие от других площадок, с 22 ноября по 20 февраля серые крысы не были отмечены (табл.1). Можно предположить, что это связано с замерзанием водоема. Возможно, потеря интереса грызунов к водоему вызвана отсутствием в связи с замерзанием водоема кряквы. Люди помогали крысам добывать пропитание, кормя уток.

Таблица 1

Результаты учетов на участке «Золотые пески» в микрорайоне Парковый

<i>Даты</i>	<i>Общее количество</i>	<i>Даты</i>	<i>Общее количество</i>
24.09.20	6	25.10.20	0
01.10.20	15	31.10.20	0
04.10.20	13	01.11.20	0
07.10.20	4	04.11.20	1
11.10.20	3	08.11.20	0
14.10.20	0	11.11.20	0
18.10.20	1	18.11.20	1
20.10.20	1	22.11.20 – 20.02.21	0

При обследовании достаточно большой территории на «Золотых песках» было выявлено локальное распространение зверьков на трех участках. Местоположение не связано с постройками и не затрагивает наиболее открытые, лишенные растительности из-за рекреационного воздействия участки. Места обитания крыс располагаются близко к урезу воды, в местах, где можно безопасно располагать норы и использовать возможности дополнительного питания за счет подкормки уток отдыхающими парка.

На участке «Утиный мост» максимальные значения количества учтенных особей были ниже, чем на «Золотых песках», значения в сентябре – октябре менялись в малой степени. В

ноябре крысы еще довольно часто встречались у Данилихи, которая не замерзала. В зимние месяцы в отличие от «Золотых песков» отмечались единичные особи (табл.2).

Таблица 2

Результаты учетов на участке «Утиный мост» в микрорайоне Крохалевка

<i>Даты</i>	<i>Количество особей</i>	<i>Даты</i>	<i>Количество особей</i>
24.09.20	8	09.12.20	0
02.10.20	9	16.12.20	1
07.10.20	7	23.12.20	0
14.10.20	7	30.12.20	1
21.10.20	8	06.01.21	0
01.11.20	4	13.01.21	0
04.11.20	5	20.01.21	0
08.11.20	7	27.01.21	1
11.11.20	3	02.02.21	0
18.11.20	2	10.02.21	1
22.11.20	2	15.02.21	0
26.11.20	3	20.02.21	0
02.12.20	0		

Распределение грызунов на правом и левом берегах р.Данилихи определяется близостью к водоему, возможно важным фактором является близость моста, с которого посетители участка кормят уток.

В районе моста на улице Вильвенской (таблица 3) численность также, как на «Утином мосту» не достигала значений, зарегистрированных на «Золотых песках». Отдельные особи встречались в зимние месяцы, так как река Данилиха в этом месте также не замерзает.

Таблица 3

Результаты учетов на участке «Мост на ул. Вильвенская»

<i>Даты</i>	<i>Количество особей</i>	<i>Даты</i>	<i>Количество особей</i>
02.10.20	10	16.12.20	0
07.10.20	6	23.12.20	0
14.10.20	4	30.12.20	0
21.10.20	4	06.01.21	0
01.11.20	1	13.01.21	0
08.11.20	1	20.01.21	1
16.11.20	2	27.01.21	0
22.11.20	1	02.02.21	2
26.11.20	2	10.02.21	1
02.12.20	1	15.02.21	0
09.12.20	2	20.02.21	1

Точки регистрации серых крыс находятся по обоим берегам реки Данилихи.

Молодые особи, хорошо отличающиеся по размерам и окраске от взрослых, были отмечены на участках исследований в октябре и ноябре (табл.4). Наибольшую долю в составе населения они составляли на участке «Утиный мост», что говорит о лучших условиях воспроизводства и потенциально возможном росте численности.

На всех трех площадках для наблюдений было зафиксировано, что крысы в теплый период времени живут в группах. Количество особей в группе варьирует от 3 до 13, в зависимости от времени сбора информации и месяца.

Возрастной состав населения серой крысы

Месяц	Площадка	Молодняк, %	Взрослые, %
Сентябрь	Злотые пески	0	100
	Утиный мост	0	100
	Мост на ул. Вильвенская	-	-
Октябрь	Злотые пески	21	79
	Утиный мост	55	45
	Мост на ул. Вильвенская	25	75
Ноябрь	Злотые пески	0	100
	Утиный мост	23	77
	Мост на ул. Вильвенская	14	86
Декабрь	Злотые пески	0	0
	Утиный мост	0	100
	Мост на ул. Вильвенская	0	100
Январь	Злотые пески	0	0
	Утиный мост	0	100
	Мост на ул. Вильвенская	0	100
Февраль	Злотые пески	0	0
	Утиный мост	0	100
	Мост на ул. Вильвенская	0	100

Взрослые особи присматривают за молодыми, как это было отмечено на площадке «Утиный мост», где молодняк выбегал из норы только тогда, когда рядом была взрослая особь.

Между крысами не было отмечено признаков агрессии, как к членам своей группы, так и к особям других групп.

Крысы не нападали на уток, а просто забирали хлеб, который люди кидали в воду, для кормления птиц. Крысы подплывали к кусочкам, обгоняя уток, хватали их и плыли к берегу, где поедали их или уносили в норы.

Утки так же не реагировали враждебно на крыс, но забирали приманку с кормовых площадок, что очень мешало исследованиям.

Адаптивные признаки крыс формируются при их взаимодействии с человеком и препятствуют их уничтожению, например, «реакция избегания» (аверсия) и «физиологическая устойчивость» (неофобия) к ядам [4]. Сопротивляемость вида изменениям факторов среды характеризуется экологической пластичностью (валентностью) организмов или степенью приспособляемости вида [5]. Серую крысу можно охарактеризовать как вид с высокой экологической пластичностью.

По данным наших наблюдений, мы сделали вывод, что взрослые особи не боясь, хватают корм, который люди кидают уткам, но молодняк действует более осторожно и берет еду только после того, как это сделали взрослые особи.

Самая короткая дистанция между наблюдателем и крысой была зафиксирована на площадке «Утиный мост», примерно 30 сантиметров. На площадках «Золотые пески» и «Мост на ул. Вильвенская» животные не приближались на расстояние меньше метра.

Таким образом, на рекреационно-значимых территориях г. Перми выявлена высокая численность серых крыс. Их распределение обусловлено близостью к воде и наличием безопасных мест для устройства нор. На замерзающих водоемах крысы в зимний период не встреча-

лись, на незамерзающих единично были отмечены в течение всей зимы. Пик суточной активности крыс смещен на вечернее время. Выявлена связь скопления крыс с районами подкармливания уток. Отмечена конкуренция между серыми крысами и утками.

Выявлено нейтральное и даже положительное отношение респондентов к проблеме присутствия крыс на рекреационно-значимых территориях, что особенно касается детей. Это говорит о необходимости просветительской работы среди населения.

Библиографический список

1. Арутюнян Л.С., Дулицкий А.И. Возрастной состав, смертность и размножение серой крысы в различных местообитаниях в Крыму // Рукопись, депонированная в ВИНТИ редакцией журнала «Вестник зоологии». М., 1992. 14.09.92 № 2773–В92. 25 с.
2. Зорина А. А., Киреева М. Л. Подходы к оценке численности населения крыс (*Rattus norvegicus*) и снижению их количества в городской среде: 03.02.00 – общая биология. URL: <https://yaznaniye.ru/a/sDsN3YuF> (дата обращения: 02.02.22).
3. Карасева Е.В., Телицына А.Ю. Методы изучения грызунов в полевых условиях: учет численности и мечение. М.: Наука, 1996. 226 с.
4. Онищенко Г.Г. Дератизация. Борьба с грызунами в населенных пунктах, на железнодорожном, водном, воздушном транспорте. МУ 3.5.3.2949–11. Утв. 27.07.2011 г. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200089707> (дата обращения: 02.02.22).
5. Соколов В.Е., Карасева Е.В. Серая крыса: систематика, экология, регуляция численности / отв. ред. тома акад. В.Е. Соколов, д.б.н. Е.В. Карасева. М.: Наука, 1990. 456 с.

Д.М. Корякина^{1,2}, Ю.М. Жаворонков²

¹ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Вологодская региональная лаборатория, 160014, г. Вологда, ул. Горького, 83А

²Вологодская ГМХА, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2

D.M. Koryakina^{1,2}, YU.M. Zhavoronkov²

¹Northern Research Institute of Forestry, Vologda regional laboratory, 160014, Vologda, street Gorky, 83A

²Vologda SDFA, 160555, Vologda, Molochnoye, street Schmidt, 2

koryakina.dary@yandex.ru

ОЦЕНКА РОСТА И РАЗВИТИЯ ИНТРОДУЦЕНТОВ В СТРУКТУРЕ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ВОЛОГДСКОЙ ОБЛАСТИ

В работе отражены результаты оценки жизненного потенциала хвойной древесной растительности с использованием дендрохронологического анализа. Выявлены особенности роста и развития древесных пород на разных стадиях онтогенеза. Оценены значения радиальные приростов по датированным пятилетиям и их видам в суммарную производительность на протяжении жизненного цикла. В результате оценки роста и развития хвойных видов в структуре ценных насаждений в некоторых случаях выявлено снижение темпов роста, обусловленное в первую очередь, возрастными этапами их развития.

Ключевые термины: особо охраняемые природные территории; особенности роста и развития; дендрохронология; интродуценты; радиальный прирост; стадия онтогенеза.

EVALUATION OF GROWTH AND DEVELOPMENT EXOTIC SPECIES ON SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS OF THE VOLOGDA REGION

The paper reflects the results of the assessment of the life potential of coniferous woody vegetation using dendrochronological analysis. The features of growth and development of introduced tree species at different stages of ontogenesis are revealed. The values of radial increments for the dated five years and their types in the total productivity over the life cycle are estimated. As a result of the assessment of the growth and development of coniferous species in the structure of valuable plantings, in some cases, a decrease in growth rates was revealed, primarily due to the age stages of their development.

Keywords: specially protected natural areas; valuable plantings; features of growth and development; dendrochronology; exotic species; radial growth; stage of ontogenesis.

С целью установления степени влияния факторов внешней среды при оценке жизнедеятельности (рост и развитие) растений применялись методы дендрохронологии [1-4]. Они позволяют определить относительный вклад различных факторов (как естественных, так и антропогенных, оказывающих влияние на изменение и трансформацию экосистем) по особенностям формирования годичных колец на протяжении всего жизненного цикла растений.

На 9 особо охраняемых природных территориях (ООПТ) нами были отобраны керны у хвойных пород – интродуцентов (лиственница – 32 образца, сосна кедровая – 7 образцов;). Все керны были сгруппированы в зависимости от расположения объектов исследования по лесному районированию и районам: Балтийско-Белозерский (запад, центр, восток) южно-таежный (запад, центр). По древесным кернам определялись величины радиального прироста, а на основе анализа их значений выполнялась оценка роста и развития доминантных видов по стадиям онтогенеза.

Радиальный прирост у деревьев на ювенильной стадии (1 класс возраста) варьирует в интервале от 0,46 см/год (сосна кедровая) до 0,61 см/год (лиственница сибирская). На этой стадии развития деревьев отмечаются наибольшие значения.

При анализе прироста полученных древесно-кольцевых хронологий выявлено следующее (таблица). Наибольший среднепериодический радиальный прирост формируется на ювенильной стадии развития у лиственницы сибирской. У всех видов отмечается снижение ростовых процессов на II ювенильной стадии.

Таблица

Среднепериодический прирост доминантных видов по хозяйственным группам возраста

№ п/п	Порода	Продолжительность древесно-кольцевого ряда, лет	Среднепериодический прирост по стадиям онтогенеза, см						
			I ювенильная (молодняк)	II ювенильная (жердняк)	I адолесцентная (средневозрастные)	II адолесцентная (припевающие)	сенильная (спелые)	сенильная (перестойные)	среднее значение с основной ошибкой
1	Лиственница сибирская (<i>Larix sibirica</i>)	168	0,61	0,35	0,32	0,23	0,24	0,22	0,31±0,01
2	Сосна кедровая (<i>Pinus sibirica</i>)	170	0,46	0,29	0,17	0,18	-	-	0,26±0,01

На завершающем этапе I адолесцентной стадии развития наблюдается постепенное снижение среднепериодического прироста. Минимальное значение в рассматриваемой хозяйственной группе возраста составило 0,17 см/год (сосна кедровая), а максимальное значение – 0,32 см/год (лиственница сибирская). Резкое снижение среднепериодического прироста отмечено у сосны кедровой.

Снижение темпов роста связано в этот период, на наш взгляд, с отсутствием уходов и запущенностью ООПТ. Фактически растения оставались без должного внимания, что привело к повышению внутривидовой и межвидовой конкуренции. Однако, энергия роста по радиальному направлению остается на довольно высоком уровне даже при возрасте старше 140 лет. Такая особенность обусловлена, на наш взгляд, с агротехникой их создания и выполнению мер по формированию растений на начальных этапах развития на объектах природоохранных комплексов.

Отмечается снижение прироста, нехарактерное для протекающих в этот период стадий онтогенеза. У сосны кедровой такая закономерность зафиксирована в периоды с 1941 по 1945 гг. и с 1991 по 1995 гг., а у лиственницы сибирской с 1871 по 1905 гг. и с 1931 по 1941 гг.

В отношении установления пригодности древесно-кольцевых хронологий для анализа, определялись следующие статистические коэффициенты: коэффициент синхронности (Glк, Gleichlaeufigkeit), коэффициент корреляции Пирсона (СС, Cross Correlation), индекс перекрестного датирования (CDI, Cross-Dating Index) [3-4].

Обобщенные хронологии по всем объектам исследования сравнивались между собой и объединялись в группы. При их построении использовались древесные образцы (керны), у которых проявлялась максимальная корреляция радиальных приростов друг с другом. Только в

этом случае возможно получение обобщенных и генерализированных дендрохронологических древесно-кольцевых хронологий.

Для датирования индивидуальных древесно-кольцевых хронологий, в первую очередь, было выполнено перекрестное датирование образцов между собой по каждой породе на каждой ООПТ с использованием перечисленных выше коэффициентов. Древесные образцы (керны), которые характеризовались наименьшими статистическими показателями CDI, t-value, СС не использовались для построения обобщенных древесно-кольцевых хронологий.

Коэффициенты синхронности позволили нам оценить относительные различия в ширине соседних годовичных колец и степень воздействия факторов среды по отношению к временным рядам. Синхронность изменения ширины годовичных колец по обобщенным древесно-кольцевым хронологиям характеризовалась средними и высокими значениями.

Коэффициенты корреляции по древесным породам и объектам исследования колеблются от -0,04 до 0,76, а коэффициент синхронности – от 48 до 69%. Коэффициенты корреляции между группируемыми индивидуальными древесно-кольцевыми хронологиями, в большинстве случаев, показали значительную и высокую тесноту связи между значениями радиального прироста.

Анализ обобщенных хронологий позволил выявить наиболее сходные по полученным данным районы исследования и их части. Некоторые части лесорастительных районов были исключены при построении генерализированных древесно-кольцевых хронологий. В результате построено 2 генерализированных древесно-кольцевых хронологии (рисунок).

Длина древесно-кольцевых рядов составила 170 календарных лет – для сосны кедровой, 190 календарных лет – для лиственницы сибирской. В ходе комплексной оценки и анализа отмечено, что общее снижение радиальных приростов фиксируется после 1890 года. Абсолютные минимумы (пики спада) радиального прироста приходятся:

- у сосны кедровой – на 1973, 1977, 1975, 2021, 1969 гг.;

- у лиственницы – на 1989, 1973, 1941, 1965, 1993, 1887, 1961, 1938, 1942 гг.

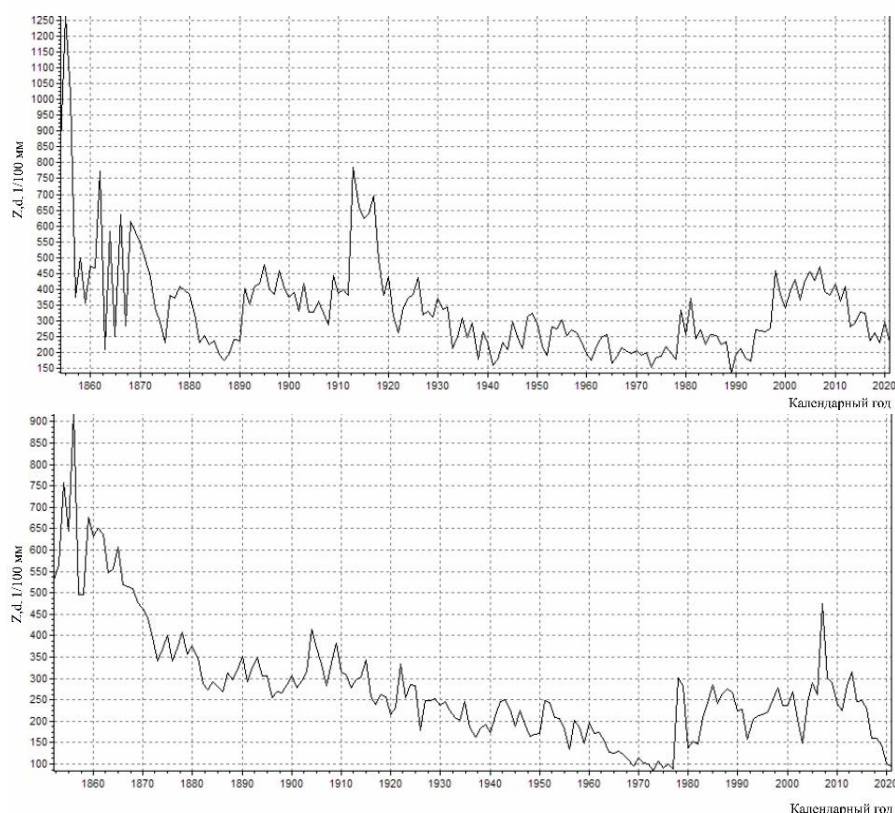
Абсолютные максимумы (пики подъема) радиального прироста приходятся:

- у сосны кедровой – на 1856, 1854, 1859, 1862 гг.;

- у лиственницы – на 1855, 1913, 1862, 1917, 1866 гг.;

В результате оценки роста и развития хвойных видов в структуре ценных насаждений в некоторых случаях выявлено снижение темпов роста, обусловленное в первую очередь, возрастными этапами их развития. Одним из недостатков дендрохронологического метода является то, что растения по-разному реагируют на резкие изменения климатических условий и других факторов. В целом, древесно-кольцевые хронологии в большей степени одинаково реагируют на изменения внешних факторов, связанных с климатическими особенностями в рассматриваемых лесорастительных условиях.

Замедление темпов роста, особенно на начальных этапах роста и развития растений связано, на наш взгляд, как отмечалось ранее, с отсутствием ухода, неверным выбором схем смешения и агротехники создания этих насаждений. В последующие периоды, в виду отсутствия должного внимания к этим ценным насаждениям значительных (существенных) колебаний в радиальном приросте нами не выявлено, а снижения ростовых процессов обусловлено, в первую очередь, с возрастанием межвидовой конкуренции и воздействием антропогенных факторов в виде различной хозяйственной деятельности на этих территориях. Этот вывод подтверждается значительной долей поврежденных растений в насаждениях.



А

Б

Рисунок. Генерализированные древесно-кольцевые хронологии
(А – сосна кедровая; Б – лиственница сибирская)

Библиографический список

1. Корякина Д.М. Мониторинг состояния и устойчивости насаждений на особо охраняемых природных территориях Вологодской области / Д.М. Корякина // Подготовка кадров в условиях перехода на инновационный путь развития лесного хозяйства: научно-практическая конференция, Воронеж, 21-22 октября 2021 г. Воронеж, 2021. С 422–424.
2. Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С., Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М. Методы дендрохронологии. Часть 1. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методическое пособие. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.
3. Eckstein D., Bauch J. Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit //Forstwissenschaftliches Centralblatt. 1969. Vol. 88. №. 1. P. 230–250.
4. Schweingruber F.H. Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology. D. Reidel, Dordrecht, The Netherlands. 1988. 276 p.

А.В. Кострикова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.V. Kostrikova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: nastadantes@gmail.com

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРКАСОВ

В данном сообщении раскрывается понимание экологических каркасов в научном поле. Рассматриваются различные подходы к определению экологических каркасов, их типологии. Отдельно проводится анализ основных принципов по созданию и их функций.

Ключевые термины: экологический каркас; природный каркас; охрана природы; экология города.

THEORETICAL ASPECTS OF THE CREATION OF ECOLOGICAL FRAMEWORKS

This report reveals the understanding of ecological frameworks in the scientific field. Various approaches to the definition of ecological frameworks and their typologies are considered. Separately, the analysis of the basic principles for the creation and their functions is carried out.

Keywords: ecological framework; natural framework; nature protection; ecology of the city.

В связи со все более нарастающим антропогенным воздействием на природную среду актуальными становятся вопросы охраны природы. В случае с городскими пространствами – важным становится сбалансированное объединение природной и антропогенной среды. Главной идейностью которого является создание экологических каркасов городов. Исходя из этого, целью работы стало изучение теоретических аспектов создания экологических каркасов.

В последнее время актуальным, в рамках территориальной охраны природы, становится создание экологических каркасов. Но понимание того, что такое экологический каркас на данный момент отличается у многих авторов.

А. Елизаров под экологическим каркасом понимает совокупность ее экосистем с индивидуальным режимом природопользования для каждого участка, образующих пространственно организованную инфраструктуру, которая поддерживает экологическую стабильность территории, предотвращая потерю биоразнообразия и деградацию ландшафта [3].

Э.Н. Сохнина и Е.С. Зархина понимают под экологическим каркасом сомкнутую систему зон максимальных напряжений гео- и биопотоков территорий и их максимальных градиентов. Вкладывая системную основу в понятие экологического каркаса территории, они подчеркивали, что он имеет различные уровни иерархии: глобальный, региональный, бассейновый и локальный [9].

В.А. Николаев под экологическим каркасом (экологической инфраструктурой) понимается как совокупность геосистем в пределах определенного ландшафта, выполняющих функцию защиты окружающей среды и «мягкого» управления ландшафтом [5]. Обычными элементами каркаса в сельскохозяйственных, городских, рекреационных ландшафтах являются разного рода зеленые насаждения и водоемы [6].

В данном разделе у многих авторов идет выделение помимо экологического каркаса – природного каркаса.

Н.А. Соболев, давая определение экологическому каркасу, одновременно выделяет природный каркас территории, под которым подразумевает экологически непрерывный комплекс природных сообществ, не испытывающий отрицательных последствий фрагментации ландшафта благодаря своим большим суммарным размерам [8]. Становление и поддержание природного каркаса является задачей, решаемой в рамках формирования экологического каркаса территории в целом [8].

Э.Б. Алаев подразумевает под природным каркасом территории идею биосферного каркаса под которым понимаются жизненные узлы (концентрации биомассы, биоактивности, геннофонда и т. п.) и линии связи (пути миграций животных, птиц, рыб и др.), элементами каркаса являются все виды ОПТ; естественные и искусственные насаждения вдоль русел рек, транспортных путей и др [1].

Н.Ф. Реймерс приводит следующую формулировку понятия природного каркаса: это ранжированная по степени экологического значения система участков природы, неразрывная взаимосвязь которых создает предпосылки для формирования естественного экологического равновесия, способного противостоять антропогенным воздействиям [7].

Важными особенностями экологического и природно-экологического каркасов являются системная взаимосвязь территорий, индивидуальный режим природопользования, юридическая статусность ядер каркаса, неустойчивое равновесие системы в целом. Явных отличий между экологическим и природным каркасом выявить достаточно сложно, ведь в различной документации они могут заменять друг друга, однако непосредственно в экологических каркасах представлено понятие о системе и ее элементов, отличительных черт, нежели в природных каркасах, где большее внимание уделяется перечисленным элементам сред обитания. На основе проведенного анализа было выявлено универсальное определение экологического каркаса, автором которого является А.В. Елизаров.

Помимо понимания того, что такое экологический каркас, важно обратить внимание на их функции. Экологические каркасы выполняют следующие функции [4]:

- средообразующую – сохранение ландшафтного и биологического разнообразия, делает возможной реализацию остальных функций;
- информационно-эталонную – сохранение и использование информационных ресурсов, уникальных и эталонных участков и образований;
- эколого-просветительскую – сохранение и использование информационных ресурсов для экологического образования, воспитания и просвещения;
- рекреационную – сохранение и использование рекреационных и лечебных ресурсов, пользование которыми связано с их расходом и требует постоянного восстановления;
- ресурсоохранную – сохранение и восстановление тех видов ресурсов, пользование которыми связано с их изъятием из природы;
- объектозащитную – сохранение памятников истории и культуры.

Далее переходим к аспектам создания экологических каркасов. Выделяются следующие подходы к разработке экологических каркасов [2]:

1. Естественнонаучный подход к разработке экологического каркаса преимущественно характерен для научного сообщества и основывается на принципах, сформулированных в ландшафтоведении, экологии и биогеографии.

2. Нормативно-правовой (регламентный) подход сформировался преимущественно в проектных градостроительных организациях и основывается на выделении зон с особыми условиями использования, определяющими требования к ограничениям хозяйственной деятельности на территории.

3. Архитектурно-планировочный подход сформировался при разработке экологического каркаса преимущественно в составе генерального плана города или сельского поселения.

4. Инвестиционный подход к проектированию применяется в основном в городских поселениях и служит для создания благоприятной городской среды с целью увеличения инвестиционной привлекательности жилых и общественно деловых зон, а также повышения рекреационной ценности территории природных комплексов.

Продолжая разбирать экологические каркасы, переходим к выделяемым иерархическим уровням [10]:

I. Ключевые территории – ядра (главный системообразующий элемент)

Важнейшей из этих функций является поддержание экологического баланса территории и регулирование всех ее параметров, что соотносится с идеей и задачами формирования природного и экологического каркасов территории.

II. Экологические коридоры (второй элемент каркаса)

Экокоридоры обеспечивают свободный биотический обмен существующих ООПТ области, а также расселение или миграцию видов между ключевыми территориями. Наиболее адекватно выполняют функцию коридоров водоохранные леса, сохранившиеся участки естественной растительности (древесной и кустарниковой), искусственные лесные защитные полосы и т.п. Режим этих территорий регулируется законами и отраслевыми нормативными документами, а также природоохранным законодательством некоторых субъектов федерации

III. Многофункциональные буферные (переходные)

Территории или охранные зоны – вокруг ключевых территорий и экологических коридоров, защищающих от неблагоприятных внешних факторов (к ним близки по назначению зоны геостабилизации), на которых организовано рациональное природопользование и созданы условия для восстановления природных ресурсов. Несмотря на то, что буферные или охранные зоны не изымаются полностью из хозяйственного использования, они благодаря специальному режиму землепользования играют средозащитную роль по отношению к ядрам и экологическим коридорам каркаса. Также в состав экологического каркаса включают (с целью их восстановления) различные виды нарушенных земель, составляющих его реставрационный фонд.

IV. Восстановленные (реставрационные) антропогенно-природные и полуприродные территории регулируемой хозяйственной деятельности.

При проведении работ по экологической реставрации, они будут способствовать увеличению сети, создавая новые местообитания.

Проведенный обзор позволяет сформулировать следующие выводы. Выделяются два вида каркасов – экологический и природный. Экологический каркас выполняет ряд функций, направленных на формирование нового пространства города с учетом общепринятых подходов, согласно иерархическим уровням. Для формирования новых экологических каркасов необходимо учитывать подходы, с помощью которых разрабатываются данные каркасы. При формировании иногда не учитываются современные тенденции землепользования и хозяйственного освоения муниципальных территорий, что приводит к конфликтным ситуациям. Так же стоит выделять элементы экологического каркаса не только исходя из наличия областей с иными режимами использования, но и из особенностей геосистем, так как сами зоны не будут иметь необходимого функционального и экологического значения на территории, что делает разработку экологических каркасов формальной.

Библиографический список

1. *Алаев Э.Б.* Биосферный каркас и урбанизированные зоны // Физико-географические аспекты изучения урбанизированных территорий: Тез. докл. науч. конф. Ярославль, 1992. С. 5.
2. *Гриднев Д.З.* Проектирование природно-экологического каркаса в составе градостроительной документации // Проблемы региональной экологии, 2009. № 6. С. 18–25.
3. *Елизаров А.В.* Экологический каркас – стратегия степного природопользования XXI века. URL: <https://biodiversity.ru/programs/steppe/bulletin/step-2/step2-2.html> (дата обращения: 09.02.22)
4. *Козин В.В.* Современная экологическая ситуация в Тюменской области и задачи формирования экологического каркаса. URL: <http://www.bookre.org/reader?file=568807> (дата обращения: 03.02.22)
5. *Николаев В.А.* Культурный ландшафт – геоэкологическая система // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2000. № 6. С. 3–8.
6. *Николаев В.А.* Основы учения об агроландшафте // Агроландшафтные исследования. Методология, методика, региональные проблемы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. С. 4–57.
7. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с
8. *Соболев Н.А.* Предложения к концепции охраны и использования природных территорий // Охрана дикой природы. 1999. № 3. С. 20–24
9. *Сохина Э.Н.* Экологический каркас территории как основа системного нормирования природопользования // Проблемы формирования стратегии природопользования. Владивосток; Хабаровск: ДВО АН СССР, 1991. С. 194–200.
10. *Чибилёва В.П.* Разработка модели природноэкологического каркаса регионального и макрорегионального уровня на примере Оренбургской области // Проблемы геоэкологии и степеведения. Екатеринбург, 2010. Т. II. Развитие научной школы в Институте степи УрО РАН. С. 285–294

Т.С. Крайнева, Н.Н. Паньков

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

T. S. Krajneva, N.N. Pan'kov

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: silhouette@mail.ru

АМФИБИОТИЧЕСКИЕ НАСЕКОМЫЕ АЙТУАРСКОЙ СТЕПИ (ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТЕПНОЙ ЗАПОВЕДНИК)

В составе фауны амфибиотических насекомых Айтуарской степи идентифицировано 32 вида и формы амфибиотических насекомых. Наиболее разнообразно представлены комары-звонцы Chironomidae (11 видов и форм). Среди поденок (Ephemeroptera) выявлено 10 видов, относящихся к 5 семействам. Ручейники (Trichoptera) насчитывают 6 видов из 5 семейств. В составе фауны веснянок (Plecoptera) идентифицировано 5 видов из двух семейств. Экологическая структура фауны амфибиотических насекомых Айтуарской степи складывается за счет видов, преимагинальные стадии которых развиваются в водоемах с родниковым питанием, а также в малых холодноводных реках Европы. Определенное значение имеют насекомые, тяготеющие к умеренно-тепловодным водотокам равнин и предгорий.

Ключевые термины: государственный природный заповедник «Оренбургский»; Айтуарская степь; амфибиотические насекомые.

AMPHIBIOTIC INSECTS OF THE AITUAR STEPPE (ORENBURG STATE STEPPE RESERVE)

32 species and forms of amphibiotic insects have been identified in the fauna of amphibiotic insects of the Aituar steppe. The most diverse are the Chironomidae family (11 species and forms). Among the mayflies (Ephemeroptera), 10 species belonging to 5 families were identified. The caddisflies (Trichoptera) have 6 species from 5 families. 5 species from two families have been identified as part of the fauna of the stoneflies (Plecoptera). The ecological structure of the fauna of amphibiotic insects of the Aituar steppe is composed of species whose preimaginal stages develop in reservoirs with spring feeding, as well as in small cold-water rivers of Europe. Insects that tend to moderate warm-water watercourses of plains and foothills have a certain significance.

Keywords: Orenburg State Nature Reserve; Aituar steppe; amphibiotic insects.

Государственный природный заповедник «Оренбургский» был создан 12 мая 1989 года с целью сохранения и восстановления степных ландшафтов Заволжья, Предуралья, Южного Урала и Зауралья [14]. В настоящее время в состав заповедника входит пять изолированных участков (рис. 1).

Одной из составных частей Оренбургского заповедника является Айтуарская степь [14]. Эта территория площадью 6300 га расположена в левобережье реки Урал, близ посёлка Айтуарка Кувандыкского муниципального района. В ее пределах протекает несколько ручьёв, наиболее крупными из которых являются Ташкак, Шинбутак и Айтуарка.

Несмотря на более чем тридцатилетнюю историю существования заповедника, сопровождающуюся интенсивным изучением эталонных степей, фауна амфибиотических насекомых оказалась на периферии внимания специалистов. В связи с этим, настоящая работа представляется актуальной.

Согласно схеме физико-географического районирования [13], Айтуарская степь принадлежит к Губерлинскому придолинно-мелкосопочному району южноуральской степной низко-

горной провинции Уральских гор. Это наиболее гористый участок заповедника. Ландшафтную структуру Айтуарской степи образуют горные плакоры с типчаково-ковыльной растительностью, глубокие балки и их склоны, мелкосопочки с живописными останцами. На фоне степной и каменисто-степной растительности выделяются приручьевые черноольшаники, балочные и нагорные березняки и осинники, ивняки по мочажинам [14].

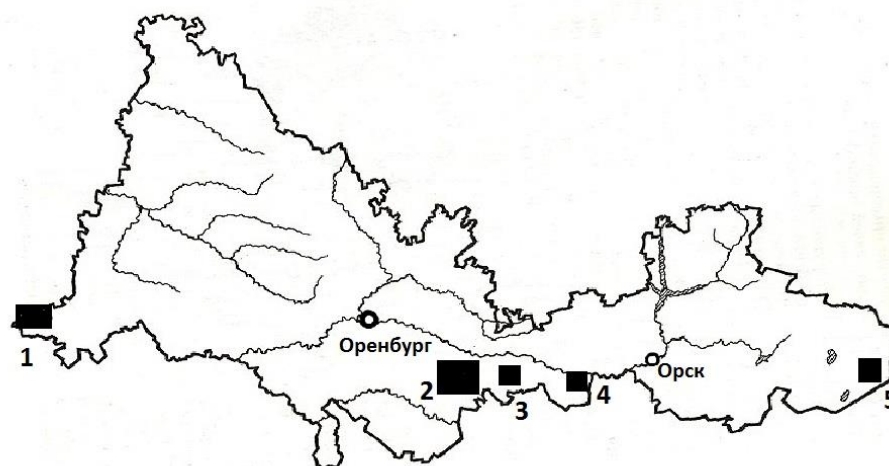


Рис. 1. Оренбургская область. Чёрными прямоугольниками обозначены участки Оренбургского заповедника: 1 – Таловская степь; 2 – Предуральская степь; 3 – Буртинская степь; 4 – Айтуарская степь; 5 – Ащисайская степь.

Климат Айтуарской степи имеет континентальный характер. Самый тёплый месяц – июль (средняя многолетняя температура $+21^{\circ}\text{C}$), самый холодный – январь ($-15,6^{\circ}\text{C}$). Важной особенностью природных условий является недостаточное увлажнение – 388 мм осадков в год [14].

Настоящая публикация основана на результатах таксономической обработки 41 сбора водных и воздушных стадий амфибиотических насекомых, отобранных в русле и на прибрежной растительности ручьев Айтуарка, Карагашта, Шинбутак и Ташкак, а также нескольких безымянных родников на территории Айтуарской степи в июле 2017 года (рис. 2). Идентификация животных выполнялась по определителям [1–3, 5–7, 10, 16–19].

В составе фауны амфибиотических насекомых Айтуарской степи идентифицировано 32 вида и формы.

Разнообразнее других представлено семейство комаров-звонцов Chironomidae, насчитывающее 11 таксонов: *Cricotopus bicinctus* (Meigen, 1818), *Cricotopus rufiventris* (Meigen, 1830), *Limnophyes minimus* (Meigen, 1818), *Limnophyes natalensis* (Kieffer, 1914), *Nilothauma brayi* (Goetghebuer, 1921), *Paraphaenocladus impensus* (Walker, 1856), *Rheocricotopus chalybeatus* (Edwards, 1929) и *Tvetenia* sp. из Orthoclaadiinae, *Corynoneura lobata* Edwards, 1924 и *Paratendipes albimanus* (Meigen, 1818) из Chironominae, *Thienemannimyia lentiginosa* (Fries, 1823) из Tanypodinae.

Среди поденок (отряд Ephemeroptera) зарегистрировано 10 видов и форм, принадлежащих к 5 семействам: *Metretopus borealis* (Eaton, 1871) из Ametropodidae, *Baetis niger* (Linnaeus, 1761), *Baetis rhodani* (Pictet, 1845) и *Cloeon bifidum* Bengtsson, 1912 из Baetidae, *Ephemerella lineata* Eaton, 1870 и *Ephemerella vulgata* Linnaeus, 1758 из Ephemeridae, *Leptophlebia submarginata* (Stephens, 1835) из Leptophlebiidae, и *Ecdyonurus aurantiacus* (Burmeister, 1839), *Heptagenia coerulans* Rostock, 1878 и *Heptagenia sulphurea* (Mueller, 1776) из Heptageniidae.

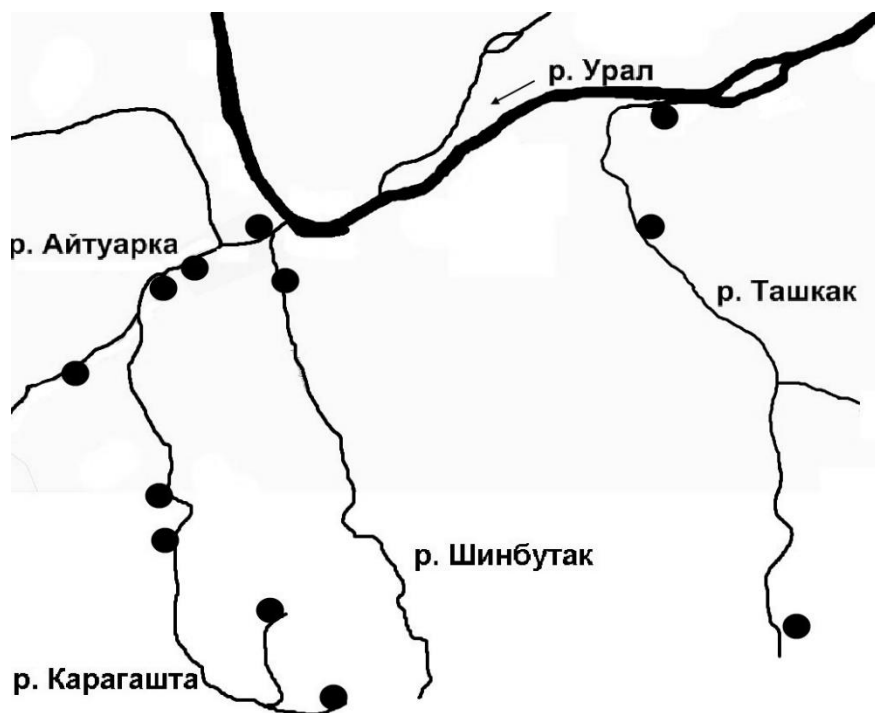


Рис. 2. Район исследований. Кругами обозначены места сбора личинок и имаго амфибиотических насекомых.

Ручейники (Trichoptera) представлены 6 видами из 5 семейств: *Rhyacophila nubila* Zetterstedt, 1840 из Rhyacophilidae, *Plectrocnemia conspersa* (Curtis, 1834) и *Polycentropus flavomaculatus* Pictet, 1834 из Polycentropodidae, *Brachycentrus subnubilus* Curtis, 1834 из Brachycentridae, *Apatania crymophila* McLachlan, 1880 из Apataniidae, и *Potamophylax latipennis* (Curtis, 1834) из Limnephilidae.

В составе фауны веснянок (Plecoptera) выявлено 5 видов, относящихся к двум семействам: *Leuctra hippopus* Kempny, 1899 из Leuctridae, и *Amphinemura borealis* (Morton, 1894), *Nemoura cinerea* (Retzius, 1783), *Nemoura flexuosa* Aubert, 1949 и *Protonemura intricata* (Ris, 1902) из Nemouridae.

В составе фауны амфибиотических насекомых Айтуарской степи присутствуют виды, преимагинальные стадии которых развиваются в водоемах с родниковым питанием. Таковы нимфы поденок *B. rhodani* и веснянок *N. pictetii*, а также личинки ручейников *Apatania*. Эти животные весьма характерны для донной фауны ключей и родников Восточно-Европейской равнины [4, 11, 12, 15], а также Пермского Прикамья [9].

Среди представителей амфибиотических насекомых Айтуарской степи выявлены и формы, развивающиеся в малых холодноводных реках Европы. Таковы веснянки *A. borealis*, ручейники *R. nubila*, *P. conspersa* и *P. latipennis*. Эти же виды образуют основной фон донной фауны ручьев и малых рек Прикамья [8].

В то же время, в Айтуарской степи отмечены насекомые, тяготеющие к сравнительно крупным умеренно-тепловодным водотокам равнин и предгорий. К ним принадлежат поденки *E. lineata* и ручейники *B. subnubilus*. Вероятно, это связано с непосредственной близостью р. Урал.

Библиографический список

1. Жильцова Л.А. Отряд Plecoptera – Веснянки // Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. I. М., Л.: Наука, 1964. С. 177–200.
2. Жильцова Л.А. Веснянки (Plecoptera). Группа Euholognatha. СПб.: Наука, 2003. 538 с. (Фауна России и сопредельных стран. Новая серия, № 145; Веснянки).
3. Иванов В.Д., Григоренко В.Н., Арефина Т.И. Trichoptera ручейники // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., 2001. Т. 5. Высшие насекомые. С. 7–72.
4. Ивановский А.А. Экология и зоогеография родникового макрозообентоса восточной Европы. Автореф. дис. ... канд. биол. наук, 2010. М. 2010. 22 с.
5. Качалова О.Л. Отряд Trichoptera – Ручейники // Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. IV. Большекрылые, верблюдки, сетчатокрылые, скорпионовые мухи и ручейники. Л.: Наука, 1987. С. 107–193.
6. Клюге Н.Ю. Поденки (Ephemeroptera) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., 1997. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые. С. 175–220.
7. Макаrenchенко Е.А. Chironomidae комары-звонцы // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., 1999. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые. С. 210–295.
8. Паньков Н.Н. Зообентос текущих вод Прикамья. Пермь: Гармония, 2000. 192 с.
9. Паньков Н.Н., Крашенинников А.Б. Зообентос родников Урала и Предуралья (Пермское Прикамье) // Вестник Пермского ун-та, 2012. Вып. 1 (Биология). С. 18–24.
10. Чернова О.А. Отряд Ephemeroptera – Поденки // Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. I. М., Л.: Наука, 1964. С. 110–136.
11. Чертопруд М.В. Родниковые сообщества макробентоса Московской области // Журнал общей биологии, 2006. Т. 67. № 5. С. 376–384.
12. Чертопруд М.В. Разнообразие и классификация реофильных сообществ макробентоса средней полосы Европейской России // Журнал общей биологии, 2011. Т. 72. С. 51–73.
13. Чибилёв А.А. Река Урал. Историко-географические и экологические очерки. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 168 с.
14. Чибилёв А.А. Природное наследие Оренбургской области. Оренбургское книжное издательство, 1996. 197 с.
15. Чужекова Т.А. Структурно-функциональные свойства сообществ макробентоса родниковых ручьев бассейна Средней Волги. Дисс. ... канд. биол. наук. С.-Пб, 2015. 242 с.
16. Тесленко В.А., Жильцова Л.А. Определитель веснянок Insecta, Plecoptera России и сопредельных стран. Имаго и личинки. Владивосток: Дальнаука, 2009. 382 с.

17. *Ashe P, O'Connor J.P.* A World Catalogue of Chironomidae (Diptera). Dublin: Irish Biogeographical Society and National Museum of Ireland, 2009. P. 1. 445 p.
18. *Ashe P, O'Connor J.P.* A World Catalogue of Chironomidae (Diptera). Dublin: Irish Biogeographical Society and National Museum of Ireland, 2012. P. 2. 968 p.
19. *Langton P.H., Pinder L.C.V.* Keys to the adult male Chironomidae of Britain and Ireland 2007. Vol. 1. 227 p. Vol. 2 168 p.

Л.С. Кучин

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

L.S. Kuchin

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: kleond@bk.ru

АНАЛИЗ БПЛА, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И УГЛЕВОДОРОДОВ

В статье представлен анализ характеристик нескольких моделей беспилотных летательных аппаратов, которые могут быть использованы для зондирования парниковых газов и углеводородов. Приводится перечень устройств для зондирования парниковых газов и углеводородов, которые могут быть установлены на борт беспилотного летательного аппарата и дано описание данных устройств по регистрируемым веществам и площадкам, на которые они могут быть установлены. Выбрана наиболее перспективная для зондирования парниковых газов и углеводородов серия и марка беспилотного летательного аппарата, а так же наиболее функциональная для зондирования парниковых газов и углеводородов дополнительная нагрузка.

Ключевые термины: БПЛА; дрон; парниковые газы; углеводороды; зондирование; газоанализатор; датчик. загрязнения воздуха.

ANALYSIS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES USED IN REMOTE SENSING GREENHOUSE GASES AND HYDROCARBONS

The article presents an analysis of the characteristics of several models of unmanned aerial vehicles that can be used for sensing greenhouse gases and hydrocarbons. A list of devices for sensing greenhouse gases and hydrocarbons that can be installed on board an unmanned aerial vehicle is given, and a description of these devices is given for registered substances and sites on which they can be installed. The most promising series and brand of an unmanned aerial vehicle for sensing greenhouse gases and hydrocarbons, as well as the most functional additional load for sensing greenhouse gases and hydrocarbons, has been selected.

Keywords: UAVs; drone; greenhouse gases; hydrocarbons; sounding; gas analyzer; air pollution sensor.

В наше время область беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) значительно расширяется. БПЛА применяют как для прикладных работ так и для фундаментальных исследований, в том числе их стали использовать для оценки состояния, нефтепромысловых объектов и окружающей среды [2,3,10].

Наличие влияние парниковых газов на климат Земли ведет к необходимости контроля за уровнем содержания данных газов в атмосфере и улучшению мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов [8]. При этом следует рассматривать не только глобальный, но и локальный уровень, который достаточно точно можно оценивать при помощи БПЛА.

Также в следствии наличия прямой связи возникновения кожной, легочной, онкологической, и прочих патологий с уровнем загрязнения воздуха, необходим контроль за содержанием загрязняющих веществ в воздухе. Помимо этого актуальным является оценка степени опасности, скорости и направления перемещения в воздухе, уровня загрязнения и глубины проникновения в почву загрязняющих веществ, выбрасываемых при чрезвычайных ситуациях [6]. Для этих целей очень практично использования газоанализаторов расположенных на борту БПЛА.

По типу устройства, БПЛА разделяют на два типа:

1. Вертолетного или коптерного

2. Самолетного [1]

Поскольку БПЛА самолетного типа, в отличие от коптерного, не могут работать в режиме зависания [1], а значит, не могут вести отбор проб газоанализатором, то далее будут рассматриваться только коптерные БПЛА.

Второй В.Ф., Второй С.В. (2021) выделяет две группы коптерных БПЛА по ценовому критерию:

1. До 60 тыс. руб.

С длительностью полета до 30 мин, дальностью полета до 6000 м, высотой полета до 4000 м, скоростью полета до 16 м/с, однако аппараты этой группы могут вести только фото и видео съемку объекта установленной фирмой изготовителем аппаратурой.

2. Более 60 тыс. руб.

С длительностью полета до 60 мин, скоростью полета до 25 м/с, дальностью полета до 10000 м, высотой полета 1000 и более метров, могут нести на внешней подвеске 2 кг и более дополнительного груза. Обладают высококачественной фото видео аппаратурой и рядом дополнительных функций по сравнению с первой группой. Имеется возможность установки на подвеске дополнительного специального оборудования для проведения экологического мониторинга.

Наиболее широкий модельный ряд представлен БПЛА компании DJI (Таблица 1).

Таблица 1

БПЛА компании DJI [16]

<i>Серия</i>	<i>Цена, Руб</i>	<i>Дальность полета, Км</i>	<i>Высота полета над уров- нем моря, м</i>	<i>Взлетная масса, г</i>	<i>Время полета, мин</i>
Mavic	55000 - 598000	2-10	5000- 6000	430-1100	21-31
Matrice	590000- 870000	8-15	3000- 5000	1450-2700	25-55
Inspire	389000	7	2500	4000	25

БПЛА, приведенных в таблице 1 серий могут быть оборудованы различными приборами фиксации парниковых газов и углеводородов.

DJI Phantom может быть оборудован датчиками газа серии MQ которые могут определять такие парниковые газы и углеводороды как: этанол, метан (CH₄), угарный газ (CO), углеводородные газы [7]. Характеристики БПЛА Phantom: время полета до 30 минут, дальность полета 7 км, высота полета 500м, масса максимальной полезной нагрузки 1,5кг [7,16].

Большая часть приборов разработана специально для БПЛА компании DJI и имеют универсальное крепление, которое позволяет устанавливать прибор на разные модели.

Система обнаружения атмосферного загрязнения OSDK. Система может вести мониторинг в реальном времени таких газов как: CO, NO₂, O₃, H₂S и летучие органические вещества (ЛОС) [16].

Лазерный детектор утечки метана U10. Детектор способен обнаружить метан до 100 метров, фиксирует метан, начиная с концентрации 3,33мг/м³ [16].

Газоанализатор Sniffer4D V2.0. Газоанализатор способен распознавать одновременно такие газы как: Диоксид серы (SO₂) (0,01-39 мг/м³), Оксид углерода (CO) (0,01-11,6 мг/м³), Двуокись азота (NO₂) (0,09-19,08 мг/м³), Озон (O₃) (0,01-20 мг/м³), Метан (CH₄) (2,9-29277 мг/м³), Сероводород (H₂S) (0,03-70,7 мг/м³), Аммиак (NH₃) (3,1-62,2 мг/м³), ЛОС и др. Так же есть возможность выбирать или изменять конфигурации датчиков в соответствии с их сферой деятельности и бюджетом. При использовании с программным обеспечением Sniffer4D Mapper позволяет вести [12,16]:

- Картирование загрязнителей воздуха
- Мониторинг окружающей среды
- Взятие пробы воздуха в специальный пакет

Компания ПЕРГАМ совместно с софтверным разработчиком SPH Engineering (Латвия) и ИТ-компанией КРОК представляют второе поколение беспилотной системы для обнаружения утечек метана (CH₄) на базе БПЛА семейства DJI. Чувствительность к концентрациям метана от 0,67 мг/м³ [14].

Из российских компаний наиболее широко представлены БПЛА компании «Геоскан» (Таблица 2).

Таблица 2

БПЛА компании Геоскан [13]

<i>Серия</i>	<i>Цена, руб</i>	<i>Дальность полета, Км</i>	<i>Высота полета над уровнем земли, м</i>	<i>Взлетная масса, г</i>	<i>Время полета, мин</i>
Gemini	696000	30	500	нет данных	40
401	2460000-3670000	24	500	2500	60

Компания Геоскан сама не производит необходимые устройства для зондирования парниковых газов и углеводородов, однако есть возможность использования БПЛА модели Геоскан 401 с лазерным детектором утечек метана LMC от компании «ПЕРГАМ». Диапазон измерения метана от 0,67 до 33 мг/м³, дистанцией измерения от 0,5 до 30м, частотой 10Гц и временем работы 5 часов [5].

Российская компания по производству БПЛА (Таблица 3) и дополнительной нагрузки к ним ООО «Альбатрос». Представленные в таблице аппараты могут быть оборудованы газоанализатором, который также производится компанией «Альбатрос».

В базовой конфигурации газоанализатор компании «Альбатрос» может определять до 10 видов газов, в число которых входят СО и СО₂. Помимо газов прибор определяет температуру, влажность, а также мелкодисперсные твердые частицы (PM1.0, PM2.5, PM10). При этом благодаря модульной конструкции газоанализатор может быть расширен для определения до 80 видов газов, в число которых входят: Диоксид серы (SO₂), Озон (O₃), Монооксид азота (NO), Двуокись азота (NO₂), Фторид водорода (HF), Метан (CH₄), Углеводород (HC), Тетрагидро-тиофен (C₄H₈S), Формальдегид (CH₂O), Диметилсульфид (C₂H₆S), Ацетилен (C₂H₂), Бензол (C₆H₆), Тoluол (C₇H₈), Метилмеркаптан (CH₃SH), Изопропанол (C₃H₇OH), Тoluол (C₇H₈), Этанол (C₂H₅OH), Бутан (C₄H₁₀), и ЛОС [15].

БПЛА ООО "Альбатрос" [15]

Название	Цена, руб	Дальность полета, Км	Высота полета, м	Масса полезной нагрузки, Кг	Время полета, мин
Notuzi	1500000	20	5000	3	50
Skylla	2500000	20	4000	10-12	90

В ходе сравнительного анализа были рассмотрены БПЛА от трех компаний: «DJI», «Гео-скан» и «Альбатрос», на которых может быть установлена полезная нагрузка для зондирования парниковых газов и углеводородов. При этом наибольшей вариативностью по устанавливаемым бортовым приборам для зондирования парниковых газов являются БПЛА компании «DJI». Наиболее полный спектр углеводородов может регистрировать расширенный газоанализатор компании «Альбатрос», однако БПЛА, на которые может быть установлена данная дополнительная нагрузка, значительно превышают по цене аппараты компании «DJI». Единственной дополнительной нагрузкой обладающей возможностью картирования является Газоанализатор Sniffer4D V2.0, который разрабатывается для БПЛА «DJI», но может быть интегрирован на другие платформы при помощи API Sniffer4D. В таблице 4 приведено сравнение точности регистрации газов прибором Sniffer 4D V2.0 и ряда других приборов компаний, предоставивших данные по диапазонам чувствительности.

Таблица 4

Сравнение чувствительности приборов и ПДК жилой зоны

Дополнительная нагрузка	Измеряемое вещество	Чувствительность прибора, мг/м ³	ПДКсс, мг/м ³ [9]	ПДК мр, мг/м ³ [9]
Sniffer 4D V2.0	SO ₂	0,01-39	0,05	0,5
	CO	0,01-11,6	3	5
	NO ₂	0,09-19,08	0,1	0,2
	O ₃	0,01-20	0,16	0,1
	CH ₄	2,9-29277	7,07 [11]	27,23 [11]
	H ₂ S	0,03-70,7	-	0,008
	NH ₃	3,1-62,2	0,1	0,2
U10	CH ₄	от 3,33	7,07[11]	27,23[11]
LMC	CH ₄	0,67-33	7,07[11]	27,23[11]

Чув-

ствительности приборов достаточно для регистрации превышений ПДК жилой зоны, однако недостаточно для измерения точных фоновых значений для парниковых газов и углеводородов.

В результате проделанной работы можно сделать вывод, что наиболее перспективной для зондирования парниковых газов и углеводородов является серия БПЛА «Matrice» от компании «DJI», так как на их борт может быть установлено оборудование, обнаруживающее наибольшее количество парниковых газов, при этом у БПЛА компании «DJI» самые низкие цены.

Библиографический список

1. Белик В.В., Долгов В.В. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в аграрном производстве // Молодежь и XXI век – 2021. Материалы XI Международной молодежной научной конференции. Курск, 2021. С. 21–26.
2. Бузмаков С.А., Андреев Д.Н., Санников П.Ю. Применение беспилотных летательных аппарата при исследовании состояния лесов // Геология, география и глобальная энергия. 2015. № 4. С. 60–69.
3. Бузмаков С.А., Санников П.Ю., Сивков Д.Е., Дзюба Е.А., Хотяновская Ю.В., Егорова Д.О. Разработка геоинформационных систем для управления окружающей средой и экологической безопасностью в районах эксплуатируемых нефтяных месторождений // Антропогенная трансформация природной среды. Пермь, 2021. №1. С. 102–127.
4. Вторый В.Ф., Вторый С.В. Экологический мониторинг животноводческих объектов беспилотными летательными аппаратами // Агроэкоинженерия. 2021. №2. С. 125–136.
5. Данилова А.А. Миденко М.А. Косогоров А.А. Тарасенко В.И. Использование беспилотников в газовом хозяйстве // Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении. Материалы международной научно-практической конференции. Саратов, 2016 С. 102–105.
6. Кнутов М.С. Бочкарев А.Н. Апарин А.А. Использование газоанализаторов в России для обеспечения безопасности населения // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Пенза, 2017. С. 56–58.
7. Кольчевская М.Н., Кривошеев П.Д., Кольчевская И.Н., Малаховский Е.А., Петров П.В., Кольчевский Н.Н. Применение квадрокоптера Phantom 3 в качестве измерительной лаборатории // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. 2019. Т. 12-3. С. 22–28.
8. Кравцова Н.С., Садовников С.А., Тужилкин Д.А., Яковлев С.В. Лидарные технологии дистанционного мониторинга парниковых газов в атмосфере // Инноватика-2021. Сборник материалов XVII Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск. 2021 С. 27–31.
9. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/ (дата обращения: 05.03.22).
10. Санников И.Ю., Андреев Д.Н., Бузмаков С.А. Выявление и анализ сухостоя при помощи беспилотного летательного аппарата // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. №3. С. 103–113.
11. Сауц А.В. Определение ПДК метана в воздухе населённых мест методом экологотоксикологической оценки на живые организмы // Вестник СВФУ. 2018. №3 С. 17–23.
12. Sniffer4D – Mobile Air Pollutant Mapping System – Drone-based Air pollutant Mapping System. URL: <http://sniffer4d.eu/> (дата обращения: 05.03.22).
13. ГК Геоскан. Беспилотные технологии для профессионалов Geoscan производитель беспилотников в России. Сайт ГК Геоскан. URL: <https://www.geoscan.aero/ru> (дата обращения: 26.02.22).

14. *Лазерный детектор метана LMC G2 DL для дрона DJI Matrice M600.* Сайт АО «ПЕРГАМ-ИНЖИНИРИНГ». URL: https://www.pergam.ru/catalog/gas_leaks/dls-bpla/lmc-g2-dl.htm (дата обращения: 26.02.22).

15. *ООО «Альбатрос» – беспилотные летательные комплексы в России.* Сайт ООО «Альбатрос». URL: <https://www.alb.aero/> (дата обращения: 26.02.22).

16. *Промышленные квадрокоптеры.* Официальный дилер DJI в России. Сайт AEROMOTUS. URL: <https://aeromotus.ru/> (дата обращения: 19.02.22).

**В.М. Макеева¹, А.В. Смуров²,
И.Д. Алазтели³, А.П. Каледин⁴**

¹Научно-учебный Музей Землеведения
МГУ имени М.В. Ломоносова,
119234, г. Москва, Воробьевы горы, д. 1

²Научно-учебный Музей Землеведения
МГУ имени М.В. Ломоносова,
119234, г. Москва, Воробьевы горы, д. 1

³Кафедра общей экологии и гидробиологии
биологического факультета МГУ,
119234, г. Москва, Воробьевы горы, д. 1,
стр. 12

⁴Российский государственный аграрный
университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

**V.M. Makeeva¹, A.V. Smurov², I.D. Alazneli³,
A.P. Kaledin⁴**

¹Scientific and Educational Museum of Geog-
raphy, MSU named after M.V. Lomonosov,
119234, Moscow, Vorobyovy Gory, 1

²Scientific and Educational Museum of Geog-
raphy of MSU named after M.V. Lomonosov,
119234, Moscow, Vorobyovy Gory, 1

³Department of General Ecology and Hydrobi-
ology, Faculty of Biology, Moscow State
University named after M.V. Lomonosov,
119234, Moscow, Vorobyovy Gory, 1,
building 12

⁴Russian State Agrarian University – Moscow
Agricultural Academy named after K.A.
Timiryazev, 127434, Moscow, street Timirya-
zevskaya, 49

e-mail¹: vmmakeeva@yandex.ru

e-mail²: smr49@mail.ru

e-mail³: alazneli.i.d@yandex.ru

e-mail⁴: curbsky@yandex.ru

ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К СОХРАНЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГОРОДСКИХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Представлены результаты эксперимента по сохранению биологического разнообразия городских особо охраняемых территорий на примере модельного объекта – кустарниковой улитки *Bradybaena fruticum* (Müll.). Эксперимент был начат в 2003 году с проведения оздоровления генофонда четырех популяций, первый контроль осуществлен в 2005 году, повторный контроль в 2017-2019 годах. Оценка результатов эксперимента состояла в выявлении изменений частоты аллеля полосатости раковин с учетом уровня гетерозиготности популяций. Было зафиксировано сохранение частот аллелей используемого фенотипического признака и уровня гетерозиготности популяций после эксперимента по оздоровлению популяций моллюсков в течение двенадцати лет (2 поколения). Результаты эксперимента подтверждают эффективность эколого-генетического подхода к сохранению биологического разнообразия городских особо охраняемых территорий.

Ключевые термины: биоразнообразие; популяция; генофонд; наземные моллюски; жизнеспособность.

THE EXPERIMENT TO CONFIRM THE EFFECTIVENESS OF THE ECOLOGICAL-GENETIC APPROACH TO THE CONSERVATION OF THE BIODIVERSITY OF URBAN SPECIALLY PROTECTED AREAS

The article presents the results of an experiment to conserve biodiversity of urban specially protected areas, in which the bush snail *Bradybaena fruticum* (Müll.) was used as a model object. In 2003, the experiment began with the rehabilitation of the gene pool of four populations of snails, monitoring was first carried out in 2005, and then in 2017-2019. The results of the experiment were to identify shifts in the frequency of the banding allele of shells, taking into account the level of

population heterozygosity. It was found that the frequencies of alleles of the phenotypic trait used and the level of heterozygosity of populations persisted for twelve years (2 generations) after the experiment to rehabilitate the populations of molluscs was carried out. It was found that the frequencies of alleles of the phenotypic trait used and the level of heterozygosity of populations persisted for twelve years (2 generations) after the experiment to rehabilitate the populations of molluscs was carried out. The results of the experiment confirms the effectiveness of the ecological-genetic approach to the conservation of the biodiversity of urban specially protected areas.

Keywords: biodiversity; population; gene pool; land snails; viability.

Для решения проблемы устойчивого сохранения биоразнообразия антропогенных экосистем авторами был разработан эколого-генетический подход (методология, концепция, стратегия, технологии), апробированный [2-4] в системе городских ООПТ, учитывающий состояние экосистем на популяционно-генетическом уровне их организации и те необратимые изменения генофонда, которые возникли в результате антропогенной фрагментации ландшафта. Его разработка началась одновременно с созданием в начале 21 века городских особо охраняемых территорий в городе Москве, когда возникла проблема сохранения и восстановления их биоразнообразия. В рамках государственной целевой программы по «Восстановлению биоразнообразия города Москвы» (2002-2003 гг.) было выполнено три проекта по «Восстановлению популяций исчезающих видов беспозвоночных и позвоночных животных на ООПТ города Москвы (на примере модельных объектов). Концепция и стратегия охраны для урбанизированных территорий на этом уровне отсутствовала.

Авторами сформулирована оригинальная эколого-генетическая концепция и стратегия сохранения биоразнообразия антропогенных экосистем, включающая не только пассивную территориальную охрану, но и восстановление генофонда деградирующего биоразнообразия

Эколого-генетический подход [2,4] к охране биоразнообразия антропогенных экосистем, включает диагностику состояния экосистем (прогноз и оценку состояния генофонда) и генетические методы восстановления (оздоровления) генофонда ключевых и исчезающих видов охраняемых экосистем. Проведение оценки позволяет выявить степень отклонения генетических параметров (популяций) антропогенных экосистем от природных (эталонных), а также дать прогноз степени их устойчивости и наметить стратегию их стабилизации и восстановления.

Таким образом, эколого-генетический аспект сохранения биоразнообразия заключается в сохранении и восстановлении генофонда популяций с помощью организации искусственных потоков генов.

Нами было проведено экспериментальное подтверждение действенности эколого-генетических методов восстановления популяций.

Основой данного эксперимента явились результаты длительного эколого-генетического мониторинга (с 1975 года), который позволил зафиксировать сокращение разнообразия генофонда мелких городских изолятов вследствие действия дрейфа генов и инбридинга [1, 2]. Выбор модельного объекта для эксперимента был обусловлен наличием у улиток ярко выраженного, доступного для анализа, генетически детерминированного признака наличия или отсутствия полосы на раковине, с доминированием аллеля бесполосости. Популяции обитают в парках Москвы и Подмосковья, которые являются городскими особо охраняемыми природными территориями (ООПТ).

При проведении эксперимента был использован разработанный авторами «Способ поддержания жизнеспособности популяций животных и растений на урбанизированных территориях», который был защищен патентом № 2620079 в 2017 году.

Эксперимент заключался во внесении в 2003 году в городские популяции определенного расчетного количества особей из природных популяций.

В результате сравнительного анализа полученных в рамках мониторинга данных (2005 и 2017-2019 гг.) зафиксировано достоверное постоянство частоты аллеля полосатости раковин в крупных природных популяциях (Звенигород, Городок) и достоверные изменения частот аллелей в изолированных городских популяциях испытывающих максимальное антропогенное воздействие (Кузьминки, Воробьевы горы) (Таблица 1) [5].

Таблица 1

Достоверность различия частоты аллеля полосатости до и после оздоровления в 2005 году между разными генерациями

Пункт сбора	Годы	Численность		Частота		Достоверность различия аллеля с 2017-2019
		Всего	Полосатых	Полосатых	Аллеля	
Кузьминки	1988-1989	1276	330	0,2586	0,5085	Различия нет
	2003	94	4	0,0426	0,2063	0,999
	2005	170	37	0,2176	0,4665	Различия нет
	2017-2019	128	29	0,2266	0,4760	—
Воробьевы горы	2003	216	11	0,0509	0,2257	0,999
	2005	202	50	0,2475	0,4975	Различия нет
	2017-2019	97	21	0,2165	0,4653	—
Звенигород*	1975-1977	4250	1672	0,3934	0,6382	Различия нет
	1988-1989	567	229	0,4039	0,6920	Различия нет
	2003	102	44	0,4315	0,6568	—
	2017-2019	86	37	0,4302	0,6559	—
Городок*	1998	134	52	0,3000	0,3618	Различия нет
	2003	171	75	0,1783	0,3080	Различия нет
	2017-2019	168	49	0,2457	0,3432	—

**Примечание: Звенигород и Городок – эталонные природные популяции*

Необходимо отметить, что было зафиксировано также сохранение постоянства уровня гетерозиготности во времени в крупных природных популяциях и его восстановление в оздоровленных популяциях по результатам проведенного контроля. Сохранение показателей частот аллелей и уровня гетерозиготности в популяциях в 2017-2019 годах после контроля в 2005 году свидетельствует об эффективности использованного способа поддержания жизнеспособности популяций животных на урбанизированных территориях для целей сохранения биологического разнообразия городских особо охраняемых территорий. Эколого-генетический подход к сохранению биоразнообразия используется для восстановления биоразнообразия на ООПТ города Москвы, С.-Петербурга, в Белоруссии, а также для поддержания жизнеспособности популяций охотничьих видов в охотничьих хозяйствах [6].

В настоящее время эколого-генетический мониторинг и эксперимент продолжаются в рамках темы государственного задания, регистрационный № АААА-А16-116042010089-2 «Экология». «Биосферные функции природных экосистем и рациональное природопользование».

Библиографический список

1. Макеева В.М., Белоконь М.М., Малюченко О.П. Оценка состояния генофонда природных популяций беспозвоночных животных в условиях фрагментированного ландшафта Москвы и Подмосквья (на примере кустарниковой улитки *Bradybaena fruticum* (Mull.) // Генетика. М., 2005. Т.41. № 11. С. 1495–1510.
2. Макеева В.М. Эколого-генетические основы охраны животных антропогенных экосистем (на примере Москвы и Подмосквья): автореферат дис. докт. биол. наук. М. 2008.47 с.
3. Макеева В.М., Смуров А.В. Эколого-генетический подход к охране биоразнообразия антропогенных экосистем. Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Том 12. № 1(6). С. 1401–1406.
4. Макеева, В.М., Белоконь, М.М., Смуров, А.В. Геноурбанология как основа устойчивого сохранения биоразнообразия и экосистем в условиях глобальной урбанизации // Успехи современной биологии. 2013. Т. 133. № 1. С. 19–34. DOI: 10.1134/S207908641304004
5. Макеева В.М., Алазтели И.Д., Смуров А.В., Политов Д.В., Белоконь Ю.С., Белоконь М.М. Результаты длительного мониторинга и эксперимента по обогащению генофонда популяций кустарниковой улитки *Bradybaena fruticum* (Mull.) на урбанизированных территориях. Генетика. М.: Наука, 2021. Т.57. №.1. С.116–122. DOI: 10.31857/S0016675821010094
6. Макеева В.М., Смуров А.В., Каледин А.П., Остапчук А.М., Алазтели И.Д., Снегин Э.А. Сравнительный анализ генетического разнообразия естественных популяций лося (*Alces alces* L.) из Европейской России и популяции Сумароковской лосефермы // Экологическая генетика. 2021. Т.19. № 4. С. 303–312. DOI: 10.17816/ecogen76145

Е.А. Мехоношина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

E.A. Mekhonoshina

Perm State University, 614068, Perm, street Bu-
kireva, 15

e-mail: elizamkh@psu.ru

ПРЕДПОЛЕВОЙ И ПОЛЕВОЙ ЭТАПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОРФЯНИКОВ ДЛЯ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ

Известно, что торфяники выполняют важную биосферную функцию извлечения углерода из глобального цикла и его последующего накопления. Для исследования динамики накопления углерода были выбраны торфяники в западной части Пермского Прикамья, т.к. этот район сравнительно малоизучен. Подготовка к полевому обследованию состояла также в создании картографического материала с регулярной сеткой, рассчитанной индивидуально для каждого болота. Затем описан непосредственно отбор торфяной колонки Верх-Иньвенского болота, т.к. в результате промера торфяным шупом глубина торфа здесь оказалась наибольшей. Для палеоэкологической реконструкции торфяника на данный момент определено содержание органического углерода по всему профилю. В дальнейшем планируется определение растительных макроостатков, подсчета концентрации микро- и макро- углей, радиоуглеродное датирование и палинологический анализ.

Ключевые термины: палеоархив; седимент; болота; мощность торфяной залежи; Пермский край.

PRE-FIELD AND FIELD STAGES OF RESEARCH OF PEATLANDS FOR PALEOECOLOGICAL RECON- STRUCTION

It is known that peatlands execute an important biospheric function of extracting carbon from the global cycle and its subsequent accumulation. Peatlands in the western part of the Permian Kama region were chosen to study the dynamics of carbon accumulation, since this area is relatively little studied. Preparation for field work also included the creation of cartographic material with a regular grid calculated individually for each peatland. Then the selection of the peat column of the Verkhny-Invensky swamp is described directly, because as a result of measuring with a peat probe, the depth of peat here was the deepest. For the paleoecological reconstruction of the peat bog, the content of organic carbon throughout the profile has been determined at the moment. In the future, it is planned to determine macrofossils, calculate the concentration of micro- and macrocharcoals, radiocarbon dating and palynological analysis.

Keywords: paleoarchive; sediment; peatlands; peat deposit depth; Perm Krai.

Отличительная черта болот состоит в их биосферной функции, которая заключается в изъятии и удержании углерода из его глобального цикла. Они являются экосистемами, в которых атмосферный углерод, будучи депонированным в торфяных залежах, исключается из дальнейшего оборота и накапливается в них в течение многих сотен лет и тысячелетий [3]. Для исследования динамики накопления углерода в западной части Пермского Прикамья проведено полевое обследование нескольких торфяников в Кудымкарском, Карагайском, Вере-щегинском и Сивинском районах.

Цель публикации – описание процесса предполевого и полевого этапов исследования торфяников для палеоэкологической реконструкции.

Задачи:

1. выбрать болота, перспективные для изучения;
2. осуществить промер торфяной толщи на выбранных объектах;
3. отобрать торфяную колонку для дальнейшего исследования.

Изучение торфяников происходило в несколько этапов (Рис.1): предполевой, полевой, камеральный этапы и анализ результатов.

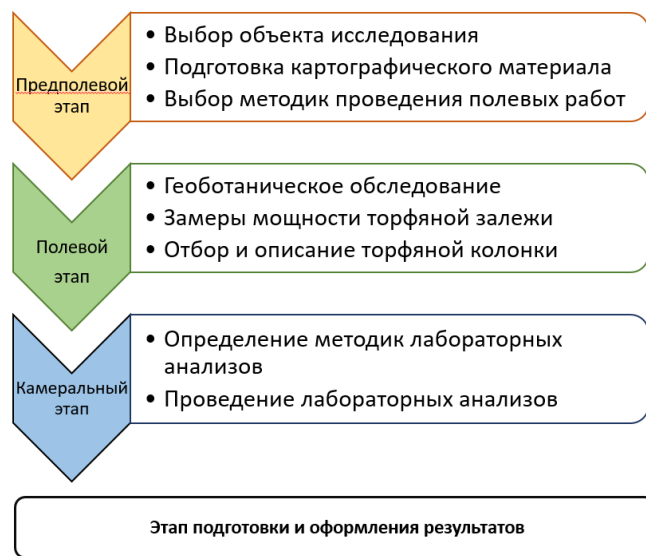


Рис.1. Общая схема выполнения работ

Предполевой этап.

В палеоэкологическом аспекте территория Пермского Прикамья изучена достаточно неравномерно. Существенно большее внимание уделено Верхней Каме (от Тюлькино до Гайн). Буквально в последние несколько лет идет активное изучение Кунгурской лесостепи, окрестностей Перми, хвойно-широколиственных лесов юга края, а также левобережной части Камы между г. Березниками и г. Соликамском (Дедюхинский остров и Чашкинские озера).

Основным фактором при рассмотрении района выбора торфяников послужила малоизученность западной части Пермского Прикамья, с точки зрения палеоэкологии.

Конкретные болота выбраны для обследования по ряду причин:

1. Болота не изменены торфоразработками, в результате которых могла пострадать торфяная залежь;
2. Фондовые данные о мощности торфяников;
3. Доступность подъезда к объекту, что облегчает проведение полевых работ.

В ходе этапа по актуальным космоснимкам проведена векторизация территорий Верх-Иньвенского, Нифонятского, Кекурского и Малого Кокуйского болот. По ним же определены места промеров торфяной залежи по регулярной сетке. Для каждого болота шаг сетки рассчитывался индивидуально. Так как процесс измерения глубины торфа щупом достаточно трудоемок и затратен по времени, шаг сетки, от длины которого зависит число промеров торфяной залежи, определялся так, чтобы общая продолжительность этапа измерений глубин не заняла более 2 дней. Расчет трудозатрат и времени был заранее проведен согласно примерным нормам [1], рассчитанным И.А. Абдулмановой и Е.А. Игошевой по итогам обследования Белого болота в 2021 г.

Для Верх-Иньвенского шаг сетки составил 150 м, для Нифонятского – 100 м, для Кекурского и для Малого Кокуйского болот – 200 м.

Полевой этап.

Общая продолжительность полевых работ – 3 дня, с 30.08.2021 по 01.09.2021.

30.08.2021 – промеры глубин торфяной залежи Верх-Иньвенского болота (Кудымкарский муниципальный округ) и Нифонятского (Карагайский муниципальный округ).

31.08.2021 – промеры глубин Кекурского (Сивинский муниципальный округ) и Малого Кокуйского болота (Верещагинский район).

01.09.2021 – отбор торфяной колонки Верх-Иньвенского болота.

Бурение, отбор и описание колонки провели сотрудники кафедры биоценологии и охраны природы ПГНИУ: П.Ю. Санников, Д.Е. Сивков, Е.А. Игошева, Е.А. Мехоношина. Геоботаническое описание площадки провела И.Ф. Абдулманова.

Мощность торфа измерялась торфяным щупом, с секциями длиной 63 см. Секции, скрепленные между собой, погружались в грунт настолько это возможно (до упора). Таким образом, измерялась глубина торфяной толщи. Всего было выполнено 47 измерений, в том числе: 26 точек – Верх-Иньвенское, 8 точек – Нифонятское, 8 точек – Кекурское и 5 точек – Малого Кокуйское болото. Стоит уточнить, что измерения на последних двух болотах не были доведены до конца, так как замеры по центральной оси болот быстро показали гораздо меньшие (относительно Верх-Иньвенского болота) глубины, которые были измерены днем ранее. Также закончить измерения на Малом Кокуйском болоте помешало нападение лесных ос. В результате, болото пришлось спешно покинуть.

Для отбора торфяной колонки было выбрано Верх-Иньвенское болото, точка «В3» (58,942294 с.ш.; 54,304594 в.д.), где глубина торфяной залежи была наибольшая. Предварительный промер щупом составил 617 см.

Согласно геоботаническому описанию И.Ф. Абдулмановой, растительное сообщество в этой точке представляет собой сосновое тростниково-осоково-сфагновое болото. Средняя высота древостоя 9 м, сомкнутость крон 0,2. Разреженный кустарниковый ярус образуют ива пепельная (*Salix cinerea* L.) и крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.). В травяно-кустарничковом ярусе преобладают тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и осока дернистая (*Carex caespitosa* L.). Хорошо развитый моховой покров образуют виды рода сфагнум (*Sphagnum* sp.) (Рис. 2).

Отбор и описание торфяной колонки. Отбирались керны с помощью торфяного (русского) бура. При отборе челнок бура погружается в залежь в открытом состоянии первоначально на 0,5 м. Поворотом ручки по часовой стрелке на 180° челнок закрывают и извлекают из залежи. Затем приводят его в горизонтальное положение, вытирают снаружи, открывают и переносят каждую часть отдельно в тару [2].

Алгоритм описания торфяной колонки:

1. Расположить вдоль керна рулетку и трубу ПВХ, на которой указаны по краям глубина в см, по центру – название болота и интервал глубин;

2. Сделать фото каждые 20 см керна и общее фото керна;

3. Визуально определить границы слоев отложений и описать каждый слой. При этом оценить:

3.1 цвет;

3.2 характер отложения (органические или минеральные):

– у органических отложений – степень разложения (сильно-, средне- и слаборазложившийся),

– у минеральных отложений – размер частиц (песок, ил, глина),

3.3 растения, слагающие торф (сфагнум, пушица, древесный торф и др.),

3.4 особые включения и прослойки (при наличии), семена, особый цвет прослойки, кусок дерева и тп.



Рис. 2. Общий вид Верх-Инвенского болота в месте отбора торфяной колонки

После описания керны упаковывались в полиэтиленовую пленку и в пластиковые трубы ПВХ для транспортировки и последующего хранения с последующим скреплением скотчем следующих друг за другом кернов. Данная упаковка предотвращает механические повреждения кернов и попадания чужеродных частиц.

Полость челнока после удаления пробы тщательно вытирают. Затем процесс отбора проб возобновляют с последовательным погружением бура на глубину 1,0; 1,5 м и т.д. [3].

Всего было отобрано и описано 11 кернов (0-550 см). На глубине 470 см начался минеральный слой, сложенный серо-голубыми глинами.

Камеральный этап.

В настоящее время, проведена часть лабораторной обработки материала. По методике Chambers F. M. и др. «Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics» [4] по всему профилю колонки определено содержание органического углерода. Методика предполагает взвешивании торфяных образцов влажных, полностью сухих (сушка при 105 °С) и озоленных при температуре 550 °С. Затем рассчитывается и анализируется распределение насыпной плотности (BD), беззольной плотности (OMBD), потерь при прокаливании (LOI – Loss on Ignition) и непосредственно количество углерода в колонке [5].

В дальнейшем, в разных слоях торфяной колонки, планируется определение растительных макроостатков, подсчета концентрации микро- и макро- углей, радиоуглеродное датирование и палинологический анализ.

Библиографический список

1. Абдулманова И.Ф., Игошева Е.А. Сопоставление параметров экотопов болотных фитоценозов и глубин торфяной залежи Белого болота (Пермский край, Россия) // Антропогенная трансформация природной среды. Пермь, 2021. Т. 7. № 1. С. 48–64. DOI: 10.17072/2410-8553-2021-1-48-64.
2. ГОСТ 17644-83. Торф. Методы отбора проб из залежи и обработки их для лабораторных испытаний. М., 1983. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024220> (дата обращения: 05.03.22).
3. Залесов С.В. Роль болот в депонировании углерода // Биологические науки. 2021. №7. С. 6–9.
4. Chambers F.M., Beilman D.W. and Yu Z. Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics // Mires and Peat. 2010/11. Vol. 7. № 7, P. 1–10;
5. Loisel J., Yu, Z., Beilman, D.W., Camill, P., Alm, J., Amesbury, M.J., Anderson, D., Andersson, S. B. A database and synthesis of northern peatland soil properties and Holocene carbon and nitrogen accumulation // The Holocene 24. 2014. P. 1028–1042.

Е.А. Немчанинова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

E.A. Nemchaninova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: nem4aninova.e@yandex.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КРУГОВОРОТЕ УГЛЕРОДА В БИОСФЕРЕ

Приводится общее описание, источники, свойства и методы изучения углерода, как химического элемента, и его многочисленных соединений. Рассматривается влияние круговорота углерода на климат в биосфере, в качестве парникового эффекта, и меры по его регулированию.

Ключевые термины: углерод; диоксид углерода; круговорот углерода; парниковый эффект; метод камер; метод космического зондирования; метод моделирования эмиссии парниковых газов почвами; микрометеорологический метод.

MODERN IDEAS ABOUT THE CARBON CYCLE IN THE BIOSPHERE BY

The report discusses modern ideas about the carbon cycle in the biosphere. A general description, sources, properties and methods of studying carbon as a chemical element and its numerous compounds are given. The influence of the carbon cycle on the climate in the biosphere, as a greenhouse effect, and measures to regulate it are considered.

Keywords: carbon; carbon dioxide; carbon cycle; greenhouse effect; camera method; space sensing method; method of modeling greenhouse gas emissions by soils; micrometeorological method.

Круговорот углерода в глобальном масштабе представляет собой один из самых важных для человечества биогеохимических круговоротов, который имеет значительное влияние на климат земли и определяет энергетику биосферы.

Биотический (биологический) круговорот – это поступление химических элементов из почвы, воды и атмосферы в живые организмы, превращение поступающих элементов в новые сложные соединения и возвращение их обратно в процессе жизнедеятельности с ежегодным опадом части органического вещества или с полностью отмершими организмами, входящими в состав экосистемы [13].

В глобальном круговороте углерода с осадочной фазой происходит поступление углерода в виде CO_2 из литосферы в атмосферу с вулканическими газами и его последующее депонирование в океане и литосфере в форме нерастворимых карбонатов кальция CaCO_3 , магния MgCO_3 и силикатов SiCO_3 .

Малый биологический круговорот углерода происходит в рамках глобального, он состоит в связывании CO_2 организмами – фотосинтетиками в органические вещества и его последующем высвобождении из них в процессах «дыхания» и разложения мертвой органики.

Углерод, как вещество, стал известен с доисторических времен, от русского он обозначает «рождающий уголь». Углерод является основой органических соединений, число которых насчитывается миллионами.

Углерод находится в 14-ой группе периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, располагается во 2-ом периоде, поэтому у него имеются 2 энергетических слоя,

и на внешнем уровне находится 4 валентных электрона. В соединениях углерод принимает чаще всего II или IV валентность [14,19].

Источники углерода в природной среде многочисленны и разнообразны. Содержание углерода в земной коре достаточно мало, но его соединения – основа всех форм жизни. Углерод существует в природе во многих формах, начиная с нахождения в виде чистого углерода, вплоть до высокомолекулярных органических соединений.

Биосфера содержит две трети общего углерода Земли в виде биомассы (живой и мертвой). Углерод, являясь важной частью структуры и биохимических процессов всех живых клеток.

В недрах земли находится ископаемый уголь, большие скопления нефти, представляющий сложную смесь различных углеродсодержащих соединений, преимущественно углеводов. В воздухе всегда имеется диоксид углерода. Наконец, растительные и животные организмы состоят из веществ, в образовании которых главное участие принимает углерод [9].

Основной источник углерода на поверхности Земли – углерод пород мантии, который в виде главным образом CO_2 дегазируется при выплавлении вещества мантии, вулканизме и образовании земной коры.

Для живых организмов основным источником углерода является атмосфера Земли, где углерод находится в виде углекислого газа CO_2 , в меньшей мере – входит в состав метана CH_4 в виде других газообразных соединений.

Также CO_2 присутствует в гидросфере, он растворен в воде, и его количество намного превышает атмосферное. Океан служит мощным буфером регуляции CO_2 в атмосфере [20].

Антропогенная составляющая в глобальном цикле CO_2 вызывает изменения резервуаров стока углекислого газа. Наибольшие изменения связаны с урбанизацией, деформациями структуры почвенно-растительных сообществ, загрязнением гидросферы [10].

Главными искусственными источниками CO_2 считаются выбросы предприятий, транспорт, превращение хозяйственных земель из лесов в пастбища и пахотные земли, интенсивное использование различных азотных удобрений в сельском хозяйстве, захоронение и сжигание отходов жизнедеятельности человека [16].

Одним из серьезных антропогенных источников воздействия на глобальный круговорот углерода являются лесные пожары, происходящие в 10–километровой зоне населенных пунктов [1,10].

В космосе углерод встречается в трех основных формах: в форме отдельных атомов, в форме ионов, а также в составе молекул, из которых самыми распространенными являются молекулы монооксида углерода CO .

Как показали наблюдения, органические вещества и их компоненты достаточно широко распространены в космосе, причем не только в нашей Галактике, но и далеко за ее пределами. Так, основная часть углерода в темных межзвездных облаках (по-видимому, не менее 50%) находится в твердой форме – в виде углеродсодержащих гранул достаточно большого размера ($\sim 0,1$ мкм). Другая часть углерода (до 30%) может представлять собой газообразные молекулы C и CO , а также, возможно, находится во льдах из CO и CO_2 . Основная часть оставшихся 20% углерода присутствует в виде молекул, содержащих углерод.

Углерод проявляет и окислительные, и восстановительные свойства, причем функции углерода, как окислителя, проявляются в гораздо меньшей степени, чем восстановительные.

При взаимодействии углерода с оксидами щелочных и щелочноземельных металлов восстановительный металл, соединяясь с углеродом, образует карбид. Углерод растворяется в концентрированных растворах кислот окислителей.

Своими физическими свойствами углерод является типичным неметаллом. При этом он образует множество аллотропных модификаций: наиболее популярными из них являются алмаз, графит, уголь и сажа.

Разные аллотропные модификации углерода имеют и разные физические свойства. Например, алмаз – типичное твердое тело, а жидкий углерод обладает совершенно другими физическими свойствами, в отличие от алмаза или графита [12].

В целом, биологические и геологические процессы играют важную роль в поддержании углеродного баланса на планете. Углеродный цикл делится на следующие этапы: поступление углерода в атмосферу, поглощение углекислого газа производителями, прохождение углеродных соединений в пищевой цепи, возврат углерода в атмосферу [11].

По мнению ряда авторов [2,7,18], большая часть атмосферного метана и других парниковых газов имеет биогенное бактериальное происхождение, поэтому его эмиссия в атмосферу полностью контролируется потоками с земной поверхности [17].

Роль почв в круговороте метана включает в себя сток парниковых газов из атмосферы, окисление метана метанокисляющими бактериями, которые обитают в основном в автоморфных образованиях [5,8].

Метод камер. Мониторинг эмиссий CO_2 , CH_4 и N_2O проводят, зачастую, с помощью известного метода камер (экспозиционных камер) [21,22]. Этот метод является наиболее распространенным методом количественной оценки прямых эмиссий парниковых газов из почв в полевых условиях и позволяет исследователям самостоятельно регулировать местоположение камер и время экспозиции.

В настоящее время изменение состава газовой смеси выполняют с помощью газового хроматографа (CO_2 , N_2O , CH_4), ИК-спектроскопии (CO_2 , CO , CH_4), хемилюминесценции (NO_x), Спектроскопия с понижением по кольцу резонатора (CO_2 , CO , CH_4 , N_2O , H_2S) или фотоакустического анализа (CO_2 , CO , CH_4 , NO и N_2O).

Метод космического зондирования. Отображение пространственного распределения и изменений типов растительного покрова, которые представляют собой источники или поглотители CO_2 и CH_4 , является альтернативой прямым оценкам концентраций парниковых газов по средствам дистанционного зондирования [23,24].

Метод моделирования эмиссии парниковых газов почвами. Поскольку измерения дают только точечные данные, моделирование эмиссии парниковых газов из почв позволяет производить расчеты на более глобальном уровне.

Микрометеорологический метод. Метод вихревых ковариаций использует вертикальные турбулентные перемещения газов для анализа тепло- и газообмена между поверхностью почвы и атмосферой [23].

Приведенные методы существенно различаются между собой по сути проведения измерения, между тем их совместное применение может способствовать получению более точных данных, сводя к минимуму недостатки каждого из методов [18].

Парниковый эффект – это защитное действие атмосферы в процессе лучистого теплообмена Земли с мировым пространством. Атмосфера хорошо пропускает к земной поверхности солнечную радиацию, а длинноволновое излучение с поверхности Земли сильно поглощается атмосферой, преимущественно ее водяным паром и углекислотой. Наряду с этим повышение в атмосфере концентраций некоторых малых газовых компонентов также ведет к потеплению климата. Эти газы слабо поглощают солнечное излучение, но заметно увеличивают непрозрачность атмосферы в тепловой области спектра, т.е. усиливают парниковый эффект. Нагретая

таким образом атмосфера посылает вниз встречное длинноволновое излучение, в значительной мере компенсирующее радиационную потерю тепла земной поверхностью [15].

Возможно, самый губительный из всех попадающих в атмосферу газов – двуокись углерода, не имеющая цвета и запаха. Она больше других влияет на изменение климата. Из всех ископаемых видов топлива каменный уголь выделяет наибольшее количество двуокиси углерода на единицу производимой энергии [4].

Изменение климата – чрезвычайная глобальная проблема, которая выходит за пределы национальных границ. Такая проблема требует принятия скоординированных решений и осуществления международного сотрудничества для того, чтобы помочь странам перейти к низкоуглеродной экономике.

В целях борьбы с изменением климата и его негативными последствиями 12 декабря 2015 года приняли Парижское соглашение. Это соглашение, вступившее в силу менее чем через год, направлено на существенное сокращение глобальных выбросов парниковых газов и ограничение повышения глобальной температуры в этом столетии до 2 градусов Цельсия при одновременном поиске средств для еще большего ограничения этого повышения до 1,5 градуса.

Соглашение предусматривает принятие всеми странами на себя обязательств по сокращению своих выбросов и осуществление совместной работы по адаптации к последствиям изменения климата, а также призывает страны укреплять свои обязательства с течением времени. Соглашение открывает для развитых стран путь в целях оказания помощи развивающимся странам в их усилиях по смягчению последствий изменения климата и адаптации к ним, одновременно создавая основу для транспарентного мониторинга и отчетности о достижении странами целей в области климата.

Парижское соглашение знаменует собой начало перехода к низкоуглеродному миру, на пути к которому предстоит еще многое сделать. Осуществление Соглашения имеет важное значение для достижения целей в области устойчивого развития, поскольку оно представляет собой «дорожную карту» действий, связанных с изменением климата, которые позволят сократить выбросы и повысить устойчивость к изменению климата [12].

На данный момент проблема изучения круговорота углерода в биосфере остается весьма актуальной. Требуется развитие и повсеместное использование методов по учету соединений углерода, что позволит более объективно определить влияние различных источников и процессов на климат Земли.

Библиографический список

1. Алексеев В.А., Бузмаков С.А., Панин М.С. Геохимия окружающей среды: учеб. пособие для вузов. Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2013. 359 с.
2. Бажин Н.М. Метан в атмосфере // Соревновательный образовательный журнал. 2000. Вып. 6(3). С.52–57.
3. Браун Д. Семь элементов, которые изменили мир. Литагент «Аттикус», 2014. 219 с.
4. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Трансформации геосистем в районах нефтедобычи // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2004. № 5(47). С. 124–131.
5. Вальков В.Ф. Почвоведение. М., Ростов-на-Дону. 2004. 494 с.
6. Виноградов А.П., Кропотова О.И., Устинов В.И. Возможные источники углерода природных алмазов по изотопным данным C1 2/C1 3. «Геохимия. 1965. № 6. С. 643–651.

7. Гарькуша Д.Н., Фёдоров Ю.А. Глобальная эмиссия метана геологическими источниками // Международный научно – исследовательский журнал. Выпуск: № 3 (81). С. 37–51.
8. Глаголев М.В., Сабреков А.Ф., Казанцев В.С. Физикохимия и биология торфа. Методы измерения газообмена на границе почва-атмосфера. Томск: Издво ТГПУ.2010.104 с.
9. Глинка Н.Л., Бабков А.В., Попков В.А. Общая химия: учебник для академического бакалавриата. 19-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2015. 900 с.
10. Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф. Моделирование глобального круговорота углерода. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 336 с.
11. Одум Ю. Экология: В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 328 с.
12. Парижское соглашение. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/russian_paris_agreement.pdf (дата обращения: 28.02.22).
13. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник.М.: Мысль, 1990. 637 [2] с.
14. Романенко А.В., Симонов П.А. Углеродные материалы и их физико-химические свойства. М.: Калвис, 2007. 111 с.
15. Тимофеев Н.А. Парниковый эффект атмосферы и его влияние на климат Земли (спутниковая информация) // Мор. гидрофиз. журн. 2006. №6. С. 13–28.
16. Федоров Б.Г. Экономико-экологические аспекты выбросов углекислого газа в атмосферу // Проблемы прогнозирования. 2004. № 5. С. 86–101.
17. Федоров Ю.А., Сухоруков В.В., Трубник Р.Г. Аналитический обзор: эмиссия и поглощение парниковых газов почвами. Экологические проблемы // Антропогенная трансформация природной среды. 2021. Т. 7. № 1. С. 6–34.
18. Федоров Ю.А., Тамбиева Н.С., Гарькуша Д.Н., Хорошевская В.О. Метан в водных экосистемах: 2-е изд., перераб. и доп. Ростов-н/Д. М.: ЗАО «Ростиздат».2005. 330 с.
19. Хейзен Р. Симфония № 6. Углерод и эволюция почти всего. Пер. с англ. М.: Альпина нон-фикшн, 2021. 402 с.
20. Чернова, Н.М., Былова А.М. Общая экология: учебник для студентов педагогических вузов. М.: Дрофа, 2004. 416 с.
21. Bartlett K.B., Crill P.M., Sass R.L., Harriss R.C., Dise N.B. Methane emissions from tundra environments in the Yukon-Kuskokwim Delta Alaska // Journal of Geophysical Research D. 1992. Vol. 97. № 15. P. 16645–16660.
22. Dalal R.C., Allen D.E. Greenhouse gas fluxes from natural ecosystems. Turner review // Australian. J. 2008. N 18. P. 369–407.
23. Kutzbach L., Schneider J., Sachs T., Giebels M., Nykänen H., Shurpali N.J., Martikainen P.J., Alm J., Wilmking M. CO2 flux determination by closed-chamber methods can be seriously biased by inappropriate application of linear regression // Biogeoscience. 2007. N 4. P. 1005–1025.
24. Rochette P. Towards a standard non-steady-state chamber methodology formeasuring soil N2O emissions //Anim. Feed Sci. Tech. 2011. P. 141–146.

Е.В. Плакхина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

E.V. Plakkhina

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: plakkhinaevg@gmail.com

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СООБЩЕСТВА ГЕРПЕТОБИОНТНЫХ ПАУКОВ НЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ УЧАСТКОВ ООПТ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ПГНИУ

Приведены результаты исследования сообщества пауков (видового состава и структуры населения) Ботанического сада ПГНИУ. Всего было отмечено 50 видов, относящихся к 11 семействам. Основу аранеофауны составляют представители трех семейств: Lycosidae (68,9 % видов), Linyphiidae (17,9 %) и Tomisidae (7,8 %). Наиболее обильны в исследованных стациях пауки-волки *Trochosa ruricola* (De Geer, 1778) и *Pardosa amentata* (Clerck, 1751), а также линифиды *Erigone dentipalpis* (Wider, 1834).

Ключевые термины: пауки; структура сообщества; видовое разнообразие.

GENERAL CHARACTERISTICS OF HERPETOBIONT SPIDER COMMUNITY ON UNCULTIVATED AREAS OF PSU'S BOTANICAL GARDEN

Research results of the spider community (species composition and structure of population) in the Botanical Garden of Perm State University are given. In total 50 species from 11 families were recorded. The basis of araneofauna was formed by Lycosidae (68,9 % species), Linyphiidae (17,9 %) and Tomisidae (7,8 %). The most abundant were wolf-spiders *Trochosa ruricola* (De Geer, 1778), *Pardosa amentata* (Clerck, 1751), and linyphiid spider *Erigone dentipalpis* (Wider, 1834) in the studied localities.

Keywords: spiders; community structure; species diversity.

Введение

Пауки (Aranei) являются одной из наиболее многочисленных групп хищных напочвенных беспозвоночных практически во всех экосистемах умеренной зоны.

Наиболее изученными в фаунистическом и экологическом отношении ООПТ традиционно являются заповедники, заказники или национальные парки. Но в последние годы все увеличивается интерес арахнологов к инвентаризации фауны пауков ботанических садов России и ближнего зарубежья: Сибирского ботанического сада ТГУ [4], Адыгейского государственного университета [2], Амурского ботанического сада [3], ботанического сада НАН Беларуси [1] и др.

Ботанический сад ПГНИУ – ООПТ регионального значения [5]. Это уникальная площадка, на которой происходит смешение естественной, урбанизированной, синантропной и интродуцированной фауны беспозвоночных животных. Детальное изучение фауны почвенных беспозвоночных животных на его территории ранее не проводилось и началось в 2012 году. Целью настоящей работы было изучение фауны и характерных черт сообществ пауков Ботанического сада ПГНИУ.

Материал и методы

Исследования проводились на территории Ботанического сада ПГНИУ с 13 апреля по 20 ноября 2012 года. Материал собирался при помощи почвенных ловушек Барбера: одноразовые пластиковые стаканы, заполненные на треть 4% раствором формалина. Диаметр пластиковых стаканов составлял 7 см, высота – 8,5 см, объем – 150 мл. Располагались ловушки на расстоянии 2 метров друг от друга и экспонировались по 10 дней. Учеты проводились на двух участках: с естественным травостоем и с рудеральной растительностью. Ключевым отличием участка с рудеральной растительностью является прохождение по его территории действующей магистрали системы теплоснабжения ПГНИУ, которая обеспечивала более раннее таяние снега, лучшую прогреваемость поверхности почвы в весенний период, обильный травостой летом и в начале осени. Второй участок находился в отдалении от теплотрассы, под рядом крупных берез, в хорошо освещаемом месте. На протяжении всего сезона травянистый ярус на этом участке был невысокий и неплотный.

Определение пауков производилось на кафедре зоологии беспозвоночных и водной экологии ПГНИУ согласно сайту Spiders of Europe [6].

Состав населения. За весь период исследований при помощи ловушек было собрано 998 экземпляров пауков. В результате определения на территории Ботанического сада было выявлено 50 видов из 11 семейств. На участке с естественным травостоем – 32 вида из 6 семейств, на участке с рудеральной растительностью 42 вида из 11 семейств. Данные о видовом составе комплекса представлены в таблице 1.

Таблица 1

Видовой состав сообщества и численность пауков на участках Ботанического сада ПГНИУ

Семейство/вид	Участок с естественным травостоем	Участок с рудеральной растительностью
Agelenidae		
<i>Tegenaria domestica</i> (Clerck, 1757)	1	1
Clubionidae		
<i>Clubiona</i> sp.	-	2
Gnaphosidae		
<i>Haplodrassus signifier</i> (C. L. Koch, 1839)	1	1
<i>Drassyllus pusillus</i> (C. L. Koch, 1833)	2	5
<i>Micaria formicaria</i> (Sundevall, 1831)	1	-
<i>Micaria pulicaria</i> (Sundevall, 1831)	-	3
<i>Zelotes clivicola</i> (L. Koch, 1870)	7	-
Linyphiidae		
<i>Agyneta affinis</i> (Kulczyński, 1898)	17	13
<i>Agyneta rurestris</i> (C. L. Koch, 1836)	3	2
<i>Bathyphantes gracilis</i> (Balckwall, 1841)	-	15
<i>Diplocephalus cristatus</i> (Balckwall, 1833)	-	4
<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)	-	2
<i>Dicymbium nigrum</i> (Balckwall, 1834)	1	2
<i>Erigone atra</i> (Balckwall, 1833)	-	2
<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	2	89
<i>Megalepthyphantes pseudocollinus</i> (Saaristo, 1997)	1	-
<i>Nerienne clathrata</i> (Sundevall, 1830)	1	1
<i>Oedothorax apicatus</i> (Balckwall, 1850)	-	1

Окончание таблицы 1

<i>Porrhoma pallidum</i> (Jockson, 1913)	-	1
<i>Tapinocyba biscissa</i> (O. Pickard-Cambridge, 1873)	1	-
<i>Troxochrus scabriculus</i> (Westring, 1851)	6	15
Lycosidae		
<i>Alopecosa pulverulenta</i> (Clerck, 1757)	2	1
<i>Pardosa agrestis</i> (Westring, 1861)	4	14
<i>Pardosa amentata</i> (Clerck, 1751)	7	65
<i>Pardosa fulvipes</i> (Collett, 1876)	-	24
<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)	35	18
<i>Pardosa paludicola</i> (Clerck, 1757)	11	8
<i>Pardosa palustris</i> (Linnaeus, 1758)	4	9
<i>Pardosa plumipes</i> (Thorell, 1875)	-	3
<i>Pardosa</i> sp. неполовозрелые	22	56
<i>Pirata piraticus</i> (Clerck, 1757)	-	1
<i>Pirata hygrophilus</i> (Thorell, 1872)	-	1
<i>Trochosa ruricola</i> (De Geer, 1778)	143	228
<i>Xerolycosa miniata</i> (C. L. Koch, 1834)	8	24
Philodromidae		
<i>Thanatus</i> sp. неполовозрелые	-	1
Phrurolithidae		
<i>Phrurolithus festivus</i> (C. L. Koch, 1835)	-	2
Salticidae		
<i>Euophrys frontalis</i> (Walckenaer, 1802)	3	-
<i>Evarcha arcuata</i> (Clerck, 1757)	-	1
Tetragnathidae		
<i>Pachygnatha degeeri</i> (Sandevall, 1830)	2	8
<i>Pachygnatha listeri</i> (Sandevall, 1830)	-	1
Theridiidae		
<i>Enaplognatha ovata</i> (Clerck, 1757)	1	-
<i>Episinus truncatus</i> (Latreille, 1809)	1	1
<i>Euryopsis flavomaculata</i> (C. L. Koch, 1836)	1	3
<i>Neottiura bimaculata</i> (Linnaeus, 1767)	2	-
<i>Robertus neglectus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1871)	1	-
<i>Steatoda grossa</i> (C. L. Koch, 1838)	-	1
Thomisidae		
<i>Ozyptila praticola</i> (C. L. Koch, 1837)	26	31
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1757)	-	1
<i>Xysticus kochi</i> (Thorell, 1875)	2	10
<i>Xysticus</i> sp. неполовозрелые	4	4
Всего экземпляров за сезон:	323	675

Как видно из таблицы 1, на участке с рудеральной растительностью численность отловленных пауков почти в два раза выше. Видовое разнообразие также оказалось выше на этом участке.

В таблице 2 представлены данные о соотношении численности семейств и видовом разнообразии на исследованных участках Ботанического сада ПГНИУ.

На обоих участках пауки-волки (сем. *Lycosidae*) составляют основу сообщества герпетобийных пауков, больше половины всех отловленных особей являлись представителями этого семейства. На участке с рудеральной растительностью пауки-балдахники (сем.

Linyphiidae) занимают второе по численности место, а пауки-бокоходы (сем. *Thomisidae*) – третье, в то время как на участке с естественным травостоем оба, указанных выше семейства, представлены приблизительно в одинаковом соотношении.

Наиболее богатым в отношении видового разнообразия на участке с естественным травостоем стало семейства *Lycosidae* (9 видов) и *Linyphiidae* (8 видов), третье и четвертое место занимают семейства *Theridiidae* и *Gnaphosidae*, соответственно.

На участке с рудеральной растительностью семейства *Linyphiidae* (13 видов) и *Lycosidae* (12 видов) также занимают ведущую позицию, третье место по числу видов занимает семейство *Thomisidae*.

На статус эудоминанта аранеокомплекса Ботанического сада могут претендовать три вида. На обоих участках самым многочисленным видом был паук-волк *Trochosa ruricola* (De Geer, 1778). На участке с рудеральной растительностью доминантный комплекс более сложный, и к обильным видам могут быть также отнесены *Erigone dentipalpis* (Wider, 1834) и *Pardosa amentata* (Clerck, 1751).

Таблица 2

**Численность и видовое разнообразие семейств пауков
на исследованных участках Ботанического сада ПГНИУ**

Семейство	Участок с естественным травостоем			Участок с рудеральной растительностью		
	Численность	%	Количество видов	Численность	%	Количество видов
Agelenidae	1	0,31	1	1	0,15	1
Clubionidae	0	0,00	0	2	0,30	1
Gnaphosidae	11	3,41	4	9	1,33	3
Linyphiidae	32	9,91	8	147	21,78	12
Lycosidae	236	73,07	9	452	66,96	13
Philodromidae	0	0,00	0	1	0,15	1
Phrurolithidae	0	0,00	0	2	0,30	1
Salticidae	3	0,93	1	1	0,15	1
Tetragnathidae	2	0,62	1	9	1,33	2
Theridiidae	6	1,86	5	5	0,74	3
Thomisidae	32	9,91	3	46	6,81	4
Всего	323		32	675		42

Заключение

В результате проведенных исследований отмечено, что на различных участках Ботанического сада ПГНИУ под влиянием разнообразных экологических условий формируются разнородные сообщества герпетобионтных беспозвоночных, в том числе и пауков. В целом аранеокомплекс Ботанического сада характеризуется значительным видовым богатством – 50 видов из 11 семейств. Основу аранеофауны на исследованных участках составляют представители семейств *Lycosidae*, *Linyphiidae*, *Thomisidae*.

К различиям в таксономической структуре сообществ, а также изменениям в численности предположительно приводят экологические особенности исследованных участков, которые существенно отличались друг от друга характером травостоя, структурой и влажностью почвы, а также различной степенью антропогенной нагрузки. В условиях естественного местообитания численность особей оказалась ниже, чем в биотопе с рудеральной растительностью, который характеризуется достаточно хорошей прогреваемостью (за счет теплотрассы)

и плотным травянистым ярусом, что, скорее всего, создает благоприятные условия для размножения и развития почвенной фауны.

Библиографический список

1. Ланаева Н.В. Фауна пауков (Arachnida: Aranei) ельника лещиново-кисличного (Piceetumcoryloso-oxalidosum) в ботаническом саду НАН Беларуси // Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах: Матеріали III Міжнародної наукової конференції. 2005. С. 197–198.

2. Пономарев А.В., Шаповалов М.И., Лантева Л.О. Материалы к изучению фауны пауков (Arachnida: Aranei) ботанического сада Адыгейского государственного университета //– Биоразнообразие. Биоконсервация. Биомониторинг: сборник материалов II международной научно-практической конференции. 2015. С. 67–70.

3. Рогатных Д.Ю., Аустова Е.В., Безбородов В.Г. Экологическое значение насекомых (Insecta) и паукообразных (Arachnida) опылителей кустарников рода Spirea L. (сем. Rosaceae Juss.) на территории Амурского филиала ботанического сада-института // Вестник КРАСГАУ. 2011. №10(61). С. 102–106.

4. Смокотин Д. И. Структура населения и динамика численности пауков учебного участка Сибирского ботанического сада Томского государственного университета // Молодой ученый. 2016. № 12 (116). С. 466–471.

5. Экологическая концепция Учебного ботанического сада в рамках научно-инновационного комплекса ПГНИУ // Пермский государственный национальный исследовательский университет: подразделения. URL: <http://www.psu.ru/podrazdeleniya/podrazdeleniya-obespecheniya/botanicheskij-sad/ekologicheskaya-kontsepsiya-uchebnogo-botanicheskogo-sada-v-ramkakh-nauchno-innovatsionnogo-kompleksa-pgniu> (дата обращения: 9.03.22).

6. Nentwig W., Blick T., Bosmans R., Gloor D., Hänggi A., Kropf C. Spiders of Europe. Version 9.2021 // Online version. URL: <https://www.araneae.nmbe.ch> (дата обращения: 9.03.22).

И.С. Садовников-Стенно

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

I.S. Sadovnikov-Stenno

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАКАЗНИКА «ПРЕДУРАЛЬЕ»

В статье рассмотрены виды оценок степени антропогенной трансформации природных комплексов. Сформулированы критерии отнесения лесных экосистем к конкретной фазе трансформации с целью определить процентное соотношение фаз трансформации в ландшафтном заказнике «Предуралье».

Ключевые термины: антропогенная трансформация; экологическая оценка; степень деградации.

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF GROUND ECOSYSTEMS OF THE PRE-DURALIE RESERVE

The article considers the types of assessments of the degree of anthropogenic transformation of natural complexes. Criteria for classifying forest ecosystems to a specific transformation phase are formulated in order to determine the percentage of transformation phases in the Cis-Urals landscape reserve.

Keywords: anthropogenic transformation; environmental assessment; degree of degradation.

Введение. Природная среда, окружающая человека, рассматривается как комплекс факторов естественного или природно-антропогенного происхождения. Могут выделять абиотические, биотические и антропогенные; или физические, химические и биологические; или энергетическое состояние среды, химический и динамический характер атмосферы и гидросферы; состав биологической части экологических систем; ландшафтов и их сочетаний.

Квазиприродная среда – это трансформации природной среды, искусственно преобразованные людьми и характерно отсутствия самоподдержания: пахотные и иные преобразованные человеком угодья; культурные ландшафты; грунтовые дороги; внешнее пространство населенных мест; зеленые насаждения. Все эти образования имеют природное происхождение, представляют собой измененную природную среду и не являются исключительно искусственными, не существующими в природе. Расширение территорий «второй природы требует все больших усилий по ее поддержанию [5].

Антропогенная трансформация природной среды – процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием производственной и любой другой деятельности людей. Преобразование экосистем вызывается совокупностью экологических и биогеохимических процессов, связанных с различной деятельностью людей, направленной на перемещение, извлечение из окружающей среды, концентрирование и перегруппировку минеральных и органических соединений, сопровождается изменением природных компонентов, приводит к нарушению метаболизма, функционирования и структуры исходных экосистем, вплоть до перехода их в результате смен состояний (фаз) из ряда биогенных в абиогенные [1].

Антропогенные факторы изменяют состояние биотопа и биотических компонентов в результате формируются упрощенные автотрофные, гетеротрофные и сапротрофные экосистемы [2].

В практическом отношении актуальны на основе теории антропогенной трансформации разработка методов оценки и прогнозирования состояния природы, создание и использование технологий экологического восстановления для среды обитания человека. Современная оптимизация окружающей среды должна основываться на целенаправленном формировании управляемых природно-антропогенных экосистем с регулируемыми параметрами и более высокой устойчивостью по отношению к комплексу вредных воздействий [1].

Материал и методы. Объектом оценки антропогенной трансформации наших исследований выступил ландшафтный заказник «Предуралье». Он находится в Пермском крае в долине р. Сытва на участке между окрестностями с. Усть-Кишерть и с. Филипповка. Площадь заказника «Предуралье» равняется 2279 га, из которых 140 га занимает р. Сытва [3].

В заказнике расположена учебно-научная база Пермского национального исследовательского университета, деятельность, которой оказывает антропогенное воздействие на природные компоненты территории.

Основными методами, которыми пользуются для определения степени антропогенной трансформации природной территории, выступают картографический, исторический, сравнительно-географический, метод полевых наблюдений и географического районирования. Особого внимания заслуживают геоинформационный метод и метод дистанционных наблюдений.

Однако даже при таком арсенале методов единой методики расчёта и оценки степени антропогенной преобразованности природных комплексов пока не существует. Во многом это можно объяснить сложностью объектов исследования, которым присущ эмерджентный характер, часто противоречащий покомпонентной и даже поэлементной оценке трансформированных геосистем. Свой вклад вносят особенности генезиса и функционирования естественных природных комплексов, которые усложняют механизмы антропогенных изменений.

На основе анализа ряда работ, посвящённых вопросам оценки антропогенной трансформации экосистем [4, 6, 8, 9, 10, 13, 14] мы использовали работу «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения», авторов С.А. Бузмакова, С.А. Овеснова, А.И. Шепеля, А.А. Зайцева [4]. Она основана на современных теоретических представлениях об оценке природной среды, а также учитывает положения нормативных и методических документов.

Экологическая оценка в системе мониторинга ООПТ представляет собой определение состояния природной среды или степени воздействия на нее каких-либо антропогенных факторов. Оценка изменений состояния природной среды и направлений этих изменений позволяет говорить о неблагоприятном положении территорий, помогает определить действия, направленные на восстановление или нормализацию экосистем на территории ООПТ.

Основной показатель методики – оценка степени деградации. В разработанной шкале степень деградации экосистем и их компонентов на ООПТ предлагается характеризовать шестью ступенями:

- 0 – недеградированные. Фоновое, естественное состояние, воздействия отсутствуют;
- 1 – очень слабodeградированные. Изменения экосистем и воздействия незначительные;
- 2 – слабodeградированные. Экосистемы явно изменены и подвергались воздействиям;
- 3 – среднедеградированные. Экосистемы явно подвергались существенным изменениям и воздействиям;
- 4 – сильнодеградированные. Экосистемы радикально изменены;
- 5 – очень сильнодеградированные. Экосистемы существенно нарушены. Естественное восстановление крайне затруднено. Данная методика в качестве основных критериев оценки состояния экосистемы предполагает 5 фаз трансформации (деградации) экосистем [4].

Так как основными природными комплексами заказника «Предуралье» являются лесные сообщества (из общей площади земель лесного фонда лесные земли составляют 87,2 %) [12] мы их использовали, в целом, как индикатор деградации ландшафтов. Для определения фазы трансформации лесных экосистем использовались таксационные данные [11].

Территория заказника «Предуралье» по лесорастительному районированию относится к зоне хвойно – широколиственных лесов, к району хвойно – широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ [3]. Из коренных сообществ в заказнике «Предуралье» произрастают: темнохвойные леса, светлохвойные леса, хвойно-широколиственные леса (елово-липовые леса) и ивово-ольховые насаждения [7].

На основании этого нами была разработана методика определения фазы трансформации отдельного лесного массива.

1) К коренным сообществам относятся насаждения либо темнохвойного, либо светлохвойного, либо хвойно-широколиственные леса (елово-липовые леса) возраста 80-120 лет и выше, при отсутствии мелколиственных пород, а также ненарушенные ивово-ольховые насаждения.

2) Квазикоренное сообщество имеет в составе древостоя мелколиственные деревья (береза, осина), равные или моложе основообразующих пород, возраста выше 80 лет. Такой лесной массив мог подвергаться лесным пожарам и вырубке.

3) Смешанный лес содержит в составе древостоя более 20% мелколиственных пород, в возрасте менее 70 лет.

4) Мелколиственный лес содержит от 60% и более мелколиственных пород, в возрасте менее 70 лет.

5) Все луга в заказнике «Предуралье» рукотворные. Они в прошлом использовались под сенокосы и пастбища. В настоящее время интенсивно зарастают.

6) Пустырь, пионерные группировки растительности, это территории, где присутствуют прогалины, одиночные деревья, антропогенные объекты.

При определении, фазы трансформации того или иного лесного массива, мы ориентировались на 3 параметра: состав древостоя, возраст и тип леса на выделе.

Результаты исследований. После анализа таксационных данных, были определены следующие площади природных комплексов, согласно заданным фазам деградации экосистем (Таблица). Коренные сообщества составляют – 527,6 га (23,2%); квазикоренные сообщества – 542,6 га (23,8%); смешанные леса составляют – 762,2 га (33,4%); мелколиственные леса – 41,1 га (1,8%); луговые сообщества, лугоподобные сообщества – 70,3 га (3,1 %); пустыри, и пионерные группировки растительности – 195,2 га (8,6%) (Рисунок).

Таблица

Основные критерии определения степени деградации экосистем [4]

Критерий	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5

Фаза транс- формации (деградации) для лесных экоси- стем	Коренное (зонально) сообщес- тво	Квазикорен- ное сообще- ство	Смешан- ный лес	Мелколиствен- ный лес	Луг, лугопо- добные сообщества	Пустырь, пионерные группировки растительно- сти
---	---	------------------------------------	--------------------	-----------------------------	--------------------------------------	---

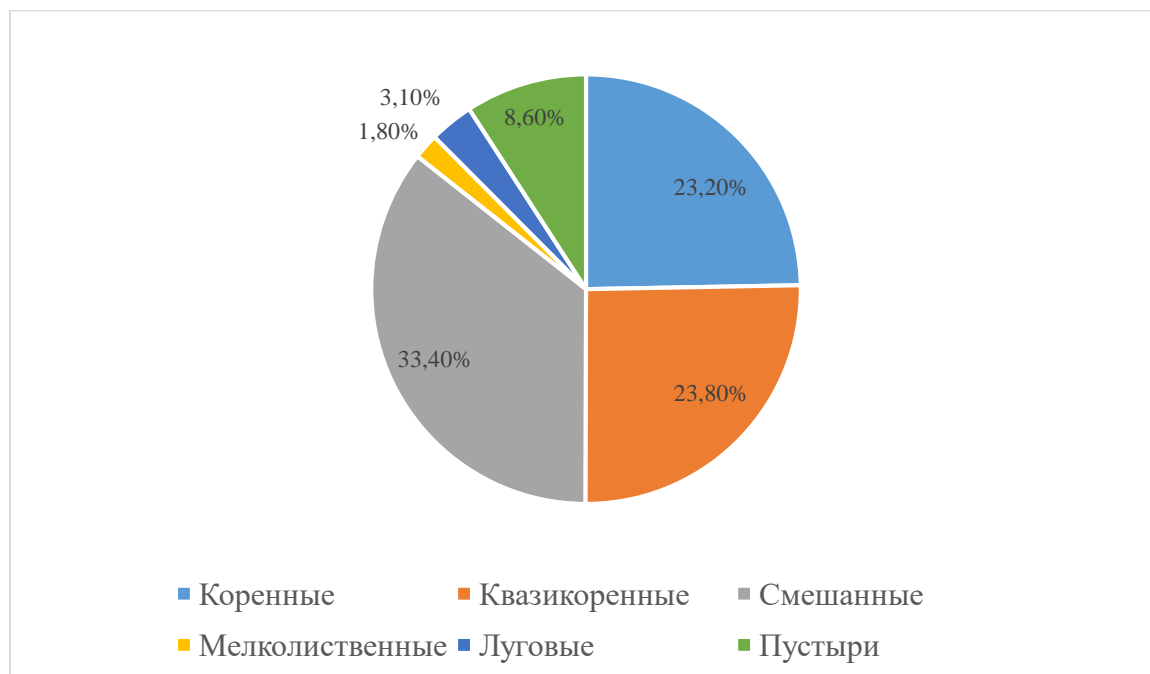


Рис. Соотношение фаз трансформации лесных экосистем в заказнике «Предуралье»

Из этого следует, что на территории заказника «Предуралье» преобладают смешанные леса, которые соответствуют степени деградации – 2. При этом коренные и квазикоренные сообщества в сумме составляют – 1070,2 (47%), что соответствует степени деградации – 0 (не-деградированными – фоновое, естественное состояние, воздействия отсутствуют) и 1 (слабо-деградированными – изменения экосистем и воздействия незначительные). Таким образом можно сделать вывод, что почти половина территории заказника составляют естественные коренные и квазикоренные сообщества, что указывает на незначительную антропогенную трансформацию природных комплексов заказника «Предуралье».

Библиографический список

1. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. Экология и природопользование, Пермь, 2012. № 4. С. 1-3.
2. Бузмаков С.А. Концепция антропогенной трансформации экосистем для решения задач по восстановлению и сохранению природной среды//Материалы международной конференции. Антропогенная трансформация природной среды, Пермь, 2010. С. 12–19.
3. Бузмаков С.А. Охрана природы и заповедное дело. Природа и биота заказника «Предуралье» [Электронный ресурс]: учебное пособие; Пермский государственный национальный исследовательский университет. Пермь, 2020. 502 с.

4. Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения»//Географический вестник. Экология и природопользование. Пермь, 2011. № 2(17). С. 49–59.
5. Бузмаков С.А. Теоретические основы и методы изучения антропогенной трансформации природной среды. Пермь, 2016. С. 10–19.
6. Виноградов, Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 320 с.
7. Воронов Г.А. География мелких млекопитающих южной тайги Приуралья, Средней Сибири и дальнего Востока. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1993. 221 с.
8. Герасимов, И. П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды / И. П. Герасимов // Известия АН СССР. Сер. Геогр. 1975. № 3. С.13–25.
9. Занозин В. В., Бармин А. Н. Валов М. В. Исследования степени антропогенной преобразованности природных территориальных комплексов//Geologiya, Geografiya i Globalnaya Energiya. Астрахань, 2019. С. 168–183.
10. Кочуров, Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. Москва Смоленск: Маджента, 2003. 384 с.
11. Проект организации и ведения лесного хозяйства учебно-научной базы «Предуралье» Пермского государственного университета. Том 1. Пермь 2016.
12. Стенно С. П., Титма О. А., Соколов Р. А., Санников П. Ю., Садовников-Стенно И. С. Лес как экосистема и природный ресурс. // Охрана природы и заповедное дело. Природа и биота заказника «Предуралье» [Электронный ресурс]: учебное пособие / отв. ред. С. А. Бузмаков; Пермский государственный национальный исследовательский университет. Пермь, 2020. 71 стр.
13. Тимашев, И. Е. Ландшафтный прогнозный анализ при разработке региональных водохозяйственных систем (методологический подход) // Рациональное использование водных ресурсов. 1988. Вып. 12. 224 с.
14. Шищенко, П. Г., Романчук С.П., Щур Ю.В. Освоение и преобразованность ландшафтов среднего Приднепровья / П. Г. Шищенко, // Антропогенные ландшафты: структура, методы и прикладные аспекты изучения. Воронеж: ВГУ, 1988. С. 42–47.

И.А. Самофалова

Пермский государственный
аграрно-технологический университет
614068, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23

samofalovairaida@mail.ru

I.A. Samofalova

Perm State Agro-Technological University
614068, Perm, st. Petropavlovskaya, 23

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ГОРНОГО МАССИВА ЧУВАЛЬСКИЙ КАМЕНЬ В ГРАНИЦАХ ЗАПОВЕДНИКА «ВИШЕРСКИЙ» (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Горные почвы уникальны и мало изучены, сведения о них недостаточны. В сообщении рассматривается почвенное разнообразие на Северном Урале на примере хребта Чувальский камень в границах заповедника «Вишерский». На Северном Урале в вертикальной поясности различают горно-лесной, субальпийский и горно-тундровый пояса. На основании морфогенетической характеристики почв выделены следующие отделы по классификации: структурно-метаморфический (выделение горизонта VM), альфегумусовый (выделяется специфический хемогенный альфегумусовый горизонт BHF) и железисто-метаморфический (залегают горизонт BFM ржаво-бурых тонов). Выявлены морфолого-генетические особенности почв: щебнистость, отчетливая дифференциация на горизонты, наличие оглеения, ожелезнения, оподзоливания. Формирование почвенного профиля зависит от степени отсортированности и содержания коллоидов в глинистых частицах. Определены особенности физико-химических свойств почв.

Ключевые термины: почвенный покров; высотные пояса; подбуры, ржавозёмы, буроземы.

SOIL COVER OF THE MOUNTAIN CHUVAL STONE IN THE BORDERS OF THE VISHERSKY RESERVE (NORTH URAL)

Mountain soils are unique and little studied, information about them is insufficient. The report considers soil diversity in the Northern Urals on the example of the Chuvalsky stone ridge within the boundaries of the "Vishersky" reserve. In the Northern Urals, in the vertical zone, mountain-forest, subalpine and mountain-tundra zones are distinguished. Based on the morphogenetic characteristics of the soils, the following classification divisions were distinguished: structural-metamorphic (identification of the VM horizon), alpha-humus (a specific chemogenic alpha-humus horizon BHF is distinguished), and ferruginous-metamorphic (the BFM horizon of rusty-brown tones occurs). The morphological and genetic features of the soils were revealed: rubble, distinct differentiation into horizons, the presence of gleying, ferruginization, and podzolization. The formation of the soil profile depends on the degree of sorting and the content of colloids in clay particles. The features of physical and chemical properties of soils are determined.

Key terms: soil cover; high-altitude zones; podburs, rzhavozems, burozems

Горные почвы уникальны и мало изучены, сведения о них недостаточны. Первое научное заключение было дано Р.В. Ризположенским [11] на основании морфологических данных и опроса населения. К.П. Богатырев [4] описывал вертикальную зональность распределения почвенных типов Урала. Е.Н. Иванова [9] в своей статье привела некоторые выводы из работ Уральской комплексной экспедиции Академии Наук СССР. Л.К. Главатских [4] в основном изучала почвы горно-таежного пояса, залегающих на высоте 500-600 м н.у.м. В.П. Фирсова выявила отличительные особенности почвообразования в горах от прилегающих к ним равнинных территорий [19].

В большей мере обследовался восточный склон Уральских гор со стороны Свердловской области, исследования в основном относятся к первой половине прошлого века [3, 4, 16, 19]. В настоящее время по почвам Северного Урала, из-за труднодоступности и удаленности территории, содержится небольшой объем информации [12-14, 17, 20-22].

Цель исследования – изучить особенности почв горных ландшафтов на Северном Урале. Исследования проводили в границах заповедника «Вишерский».

Территория заповедника находится на севере Пермского края в верховьях реки Вишеры. Заповедник протянулся на тридцать с лишним километров с запада на восток и почти на сто километров с юга на север. Это 241 тысяча га, или 2,41 тыс. км² [7]. Западные склоны Уральского и параллельно ему расположенных хребтов сложены метаморфизованными отложениями верхнего протерозоя, в основном сланцами [18] – продукты выветривания слагающих горных пород (элювий и элюво-делювий) [4]. Продукты выветривания в каждом поясе находятся на различной стадии своего изменения. В нижней части субальпийского пояса они находятся в наиболее измененном виде [6].

На Северном Урале в вертикальной поясности различают горно-лесной, субальпийский и горно-тундровый пояса [2, 6]. Горно-лесной пояс начинается от подножия гор до высоты 500-600 м н.у.м. и представляет собой пихтово-еловую тайгу с примесью кедра, лиственницы и березы. Ближе к верхней границе таежного пояса зеленомошная тайга с пихтово-еловым древостоем постепенно редет и увеличивается примесь березы, преобладают крупные папоротники. Выше, тайга редет и начинается редколесье и криволесье, которое является верхней границей леса в горах и составной частью субальпийского пояса. Криволесье делят по типу древостоя на хвойное, смешанное и березовое криволесье [2]. Субальпийские луга располагаются на пологих склонах. С подъемом в горы в лугах беднеет высокотравье, начинают встречаться низкорослые можжевельники, травостой становится беднее по видовому разнообразию. Начинается горно-тундровый пояс (примерно с 800 м н.у.м.). Горно-тундровые луга располагаются на горном плато, высоких террасах, седловинах гор.

Объектами исследования являются почвы, западного склона хребта Чувальский камень на территории ГПЗ «Вишерский». Заложено 9 почвенных разрезов с высоты 868 м (горно-тундровый пояс) до 248 м (горно-лесной пояс) (таблица, рисунок). Привязка мест закладки разрезов выполнена с помощью GPS-навигатора. Классификационное положение почв определяли по Полевому определителю почв России [10].

Почвенные образцы проанализированы в лаборатории на кафедре почвоведения Пермского ГАТУ в 2017-2019 гг. Для исследования свойств горных почв были использованы проведены определения: цвета почвы по стандартной цветовой шкале Андроновой М.И. [1]; скелетности почв; реакции среды почвы pH_{H_2O} и pH_{KCl} – потенциометрическим методом; гидролитической кислотности методом Каппена; обменной кислотности и алюминия по методу А.В. Соколова; суммы обменных оснований методом Каппена-Гильковица; обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} по методу вытеснения уксуснокислым аммонием с определением на приборе Спектр 5-3. Статистическая обработка проведена в программе «Анализ данных» в Microsoft Excel и программе STATISTICA 6,0. Уровень значимости оценки результатов статистической обработки достоверен при $P=0,95$.

Схема заложения разрезов

№ p-a	Координаты	alt м.*	К.с.*	Пояс	Рельеф	Растительность
17	N 60°59,39' E 58°56,71'	868	0°	тундровый	Выровненный участок	Лишайниково-кустарничковая
16	N 60°59,39' E 58°56,71'	810	0°	тундровый	Выровненный участок	Можжевельниковая пустошь щучково-зеленомошная
15	N 60°59,49' E 58°57,40'	804	45°	тундровый	Склон	Альпийский луг
14	N 60°59,23' E 58°56,30'	677	35°	криволесья	Склон	Криволесье щучково-кустарничковое
13	N 60°59,10' E 58°55,50'	523	25°	криволесья	Склон	Елово-рябиновое крупно-папоротниковое редколесье
12	N 60°58,96' E 58°54,56'	468	0°	криволесья	Выровненный участок	Ельник пихтарный крупно-папоротниково-зеленомошный
11	N 60°57,97' E 58°52,23'	252	0°	таежный	Выровненный участок	Ельник хвощево-папоротниково-зеленомошный
10	N 60°56,02' E 58°52,14'	248	0°	таежный	выровненный участок	Ельнике папоротниково-зеленомошный
9	N 60°55,88' E 58°52,14'	252	0°	таежный	выровненный участок	Ельник мелко-папоротниково-зеленомошный

*alt м. – высота в м над уровнем моря, крутизна склона.

Исследуемые горные почвы относятся к стволу постлитогенного почвообразования. Почвенный покров, подчиняясь закону высотной зональности, представлен тремя отделами почв. На основании морфогенетической характеристики почв выделены следующие отделы: структурно-метаморфический (выделение горизонта ВМ), альфегумусовый (выделяется специфический хемотропный альфегумусовый горизонт ВНФ) и железисто-метаморфический (залегают горизонт ВФМ ржаво-бурых тонов).

Почвенный покров в пределах геоморфологического профиля (рис.) представлен большей частью альфегумусовыми почвами. В тундровом поясе почвенный покров представлен подбурями (альфегумусовые), а в понижении под луговой растительностью диагностированы буроземы. В криволесье под разными растительными ассоциациями формируются почвы различного генезиса (альфегумусовые): подбур охристый → дерново-подзол охристый → дерново-подбур элювиированный. В горной тайге диагностированы ржавозем глееватый (железисто-метаморфические), бурозем (структурно-метаморфические) на погребенной дерново-подзолистой почве, дерново-подзол охристый (альфегумусовые). Профили почв характеризуются глубококоразвитым профилем (более 80 см).

Выявлены морфолого-генетические особенности почв: щебнистость, отчетливая дифференциация на горизонты, наличие оглеения, ожелезнения, оподзоливания. Выделенные морфологические особенности диагностируют следующие элементарные почвообразовательные процессы в почвах на Северном Урале: альфегумусовый, подзолистый, иллювиальный, глеевый, дерновый, метаморфизации, элювиальный.

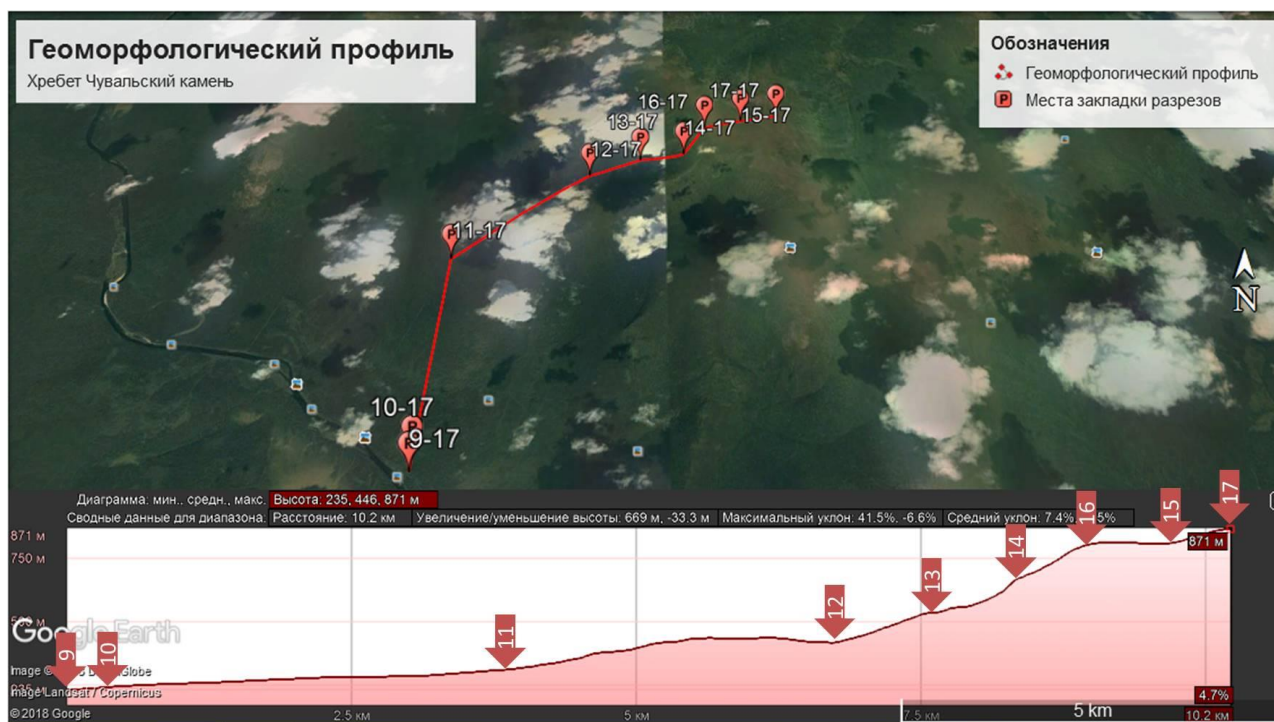


Рисунок. Геоморфологический профиль хр. Чувальский Камень

Гранулометрический состав почв в горной тайге более тяжелый, отличается накоплением физической глины по профилю и меняется от суглинка среднего до глины легкой. Почвы в подгольцовом поясе криволеся имеют более легкий гранулометрический состав, в отличие от тайги, и относятся к среднесуглинистой разновидности. Почвы в горно-тундровом поясе характеризуются более легким гранулометрическим составом, так как здесь в большей степени происходят процессы выветривания. Разновидность почв изменяется в зависимости от высоты местности от легкосуглинистой до супесчаной. При анализе гранулометрических показателей установлено, что формирование почвенного профиля зависит от степени отсортированности и содержания коллоидов в глинистых частицах.

Физико-химические свойства почв имеют некоторые особенности. Так, содержание гумуса является низким и варьирует в пределах 0,61-3,71 %. Установлена зависимость изменения содержания гумуса с изменением высоты местности ($r=0,77$). Наиболее сильная связь отмечается в почвах криволеся подгольцового пояса ($r=0,99$). В почвах горной тайги данная взаимосвязь является обратной ($r=-0,58$). Кроме того, стоит отметить, что подбуры имеют более растянутый гумусовый профиль за счет иллювиирования гумусовых веществ, в срединной и нижней части профиля.

Реакция среды характеризуется кислой и очень кислой, значения показателя варьируют от 3,07 до 4,71 единиц, максимально кислая в верхних горизонтах. В различных высотных ландшафтах связь между значением pH_{KCl} и высотой местности различна. Так, в тундровых ландшафтах, а также в горной тайге, данная взаимосвязь является сильной (0,74 и 0,81 соответственно). В почвах криволеся, данная зависимость практически отсутствует.

Гидролитическая кислотность является высокой, и особенно в верхних горизонтах – более 20 ммоль/100 г почвы. Подбуры характеризуются большими значениями (до 46 ммоль/100 г почвы). Это объясняется тем, что почвы тундровой зоны состоят из одного-двух торфянистых или одного органоминерального горизонта и поэтому, высокая гидролитическая кислотность отмечается во всем профиле почв. В почвах подгольцового пояса отмечается плавное

падение Нг с глубиной, которое можно объяснить свежестью пород, содержащих еще достаточное количество первичных минералов для нейтрализации растворов, поступающих сверху, и кислотности, образующейся под воздействием корневых волосков, которые под субальпийской растительностью проникают на большую глубину

Почвы не насыщены основаниями. В альфегумусовых почвах в составе катионов преобладает содержание обменного алюминия 3-8 ммоль/100 г почвы. Содержание водорода в почвах на хр. Чувальский камень уменьшается с увеличением высоты ($r = -0,669$). Установлено, что кислотно-основные свойства почв на Северном Урале зависят от высотных условий, содержания алюминия и pH_{KCl} , в отличие почв на Среднем Урале [15].

Таким образом, установлено почвенное разнообразие на хр. Чувальский камень. В почвенном покрове преобладают почвы отдела альфегумусовые. В некоторых экологических нишах развиваются ржавоземы и буроземы. В почвах выражены все формы кислотности. Наиболее кислыми являются альфегумусовые почвы и железисто-метаморфические.

Библиографический список

1. Андропова М.И. Стандартная цветовая шкала для полевого определения и кодирования окраски почв. М.: РосНИИземпроект, 1992. 12 с.
2. Белковская Т.П., Переведенцева Л.Г., Мухутдинов О.И., Селиванов А.Е., Бахарев П.Н., Прокошева И.В. Растительность и флора, грибы, лишайники заповедника «Вишерский». Соликамск: Типограф, 2014. 400 с.
3. Богатырев К.П. О некоторых особенностях развития почв горных стран // Почвоведение. 1946. № 8. С. 492–500.
4. Главатских Л.К. Минералогический состав горно-таежных почв северного Урала // Тр. Пермского ГСХИ им. акад. Д.Н. Прянишникова. 1971. С. 35–42.
5. Главатских Л.К. Почвенные районы Северо-восточной части Вишерского бассейна. Том 148. Вопросы агрохимии, физиологии растений и почвоведения. Пермь, 1979. С. 32–38.
6. Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. М.: Наука, 1975. С. 13–67.
7. Государственный природный заповедник Вишерский. URL: <http://www.vishersky.ru> (дата обращения: 05.05.18).
8. Захарченко И.В., Попова С.И., Гилева Л.Е., Масалкин К.Н. Горные луга северо-западного Урала и перспективы их использования. Пермь: Пермское книжное изд-во, 1976. 122 с.
9. Иванова Е.Н. Почвы Урала // Почвоведение. 1947. № 4. С. 213–227.
10. Полевой определитель почв России. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
11. Ризположенский Р.В. Описание Пермского Предуралья в почвенном отношении. Казань, 1899. Вып. 1. 120 с.
12. Самофалова И.А. Высотная организация почвенно-топографических рядов на горе Хомги-Нёл (Северный Урал, заповедник «Вишерский») // Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции. Ставрополь: СЕКВОЙЯ, 2017. С. 53–55.
13. Самофалова И.А. Морфолого-генетические особенности почв на горе Хомги-Нёл (Северный Урал, заповедник «Вишерский») // Пермский аграрный вестник. 2015. № 4. С. 64–71.

14. Самофалова И.А. Почвенный покров бассейна р. Большая Молебная (Северный Урал, заповедник «Вишерский») // Экология речных бассейнов: Труды 9-й Межд. науч.-практ. конф. / Под ред. проф. Т.А. Трифоновой; Владим. гос. ун-т. им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, 2018. С. 90–97.
15. Самофалова И.А., Кондратьева М.А. Буферность горных почв субальпийского пояса к кислотному воздействию (заповедник «Басеги») // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. 2016. № 3 (15). С. 94–103.
16. Самофалова И.А., Сайранова П.Ш., Малышева Г.С. История изучения горных почв на Северном Урале // В сборнике: Агротехнологии XXI века. Материалы международной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». 2018. С. 141–146.
17. Самофалова И.А., Черепанова С.А. Эволюционный ряд почв на г. Хомги-Нёл (хребет Молебный камень, заповедник «Вишерский») // Материалы межрегиональной научно-практической конференции посвященной 25-летию заповедника «Вишерский» и 100-летию юбилею заповедной системы России (1-3 марта 2016 г.) / Пермский ГНИУ. Пермь, 2016. С. 47–52.
18. Софроницкий П.А. Геологический очерк // Труды пятого совещания по химической географии вод и гидрогеохимии Пермской области. ПГУ, Пермский отдел географического общества Союза ССР, Институт карстоведения и спелеологии. Пермь, 1967. Вып. 4 (5). С. 26–41.
19. Фирсова В.П. Почвы таежной зоны Урала и Зауралья. М.: Наука, 1977. 175 с.
20. Черепанова С.А., Самофалова И.А. Гумусовые профили горных почв Северного Урала // Почвы археологических, геологических объектов и фоновых территорий / Мат-лы Шестой Межд. научной и молодежной школы по палеопочвоведению «Палеошколы – хранители информации природной среды прошлого». Новосибирск: Издательский дом ООО "Окарина", 2015. С. 7–80.
21. Шаньгин М.С., Самофалова И.А. Характеристика литоводосборного бассейна реки Мойва на Северном Урале (ГПЗ «Вишерский») // Материалы межрегиональной научно-практической конференции посвященной 25-летию заповедника «Вишерский» и 100-летию юбилею заповедной системы России (1-3 марта 2016 г.) / Пермский ГНИУ. Пермь, 2016. С. 61-65.
22. Samofalova I.A. Characteristics of soils in the Northern Urals // The Proceedings of the International Congress on “Soil Science in International Years of Soils”. 19-23 October, 2015. Sochi, Russia. Article book / Editor: Dr. Ev. Shein. Lomonosov Moscow State University. Moscow, Russia. 2015. P. 368–371.

Д.Н. Слащёв, А.Ф. Конькова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

D.N. Slashev, A.F. Konkova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

ЛАНДШАФТНЫЙ АСПЕКТ КЛАССИФИКАЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Антропоцентрический подход в современной экологии сделал логичным появление понятия экосистемные услуги, которыми стали называть все блага и предпочтения, которые природные экосистемы приносят человеку. В настоящей статье рассматриваются особенности различных классификаций экосистемных услуг. Отдельно рассмотрено выделение среди экосистемных услуг группы ландшафтных услуг для оценки вклада ландшафтов и их элементов в благополучие человека. Преимуществами данного подхода является применение географических аспектов ландшафта с позиций системного подхода и роль ландшафтных услуг для обеспечения устойчивого развития территорий.

Ключевые термины: экосистемные услуги; ландшафтные услуги; классификация; состояние окружающей среды.

LANDSCAPE APPROACH OF ECOSYSTEM SERVICES CLASSIFICATION

The anthropocentric approach in ecology made logical introduce of ecosystem services concept, which called all the benefits and preferences that natural ecosystems bring for human well-being. This article discusses the features for various of ecosystem services classifications. Separately, the allocation of a group of landscape services among ecosystem services to assess the contribution of landscapes and their elements to human well-being is considered. The advantages of this approach are the application of the geographical aspects of the landscape from the standpoint of a systematic approach and the role of landscape services to ensure the sustainable development of territories.

Keywords: ecosystem services; landscape services; classification; environment.

Функции природы (экосистем) традиционно используются для обозначения набора процессов, действующих в экологической системе, независимо от того, являются ли эти процессы полезными для людей или нет. Впервые термин «экосистемные услуги» (ЭУ) появился в работах Эрлиха П.. В 1981 году он подчеркнул социальную значимость функций природы. В XXI в. ЭУ становятся доминирующей тенденцией в экологических исследованиях по всему миру. В Докладе ООН «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» был сформирован экономический смысл ЭУ, в частности отмечено, что правильно функционирующие экосистемы предоставляют обществу спектр важных выгод (благ) и обладают высокой потребительской стоимостью. Кроме того, без четкой экономической оценки ЭУ остановить деградацию окружающей среды не представляется возможным [9].

Несмотря на разработанные классификации, существует ряд ученых, которые принципиально против «присвоения ценника» богатствам природы. Одним из примеров такого этического аспекта оценки и платы за экосистемные услуги был подробно рассмотрен в статье [16]. Где, в свою очередь, полагалось, что ценность природы – бесконечна и не может иметь денежного выражения, поэтому и оценивать ее отдельные элементы попросту абсурдно [9].

Многие ученые предпринимали попытки систематизировать методы оценок экосистемных услуг, сферу их применения и проблемы, связанные с ними. Особо стоит отметить работу [20], в которой дан обзор методов оценки и ограничений, а также работу [18], в которой проанализированы наиболее подходящие методы оценки различных видов услуг экосистем.

В России на протяжении последних лет проводились различные исследования по оценке экосистемных услуг [7, 9] первые попытки касались оценки глобального значения экосистем РФ на основе экологических и монетарных параметров [14], а также региональной специфики [1, 13, 14]. Разработана национальная стратегия сохранения биоразнообразия, где особые вызовы в отношении экосистемных услуг связаны с переходом страны на рельсы рыночного хозяйства.

Накопленный опыт изучения экосистемных услуг позволяет обобщить информацию применения данной концепции в вопросах потребления природного капитала и использования имеющихся знаний в системе управления природопользованием.

Попытка анализа имеющихся представлений об оценке ЭУ неизбежно приводит к необходимости выбора их оптимальной унификации. Несмотря на значительное количество работ в области исследований ЭУ, их общей классификации в настоящее время до сих пор не выработано.

Так, в наши дни наиболее популярны в использовании три основные международно-принятые классификации экосистемных услуг: классификация MEA (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), классификация международного проекта TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2010), классификация CICES Европейского агентства по охране окружающей среды Common International Classification of Ecosystem Services, 2013). В РФ при поддержке проекта TEEB-Russia разработана классификация ЭУ, которая отражена в прототипе национального доклада «Экосистемные услуги России (наземные экосистемы)». Кроме того, в ряде работ опубликованы альтернативные классификации, не получившие должного применения в разрезе современной концепции ЭУ (таблица).

Таблица

Классификации экосистемных услуг

<i>Классификация</i>	<i>Экосистемные услуги</i>			
MEA	Снабжающие	Регулирующие	Культурные	Поддерживающие
TEEB	Обеспечивающие	Регулирующие	Культурные	Поддерживающие
TEEB-Russia	Производственные	Средообразующие	Информационные и духовно-эстетические	-
Глобальная инициатива «Экономика деградации земель» (ELD)	Обеспечительные	Регулятивные	Культурные	Вспомогательные
CICES	Обеспечивающие	Регулирующие и сохраняющие	Культурные	-
Г. Дейли	Производство товаров	Процессы регенерации	Полноценная жизнь (Насыщенность жизни)	Сохранение благ

Окончание таблицы

Ю.В. Лебедев	Природные блага	Природные условия		
К. Уоллес	Базовые ресурсы	Благоприятная среда	Социокультурные потребности	-
Р. Грут	Продуцирующие функции	Регулирующие функции	Информационные функции	Функции по обеспечению среды обитания
А.Е. Зиновьева	Производственные	Регулирующие	Культурные	-

Отдельной проблемой при классификации ЭУ выступает выделение поддерживающих услуг в отдельную группу ЭУ, т.е. обеспечение существования самих ЭУ, в первую очередь, за счет сохранения протекающих в экосистемах процессов миграции биоты. В ряде классификаций данный тип услуг не выделяется, либо объединяется вместе с набором регулирующих услуг. Главным аргументом служит то, что по смыслу данные ЭУ следует относить к экологическим процессам, а не услугам. В российском варианте классификации ЭУ данная группа тоже отсутствует. Еще одним доводом для отказа выделения поддерживающих услуг в отдельную группу ЭУ служит сложность и/или невозможность рациональной экономической (стоимостной) оценки данных процессов. Тем не менее, на наш взгляд, опыт разработки концепции ЭУ в мире, говорит о достаточно хорошем уровне изучения набора поддерживающих услуг и включения их в процесс учета ЭУ, как на глобальном, так и национальном (региональном) уровнях. Кроме того, ряд исследователей, говорят о необходимости дифференциации существующих классификаций ЭУ за счет применения, например, ландшафтного подхода и выделения группы «ландшафтных услуг» (ЛУ), которые обладают рядом неоспоримых преимуществ перед традиционными подходами классификации ЭУ. Некоторыми из таких преимуществ являются:

1. *Географический контекст ЛУ*, позволяющий оценивать размер и структуру различных экосистем, фрагментацию, функциональную и структурную связность элементов ландшафтов. Экосистемы, природные функции и процессы создают услуги в конкретном местоположении, а блага извлекаются и потребляются в том же самом и/или другом местоположении. ЛУ напрямую связаны с почвенно-растительным покровом и характером землепользования и таким образом, это создает пространственную характеристику, которая может быть выявлена, выражена в количественной форме и нанесена на карту посредством привязки ЭУ к различным биофизическим и социально-экономическим процессам, таким как деградация среды обитания, размещение производительных сил и т.д.

2. *Реализация системного подхода*, заключающегося в соподчинении геосистем различных пространственно-временных масштабов и образовании единой иерархической структуры ландшафтов. Системный подход рассматривается как основа для оценки устойчивости экосистем. Ярко выраженный прикладной аспект ЛУ, позволяет использовать их в ключе, во многом разных, но, тем не менее, близких по смыслу концепций планирования: природоохранного, ландшафтного и территориального. С позиций системного подхода ЛУ должны рассматриваться как «концессусный взгляд» на экономику природопользования, при котором обеспечивается достижение основных природоохранных задач с учетом фундаментальных аспектов функционирования ландшафтов и потенциальных конфликтов природопользования.

3. ЛУ могут обеспечивать различные *социально-экономические выгоды* и способствовать решению вопросов, связанных с устойчивым управлением природным капиталом. Кроме того, наряду с многообразными экосистемными услугами, ЛУ являются фундаментом для форми-

рования современной «зеленой» экономики, многокомпонентной основой для зеленых инвестиций, направленных на эффективное использование ресурсов и постепенному переходу к низкоуглеродной модели развития.

Нужно отметить, что ЛУ не должны противопоставляться ЭУ, а наоборот дополнять их, привнося в эту динамично развивающуюся концепцию пространственный аспект как необходимый элемент эффективного всестороннего анализа и объективной оценки экосистемных услуг.

Библиографический список

1. Бобылев С.Н., Сидоренко В.Н., Лужецкая Н.В. Экономические основы сохранения водно-болотных угодий. М.: Wetlands International, 2001. 56 с.
2. Букварёва Е.Н., Замолодчиков Д.Г. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т.1. Услуги наземных экосистем. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.
3. Доклад концептуальной рабочей группы по «Оценке экосистем на пороге тысячелетия» URL: https://www.millenniumassessment.org/documents/MA_A%20framework%20for%20Assessment_RUS.pdf (дата обращения: 01.02.22).
4. Зиновьева А.Е. К вопросу классификации экосистемных услуг // География и природопользование // Известия АО РГО. 2020. № 1, С. 5–13.
5. Идентификация и выбор экосистемных услуг // The Economics of Land Degradation URL: https://www.eld-initiative.org/fileadmin/Knowledge_Hub/ELD_Campus/Russian_material/Modul_07_russisch_200115.pdf (дата обращения: 08.03.22).
6. Касимов Д.В., Касимов В.Д. Некоторые подходы к оценке экосистемных функций (услуг) лесных насаждений в практике природопользования. Монография. М.: Мир науки, 2015. 91 с.
7. Конюшков Д.Е. Формирование и развитие концепции экосистемных услуг: обзор зарубежных публикаций // Бюл. Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2015. Вып. 80, С. 26–49.
8. Кузьмичев Е.П., Трушина И.Г., Трушина Н.И. Основные методические подходы к оценке экосистемных услуг в зарубежных странах: обзор проблемы // Лесохозяйственная информация. 2021. № 1, С. 144–16.
9. Овчарова В. Что такое экосистемные услуги? URL: <https://strelkamag.com/ru/article/ekosistemnye-uslugi> (дата обращения: 10.02.22).
10. Розенберг А.Г. Истоки современной истории экосистемных услуг // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т.26, №1, С. 5-14.
11. Стриганова Б.Р., Павлов Д.С., Букварева Е.Н. Эколого-центрическая концепция природопользования // Вестник РАН. 2010. Т.80, С. 131–140.
12. Тихонова Т.В. Современные методы оценки экосистемных услуг и потенциал их применения на практике. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36762387> (дата обращения: 01.02.22).
13. Тишков А.А. Биосферные функции и экосистемные услуги ландшафтов степной зоны России // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 41, С. 5–15.
14. Тишков А.А. Экономика сохранения биоразнообразия // Институт экономики природопользования. М.: ГЭФ проект «Сохранение биоразнообразия», 2002. 604 с.
15. Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Михайлова А.В., Михайлова Т.Р. Экономическая оценка особо охраняемых природных территорий Камчатки: практические результаты и их значение

для сохранения биоразнообразия (на примере природного парка «Быстринский»). Ярославль: АНО НИПИ «Кадастр», 2010. 156 с.;

16. *Цели* в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 03.02.22).

17. *Bastian O., Grunewald K.* Landscape services: the concept and its practical relevance. URL: <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0064-5> (дата обращения: 16.02.22).

18. *Farber, S.C., Costanza, R., Wilson, M.A.* Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*. 2002. № 41, P. 375–392/

19. *Global Environmental Politic.* URL: <https://direct.mit.edu/glep/article/16/1/108/14849/Duit-Andreas-ed-2014-State-and-Environment-The> (дата обращения: 16.02.22).

20. *Jacobs S., Dendoncker N., Keune H.* (Eds.). *Ecosystem Services. Global Issues, Local Practices* // Elsevier. 2014. 411 p.

21. *Krieger D.* The economic value of forest ecosystem services: a Review. Washington. The Wilderness Society. 2001. 31 p.

С.П. Стенно¹, Д.В. Данилова²

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

S.P. Stenno¹, D.V. Danilova²

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail¹: stenno-perm@mail.ru

e-mail²: dashikdanilova@gmail.com

ЗАПОВЕДНОЕ ДЕЛО В ПЕРМСКОМ КРАЕ В ПЕРИОД 2000-2021 ГОДОВ

В работе сделан подробный обзор публикаций, выполненных в области инвентаризации, мониторинга, разработки теоретических основ создания системы особо охраняемых природных территорий за период 2000 – 2021 г.г.

Ключевые термины: Пермский край, г. Пермь, ООПТ, система особо охраняемых природных территорий, редкие и исчезающие почвы, растения, сохранение биоразнообразия.

RESERVE WORK IN THE PERM KRAI IN THE PERIOD 2000-2021

The paper made a detailed review of publications made in the field of inventory, monitoring, development of theoretical foundations for creating a system of specially protected natural areas for the period 2000 – 2021.

Keywords: Perm Krai, Perm, protected areas, system of specially protected natural areas, rare and endangered soils, plants, biodiversity conservation.

Начало 21 века в Пермском крае охарактеризовалось интенсивными исследованиями в области инвентаризации, мониторинга, разработки теоретических основ создания системы особо охраняемых природных территорий.

В целом, в период с 2000 г. по 2021 г. на эти темы, было опубликовано 358 научных работ (за исключением публикаций о заповедниках «Басеги», «Вишерский» и заказника «Предуралье»). Наибольшее количество публикаций было посвящено инвентаризации и мониторингу ООПТ – 197.

При этом в 36 работах представлен общий анализ, как порайонной, так и региональной сети ООПТ в целом. Этому посвящены работы П.Н Бахарева., С.И. Ильиных «ООПТ Красновишерского района: история, современное состояние и перспективы развития» [5], С.А. Бузмаков и др. «Особо охраняемые природные территории» [10], Н.М. Лоскутовой «Особо охраняемые природные территории Горнозаводского района» [44]. С.А. Бузмаков и др. «ООПТ Коми-Пермяцкого автономного округа Пермского края» [11], С.А.Бузмакова, А.А.Зайцева «Состояние региональных особо охраняемых природных территорий Пермского края» [15], А.А. Зайцева «Памятники природы долины р. Усьвы» [35], П.Ю. Санникова «Объекты природного наследия левобережья р. Саре» [53], Н.С. Шуваева, А.А. и др. «Анализ и оценка состояния особо охраняемых природных территорий Кунгурской лесостепи Пермского края» [63]. С.П. Стенно, А.В. Лычниковой «К истории изучения и создания особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Чердынского района Пермской области» [59].

Особое внимание было уделено описанию отдельных ООПТ регионального значения. Этому было посвящено 72 работы.

Среди них публикации С.А. Бузмакова, Г.А. Воронова, С.А. Кулаковой «Ландшафтный заказник «Куюдинский» и «Ландшафтный заказник Нижневишерский» [12,13]; С.А., Бузмакова, А.В. Петухова Е.Л. Гатиной «Охраняемый ландшафт регионального значения «Малиновый Хутор» – местообитание популяции темных лесных, среднерусских пчел» [19], «Кунгурская ледяная пещера: опыт режимных наблюдений» [40], Е.Г., Ефимик, С.А. Овеснова «Флора охраняемого ландшафта «Сарашевские дубравы» (Пермский край) [33]; Л.В. Жужговой, Г.Ю. Пономарёвой, Д.С., Аристов, С.В. Наугольных «Чекарда – местонахождение пермских ископаемых насекомых и растений» [29], О.И. Кадебской., Н.Г. Максимовича «Ординская пещера, как географический феномен мирового значения» [38], Е.М., Шкарабы, А.Г. Безгодова «Конспект флоры сосудистых растений биостанции «Верхняя Кважва» и ее окрестностей» [62], Стенно С.П. и др., «О Сохранении биоразнообразия в КПАО». [58].

При этом наибольшее количество публикаций посвящено исследованию флоры и растительности региональных ООПТ. Не меньший интерес для исследований представляли особо охраняемые территории г.Перми. Им было посвящено 83 научные работы.

Общим вопросам инвентаризации и мониторинга ООПТ г.Перми посвящено 6 работ. Среди них публикации С.А. Бузмакова и Д.Н. Андреева «Особо охраняемые природные территории г. Перми» [9]; Е.Л. Гатиной и Д.Н. Андреева «Современное состояние особо охраняемых природных территорий местного значения г. Перми [26]; С.А. Кулаковой «Особо охраняемые природные территории г. Перми» [43]. При этом из 25 городских особо охраняемых природных территорий, научные работы опубликованы по 10 ООПТ. Наибольшее число статей – 29, посвящено охраняемому ландшафту местного значения «Черняевский лес». Вопросам оценки состояния этого участка отражены в работах С.А., Бузмакова и др. [18]; С.П. Стенно и др. «Лесопарковый комплекс памятник природы «Черняевский лес» [61], Д.Н. Андреева «Динамика экосистем на особо охраняемой природной территории «Черняевский лес» [1]; Д.Н. Андреева и П.Ю. Санникова «Антропогенная трансформация экосистем ООПТ «Черняевский лес» и «Осинская лесная дача» [2]; Е.А. Дзюбы Суммарное химическое загрязнение почв циклическими элементами на территории ООПТ «Черняевский лес» [27]. Исследованию флоры и растительности данного участка посвящено 11 публикаций. Среди них работы С.А., Бузмакова Е.Л. Сусловой (Гатиной) «Видовое разнообразие фитоценозов Черняевского лесопарка» [21]; К.И. Малеева и др. «Материалы к описанию ООПТ «Черняевский лес» [45]; Л.Г. Переведенцевой и Т.А. Шилковой «Микоризные агариикоидные базидиомицеты лесопарка «Черняевский» (г. Пермь)» [51]; Стенно С.П. и др. «Леса охраняемого ландшафта «Черняевский лес» [60] и др.

Чуть меньшее количество публикаций – 17, посвящено Ботаническому саду им. А.Г. Генкеля. Работы С.А. Шумихина и Н.А. Зенковой «Опыт реинтродукции видов, занесенных в Красную книгу Пермского края, в Ботаническом саду имени А.Г. Генкеля ПГНИУ» [66]; С.А. Шумихина «Экспозиция «Растения Пермского геологического периода» в ботаническом саду Пермского университета» [65]; С.А. Шумихина «Ботанический сад имени профессора А.Г. Генкеля Пермского государственного университета (исторический очерк)» [64] и другие работы отражают различные аспекты этой уникальной коллекции растений в Пермском крае».

Огромное внимание в исследуемый период привлекли вопросы «Разработки системы особо охраняемой природной территорий Пермского края». Этому посвящено 89 работ. Значительными публикациями являются работы Г.А. Воронов и др. «Концепция создания системы особо охраняемых природных территорий Пермской области» [22]; С.А. Бузмакова

«Разработка сети региональных особо охраняемых природных территорий» [8]; С.А.Бузмакова П.Ю. Санникова «Методика создания региональной сети особо охраняемых природных территорий (на примере Пермского края)» [20]; П.Ю. Санникова «Обзор методов оценки репрезентативности сетей ООПТ» [54]; С.А. Бузмакова и др. «Создание системы особо охраняемых природных территорий для обеспечения устойчивого развития (на примере Частинского района Пермской области)» [14]; С.П. Стенно «Методология создания системы особо охраняемых природных территорий» [57].

Одним из важных направлений «заповедного дела» является создание в крае новых особо охраняемых природных территорий. Этому посвящены 47 работ. Среди них публикации Г.А. Воронова и С.П. Стенно «О создании генеральной схемы земель природно-заповедного фонда в Пермской области» [23]; монография П.Ю. Санникова, С.А.Бузмакова «Перспективы развития сети особо охраняемых природных территорий Пермского края» [50]; А.А. Зайцева «Организация сети ООПТ в Октябрьском муниципальном районе» [34]; М.В. Рогозина «Обоснование организации ООПТ на базе наиболее выдающихся лесных генетических резерватов Пермского края» [52]; Д.Н. Слащева и П.Ю. Санникова «Выявление лесов высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ) Коми-Пермяцкого округа» [55]; В.П. Ожигбесова «Система эталонных стратотипических и других уникальных геологических природных объектов на территории Пермской области и России» [46].

В 2018 г. Постановлением Правительства Пермского края от 31.01.2018 г. №33-п был организован природный парк «Пермский».

Впервые идея об организации природного парка в крае была высказана в отчете по научно-исследовательской работе «Разработка проекта перспективной схемы развития земель природно-заповедного фонда Пермской области» [48]. В дальнейшем эта идея получила развитие. Были проведены исследования по выбору нескольких участков для создания природного парка кластерного типа. Результаты исследований были отражены в ряде публикаций: С.А.Бузмаков, А.А. Зайцев, П.Ю. Санников «Выявление территорий, перспективных для создания природного парка в Пермском крае» [16]; С.А. Бузмаков, А.А. Зайцев, П.Ю. Санников «Проблемы создания природного парка в Пермском крае» [17].; Е.Л. Гатина «Ботанические предпосылки включения Вишерского участка в природный парк кластерного типа в Пермском крае» [24]; А.А. Зайцев Географические и геоэкологические предпосылки и перспективы создания природного парка в Пермском крае» [36] и другие.

Еще одним направлением в рамках «заповедного дела» явилась работа по охране редких видов почв, грибов, растений и животных. Результаты исследований в этой области были отражены в 29 работах. К ним относятся публикации Л.В. Кувшинской и др. «Выявление ценных почвенных объектов на территории Кунгурской лесостепи и подготовка обоснования для их включения в Красную Книгу почв Пермского края» [39]; Еремченко О.З. «О редких и исчезающих почвах Пермского края» [30]; Е.Г. Ефимик «О новых и редких видах с территории Пермского края» [32]; Л.Г., Переведенцева и др. «Мониторинг охраняемых грибов Пермского края: кордицепс головчатый, канадский – *Cordyceps canadensis*» [49]; Е.Л. Гатина «Охраняемые виды растений на территории г. Перми» [25]; С.В. Баландин, И.В. Ладыгин «Состояние популяции узколокального уральского эндемика *Astragalus kungwensis* (Fabaceae)» [4], Е.А. Зиновьев и др. «О путях сохранения фаунистического и генетического разнообразия рыб в бассейне Камы» [37].

За первое двадцатилетие третьего тысячелетия были также изданы научно-популярные книги «Особо охраняемые природные территории Пермской области. Реестр» [47], «Атлас особо охраняемых природных территорий Пермского края» [3], «Красная книга Пермского

края» (2008) [42], «Красная книга Пермского края» (2018) [41], «Сокровища Пермского края: По страницам Красной книги Пермской области» [56], «Жемчужины Прикамья (По страницам Красной книги Пермской области)» [28], «Редкие и исчезающие почвы Пермского края» [31].

Таким образом, выше указанные работы, свидетельствуют о создании прочного фундамента для дальнейшего развития системы ООПТ Пермского края.

Библиографический список

1. Андреев Д.Н. Динамика экосистем на особо охраняемой природной территории «Чернышевский лес» И ИнтерКарто-ИнтерГИС-18: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы международной конференции / Ред- кол.: С.П. Евдокимов (отв. ред.) [и др.]. Смоленск, 26-28 июня, 2012 г. Смоленск, 2012. С. 309–311.

2. Андреев Д.Н., Санников П.Ю. Антропогенная трансформация экосистем ООПТ «Чернышевский лес» и «Осинская лесная дача» // Антропогенная трансформация природной среды. 2012. № 1. С. 37–41.

3. Атлас особо охраняемых природных территорий Пермского края / под ред. С.А.Бузмакова. Пермь: Астер, 2017. 512 с.

4. Баландин С.В., Ладыгин И.В. Состояние популяции узколокального уральского эндемика *Astragalus kungwensis* (Fabaceae) I Ботанический журнал. 2008. Т. 93. № 11. С. 1715–1724

5. Бахареv П.Н., Ильиных С.И. ООПТ Красновишерского района: история, современное состояние и перспективы развития // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия № 2. Физико-математические и естественные науки. 2013. № 1. С. 5–8.

6. Белковская Т.П., Князев М.С. Скальные виды сосудистых растений в долинах рек бассейна Вишеры (Северный Урал) // Ботанический журнал. 2011. Т. 96, № 12. С. 1616–1626.

7. Бузмаков С.А. Проблемы развития сети особо охраняемых природных территорий г. Перми // Экологические проблемы антропогенной трансформации городской среды: сб. материалов науч.-практ. конф. (16-18 окт. 2013 г.) / науч.ред. С. А. Бузмаков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т – Пермь, 2014. С. 22–36.

8. Бузмаков С.А. Разработка сети региональных особо охраняемых природных территорий // Труды Всероссийской научн. конф, с международным участием «Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований. Том III: Моделирование и охрана окружающей среды. Общая экология и охрана биоразнообразия» / под ред. Э.В. Скворцова, Т.В. Роговой. Казань: «Бриг», 2009. С. 149–152.

9. Бузмаков С.А., Андреев Д.Н. Особо охраняемые природные территории г. Перми // Сохраним природу Прикамья, № 2. Пермь, 2014. С. 36–41.

10. Бузмаков С.А., Вахрушев С.Д., Воронов Г.А., Дворянских С.Ю., Кулакова С.А. Особо охраняемые природные территории // Состояние и охрана окружающей среды Пермской области в 2003 году. Пермь, 2004. С. 112–114.

11. Бузмаков С.А., Воронов Г.А. Зайцев А.А. ООПТ Коми-Пермяцкого автономного округа Пермского края // Сборник материалов и тезисов 5 международного совещания «Геохимия биосферы». Новороссийск, 2009. С. 29–37.

12. Бузмаков С.А., Воронов Г.А., Кулакова С.А. Ландшафтный заказник «Куединский». Пермь: Мобиле, 2004. 48 с.

13. Бузмаков С.А., Воронов Г.А., Кулакова С.А. Ландшафтный заказник «Нижевишерский». Пермь: Мобиле, 2004. 58 с.

14. Бузмаков С.А., Воронов Г.А., Кулакова С.А. Создание системы особо охраняемых природных территорий для обеспечения устойчивого развития (на примере Частинского района Пермской области) // География и регион. Биogeография и биоразнообразие Прикамья: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. / Перм.ун-т. Пермь, 2002. С. 54–58.
15. Бузмаков С.А., Зайцев А.А. Состояние региональных особо охраняемых природных территорий Пермского края // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о земле. 2011. №3. С. 3–12.
16. Бузмаков С.А., Зайцев, А.А., Санников П.Ю. Выявление территорий, перспективных для создания природного парка в Пермском крае // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. №1. С. 1492–1495.
17. Бузмаков С.А., Зайцев А.А., Санников П.Ю. Проблемы создания природного парка в Пермском крае // Экологические проблемы. Евразийское пространство, под ред. Садовниченко В.А. и др. М.: Издательство Московского университета, 2014. С. 567–575.
18. Бузмаков С.А., Кувшинская Л.В., Жекин А.В., Кулакова С.А., Гатина Е.Л., Зайцев А.А. Оценка современного состояния особо охраняемой природной территории «Черняевский лесопарк г. Перми» // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Том 11 №1 (3) (27). С. 408–413.
19. Бузмаков С.А., Петухов А.В. Гатина Е.Л. Pszczola srodkowoeuropejska (*Apis mellifera mellifera*) w ochranianym parku krajobrazowym «Malinowy Chutor». Охраняемый ландшафт регионального значения «Малиновый Хутор» – местообитание популяции темных лесных, среднерусских пчел (*Apis mellifera mellifera*) // Materiały Międzynarodowego Seminarium «Pszczola w środowisku naturalnym» Hajnowka / Białowieża, 21-24 listopada 2013. С.55–57.
20. Бузмаков С.А., Санников П.Ю. Методика создания региональной сети особо охраняемых природных территорий (на примере Пермского края) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т. 16, №1(6), 2014. С.1701–1704.
21. Бузмаков С.А., Сулова Е.Л. Видовое разнообразие фитоценозов Черняевского лесопарка // Географический вестник. 2008. №2 (8). Пермь. С. 206–213.
22. Воронов Г.А., Стенно С.П., Ожгибесов В.П. Концепция создания системы особо охраняемых природных территорий Пермской области // География и регион. V. Биogeография и биоразнообразие Прикамья: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Перм. ун-т. Пермь, 2002. С.3–12.
23. Воронов Г.А., Стенно С.П. О создании генеральной схемы земель природно-заповедного фонда в Пермской области. // «География и природопользование в современном мире. Материалы международной конференции. Барнаул, 2001. С. 40-41.
24. Гатина Е.Л. Ботанические предпосылки включения Вишерского участка в природный парк кластерного типа в Пермском крае // Естественные науки. 2015. № 4 (53). С. 9–17.
25. Гатина Е.Л. Охраняемые виды растений на территории г. Перми // Антропогенная трансформация природной среды: материалы междунар. конф. (18-21 октября 2010 г.). Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. Т. 3. С. 72–77.
26. Гатина Е.Л., Андреев Д.Н. Современное состояние особо охраняемых природных территорий местного значения г. Перми // Экологические проблемы антропогенной трансформации городской среды. Сборник тезисов докладов научно-практической конференции (16-18 октября 2013 г.). Пермь, 2014. С. 181–184.
27. Дзюба Е.А. Суммарное химическое загрязнение почв циклическими элементами на территории ООПТ «Черняевский лес» // Антропогенная трансформация природной среды, выпуск 2. 2016. С.114–122.

28. *Жемчужины Прикамья* (По страницам Красной книги Пермской области) / Авт. Е.А.Зиновьев, С.А.Овеснов, Л.Г.Переведенцева, А.И.Шепель, И.А.Лоскутова, А.В.Лоскутов. Пермь, 2003. 128 с.
29. *Жужгова Л.В., Пономарёва Г.Ю., Аристов Д.С., Наугольных С.В.* Чекарда – местонахождение пермских ископаемых насекомых и растений. Монография по геологии, палеоэнтомологии и палеоботанике Чекарды. Пермь: Пермский гос. нац. исслед. ун-т, 2015. 160 с.
30. *Еремченко О.З.* О редких и исчезающих почвах Пермского края // Антропогенная трансформация природной среды: материалы междунар. конф. (18 – 21 октября 2010 г.) / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. Т. 3. С.300–305.
31. *Еремченко О.З., Филькина Т.Г., Шестаков И.Е.* Редкие и исчезающие почвы Пермского края. Пермь, 2004. 92 с.
32. *Ефимик Е.Г.* О новых и редких видах с территории Пермского края / Ботанические исследования на Урале. Матер, регион, конф, с междунар. участием. Пермь, 2009. С. 114–115.
33. *Ефимик Е.Г., Овеснов С.А.* Флора охраняемого ландшафта «Сарашевские дубравы» (Пермский край) // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2015. № 4. С. 293–304.
34. *Зайцев А.А.* Организация сети ООПТ в Октябрьском муниципальном районе Материалы семинара. Пермь, 2013. С. 24–27.
35. *Зайцев А.А.* Памятники природы долины р. Усьвы / Особо охраняемые природные территории регионального значения долины реки Усьвы. Пермский край. Пермь: Алдари, 2014. С. 6–19.
36. *Зайцев А.А.* Географические и геоэкологические предпосылки и перспективы создания природного парка в Пермском крае // Геология, география и глобальная энергия. 2015. № 3 (58). С. 28–33.
37. *Зиновьев Е.А., Литвиненко Н.И., Бакланов М.А.* О путях сохранения фаунистического и генетического разнообразия рыб в бассейне Камы // Экологические основы стабильного развития Прикамья: Материалы научно-практической конференции / Перм.ун-т. Пермь, 2000. С.290–292.
38. *Кадебская О.И., Максимович Н.Г.* Ординская пещера как географический феномен мирового значения // Географический вестник. 2016. № 2 (37). С. 17–28.
39. *Кувшинская Л.В., Андреев Д.Н., Ермаков С.А.* Выявление ценных почвенных объектов на территории Кунгурской лесостепи и подготовка обоснования для их включения в Красную Книгу почв Пермского края // Географический вестник 2008. № 1. С. 182–187.
40. *Кунгурская* ледяная пещера: опыт режимных наблюдений / Под ред. В.Н. Дублянского. Екатеринбург: Горный институт УрО РАН, 2005. 376 с.
41. *Красная книга* Пермского края / под общ.ред. М.А.Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
42. *Красная книга* Пермского края / Ред. проф. А.И. Шепель. Пермь: Книжный мир, 2008. 256 с.
43. *Кулакова С.А.* Особо охраняемые природные территории г. Перми // Антропогенная трансформация природной среды: материалы междунар. конф. (18 – 21 октября 2010 г.) / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. Т.3. С.154–162.
44. *Лоскутова Н.М.* Особо охраняемые природные территории Горнозаводского района. Березники: Тип. купца Тарасова, 2002. 24 с.
45. *Малеев К.И., Молганова Н.А., Бойко Т.А.* Материалы к описанию ООПТ «Черняевский леныес» (г. Пермь) // в сборнике: Флора Урала в пределах бывшей Пермской губернии и

ее охрана материалы Межрегиональной конференции, посвященной 140-летию со дня рождения П.В. Сюзёва. Под редакцией Е.И. Демьяновой, С.А. Овеснова, Л.Г. Переведенцевой. 2007. С. 79–83.

46. *Ожгибесов В.П.* Система эталонных стратотипических и других уникальных геологических природных объектов на территории Пермской области и России // Природное наследие и географическое краеведение Прикамья: Крат. сообщ. 2-й меж-регион. науч.-практ. конф. Пермь, 2000. С. 32–34.

47. *Особо охраняемые природные территории Пермской области: Реестр* / Отв.ред. С.А. Овеснов. Пермь: Книжный мир, 2002. 464 с.

48. *Отчет* по научно-исследовательской работе «Разработка проекта перспективной схемы развития земель природно-заповедного фонда Пермской области». Научный руководитель заведующий кафедрой биогеоценологии и охраны природы, профессор Г.А.Воронов, ответственный исполнитель доцент С.П.Стенно, Том 1, 1999.

49. *Переведенцева Л.Г., Боталов В.С., Шишигин А.С.* Мониторинг охраняемых грибов Пермского края: кордицепс головчатый, канадский – *Cordyceps canadensis* Ellis & Everh И Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия в регионах Российской Федерации. Красная книга как объект государственной экологической экспертизы. Материалы Межрегиональной научно-практической конференции (Пермь, 27-29 октября 2015 г.). Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2015. С. 90–93.

50. *Перспективы* развития сети особо охраняемых природных территорий Пермского края / Санников П.Ю., Бузмаков С.А. Пермь. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. 173 с.

51. *Переведенцева Л.Г., Шилкова Т.А.* Микоризные агарикоидные базидиомицеты лесопарка «Черняевский» (г. Пермь) // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2013. Вып. 3. С. 31–33.

52. *Рогозин М.В.* Обоснование организации ООПТ на базе наиболее выдающихся лесных генетических резерватов Пермского края // Антропогенная динамика природной среды. Том II. III. Особо охраняемые природные территории: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. (16-20 окт. 2006г., г.Пермь) / Перм. ун-т. Пермь, 2006. С.69–73.

53. *Санников П.Ю.* Объекты природного наследия левобережья р. Саре // Антропогенная трансформация природной среды. Научные чтения памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка: материалы междунар. школы-семинара молодых ученых (23-25 сентября 2016 г.) / под ред. С.А. Бузмакова; Изд-во ПГНИУ Пермь, 2016. С. 161–168.

54. *Санников П.Ю.* Обзор методов оценки репрезентативности сетей ООПТ // Экологические проблемы антропогенной трансформации городской среды: сб. материалов науч.-практ. конф. (16-18 окт. 2013 г.) / науч.ред. С. А. Бузмаков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2014. С. 169–172.

55. *Слащев Д.Н., Санников П.Ю.* Выявление лесов высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ) Коми-Пермяцкого округа // Антропогенная трансформация природной среды. Том 2: материалы междунар. конференции (18 – 21 октября 2010 г.) / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. С.203–209.

56. *Сокровища* Пермского края: По страницам Красной книги Пермской области / Авт. Е.А.Зиновьев, С.А.Овеснов, Л.Г.Переведенцева, А.И.Шепель / Под общ. Ред. А.И.Шепеля.- Пермь: Книжный мир, 2005. 160 с.

57. *Стенно С.П.* Методология создания системы особо охраняемых природных территорий // Проблемы экологии, охраны природы и природопользования: сб. научн. тр. Перм. ун-т. Пермь, 2006. С. 197–222.

58. Стенно С.П., Воронов Г.А., Циберкин Н.Г., Овеснов С.А., Садовникова Е.Н., Пьянков С.В., Воронова О.И., Зиновьев Е.А. О Сохранении биоразнообразия в КПАО // Материалы научно-практической конференции «Эколого-экономические проблемы и пути их решения» (28-29.05.99 г.) г. Кудымкар, 2000, С. 68–74.
59. Стенно С.П., Лычникова А.В. К истории изучения и создания особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Чердынского района Пермской области // Экологические основы стабильного развития Прикамья: Материалы научно-практической конференции / Перм.ун-т. – Пермь, 2000. С.256–259.
60. Стенно С.П., Соколов Р.А., Гайнова А.М. Леса охраняемого ландшафта «Черняевский лес» // Проблемы антропогенной трансформация природной среды. Материалы междунар. конф. (14-15 ноября 2019 г.) / под ред. С. А. Бузмакова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2019. С. 118–120.
61. Стенно С.П., Циберкин Н.Г., Левковский В.П., Яценко В.М. Лесопарковый комплекс памятник природы «Черняевский лес» (состояние и перспективы развития) // Экологические основы стабильного развития Прикамья: Материалы научно-практической конференции / Перм.ун-т. – Пермь, 2000. С.252–255.
62. Шкараба Е.М., Безгоднов А.Г. Конспект флоры сосудистых растений биостанции «Верхняя Кважва» и ее окрестностей // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия № 2. Физико-математические и естественные науки. 2013. № 1. С. 31–57.
63. Шуваев Н.С., Зайцев А.А., Бузмаков С.А. Анализ и оценка состояния особо охраняемых природных территорий Кунгурской лесостепи Пермского края // Геология, география и глобальная энергия. 2014. № 1 (52). С. 195–206.
64. Шумихин С.А. Ботанический сад имени профессора А.Г. Генкеля Пермского государственного университета (исторический очерк) // Растительный покров Пермской области и его охрана: Межвузовский сборник научных трудов. Пермь, 2003. С. 45–52.
65. Шумихин С.А. Экспозиция «Растения Пермского геологического периода» в ботаническом саду Пермского университета // Геоэкологические проблемы Приуралья: Г 35 материалы междунар. летней школы-семинара (1-12 августа 2012 г.) / науч. ред. С.А. Бузмаков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2012. С.193–205.
66. Шумихин С.А., Зенкова Н.А. Опыт реинтродукции видов, занесенных в Красную книгу Пермского края, в Ботаническом саду имени А.Г. Генкеля ПГНИУ // Результаты, перспективы и актуальные проблемы организации научных исследований на ООПТ Урала и Поволжья: материалы межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 25-летию заповедника «Вишерский» и 100-летию юбилею заповедной системы России (1-3 марта 2016 г.) / Пермский государственный национальный исследовательский университет. Пермь, 2016. С. 127–134.

**С.П. Стенно¹, С.Т. Евсина²,
Е.Н. Садовникова**

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

**S.P. Stenno¹, S.T. Evsina²,
E.N. Sadovnikova**

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail¹: stenno-perm@mail.ru

e-mail²: evsina.samira@yandex.ru

ТИПОЛОГИЯ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ОХРАНЯЕМОГО ЛАНДШАФТА «ОСИНСКАЯ ЛЕСНАЯ ДАЧА» (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

В работе приведено описание физико-географических условий ООПТ «Осинская лесная дача» Осинского городского округа Пермского края. В статье описаны типы лесных насаждений. Также указаны санитарно-оздоровительные мероприятия, осуществляемые в данных лесных насаждениях.

Ключевые термины: особо охраняемые природные территории; охраняемый ландшафт; лесные насаждения; «Осинская лесная дача»; Осинский район; Пермский край.

FOREST TYPOLOGY OF THE SPECIALLY PROTECTED TERRITORY OF THE PROTECTED LANDSCAPE «OSINSKAYA FOREST COTTAGE» (PERM KRAI)

The paper provides a description of the physical and geographical conditions of the Osinskaya Lesnaya Dacha SPNT of the Osinsky urban district of the Perm Krai. The article describes the types of forest plantations. Sanitary and recreational activities carried out in these forest plantations are also indicated.

Keywords: specially protected natural territories; protected landscape; forest plantations; «Osinskaya forest cottage»; Osinsky district; Perm Krai.

Территория охраняемого ландшафта регионального значения «Осинская лесная дача» расположена в Пермском крае в пределах Осинского городского округа на землях особо охраняемых территорий и объектов, в границах кварталов 1–130 Осинского участкового лесничества Осинского лесничества. Количество выделов – 2156 [5]. Общая площадь ООПТ составляет 12168,0 га [2].

Статус ООПТ присвоен «Осинской лесной даче» решением исполнительного комитета Пермского областного Совета народных депутатов от 26 декабря 1989 года № 341. Режим охраны установлен постановлением администрации Пермской области от 29.12.95 № 393. Категория особо охраняемой природной территории (ООПТ) установлена постановлением Правительства Пермского края от 28.03.2008 N 64-п [4] и подтвержден приказом Министерством природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии – Пр СЭД-30-01-02-41 от 20.01.2020 «Об утверждении Перечней особо охраняемых природных территорий регионального и местного значений».

Почвенный покров территории разнообразен. Преобладают слаборазвитые и слабодифференцированные песчаные почвы – псаммоземы и элювоземы, которые являются интразональными типами почв, сформированными на древнеаллювиальных отложениях долины реки

Камы и ее террасах. Выявлен комплекс слабодифференцированных песчаных почв и торфяно-подзолов.

На территории ООПТ выявлено 9 видов растений, охраняемых на территории Пермского края, 3 из них включены в Красную книгу Пермского края. Так же здесь зарегистрировано 40 видов млекопитающих, около 130 видов птиц, 5 пресмыкающихся и 5 земноводных. В пределах ООПТ высокая плотность населения животных, занесенных в Красную Книгу, таких как прыткая ящерица, веретеница, скопа, беркут, орлан-белохвост и т.д. Осинская дача является ключевой фитоэкологической территорией Федерального значения [1, 3]

Покрытые лесом площади «Осинской лесной дачи» занимают 11733,07 га, что составляет 96,4 %. От общей площади нелесные земли представлены в основном болотами, озером, сенокосами, просеками, прочими землями. В соответствии с Лесным кодексом РФ [1] леса «Осинской лесной дачи» по целевому назначению относятся к защитным и эксплуатационным.

На территории ООПТ зарегистрировано 40 видов млекопитающих, около 130 видов птиц, 5 пресмыкающихся и 5 земноводных. В пределах ООПТ высокая плотность населения животных, занесенных в Красную Книгу, таких как прыткая ящерица, веретеница, скопа, беркут, орлан-белохвост и т.д. Осинская дача является ключевой фитоэкологической территорией Федерального значения [2].

На территории выделено 26 типов леса, из них 14 светлохвойных, с площадью – 6909,97 га (58,92% от лесопокрытой площади), 8 типов темнохвойных – 4625,80 га (39,43% от лесопокрытой площади), 4 типа мягколиственных лесных насаждений, что составляет 189,9 га (1,62% от лесопокрытой площади) (Таблица).

Таблица

**Распределение площадей охраняемого ландшафта
«Осинская лесная дача» по типам леса**

№	Тип леса	Сокращенное название	Общая площадь *	От площади покрытой лесом
			га	%
1	Сосняк зеленомошник	СЗМ	3332,60	28,40
2	Сосняк липовый	СЛП	1159,50	9,88
3	Сосняк травяной	СТР	148,00	1,26
4	Сосняк черничник	СЧ	229,90	1,96
5	Сосняк осокосфагновый	СОСФ	140,70	1,20
6	Сосняк багульниковый	СБГ	3,20	0,03
7	Сосняк лишайниковый	СЛШ	324,70	2,77
8	Сосняк долгомошник	СДМ	738,27	6,29
9	Сосняк кисличник	СК	180,90	1,54
10	Сосняк сфагновый	ССФ	80,10	0,68
11	Сосняк осоковый	СОС	3,40	0,03
12	Сосняк брусничник	СБР	496,90	4,24
13	Сосняк осоковохвощевый	СОХВ	71,80	0,61

14	Кедровник мшистый	КМШ	3,00	0,03
15	Ельник брусничник	ЕБР	0,40	0,00
16	Ельник лог	ЕЛГ	65,20	0,56
17	Ельник липовый	ЕЛП	3870,30	32,99
18	Ельник долгомошник	ЕДМ	249,20	2,12
19	Ельник черничник	ЕЧ	31,60	0,27
20	Ельник зеленомошник	ЕЗМ	202,20	1,72
21	Ельник травяной	ЕТР	206,90	1,76
22	Ельник осково-сфагновый	ЕОСФ	2,4	0,02
23	Березняк осоковый	БОС	42,10	0,37
24	Березняк осоко-сфагновый	БОСФ	10,00	0,09
25	Березняк пойменный	БПМ	75,90	0,65
26	Ольшатник пойменный	ОЛПМ	61,90	0,53
	ИТОГО		11733,07	100

Среди светлохвойных насаждений, большую площадь занимают сосняки зеленомошники 3332,60 га, что составляет (28,4%), меньшую площадь составляют сосняки липовые – 1159,50 га (9,88%), сосняки долгомошники 738,27га (6,28%) и сосняки брусничники – 496,90 (4,24%). При этом сосняки кисличники составляют 1,54 %, остальные типы светлохвойных лесов составляют менее 1%.

Еловые типы леса занимают 4625,8 га, или 39,43% от покрытой лесом площади. Наибольшие по площади типы ельников – еловолиповые леса 32,99% (3870,30 га). Доля площадей ельников долгомошников, травяных и зеленомошников примерно одинакова – от 2.12% до 1,72%. Остальные типы ельников составляют менее 1 процента.

Березняки представлены не значительно – тремя типами. Преобладают березняки пойменные. Их площади составляют 75,9 га (0,65%). Кроме этого на территории выделяется ольшаники пойменные 61,9 га (0,53%).

На территории охраняемого ландшафта запрещается любая деятельность, противоречащая задачам и режиму охраны их территории. Разрешается заготовка древесины, заготовка живицы, недревесных лесных ресурсов, заготовка и сбор видов трав, лекарственных растений, грибов и ягод местными жителями, осуществление рекреационной деятельности. Основными направлениями деятельности являются: охрана ландшафта, осуществление функций по ведению лесного хозяйства, а также организация эколого-просветительской и рекреационной деятельности.

Для защиты лесов проектируются мероприятия по охране (прочистка просек) и защите (санитарно-оздоровительные мероприятия) лесов, противопожарному обустройству лесов (устройство противопожарных минерализованных полос, разрывов, дорог противопожарного назначения, создание лесопожарных формирований и т.д.), проводятся санитарно-оздоровительные мероприятия: выборочные санитарные рубки, рубки ухода [3].

Библиографический список

1. *Атлас* особо охраняемых природных территорий Пермского края / под ред. С.А. Буз-макова. Пермь: Астер, 2017. 512 с.
2. *Лесной кодекс* Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 09.03.2021), URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (Дата обращения: 29.03.2022).
3. *Лесохозяйственный регламент* Осинского лесничества Пермского края (утв. приказом Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края от 29.12.2017 № СЭД-30-01-02-2068). Пермь, 2020. (Доступ предоставлен Пермским филиалом ФГБУ «Рослесинфорг»).
4. *Постановление* Правительства Пермского края № 64-п от 28 марта 2008 г. «Об особо охраняемых природных территориях Пермского края за исключением биологических и охот-ничьих заказников». URL: <https://www.lawmix.ru/zakonodatelstvo/1712988> (Дата обращения: 29.03.22).
5. *Таксационное описание* «Осинское участковое лесничество», 2017 г. (Доступ предо-ставлен Пермским филиалом ФГБУ «Рослесинфорг»).

В.С. Тронина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

V.S. Tronina

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: vera_tronina@mail.ru

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ВОЛОНТЁРСКОГО ДВИЖЕНИЯ НА ФЕДЕРАЛЬНЫХ ООПТ РОССИИ

В статье приведена оценка развития волонёрского движения на особо охраняемых природных территориях федерального значения, расположенных в Российской Федерации. В качестве объектов исследования выступают государственные заповедники и национальные парки. Информация для анализа была собрана с официальных сайтов ООПТ, а также с платформ для набора волонтеров Добро.ru, Goodsurfing, Greenwire-russia, Green-board. Сравнение проходило по выделенным критериям оценки: наличие информации для новых волонтеров, наличие сведений о деятельности волонтеров, освещение регулярной деятельности волонтеров, общее количество зарегистрированных волонтеров к 2022 г. В результате оценки выделены территории, на которых уделяется наибольшее внимание развитию волонёрской деятельности.

Ключевые термины: волонтерство; ООПТ России; национальные парки; заповедники; развитие волонтерского движения.

ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF THE VOLUNTEER MOVEMENT AT THE FEDERAL PROTECTED AREAS OF RUSSIA

The article provides an assessment of the development of the volunteer movement in specially protected natural territories of federal significance located in the Russian Federation. The objects of research are state reserves and national parks. The information for the analysis was collected from the official sites of the protected areas, as well as from platforms for recruiting volunteers Добро.ru, Goodsurfing, Greenwire-russia, Green-board. The comparison was carried out according to the selected evaluation criteria: availability of information for new volunteers, availability of information about the activities of volunteers, coverage of regular volunteer activities, the total number of registered volunteers by 2022. As a result of the assessment, the territories where the greatest attention is paid to the development of volunteer activity are identified.

Keywords: volunteering; protected areas of Russia; national parks; nature reserves; development of the volunteer movement.

Введение. Добровольчество, начиная с 2017 г., на заповедных территориях в России приобрело особое значение, как для самих волонтеров, так и для сотрудников на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Концепции развития волонтерства в Российской Федерации до 2025 года, утверждённая в 2018 году, направлена на стимулирование со стороны государства взаимного сотрудничества добровольцев и администраций природоохранных организаций, находящихся в ведении Министерства природных ресурсов и экологии РФ. Для самих ООПТ привлечение волонтеров, безусловно, является большой ответственностью. Эта работа требует системного подхода, который позволил бы реализовать поставленные задачи [4].

Прежде всего, для охраняемых территорий добровольцы – это бренд, а не дополнительная рабочая сила, поэтому для ООПТ это затраты ресурсов: информационных, кадровых, финансовых. При грамотном подходе волонтерская деятельность способна расширить влияние самой организации в регионе, распространить информацию о деятельности ООПТ, предоставить свежий независимый взгляд на деятельность организации, получить «внешнюю» оценки

деятельности ООПТ и, как следствие, формирование новых, часто нестандартных, путей её развития. Рассмотрим, как с информационной точки зрения к вопросу организации работы с волонтерами подходят заповедники и национальные парки (НП) на территории России [5].

Материалы и методы исследования. Общие сведения о федеральных ООПТ (название, дата создания, площадь, категория, профиль) были взяты с Информационно-аналитической системы «Особо охраняемые природные территории России» [1]. Сведения о работе ООПТ с волонтерами собраны на официальных сайтах этих учреждений, а также с помощью интернет-платформ для набора волонтеров Добро.ru, Goodsurfing, Greenwire-russia, Green-board [2, 6-8].

Сведения собирались по шести критериям: 1. Наличие информации для волонтеров на официальном сайте за 2019 г.[3]; 2. Наличие информации для волонтеров на официальном сайте за 2022 г.: волонтерам необходимо показывать, что их ждут и что организация готова сотрудничать; 3. Наличие сведений о деятельности волонтеров: опыт работы с волонтерами важен как для новых волонтеров с точки зрения создания доверительных отношений, так и для самой организации в качестве бренда [6-8]; 4. Освещение регулярной деятельности волонтеров [6-8]: волонтерская деятельность становится для организации эффективной тогда, когда она ведётся запланировано и регулярно (более двух мероприятий в год, более двух лет подряд); 5. Общее количество зарегистрированных волонтеров к 2022 г.: для объективной оценки общего количества зарегистрированных волонтеров был взят единый российский ресурс для сотрудничества организаций (движений, проектов) и зарегистрированных волонтеров – «крупнейшая платформа для добрых дел Dobro.ru» [2]; 6. Название волонтерского движения: его наличие свидетельствует о том, что добровольчество становится брендом территории, который позволяет повышать репутацию среди новых волонтеров, который может обеспечить лучшее понимание деятельности ООПТ среди общественности и др.

При выявлении критерия «наличие информации для волонтеров» были найдены либо раздел «Волонтерам» на сайте ООПТ, либо записи на электронных публичных ресурсах Добро.ru, Goodsurfing, Greenwire-russia, Green-board. Они предназначены для размещения вакансий на волонтерские активности. Для сравнения полученных данных федеральные ООПТ и учреждения, организующие их работу, были поделены на три группы: объединённые дирекции (9), заповедники (95) и национальные парки (58). Все ООПТ и дирекции были рассмотрены на соответствие или несоответствие каждому из критериев.

Результаты исследования. В результате обзора были составлены таблицы отдельно по объединённым дирекциям, заповедникам и национальным паркам.

В таблице 1 представлены собранные данные по заповедникам и национальным паркам, которые находятся в ведении объединённых дирекций. Соответствие наибольшему количеству критериев было обнаружено по ФГБУ «Заповедное Прибайкалье». В ФГБУ «Заповедное Приамурье» и ФБГУ «Земля Леопарда» волонтерское движение имеет внутреннее название Дружина по охране природы «Нижне-Амурская общественная экологическая инспекция» и волонтерское движение «Твой след», соответственно. Анализ ФГБУ «Заповедная Мордовия» по выделенным критериям показал наименьший результат (1 из 6).

В таблице 2 представлены сводные данные по заповедникам России. Доля заповедников, разместивших информацию для волонтеров, с 2019 г. по 2022 г. возросла вдвое, достигнув 62%.

Среднее количество добровольцев, прикрепленных к организациям, составило 12, медианное значение – 3. Кроноцкий заповедник имеет наибольшее количество волонтеров – 129 человек. В 76 заповедниках сведения о волонтерах, согласно данным интернет платформы Dobro.ru, не выявлены. В ещё одном заповеднике (Верхне-Тазовский) запись о волонтерской

организации есть, а прикрепленных волонтеров нет. Название волонтерского движения («Клуб друзей заповедника») есть лишь в одном заповеднике – Центральносибирском.

Таблица 1

Организация деятельности волонтеров в объединённых дирекциях национальных парков и заповедников России [1, 2, 6-8]

Название объединённой дирекции	Информация для волонтеров		Сведения о деятельности волонтеров	Освещение рег.деят-ти волонтеров	Число зарег. вол., чел.	Название волонт. движения
	2019	2022				
ФБГУ «Заповедное Подлеморье»	ДА	да	ДА	ДА	–	–
ФБГУ «Заповедное Приамурье»	нет	нет	ДА	ДА	–	ДА
ФБГУ «Заповедное Прибайкалье»	ДА	ДА	ДА	ДА	3	–
ФБГУ «Земля Леопарда»	нет	ДА	ДА	ДА	–	ДА
ФБГУ «Объединенная дирекция Лазовского заповедника и НП «Зов тигра»	нет	ДА	ДА	нет	1	–
ФБГУ «Заповедная Мордовия»	нет	нет	ДА	нет	–	–
ФБГУ «Объединенная дирекция ООПТ «Заповедный Крым»	нет	ДА	ДА	ДА	1	–
ФБГУ «Объединенная дирекция заповедников Таймыра»	нет	нет	ДА	ДА	–	–

Более трети заповедников (33 из 95) не готовы работать с обращениями волонтеров, так как не указывают информацию о том, куда можно обратиться или подать заявку. Однако из этих 33 ООПТ 15 имеют сведения о волонтерской деятельности. Таким образом, анализ сведений на информационных ресурсах позволил выделить 18 заповедников (19%), у которых не было выявлено ни одного соответствия выбранным критериям: Азас, Болоньский, Витимский, Восточно-Уральский, Зейский, Ильменский им. В. И. Ленина, Комсомольский, Лисья гора, Медвежий острова, Остров Врангеля, Пасвик, Пинежский, Приволжская лесостепь, Северо-Осетинский, Тунгусский, Уссурийский им. В.Л.Комарова, Хиннский, Юганский. Следовательно, волонтерская деятельность на этих территориях не ведётся. То есть ООПТ являются незаинтересованными в привлечении волонтеров: нет ни информации для волонтеров, ни сведений о какой-либо добровольческой деятельности.

Привлекают к волонтерской деятельности 81% заповедников. Из них 13% (13 из 95) ООПТ являются наиболее заинтересованными в привлечении волонтеров: взаимодействуют с волонтерами уже как минимум в течение 4-х лет, на официальных сайтах размещают сведения о регулярной деятельности волонтеров. Так, всего 5 заповедников (Алтайский, Астраханский, Вишерский, Кроноцкий, Печоро-Илычский) соответствуют одновременно 5 критериям: наличие информации для волонтеров в 2019 г., в 2022 г., наличие сведений о деятельности волонтеров, освещение регулярной деятельности волонтеров, наличие зарегистрированных волонтерах к 2022 г. на платформе Dobro.ru. Даурский, Керженский, Байкальский, Басеги, Норский, Приокско-Тerrasный, Сихотэ-Алинский, Черные земли – 8 заповедников, которые соответствуют 4 критериям из 6, отсутствуют названия добровольческих движений и регистрации на портале Dobro.ru.

Таблица 2

Анализ организации деятельности волонтеров в заповедниках России [1, 2, 6-8]

Критерий оценки	Информация для волонтеров		Сведения о деятельности волонтеров	Освещение рег. деят-ти волонтеров	Зарег. волонтеры	Название волонт. движения
	2019	2022				
Число заповедников, соответствующих критерию	30	62	67	31	19	1
Доля заповедников, соответствующих критерию, %	32	65	71	33	20	1

Остальные 68% заповедников являются заинтересованными в привлечении волонтеров. Под эту категорию попадают те ООТП, которые соответствуют не более 3 критериям.

В таблице 3 собраны данные по национальным паркам РФ. Количество национальных парков, которые разместили информацию для волонтеров, увеличилось вдвое и составило 60%. Результаты по этому критерию для НП близки с результатами по заповедникам.

Таблица 3

Анализ организации деятельности волонтеров в национальных парках России [1, 2, 6-8]

Критерий оценки	Информация для волонтеров		Сведения о деятельности волонтеров	Освещение рег. деят-ти волонтеров	Зарег. волонтеры	Название волонт. движения
	2019	2022				
Число национальных парков, соответствующих критерию	16	35	41	21	12	3
Доля национальных парков, соответствующих критерию, %	28	60	71	36	21	5

Доля национальных парков, регулярно освещающих ведение волонтерской деятельности, на 4% больше, чем в заповедниках. Среднее количество добровольцев, прикрепленных к организациям, составило 15. Это на 20% больше, чем в заповедниках. Медианное значение количества волонтеров равно 4. Национальный парк «Таганай» имеет наибольшее число волонтеров среди НП – 93 человека, однако уступает Кроноцкому заповеднику.

Названия волонтерского движения есть в трёх национальных парках: Бикин – «Клуб друзей национального парка», Сайлюгемский – «Друзья национального парка», Чикой – «Клуб Заповедных Друзей».

Не готовы работать с обращениями волонтеров 40% национальных парков, так как они не указывают информацию о том, куда можно обратиться или подать заявку. Однако из этих 23 НП 16 имеют сведения о волонтерской деятельности. Таким образом, анализ сведений на информационных ресурсах позволил определить 7 национальных парков (12%), которые не соответствуют ни одному критерию: Завидово, Крымский, Ленские столбы, Салаир (Тогул), Самурский, Токино-Становой, Шушенский бор. Следовательно, эти ООПТ являются незаинтересованными в привлечении волонтеров: нет ни информации для волонтеров, ни сведений о какой-либо добровольческой деятельности.

Привлекают к волонтерской деятельности 93% национальных парков. Из них 14% (8 из 58) НП являются наиболее заинтересованными в привлечении добровольцев: взаимодействуют с добровольцами уже как минимум в течение 4-х лет, на официальных сайтах размещают сведения о регулярной деятельности добровольцев. Так, выделено всего 3 национальных парка (Водлозерский, Кенозерский, Таганай) из 58 рассмотренных, которые соответствуют одновременно 5 критериям: наличие информации для волонтеров в 2019 г., наличие информации для волонтеров в 2022 г., наличие сведений о деятельности волонтеров, освещение регулярной

деятельности волонтеров, наличие зарегистрированных волонтеров к 2022 г. на платформе Dobro.ru. Башкирия, Кисловодский, Куршская коса, Плещеево озеро, Смоленское Поозерье – 5 национальных парков, которые соответствуют 4 критериям из 6, отсутствуют названия движений и регистрации на портале Dobro.ru.

Остальные 72% национальных парков являются заинтересованными в привлечении волонтеров. Под эту категорию попадают те ООПТ, которые соответствуют не более 3 критериям.

Выводы. Развитие добровольчества требует определенных усилий, четкой организации, согласованных действий между партнерами и ООПТ, планирующими привлекать к работе добровольцев. Анализ информационной освещенности волонтерской деятельности со стороны федеральных ООПТ позволяет сделать следующие выводы. Исследованные объединенные дирекции готовы сотрудничать с волонтерами и размещают результаты совместной деятельности на официальных сайтах. Однако волонтерство остаётся не в приоритете: количество привлекаемых волонтеров уступает отдельным национальным паркам и заповедникам, где вопросу добровольчества уделяют большее внимание.

Привлечение заповедниками и национальными парками волонтеров с 2019 г. выросла вдвое к 2022 г. Доля федеральных ООПТ, которые уже имеют опыт проведения добровольческих мероприятий, составляет 71%. Регулярно взаимодействует с волонтерами треть всех НП и заповедников: наибольший долевой показатель имеют национальные парки, а численное превосходство у заповедников.

Для проведения более детального исследования по количеству зарегистрированных волонтеров, которые вовлечены в деятельность ООПТ, в долгосрочной перспективе можно систематизировать открытую отчетность по волонтерам на ООПТ, в краткосрочной перспективе – провести опрос. Ресурс Dobro.ru позволил лишь частично дать оценку наиболее заинтересованным в привлечении волонтеров территориям (заповедник «Кроноцкий», национальный парк «Таганай»).

Наличие названия добровольческих движений соотносится с отсутствием информации для волонтеров в 2019 г. и появлением её в 2022 г. – именовать добровольчество на ООПТ характерно для начальных стадий развития данной деятельности.

Таким образом, было выделено три категории ООПТ с точки зрения привлечения волонтеров: незаинтересованные (не соответствуют критериям исследования), заинтересованные (соответствуют 1-3 критериям), наиболее заинтересованные (соответствуют 4–6 критериям). Доля заповедников в каждой категории по заинтересованности в привлечении волонтеров составила 19% незаинтересованных, 68% заинтересованных, 13% наиболее заинтересованных. По национальным паркам: 12% незаинтересованных, 72% заинтересованных, 14% наиболее заинтересованных.

Данный анализ не позволяет оценить качество работы волонтеров и её пользу для особо охраняемых природных территорий, но показывает заинтересованность волонтерским движением на ООПТ России.

Библиографический список

1. Информационно-аналитическая система «Особо охраняемые природные территории России». URL: <http://oopt.aari.ru/> (дата обращения: 11.03.22).
2. Крупнейшая платформа для добрых дел. URL: <https://Dobro.ru/> (дата обращения: 17.03.22).

3. *О развитии* экологического волонтерства и добровольчества в сфере охраны природы в 2019 году. URL: <https://buzulukskiybor.ru/userfiles/ufiles/Волонтерство.%20Департамент%20ООПТ.pdf> (дата обращения: 17.03.22).

4. *Распоряжение* Минприроды России от 05.02.2020 N 5-р «Об утверждении Методических рекомендаций по ведению добровольческой (волонтерской) деятельности на особо охраняемых природных территориях федерального значения, находящихся в ведении Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации». URL: <https://docs.cntd.ru/document/564840957> (дата обращения: 14.03.22).

5. *Руководство* для сотрудников заповедных территорий (ООПТ и музеев-заповедников) по организации работы с добровольцами. ЭкоЦентр «Заповедники», 2013. 30 с.

6. *GoodSurfing*. Организации путешествий добровольцев с волонтерскими намерениями. URL: <https://goodsurfing.org/> (дата обращения: 14.03.22).

7. *GREEN BOARD*. Доска объявлений для привлечения волонтеров на зелёные территории. URL: <http://green-board.info/> (дата обращения: 16.03.22).

8. *Greenwire* – сайт волонтеров Greenpeace. GreenwireRussia. URL: <https://greenwire-russia.greenpeace.org/> (дата обращения: 11.03.22).

Р.В. Харин¹, Г.К. Матвеева²

¹ООО МИП Бюро охраны природы,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

²Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

R.V. Kharin¹, G.K. Matveeva²

¹Ltd. MIP Bureau of Conservation of Nature,
Perm, 614068, Perm, street Bukireva, 15

²Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail¹: rvharin@gmail.com

e-mail²: galkron@mail.ru

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ КУЛИКА-СОРОКИ *HAEMATOPUS OSTRALEGUS*
НА ТЕРРИТОРИИ ВЕРХНЕКАМЬЯ (СЕВЕРО-ЗАПАДЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ
И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ)**

В сообщении рассматривается современное распространение и численность кулика-сороки на территории Верхнекамья (северо-западе Пермского края и прилегающей территории). Приводятся сведения о плотности гнездования на отдельных участках, карта распространения, биотопические особенности и лимитирующие факторы. Ключевые термины: кулик-сорока; распространение; численность; кулики; птицы.

**DISTRIBUTION AND POPULATION OF THE EURASIAN OYSTERCATCHER
IN THE VERKHNEKAMA TERRITORY**

In the message a modern distribution and population of the Eurasian Oystercatcher the territory of Verkhnekamye is considered. Information on density of nesting in certain areas, a map of distribution, features of the biotope timed and limiting factors are resulted.

Keywords: eurasian oystercatcher; distribution; population; sandpipers; birds.

Введение

Исследуемая территория охватывает бассейн верхнего течения р. Камы с прилегающей территорией. Занимает площадь около 58 тыс. км² и включает в себя небольшой район на северо-востоке Удмуртии, северо-восточную окраину Кировской области, всю территорию Коми-Пермяцкого округа и прилегающие к нему районы Пермского края.

Северная часть (бассейны рр. Порыша, Весляны, Черной, Лупы, Лемана, Южной Кельтмы, Тимшера, Косы, водно-болотный комплекс «Озеро Адово», «Кумикушские озера» и оз. Нахты) – зона среднетаежных сосновых и пихто-еловых лесов, отличается значительной лесистостью и заболоченностью. Южная (бассейн р. Иньвы) – зона южнотаежных пихто-еловых лесов с меньшей лесистостью и заболоченностью, с развитым сельским хозяйством.

На изучаемой территории обитает материковый подвид *Haematopus ostralegus longipes* Buurlin, 1910 [2]. Этот подвид распространен по берегам континентальных водоемов, крайне не равномерно; местами обычный, в большинстве районов – редкий, на больших территориях в пределах ареала не найден [4]. Занесен в Красную книгу Российской Федерации (III), Пермского края (III) и всех соседних регионов; охраняется рядом международных конвенций [3].

Методика и материалы

Основой настоящего сообщения послужили сведения из фонда кафедры зоологии позвоночных и экологии ПГНИУ с 1980-х гг. и экспедиционные материалы, собранные в 2005-2020

гг. Это позволило оценить распространение и численность кулика-сороки на всей территории Верхнекамья.

Птицы учитывались на пеших и водных маршрутах. Помимо гнездящихся пар, учитывались кочующие (мигрирующие) особи, взрослые особи и птенцы. Основные наблюдения получены на маршрутных учетах при сплавах по рекам, площадных учетах на водно-болотных озерных комплексах и крупных старицах. Ширина учетной полосы составляла от 50 до 200 метров в зависимости характера биотопа. Длина учетной полосы составляла от 1-3 км до 30 – 40 км, обычно длина водного маршрута в сутки составляла около 20 км. Численность приведена в виде числа пар на протяженность маршрута (10 км реки или побережья озера, пруда, водохранилища).

Результаты и обсуждение.

По результатам исследований начиная с 1980-х гг. на территории Верхнекамья кулик-сорока отмечался на гнездовании только в пойме р. Камы и в нижнем течении р. Косы (рисунк). На других обследованных крупных реках не обнаружен (Весляна, Лупья, Леман, Иньва, Коса, Южная Кельтма, Тимшер). Так же не был обнаружен на крупных лесных озерах.

Е. М. Воронцов [1] связывал свои встречи кулика-сороки на р. Кама с появлением больших песчаных отмелей. В верховьях р. Камы встречи гнездовых пар куликов-сорок нами отмечены начиная с пос. Бор (Афонасьевский район, Кировской области) 30.06.2010 г. на высоком песчано-галечном валу и далее вниз по течению по всем пригодным для гнездования местам. Именно после пос. Бор на р. Кама начали встречаться галечные и песчаные отмели.

На р. Косе кулики отмечались 10-11 августа 1995 г., скорее всего, уже мигрирующие особи (фондовые материалы); 23-25 июня 2013 г. беспокоящиеся птицы встречались по р. Косе от пос. Кордон до устья по всем пригодным для гнездования местам.

Типичные места гнездования – галечные и песчаные русловые наносы – валы, пляжи, косы, отмели в широкой пойме р. Камы и в пойме р. Косы. Ни разу не отмечалось гнездование на луговинах в поймах рек и в агроландшафтах, как на соседних территориях, например, в Кировской области [5]. Избегает скалистые и облесенные берега рек.

На каждой песчаной отмели (не более 1 км длиной) обычно присутствует только одна пара птиц, и лишь во время летних и осенних миграций можно наблюдать небольшие скопления куликов в одном месте.

На р. Косе в 2013 г. учтено 4 пары на 32 км (1,3/10км). На р. Кама (начиная с верховьев) в 2010 г. от места первой встречи кулика-сороки учтено 50 пар/400 км (1,3/10км), в 2006 г. – 20 пар/100 км (2/10 км), в 2011 г. – 30 пар/180 км (1,6/10км). Повторно учтено в 2012 г. – 2 пары/32 км (0,6/10км) и в 2018 г. – 11 пар/80 км (1,4 пары/10км). В среднем, 1,4 пары на 10 км береговой линии р. Кама.

Общая численность в Верхнекамье около 110 пар. Наибольшая плотность гнездования отмечена на участке р. Кама в Гайнском районе в 2006 г. (таблица).

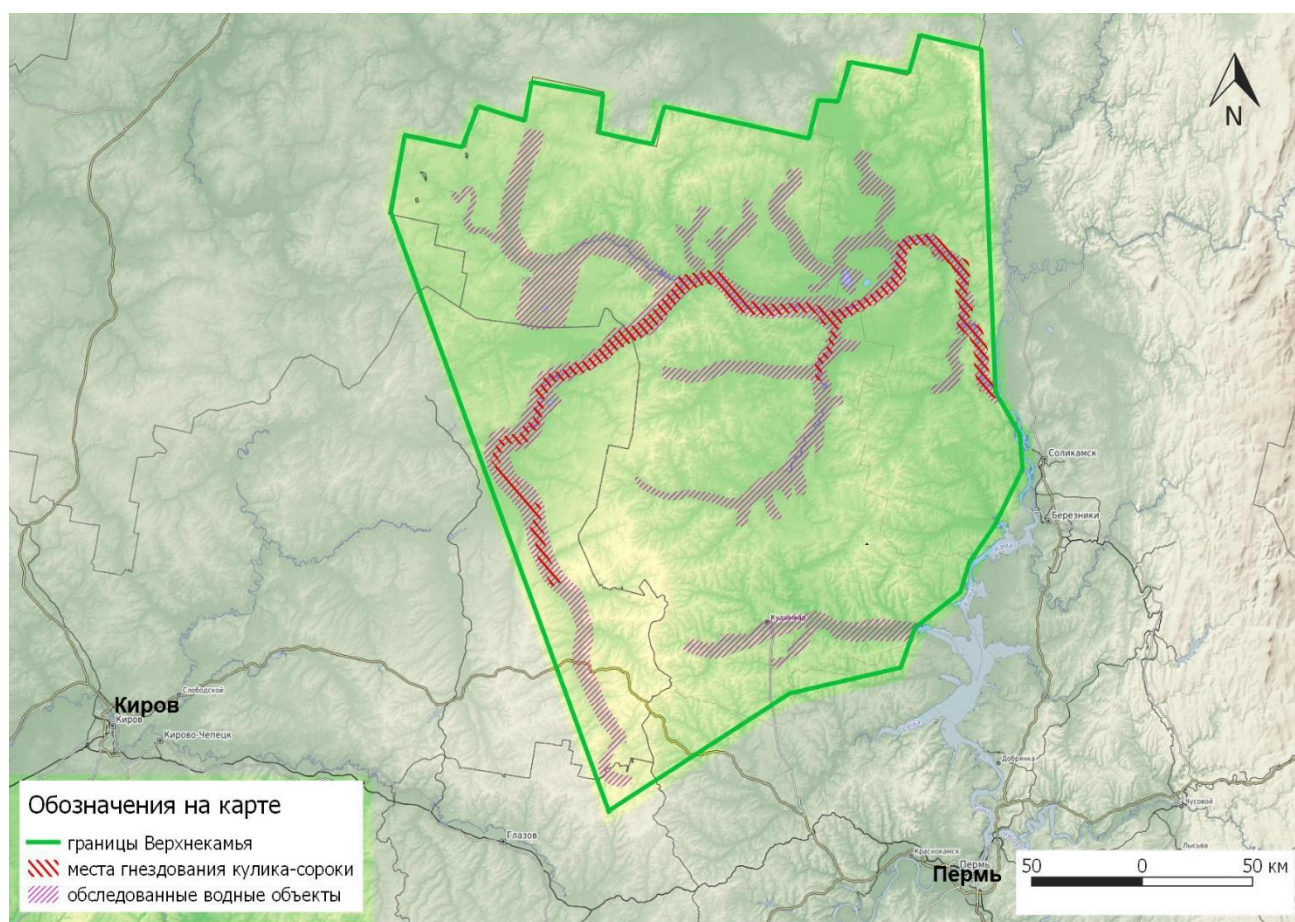


Рисунок. Схема распространения кулика-сороки на территории Верхнекамья

Таблица

Численность кулика-сороки на разных участках р. Кама (начиная с верхнего течения реки)

Место проведения учетов	Дата проведения учетов	Длина маршрута, км	Учтено, пар	Обилие, пар/10 км
Афонасьевский и Верхнекамский район Кировской области, Гайнский район Пермского края	28.06. – 12.07.2010	400	50	1,3
Гайнский район Пермского края	12.07. – 19.07.2006	100	20	2
Чердынский район Пермского края	25.06. – 08.07.2011	180	30	1,6
Чердынский район Пермского края	29.06. – 06.07.2012	32	2	0,6
Гайнский и Чердынский районы Пермского края	28.06. – 01.07.2018	80	11	1,4

Численность в разные годы может сильно изменяться, в зависимости от уровня воды в реках. Повышение уровня воды в районе гнездования приводит к затоплению гнезд, либо существенно ограничивает количество пригодных для гнездования мест. Добыча песчано-гравийных смесей приводит к полному уничтожению гнездового участка и надолго исключение гнездование кулика-сороки. Например, разработка песчаной отмели напротив переправы через р. Каму у пос. Кебраты привела к тому, что после 10 лет отмель все еще не восстановилась, и птицы тут перестали гнездиться.

Выводы

В пределах Верхнекамья кулик-сорока гнездится только в пойме Камы и в нижнем течении р. Коса. Типичные места гнездования – галечные и песчаные русловые наносы – валы, пляжи, косы, отмели в пойме р. Камы и р. Косы. Средняя плотность гнездования 1,4 пары/10 км. Общая численность в Верхнекамье около 110 пар. Лимитирующие факторы – колебания уровня воды, добыча песчано-гравийных смесей в пойме рек.

Библиографический список

1. *Воронцов Е.М.* Птицы Камского Приуралья (Молотовской области). Горький: Горьк. гос. ун-т, 1949. 113 с.
2. *Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю.* Список птиц Российской Федерации. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2006. 256 с.
3. *Красная книга* Пермского края / под общей редакцией М. А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 230 с.
4. *Рябицев В.К.* Птицы европейской части России: справочник-определитель: в 2 т. М., Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2020. Т.2. 427 с.
5. *Сотников В.Н.* Птицы Кировской области и сопредельных территорий. (Том I. Нево-робьиные. Часть II). Киров: ООО «Триада-С», 2002. 528 с.

П.Ю. Черемных¹, Е.Н. Патрушева²

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

P.Y. Cheremnykh¹, E.N. Patrusheva²

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail¹: chepolina02@mail.ru,

e-mail²: e.n.patrusheva@mail.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРКАСОВ

В работе рассматриваются теоретические определения природно-экологических каркасов. Приводится краткая история образования экологических каркасов. Проанализированы природно-экологические каркасы крупных городов Российской Федерации и отдельно г. Перми

Ключевые термины: природный каркас; экологический каркас; особо охраняемые природные территории; зелёные насаждения.

THEORETICAL ISSUES OF STUDYING NATURAL AND ECOLOGICAL FRAMEWORKS

The paper considers the theoretical definitions of natural and ecological frameworks. A brief history of the formation of ecological frameworks is given. The natural and ecological frameworks of large cities of the Russian Federation and separately Perm are analyzed

Keywords: natural framework, ecological framework, specially protected natural areas; green spaces.

В настоящее время степень преобразованности староосвоенных территорий очень велика. С этим связана проблема формирования экологического каркаса. Пристальное внимание экологов к природным объектам свободных от застроек и сильного антропогенного влияния породило концепцию экологического каркаса – минимального по площади формирования, способного обеспечить приемлемые условия обитания человеку и сохранить природу хотя бы в виде изолированных «резерватов» [1].

Важную роль в развитии концепции каркасов сыграли Б. Б. Родман (1974), который предложил концепцию поляризованного ландшафта, основой которой является признание городских и заповедных ландшафтов с полярно противоположными и равноценными элементами биосферы [8] и В. В. Владимиров (1982), который выделил три зоны организации территории: наибольшей хозяйственной активности; экологического равновесия; буферной [1].

Из последних работ, связанных с темой формирования экологического каркаса, необходимо отметить работы Н. В. Стоящей (2000, 2007). По ее мнению, термины «экологический» и «природный» каркас не противоречат, а, наоборот, дополняют друг друга. По Н. В. Стоящей (2007), природный каркас – это система линий и зон особой ответственности, лежащая в основе организации всякой территории. Природный каркас состоит из трех типов элементов: узлы (крупнейшие болота, верховья основных рек и т. д.), транзитные коридоры (долины рек, вереницы озер и т. п.) и буферные территории (лесные массивы) [1].

Смысл экологического каркаса, по мнению Н.В. Стоящей, состоит в обеспечении экологической стабильности всей территории с максимальной эффективностью путем поддержания гибкой системы дифференцированного природопользования. Экологический

каркас территории состоит из трех типов элементов: природные территории (ООПТ, естественные природные комплексы), реставрационный фонд (деградированные территории) и искусственные элементы (полезащитные и придорожные полосы) (рис. 1) [1].

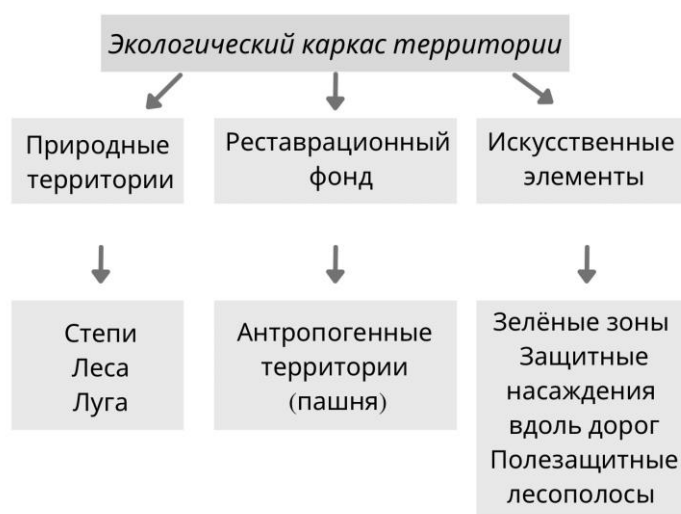


Рис. 1 Экологический каркас территории [1].

Экологический каркас имеет довольно сложную структуру, которая включает ключевые (участки, имеющие самостоятельную природоохранную ценность), транзитные (участки, благодаря которым осуществляются экологические связи между ключевыми территориями) и буферные территории (защищают ключевые и транзитные территории от неблагоприятных внешних воздействий) [10].

Проектирование экологического каркаса производится с помощью геоинформационных систем и космических снимков [9].

К Российским базам геоинформационных данных относятся: информационно-справочная система «Особо охраняемые природные территории России», информационно-аналитическая система «Особо охраняемые природные территории России» [6]. Таким образом, экологический каркас имеет сложную структуру, выполняет функции, которые должны быть связаны с существующим уровнем экономической инфраструктуры и технологий природопользования.

Далее рассмотрим исследование, которое было проведено на основе статистических данных и результатов дистанционного зондирования, проанализирована общая конфигурация экологических каркасов городов Российской Федерации в 2018 году Климановой О. А., Колбовским Е. Ю. и Илларионовой О. А. в Московском государственном университете им. Ломоносова. В основу исследования было положено представление об экологических каркасах города как о совокупности незастроенных территорий с озеленением [2].

Для исследования были взяты 15 крупнейших городов Российской Федерации: Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Екатеринбург, Нижний Новгород, Казань, Челябинск, Омск, Самара, Ростов-на-Дону, Уфа, Красноярск, Пермь, Воронеж и Волгоград [2].

Согласно данным генеральных планов, в городах душевая обеспеченность озелененными территориями колеблется от 4 до 135 м² (в зависимости от города и района). Однако с учетом площади всей древесной растительности показатели во всех городах существенно

выше. В 3 городах (Ростов-на-Дону, Москва, Санкт-Петербург) из 15 душевая обеспеченность древесными насаждениями – менее 100 м², в 6 (Волгоград, Пермь, Самара, Челябинск, Нижний Новгород, Новосибирск) – 100–200 м², и в оставшихся 6 (Воронеж, Красноярск, Уфа, Омск, Казань, Екатеринбург) – более 200 м² (Рис. 2.) [7].

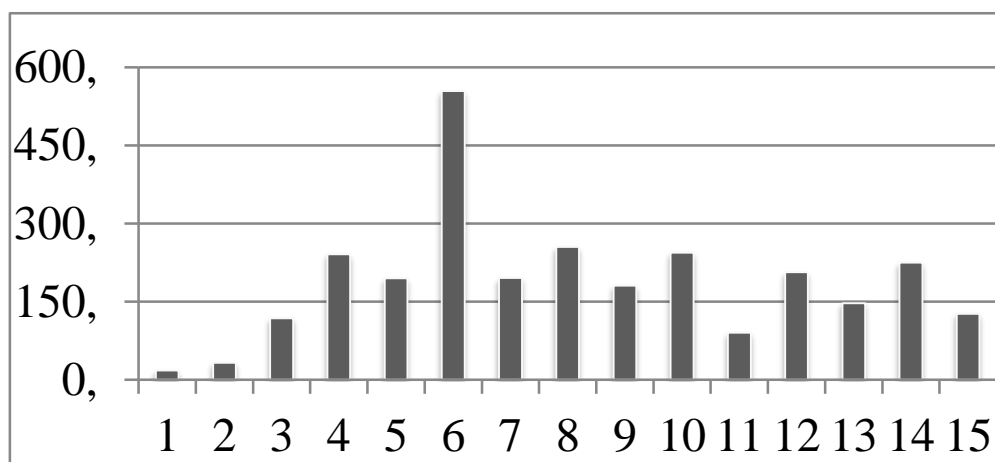


Рис. 2. Обеспеченность зелёными насаждениями, м²/чел. [2].

1-Москва, 2-Санкт-Петербург, 3-Новосибирск, 4-Екатеринбург, 5-Нижний Новгород, 6-Казань, 7-Челябинск, 8-Омск, 9-Самара, 10-Ростов-на-Дону, 11-Уфа, 12-Красноярск, 13-Пермь, 14-Воронеж, 15-Волгоград.

Доля ООПТ в городах-миллионерах различается достаточно сильно, причем корректно рассчитать их долю от площади города не всегда возможно из-за разницы в данных и смешанной принадлежности объектов. Самые большие по площади ООПТ часто расположены не только в городе, но и в прилегающих муниципальных районах. По абсолютной площади ООПТ наилучшие показатели в Москве, Челябинске, Санкт-Петербурге и Воронеже, в каждом из них в среднем охраняется более 6000 га природных экосистем, причем в Москве этот показатель почти в 3 раза выше среднего значения для этой группы. Наиболее низкие показатели – охраняется менее 500 га – в Омске, Екатеринбурге и Красноярске. В последнем этот показатель вообще ничтожно мал и составляет всего 0,0001 га – такова площадь окружающей родник территории в районе Академгородка [4].

По доле ООПТ от площади древесной растительности города можно разделить на три группы – с высокой (более 30%), средней (10–19%) и низкой (менее 10%) представленностью ООПТ в составе ЭК. В первой группе – уже упомянутые города с большими по площади ООПТ, а также Ростов-на-Дону. Во второй – Пермь, Нижний Новгород, Волгоград. Третью группу образуют остальные города, в которых ООПТ невелики по площади и немногочисленны [2].

Учитывая высокую востребованность земель под развитие во всех без исключения агломерациях России, нельзя считать нормальной ситуацию, когда в городах, расположенных в лесной зоне, ООПТ занимают менее 1 % (как в Екатеринбурге и Красноярске) или имеют столь малые площади, что это вызывает сомнения в эффективности их существования [5].

Рассматривая Пермь, как крупный промышленный город с населением более миллиона человек, можно сделать вывод, что ему необходим экологический каркас [3].

Экологический каркас города опирается на систему особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Разработанная концепция ООПТ Перми, уже сама по себе, направлена на оптимизацию и дополнение существующей системы охраняемых территорий и подразумевает

под собой создание новых ООПТ. В настоящее время идет формирование «зеленого пояса» города, который выделит и закрепит элементы экологического каркаса [4].

Зоны «зелёного пояса» составляют единую естественную экологическую систему и выполняют средообразующие, природоохранные, санитарно-гигиенические и рекреационные функции [3].

Проведенный обзор позволяет сформулировать следующие выводы. Экологический каркас не означает отказа от других существующих форм территориальной охраны природы и регулирования природопользования, а представляет собой их развитие и интеграцию. Усиливая эффективность управления и сокращая затраты, он предполагает минимальную перестройку существующих структур. Только такая мера, как экологический каркас, соответствует современному уровню нагрузки на природную среду и способна предотвратить ее разрушение.

Библиографический список

1. Барышников Г.Я., Краснослабодцева Н.А. Природно-хозяйственный каркас переходной зоны Алтая. Барнаул: Алтайский государственный университет, 2012. 154 с. ISBN 978-5-7904-1270-7.
2. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63. Вып. 2. С. 127–146.
3. Кулакова, К.С., Роготнева А.М., Русу Л.С. Экологический каркас г. Перми // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения : Материалы Международной научно-практической конференции, Астрахань, 20–21 февраля 2019 года / Составители Н.С. Шуваев, Е.А. Колчин, Д.А. Пензерь. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Астраханский государственный университет», 2019. С. 84–88.
4. Пермский «зелёный щит». URL: <https://www.newsko.ru/news/nk-5097168.html> (дата обращения: 24.02.22).
5. Пономарев А.А., Байбаков Э.И., Рубцов В.А. Экологический каркас: анализ понятий // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. 2012. 154, 3, 228–238.
6. Пугина Е.Г. Геоинформационные системы как инструмент устойчивого территориального планирования // Антропогенная трансформация природной среды. 2016. № 2. С. 155–161.
7. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / Н. С. Касимов, В. Р. Битюкова, С. М. Малхазова [и др.] ; Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова Географический факультет, Русское географическое общество. М.: ИП Филимонов М.В., 2014. 560 с.
8. Родоман Б.Б. «Поляризованный ландшафт»: полвека спустя // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2021. Т. 85. № 3. С. 467–480.
9. Экологический каркас – стратегия степного природопользования XXI века. URL: <https://www.biodiversity.ru/programs/steppe/bulletin/step-2/step2-2.html> (дата обращения: 25.01.22).
10. Экологический каркас. URL: <https://olymp.in/news/ekologicheskij-karkas/1122> (дата обращения: 29.01.22).

А.В. Черемных¹, Е.Н. Патрушева²

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.V. Cheremnykh¹, E.N. Patrusheva²

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail¹: anastasya.chn@yandex.ru

e-mail²: e.n.patrusheva@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ В ЛЕТНЕЕ И ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Статья посвящена сезонной динамике экологического туризма на примере ООПТ в Пермском крае и экологических троп Пермь. Согласно Стратегии развития туризма в РФ на период до 2035 г. экологический туризм назван одним из приоритетных видов туризма в нашей стране. На развитие туризма в России влияет большое количество факторов: урбанизация, увеличение уровня экологического воспитания, ценовая доступность экотуризма, изменение поведения людей во время отдыха, отстраненность людей от природы, необходимость соблюдать санитарно-эпидемиологические требования. Было проведено измерение рекреационной нагрузки с помощью регистрационно-измерительного метода. Таким образом, было выявлено, что внутренний туризм с начала пандемии коронавируса набирает популярность. В летнее время года туристов больше, чем в зимнее, что связано с климатической обстановкой. Экотропы пользуются спросом в любое время года, так как посетители могут наблюдать первозданную красоту природы.

Ключевые термины: экотуризм; туризм; экологическая тропа; Пермский край; Пермь.

ECOLOGICAL TOURISM IN SUMMER AND WINTER IN THE PERM REGION

The article is devoted to the seasonal dynamics of ecological tourism on the example of protected areas in the Perm region and ecological trails in Perm. According to the Strategy for the development of tourism in the Russian Federation for the period up to 2035, ecological tourism is named one of the priority types of tourism in our country. The development of tourism in Russia is influenced by a large number of factors: urbanization, an increase in the level of environmental education, the affordability of ecotourism, changes in people's behavior during their holidays, people's detachment from nature, the need to comply with sanitary and epidemiological requirements. The recreational load was measured using the registration-measuring method. Thus, it was revealed that domestic tourism has been gaining popularity since the beginning of the coronavirus pandemic. In summer, there are more tourists than in winter, which is due to the climatic situation. Ecological trails are in demand at any time of the year, as visitors can observe the pristine beauty of nature.

Keywords: ecotourism; tourism; ecological trail; Perm Krai; Perm.

Экологический туризм – вид туризма, основанный на туристском спросе, связанный с туристскими потребностями в познании природы и внесении вклада в сохранение экосистем при уважении интересов местного населения [6]. Экотуристские поездки совершались и раньше, но рубеж XX-XXI вв. ознаменовался ростом спроса на них: на экотуры приходится около 8% (т. е. около 120 млн) мировых туристских поездок [2]. На развитие экотуризма влияют: урбанизация, увеличение туристских потоков, рост финансового благополучия населения, отстраненность людей от природы, увеличение уровня экологического воспитания, ценовая доступность экотуризма. Также в последнее время в связи с эпидемиологической ситуацией повысился спрос на внутренний туризм и зеленый туризм в частности.

В целом, Пермский край обладает высоким природно-ресурсным потенциалом для внутреннего туризма. На развитие экотуризма влияет привлекательность природных объектов. Многие туры на территории Пермского края приурочены к водным объектам: рекам Вишера,

Чусовая, Сытва, Усьва. В крае распространены пешие маршруты на территории ООПТ к уникальным природным объектам. Существует нормативно-правовой акт (Федеральный закон РФ «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ), регулирующий отношения в области организации, охраны и использования особо охраняемых природных территорий в целях сохранения уникальных и типичных природных комплексов и объектов, достопримечательных природных образований, объектов растительного и животного мира, их генетического фонда, изучения естественных процессов в биосфере и контроля за изменением ее состояния, экологического воспитания населения [5]. Также есть закон Пермского края от 4 декабря 2015 г. N 565 ПК «Об особо охраняемых природных территориях Пермского края», который регулирует в Пермском крае отношения в области организации, охраны и использования особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения [3].

Также популярностью пользуются экологические тропы. Экологическая тропа – это тщательно организованные, обустроенные и особо охраняемые прогулочно-познавательные маршруты, которые создаются в целях экологического образования и просвещения населения через установленные по маршруту информационные стенды [1]. В Перми насчитывается 18 экотроп, которые пользуются спросом у жителей города Перми. Как летом, так и зимой территории ООПТ пригодны для отдыха и туризма. Интересно понять, как распределяется интерес к объектам исследования в летнее и зимнее времена года.

Для сравнения интереса людей к ООПТ в летнее и зимнее время были выбраны следующие объекты: ООПТ «Каменный город», ООПТ «Плакун», ООПТ «Утиное болото», экотропа «Здравствуй, Большой лес!» (ООПТ «Закамский бор»), экотропа «Тропинка открытий» (ООПТ «Черняевский лес»), экотропа «Большая сосновая» (ООПТ «Закамский бор»), экотропа «Липовая гора» (ООПТ «Липовая гора»).

Один из наиболее популярных памятников природы Пермского края – «Каменный город», расположенный в Гремячинском районе между поселками Усьва и Шумихинский. ООПТ является памятником природы регионального значения. От автомобильной стоянки до «Каменного города» пролегает тропа длиной 1,5 км, позволяющая туристам добраться до памятника природы. Еще одна достопримечательность Пермского края – водопад Плакун, который расположен в Суксунском районе, на правом берегу реки Сытва, недалеко от деревни Сасыково. Водопад Плакун – уникальный гидрогеологический памятник природы регионального значения. ООПТ «Утиное болото» – природный ландшафт местного значения, расположенный в Кировском районе Перми. Данная ООПТ место постоянного гнездования краквы обыкновенной.

В Перми расположены экологические тропы, которые имеют эстетическую и природную ценность. Экологические тропы – один из способов формирования экологической культуры людей, посещение троп воспитывает в человеке бережное и уважительное отношение к природе. Экотропы «Здравствуй, большой лес!» и «Большая сосновая» расположены на территории ООПТ «Закамский бор». Первая тропа посвящена взаимодействию человека и природы разных временных рамок. Вторая экотропа посвящена преобладающему растению фитоценоза ООПТ «Закамский бор» – сосне. Экотропа «Тропинка открытий», расположенная на территории ООПТ «Черняевский лес», создана для дошкольников и школьников начальных классов. Экотропа «Липовая гора» находится на территории ООПТ «Липовая гора». На территории ООПТ основная порода – липа, также произрастает довольно редкое дерево в наших лесах – вяз.

Путешествуя по ООПТ, люди оказывают воздействие на окружающую среду в целом и на ее отдельные компоненты. Для снижения негативного влияния человека на природу, нужно

производить измерение антропогенной нагрузки. Рекреационная нагрузка выражается числом людей на рекреационном объекте за определенный промежуток времени. Существует несколько методик измерения нагрузки: метод пробных площадей, трансектный, математико-статистический, регистрационно-измерительный. Регистрационно-измерительный метод предназначен для проведения наблюдений и основан на регистрации посетителей и времени их пребывания на пробных площадках [4].

Для сравнения востребованности экотуризма в зимнее и летнее время был выбран регистрационно-измерительный метод: высчитывалось количество посетителей ООПТ в течение 1 часа в период с июня по июль 2021г. и январь-февраль 2022г. Учеты проводились в приблизительно одинаковых погодных условиях: летом температура выше +15°C, без осадков, в первую половину выходных дней; зимой – температура не ниже -15°C, без осадков, в первой половине выходного дня. ООПТ «Каменный город» и ООПТ «Плакун» были выбраны для исследования, так как являются популярными для посещения, как летом, так и зимой. Экотропы были выбраны, так как они являются наиболее доступными для жителей города Перми.

Были получены следующие результаты, представленные в таблице.

Таблица

Антропогенная нагрузка на ООПТ Пермского края летом 2021г. и зимой 2022г.

<i>Название ООПТ/экологической тропы</i>	<i>Расположение ООПТ/экологической тропы</i>	<i>Антропогенная нагрузка летом 2021г. (чел/час)</i>	<i>Антропогенная нагрузка зимой 2022г. (чел/час)</i>
«Каменный город»	Гремячинский муниципальный район Пермского края	1-ый час – 36 2-ой час – 48	18
«Плакун»	Суксунский муниципальный район Пермского края	По информации компании ООО «Золотой компас-тур» – 14	6
«Утиное болото»	Кировский район г.Перми	11	4
«Здравствуй, большой лес!»	ООПТ «Закамский бор»	34	18
«Тропинка открытий»	ООПТ «Черняевский лес»	16	11
«Большая сосновая»	ООПТ «Закамский бор»	19	9
«Липовая гора»	ООПТ «Липовая гора»	14	6

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что наибольшая антропогенная нагрузка приходится на летнее время года, это может быть связано с климатическими условиями, туристам комфортнее путешествовать в теплое время года. Количество туристов и в летнее, и в зимнее время увеличивается, так как внутренний туризм в связи с закрытыми границами набирает популярность с лета 2020 года, до сих пор эта тенденция сохраняется. Поездки на ООПТ «Каменный город» популярны, как летом, так и зимой, это связано с уникальностью памятника природы, а также транспортной доступностью в любое время года. Экотропы Перми пользуются спросом среди местных жителей весь год, но в летнее время чуть больше. Особой популярностью обладает тропа «Здравствуй, большой лес!», так как данная экотропа находится в шаговой доступности для жителей Кировского района и является уникальным местом, в котором человек может прикоснуться к природе. Также спросом пользуется экотропа «Тропинка открытий», которую в основном посещают семьи с детьми, поскольку данная тропа была создана для школьников и дошкольников.

Согласно Стратегии развития туризма в РФ на период до 2035 г. экологический туризм назван одним из приоритетных видов туризма в нашей стране. Таким образом, внутренний туризм набирает популярность с лета 2020 года, что может быть связано с коронавирусной инфекцией (COVID-19). В летнее время года туристов больше, чем в зимнее, что связано с климатической обстановкой. Экотропы пользуются спросом в любое время года, так как посетители могут наблюдать первозданную красоту природы.

Развитие внутреннего туризма может принести большие доходы Пермскому краю. Для увеличения потока туристов необходимо развивать инфраструктуру туристического комплекса и обустраивать маршруты. Можно продвигать экотуризм среди населения с помощью рекламных роликов. Нужно уделять внимание созданию проектов, которые способствовали бы повышению экологического воспитания среди населения края. Заниматься организацией мастер-классов, круглых столов и лекций. Данные предложения могут привести к увеличению туристического спроса.

Библиографический список

1. Батурин М.П. Методические рекомендации при проведении экологических экскурсий. М.: Турист, 1991. 97 с.
2. Бровцына В.С., Шабалина Н.В., Каширина Е.С., Зелинская А.Б. Создание и обустройство экотроп как необходимое условие развития экологического туризма (пример Большой севастьяпольской тропы) // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2021. Т. 7. № 1. С. 3–14. DOI: 10.18413/2408-9346-2021-7-4-0-1.
3. Закон Пермского края от 4 декабря 2015 г. N 565 ПК «Об особо охраняемых природных территориях Пермского края». URL: <https://docs.cntd.ru/document/430599443> (дата обращения: 10.03.22).
4. Стандарт отрасли ОСТ 56-100-95 «Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы» (утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. N 114). URL: <https://dokipedia.ru/document/5327894> (дата обращения: 24.02.22).
5. Федеральный закон РФ «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ (последняя редакция). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (дата обращения: 10.03.22).
6. Храбовченко В.В. Экологический туризм: Учебно-методическое пособие. М.: Финансы и статистика, 2014. 208 с.

А.А. Шарипова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.A. Sharipova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: alina.sharipova.2103@mail.ru

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В сообщении рассматриваются оценки жизненного состояния древесных растений в городах. Приводятся различные методики, позволяющие оценить положение зеленых насаждений. Также приводится классификация городских зеленых насаждений по функциональному признаку.

Ключевые термины: древесные растения; озеленение; оценка жизненного состояния.

ASSESSMENT OF THE VITAL CONDITION OF WOODY PLANTS

The report considers assessments of the vital state of woody plants in cities. Various methods are given to assess the position of green spaces. It also provides a classification of urban green spaces on a functional basis.

Keywords: woody plants; landscaping; life condition assessment.

В настоящее время в городах существует особая и, в основном, неблагоприятная среда для существования живых организмов, в том числе и для растений. Содержанию зеленых насаждений должно уделяться особое внимание, так как воздушная и почвенная среда в городе резко отличаются от естественных условий, в которых формировались наследственные биологические свойства используемых для озеленения растений [10].

Оценка жизненного состояния древесных растений может проводиться по различным методикам. Метод визуальной оценки основан на определении степени нарушения ассимиляционного аппарата и крон деревьев, подавления роста и уменьшения ряда биометрических параметров деревьев, которые определяются визуально [4]. Метод определения содержания фотосинтетических пигментов в листьях базируется на том, что ассимиляционные органы и количественные характеристики хлорофилл-белкового комплекса являются первостепенными определяющими показателями жизненного состояния растений. Замечено, что под действием неблагоприятных факторов среды, концентрация хлорофилла «а» и каротиноидов уменьшается. Воздействие на хлорофилл «б» более слабое, а в ряде случаев наблюдается его рост. В результате значительно меняется соотношение между пигментами [4]. Метод оценки анатомо-морфологических показателей состояния древесных растений используется для характеристики устойчивости древостоев и отдельно стоящих деревьев. Оцениваются годовой прирост ствола по объему, напряженность роста, годичный прирост верхушечных и боковых побегов, побегообразующая способность [4].

Городские зеленые насаждения подразделяются на 4 основные группы:

1) насаждения общего пользования – городские парки КиО; районные парки КиО; сады жилых районов, микрорайонные сады, скверы, бульвары, набережные, лесопарки (в пределах городской черты);

2) насаждения ограниченного пользования – территории жилых районов и кварталов, территории микрорайонов, участки детских садов и яслей, участки школ, участки спортивных

комплексов, участки учреждений здравоохранения, участки культурно-просветительных учреждений, участки высших, средних специальных учебных заведений, территория промпредприятий;

3) насаждения специального назначения – санитарно-защитные зоны, ботанические и зоологические сады, коммунально-складские территории;

4) насаждения улиц [8].

Исследования жизненного состояния зеленых насаждений общего пользования проводится в различных городах Российской Федерации. Так, в Перми большинство исследуемых насаждений в парках и скверах являются среднеустойчивыми, и жизненное состояние растительности находится в удовлетворительном и хорошем состоянии [5]. Качественный анализ зеленых насаждений на территории Пермского государственного национального исследовательского университета показал, что для них характерна упрощенная структура, значительная часть деревьев находится в ослабленном и сильно ослабленном состоянии в связи с достижением предельного возраста. Для эффективного функционирования зеленые насаждения должны быть оптимальной структуры и возраста. Создание зеленых насаждений усложненной структуры на территории ПГНИУ оптимизирует выполнение ими санитарно-гигиенических и декоративно-планировочных функций. Старовозрастные насаждения с меньшей интенсивностью поглощают CO₂ и выделяют кислород, лиственные старовозрастные насаждения в меньшей степени выделяют фитонциды, хуже защищают от шума, представляют угрозу облома старых веток [6]. В Екатеринбурге в парке «Химмаш» зеленые насаждения находятся в удовлетворительном гигиеническом состоянии, для поддержания санитарного состояния растений требуются регулярные работы (удаление сухих растений, обрезка ветвей, омолаживающая и гигиеническая обрезка кустарников и т.д.) [1]. В Ижевске составе городских насаждений преобладают древесные растения, находящиеся в удовлетворительном состоянии [2]. В парках «Победы» и «Первомайском» города Уфы жизненное состояние насаждений оценивается как "ослабленные". Из-за отсутствия постоянного ухода за зелеными насаждениями парка отмечаются сухостойные деревья, причиной гибели которых стало не только естественное старение, но и повреждение различными патогенными микроорганизмами [7, 11]. Общее состояние древесных и кустарниковых растений города Сыктывкара хорошее, но 64,8% растений нуждаются в мерах по улучшению их санитарного состояния и в создании условий для нормального роста и развития [9]. В Воронежской и Саратовской областях в среднем жизненное состояние древесной растительности оценивается в большей степени как «ослабленное» [3].

Для определения жизненного состояния были использованы методы визуальной оценки, методы определения содержания фотосинтетических пигментов в листьях, а также методы оценки анатомо-морфологических показателей состояния древесных растений. Жизненное состояние древесной растительности в большинстве рассмотренных случаев удовлетворительное или ослабленное. Требуется проведение профилактических мероприятий для улучшения санитарного состояния, создания условий для нормального роста и развития древесных растений.

Библиографический список

1. Аткина Л.И., Вишнякова С.В., Жукова М.В., Луганская С.Н., Суслова Н.Г. Современное состояние зеленых насаждений парка-стадиона Химмаш в г. Екатеринбурге // Пермский аграрный вестник. 2017. №2. С. 6–12.

2. Большова О.Г., Бухарина И.Л., Журавлева А.Н. Городские насаждения: экологический аспект: монография. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. 206 с.

3. Громова Т.С., Ермоленко А.С., Кулагина Е.Ю., Ларионов М.В., Ларионов Н.В., Сираева И.С., Солдатова В.В. Экологическая оценка санитарных показателей древесных растений в природных и техногенных условиях // Самарский научный вестник. 2020. № 1. С. 100–106.
4. Жакова С.Н., Лихачев С.В., Пименова Е.В. Экологические методы диагностики жизнеспособности древесных растений: практикум. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2020. 54 с.
5. Жакова С.Н., Сатаев Э.Ф. Экологический мониторинг зелёных насаждений и урбано-зёмов некоторых скверов и парков г. Перми // Пермский аграрный вестник. 2017. №3. С. 4–9.
6. Кулакова С.А., Гатина Е.Л., Санников П.Ю. Инвентаризация зеленых насаждений территории кампуса Пермского государственного национального исследовательского университета // Географический вестник. 2014. № 3 (30). С. 94–100.
7. Мартынова М.В., Муфтахова С.И., Халикова О.В. Анализ изменения санитарного состояния древесных растений в парке культуры и отдыха «Первомайский» г. Уфы за 2017-2019г.г.// Российский электронный научный журнал. 2019. №3. С. 216–229.
8. Нормы посадки деревьев и кустарников городских зеленых насаждений/МЖКХ РСФСР. М., 1988. 82 с.
9. Паришина Е.И. Видовой состав и состояние древесных растений в городских насаждениях Сыктывкара (на примере городского парка им. Мичурина) // Вестник ТвГУ. 2021. № 4. С. 105–110.
10. Приказ Госстроя Российской Федерации «Об утверждении Правил создания, охраны и содержания зеленых насаждений в городах Российской Федерации» от 15.12.1999 № 153. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=49758&ysclid=11p882fvyi> (дата обращения: 10.03.22).
11. Хаматдинова Н.В. Оценка жизненного состояния хвойных и лиственных древесных растений в урбанизированой среде города Уфа // ЭНИГМА. 2020. №23. С. 151–155.

УДК 502/504

А.А. Аникина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.A. Anikina

Perm State University, 614068, Perm, street Bu-
kireva, 15

e-mail: alinadoeg@gmail.com

ТЕХНОГЕНЕЗ ПРИ БУРОВЫХ РАБОТАХ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

В сообщении рассматривается техногенез при проведении буровых работ на нефтяных месторождениях. Приводится краткое описание буровых работ. Рассматривается воздействие технологических процессов на компоненты окружающей среды. Приводится комплекс мер по охране окружающей среды на местах бурения скважин под нефть.

Ключевые термины: техногенез; бурение скважин; окружающая среда.

TECHNOGENESIS IN DRILLING OPERATIONS IN OIL FIELDS

The report discusses technogenesis during drilling operations in oil fields. A brief description of drilling operations is given. The influence of technological processes on the components of the environment is considered. A set of measures for the protection of the environment at the sites of drilling wells for oil is given.

Keywords: technogenesis; well drilling; environment.

Бурение скважин – это процесс сооружения направленной горной выработки большой длины и малого (по сравнению с длиной) диаметра [4].

Весь цикл строительства скважин до сдачи их в использование включает надлежащие основные поочередные звенья (рисунок):

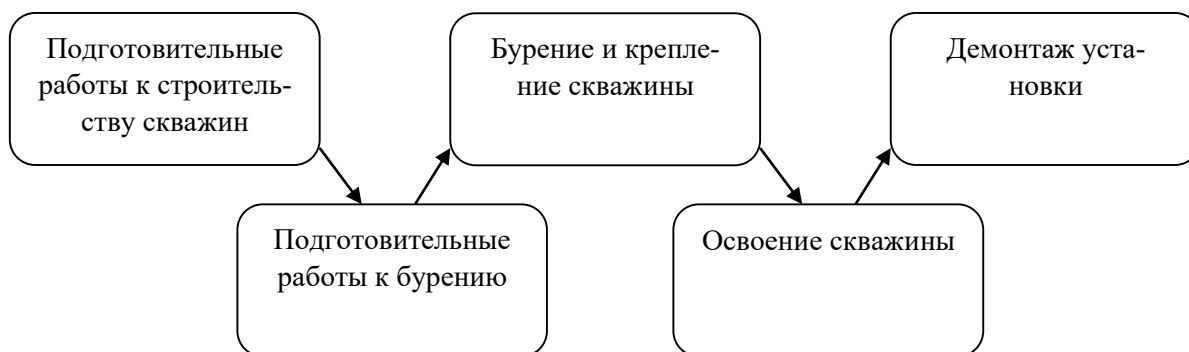


Рисунок. Этапы строительства скважины.

Скважина создается путем постепенного разрушения горных пород [4]. Назначение скважин может быть различным: скважины бурят для региональных исследований, разведки, разведки и разработки месторождений нефти [4].

Производственная работа буровых компаний обязательно связана с антропогенным воздействием на объекты природной среды. В силу специфики горных работ процессы строительства скважин оказывают негативное воздействие на окружающую среду [6]. Процессы бурения скважин сопровождаются образованием промышленных отходов. К таким отходам относятся скважины из скважин, использованные жидкости от процесса бурения и сточные воды от бурения. Они возникают в технологическом процессе промывки скважин [2].

На всех этапах сооружения скважин на нефть имеют место высокие экологические нагрузки на окружающую среду. Так в атмосферу поступают выбросы газов и продуктов сгорания при работе двигателей и испарении легколетучих веществ. Увеличивается загазованность и запыленность воздуха за счет химических реагентов [1]. Механическое влияние на литосферу состоит в возникновении новых форм рельефа на пространстве отсыпки под площадные объекты, а также во время постройки внутрипромысловых автомобильных дорог, при планировке площадок, сооружении подъездов к ним и переездов при пересечении существующих коммуникаций [5]. Химическое воздействие на почвенный покров связано с буровыми растворами и вводимыми при бурении химическими реагентами [5]. Загрязняющие составляют приводят к ухудшению водного режима и физических свойств почв, подавляется микрофлора, понижается её биологическая активность, усиливаются эрозионные процессы, приводящие почву в непригодную для развития и роста растений среду [3]. Происходит ощутимое загрязнение подземных и поверхностных вод по причине попадания в них нефтепродуктов, буровых реагентов, механических загрязнений [7].

К мероприятиям по охране окружающей среды при бурении скважин можно отнести:

1. Рациональное проектирование конструкции скважин, собственно что обеспечит изоляцию подземных вод от загрязнения технологическими жидкостями от буровой;
2. Организация надежной зоны санитарной охраны;
3. Предупредительные мероприятия;
4. Совершенствование техники безопасности и технологий бурения скважин;
5. Бурение скважин уменьшенного диаметра, что позволит уменьшить площадь отводимых по буровые работы территорий.

Проведенный обзор позволяет сконструировать следующие выводы. Бурение скважин – сложный технологический процесс. Техногенез при бурении скважин носит химико-токсический и физико-механический характер и влечет за собой широкий спектр экологических проблем, которые считаются довольно актуальными сегодня и должны решаться рационально. В частности, совершенствованием экологически безопасной техники и технологии бурения скважин различного назначения, проектированием и неотклонимым выполнением всех мероприятий по защите окружающей среды в процессе бурения и крепления скважин.

Библиографический список

1. Альмухаметова Э.М., Файзуллин А.А. К вопросу об экологических проблемах при буровых работах и эксплуатации скважин//Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2018. №4. С. 35–44.
2. Балаба В.И. Обеспечение экологической безопасности строительства скважин на море // Бурение и нефть. 2004. № 1. С. 18–21.
3. Бузмаков С.А., Хотяновская Ю.В., Андреев Д.Н., Егорова Д.О., Назаров А.В. Индикация состояния экосистем в условиях нефтепромыслового техногенеза// Географический

вестник = Geographicalbulletin. 2018. № 4(47). С. 90–102. doi 10.17072/2079-7877-2018-4-90-102

4. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин. Учебное пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 352 с.

5. Ишмухаметова Р.И. Воздействие процесса бурения скважин на литосферу // Актуальные проблемы науки в студенческих исследованиях. М., 2018. С. 165–167.

6. Тарасова Т.Ф., Абидов А.Г. экологические проблемы при бурении нефтяных и газовых скважин // Вестник ОГУ, 2013, № 10 (159). С. 968–972.

7. Техногенное воздействие системы геологоразведочных и горнодобычных работ на природную среду (Атлас) URL: http://irkipedia.ru/content/tehnogennoe_vozdeystvie_sistemy_geologorazvedochnyh_i_gornodobychnyh_rabot_na_prirodnuyu?ysclid=l1pa50hkt4 (дата обращения: 12.03.22).

В.С. Артамонова

Институт почвоведения и агрохимии

СО РАН,

630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 8,2

e-mail: artamonovavs@yandex.ru

V.S. Artamonova

Institute of Soil Science and Agrochemistry

of the SB RAS, 630090, Novosibirsk,

Lavrentieva ave., 8,2

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНАХ

В сообщении рассматриваются основные угольные бассейны страны, последствия антропогенной трансформации природной среды в Кузбассе, где осуществляется многолетняя добыча высококачественных углей открытым и закрытым способом. Являясь лидером по добыче угля, регион испытывает разнообразные проявления техногенной нагрузки и ухудшение экологического состояния. Образование техногенных ландшафтов сопровождается потерей почвенно-растительного покрова, который обеспечивал продуктивность наземных экосистем, их санитарно-гигиеническое благополучие, сдерживал карбоновые выбросы. Отмечается, что улучшение экологии районов угледобычи и снижение углеродного следа можно достичь путём активного вовлечения отвалов вскрышных и вмещающих пород в биологическую рекультивацию: облесение и создание на их поверхности искусственно созданных почвоподобных образований.

Ключевые термины: отвалы; угольные бассейны; почвоподобные образования.

MODERN ASPECTS OF THE TRANSFORMATION OF THE NATURAL ENVIRONMENT IN COAL-MINING REGIONS

The report examines the main coal basins of the country, the consequences of anthropogenic transformation of the natural environment in the Kuzbass, where long-term mining of high-quality coal is carried out in an open and closed manner. Being a leader in coal mining, the region is experiencing various manifestations of man-made stress and environmental degradation. The formation of technogenic landscapes is accompanied by the loss of soil and vegetation cover, which ensured the productivity of terrestrial ecosystems, their sanitary and hygienic well-being, and restrained carbon emissions. It is noted that improving the ecology of coal mining areas and reducing the carbon footprint can be achieved by actively involving overburden and host rock dumps in biological reclamation: afforestation and the creation of artificially created soil-like formations on their surface.

Keywords: dumps; coal basins; soil-like formations.

Трансформация природной среды в основных угледобывающих районах России: Сибири и Якутии, за многие десятилетия выработки полезного ископаемого привела к масштабному разрушению природных комплексов и многочисленному образованию карьерно-отвальных образований. Складированные на дневной поверхности тонны вскрышных и вмещающих в насыпи и отвалы простираются, например, в Кузбассе на десятки километров. Прилегающие к ним территории испытывают негативное воздействие от техногенных тел на расстоянии в десять раз превышающем площадь самих отвалов. Оно обуславливает:

- 1) снижение и потерю продуктивных сельскохозяйственных угодий и лесных массивов;
- 2) сокращение численности и исчезновение редких видов флоры и фауны;
- 3) загрязнение воздуха, почв, растительности, поверхностных и грунтовых вод соседствующих территорий минеральными частицами, токсичными элементами;

4) колонизацию минеральных субстратов инвазионными видами и атипичными штаммами микроорганизмов.

В последние годы районы угледобычи рассматриваются как полигоны, или фермы, формирования углеродного следа, как фактор, влияющий на изменение климата. миссия углерода в Кузбассе преобладает над его депонированием [9]. Этому способствует разрушение почвенно-растительного покрова, самовозгорание отвальных пород, миграция метана, запасы которого в регионе превышают 15% (Рисунок) всего запаса газа в РФ [8]. Уменьшить выбросы газов в окружающую среду может декарбонизация, в том числе путём увеличения доли искусственно-созданных почвоподобных образований в составе рекультивированных земель с привлечением почвоулучшителей и гумусированной толщи зрелых почв, подпадающих под отчуждение, а также путём активного облесения отвалов. Следовательно, биологическая рекультивация нарушенных земель в районах угледобычи сталкивается с новыми вызовами. Неизбежно встаёт вопрос в отношении искусственно созданных почвоподобных тел – какова вероятность появления у них новых экологических функций? Обеспечат ли почвоподобные образования функции зрелых почв, или появятся новые? Будут ли развиваться функции по нейтрализации геохимических соединений подстилающей породы – техногенного субстрата? Как вовлекается в контакт этот минеральный слой с корневой системой растений, участвует ли он в сохранении, поддержании и формировании плодородия? Появятся ли нежелательные функции, например депонирования мутированных форм микроорганизмов, поскольку присутствие вмещающих пород и углистых частиц в отвальной вскрыше обуславливает наличие в них экотоксикантов разного состава и концентрации. Вопросов перед фундаментальной наукой немало, от их решения зависит успех экологического благополучия восстанавливаемых земель, в том числе воссоздания утраченного плодородия почв, вторичного освоения растительности и выравнивание углеродного баланса.

Проблема возвращения нарушенных земель во вторичное использование – это многолетняя государственная экологическая задача. Впервые она была отражена в постановлении Совета Министров СССР от 2 июня 1976 «О рекультивации земель, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведения геологоразведочных и других работ». Для решения её научно-технических проблем была поставлена цель – разработать «экологические стандарты» на комплекс определённых условий природной среды, который должен быть восстановлен или создан заново на нарушенных землях горными работами [7]. Следует сказать, что экологическим аспектам рекультивации в Кузбассе всегда уделялось особое внимание. Результатом многолетних комплексных исследований являются разработанные технологии реставрации луговой степной растительности на отвалах угольной промышленности в [5], рекомендации по лесной рекультивации земель на предприятиях угольной промышленности [10], предложения по использованию природоподобных сообществ для повышения углерододепонирующей способности участков лесной рекультивации [9]. Сибирскими учёными инициировано создание Национального стандарта РФ по рекультивации нарушенных земель и земельных участков с

присутствием наилучших доступных технологий, по восстановлению биологического разнообразия[4].



Рисунок. Запасы метана в угольных бассейнах России

Однако многие аспекты реализации способов ускоренного почвообразования на техногенных отходах остаются до конца не решёнными. Модель искусственно созданных почвоподобных образований, рассматриваемая преимущественно на примере технозёмов, сформированных с применением «насыпных» почв, до сих пор недостаточно изучена с точки зрения течения внутрипочвенных процессов, динамики плодородия, сохранности исходных свойств, функций и режимов. Термин технозёмы широко используется в отечественном почвоведении [6], в зарубежной практике такие образования рассматриваются, как техносоли [12]. Они создаются, прежде всего, для создания рекультивационного корнеобитаемого слоя с целью вовлечения породных отвалов, предназначенных для вторичного сельскохозяйственного использования. Нужно понимать, что привносимая в искусственно созданное почвоподобное образование почва, особенно её гумусированная толща, с её биогеохимическими свойствами и биотой «переходит по наследству» из природной экосистемы, формировавшейся эволюционно в течении сотен лет. Априори она будет сохранять какое-то время свои прежние свойства и биологическую активность. Но что будет дальше с такой смешанной системой? Способна ли она обеспечивать балансовые отношения во всех звеньях биологического круговорота, или запасы питательных веществ и энергии, накопленные в интродуцированной почве до привноса на поверхность техногенного тела, исчерпываются? Остаётся открытым и вопрос о миграции химических элементов из подстилающей породы. Или круговорот веществ в таких искусственных почвоподобных образованиях следует регулировать? Недостаточно изучено и эколого-токсикологическое состояние таких почвоподобных образований. В настоящее время определение остаточной токсичности предъявляется к землям, рекультивированным после механического нарушения, нефтяного и солевого загрязнения [11]. Сведения, полученные для почвоподобных образований рекультивированных отвалов в сибирских районах угледобычи, показывают, что экотоксиканты в корнеобитаемом слое растений присутствуют, как в эмбриозёмах, так и технозёмах в заметных количествах [1,2].

Учитывая, что в ближайшее время объёмы добычи угля в Сибири будут увеличиваться, а, значит, сопровождаться разрушением новых природных комплексов, то необходимо отслеживать появление новых нарушенных земель и тех, что вовлекаются или уже вовлечены в биологическую рекультивацию. Для этого можно заимствовать опыт Пермского государственного национально-исследовательского университета, в котором на его научно-образовательной площадке в 2018 году была создана открытая геоэкологическая геоинформационная система Кизеловского угольного бассейна [3]. Её функциональные возможности позволяют получить наиболее полную и комплексную оценку состояния исследуемой территории с учётом всех источников загрязнения за различные годы. Подобные системы можно использовать для контроля состояния почвоподобных образований, лесных насаждений, величины углеродного следа, как в Кузбассе, так и других, не менее значимых по запасам угля бассейнах, расположенных в азиатских регионах Сибири и Якутии. Высокими геологическими запасами характеризуются Тунгусский (2345 млрд. т), Ленский (1647 млрд. т), Канско-Ачинский (638 млрд. т), Таймырский (185 млрд. т), Южно-Якутский (57,5 млрд. т.), Улуг-Хемский, (4,2 млрд. т), Иркутский (7,5 млрд. т), Минусинский (7,2 млрд. т). Ниже приводится список основных угольных бассейнов РФ:

Кузнецкий угольный бассейн, или Кузбасс (Кемеровская область) является лидером по добыче угля – его доля составляет около 80%. Кузнецкий угольный бассейн с геологическими запасами 635 млрд. т угля расположен в южной части Западной Сибири вокруг городов Кемерово, Новокузнецк, Прокопьевск, Междуреченск, Белово и других. Уголь добывается около 250 лет. Площадь бассейна – 27 тысяч км². В нем залегает 130 угольных слоев на глубине 300 – 900 м мощностью 1,5-3 м (в некоторых местах 20-30 м).

Тунгусский угольный бассейн. Впервые об угленосных слоях в этих районах стало известно в 1860 г., а геологическая разведка была проведена лишь в Царское время в начале 20 – го столетия. Является самым большим на территории не только Сибири, но и России. Он занимает около 1 млн. км² площади Восточной Сибири, большей частью расположен в Красноярском крае, частично – в Иркутской области и Якутии.

Ленский угольный бассейн. Первые упоминания об угленосных слоях в этом районе Якутии относятся к 19 веку. Геологическое изучение начато в 1927 году, промышленная добыча бурого и каменного угля – с 1930 года. Глубина залегания угленосных пластов не превышает 600 м. Разработка угольных залежей ведется открытым и закрытым способом.

Канско-Ачинский угольный бассейн. Впервые сведения об угольных залежах опубликованы в 18 веке, геологоразведка месторождений началась в 1903 году, а с 1918 года добыча угля приобрела промышленные масштабы. Основной ресурс – бурый уголь. Добыча ведётся открытым способом. Уголь используется для выработки энергии в Красноярском крае и Хакасии, а также для выработки тепла местными ТЭЦ и Иркутской области.

Таймырский угольный бассейн находится на полуострове Таймыр (Красноярский край). Месторождение известно с 1843 года. Его площадь составляет 80 тыс. км². Доступ к угольным залежам возник благодаря современному глобальному таянию ледников. Однако разработка угля в этом регионе не приветствуется природоохранными организациями.

Южно-Якутский угольный бассейн расположен в Якутии, в Нерюнгринском районе вдоль Станового хребта Алданского нагорья. Данные о месторождения известны с 1849 года, но добывать в промышленных масштабах уголь начали только в 1933 году. Площадь насчитывает 25 тыс. км². Пласты высококачественного коксующегося угля залегают на глубине до 300 м, их мощность составляет 25-28 м, поэтому добыча ведется преимущественно открытым способом.

Улуг-Хемский угольный бассейн находится в центре республики Тыва. Улуг-Хемский бассейн получил название в честь Верхнего Енисея. Угольный бассейн известен с 1883 года, первые кустарные разработки осуществлены в 1914 г. Добыча угля в промышленных масштабах началась в 1925 году. Общая площадь бассейна составляет 2700 км², в его центре расположен г. Кызыл. Обилие рек, а также подземных течений и водонасыщение слоев значительно усложняют разработку. В настоящее время в республике действует единственное угледобывающее предприятие – разрез Каа-Хемский, входящий в состав ООО «Тувинская горнорудная компания». Разрез расположен в юго-восточной части Улугхемского бассейна, в 10 км от Кызыла, добыча осуществляется открытым способом.

Иркутский угольный бассейн открыт в 1869 году, его разработка началась через 30 лет – в 1896 году. Угленосный слой относится к юрскому периоду, добыча каменного и бурого угля проводится открытым способом с глубины 20 м.

Минусинский угольный бассейн с 1904 года до 1926-1928 гг. разрабатывался кустарным способом. Основные запасы каменного угля сосредоточены в Бейском и Черногорском месторождениях, составляют соответственно 3,3 и 1,5 млрд. т. Добыча ведется открытым и подземным способом.

Горловский угольный бассейн расположен в правобережье Оби в 30 км к югу от Новосибирска. Известен с 19-го века, до революции уголь добывался местным населением из открытых ям и вывозился зимой в г. Барнаул. Периодически здесь производились небольшие разведочные работы с попутной добычей угля до 1933 г. В начале 60-х гг. прошлого века разведочные работы возобновились, был обнаружен пласт антрацита, мощностью около 29 м в 200 м к юго-востоку от места старых копей. Его запасы характеризуются как малозольные, малосернистые, высокоуглеродистые, с высокой механической прочностью и термической стойкостью. Они относятся к категории Ultra High Grade (UHG), изымаются открытым способом: в 2020 году было извлечено 11,85 млн тонн, в 2021 г. – 14,5 млн т. Такие темпы добычи антрацита неизбежно привели к увеличению площади нарушенных земель, активизировали сейсмическую активность и другие негативные процессы вблизи сибирского мегаполиса.

Заключение. Нарушение земель в районах угледобычи – процесс неизбежный. Потеря природных экосистем диктует разработку стратегии замещения их на природоподобные сообщества растений и почвоподобные образования, которые частично компенсируют экологические функции эволюционно сложившихся биогеоценозов. Привлечение адаптированных к техногенным условиям фито- и педоподобных комбинаций для улучшения экологии региона нужно рассматривать как ответ теоретической и прикладной науки на современный экологический вызов в угледобывающих регионах. Биологическая рекультивация нарушенных участков должна осуществляться параллельно с добычей угля, а не по её завершению. Это ускорит процесс озеленения нарушенных территорий, улучшит экологическое состояние среды обитания людей и всего живого, позитивно повлияет на решение карбоновой проблемы.

Работа выполнена в рамках государственного задания, номер госрегистрации темы: ИПА СО РАН № 1210311700316-9, при частичной финансовой поддержке РФФИ № 19-29-05086 мк.

Библиографический список

1. Артамонова В.С., Бортникова С.Б. Биогеохимическая характеристика корнеобитаемого слоя травянистых растений на рекультивированных участках техногенных отходов // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2022. №1. (в печати).

2. Богуславский А.Е., Андроханов В.А., Колмагорова Ю.О., Ужогова А.А., Госсен И.Н., Саева О.П. Геохимический фон тяжёлых металлов в почвах и растениях на участках отвалов угольных месторождений // Известия АО РГО. 2021. № 2 (61). С.40–50.
3. *Геоэкологическая геоинформационная система* Кизеловского угольного бассейна. URL: <http://kub.maps.psu.ru/> (дата обращения: 19.03.22).
4. *Научно-технические проблемы* рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых в СССР. М.: АН СССР. 1977. 74 с.
5. Куприянов А.Н., Уфимцев В.И., Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов О.А. Методические рекомендации по реставрации лугово-степной растительности на отвалах угольной промышленности в Кузбассе. Кемерово: КРЭОО «Ирбис». 2017. 2 с.
6. Курачёв В.М., Андроханов В.А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический ж. 2002. №3. С.255–261.
7. *Угольные бассейны России*. 2011. <https://www.mcena.ru/blog/metal/ugolnye-bassejny-rossii>. URL: (дата обращения: 13.03.2022).
8. Уфимцев В.И., Куприянов А.Н. Карбоновые фермы – отвалы угольных предприятий Кузбасса // Уголь. 2021. № 11. С.56–60.
9. Уфимцев В.И., Манаков Ю.А., Куприянов А.Н. Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе. Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2017. 44 с.
10. ГОСТ Р 57446-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200145085> (дата обращения: 28.11. 21).
11. Чижов Б. Е., Кулясова О. А. Рекультивация и ремедиация в лесах Западной Сибири. Пушкино: ВНИИЛМ, 2018. 222 с.
12. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources, 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps // World Soil Resources Reports. 2015. Vol. 106. FAO. Rome. 203p. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/World-reference-base-for-soil-resources-soil-system-Lúcia-Cruz/eaf02d68d72d5a34ab8f74abab0f230629372>. 38p. (дата обращения: 28.11. 21).

Л.С. Бадалова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

L.S. Badalova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: diana.badalova28@gmail.com

К КОНЦЕПЦИИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА ПЕРМИ

В данном сообщении произведена попытка найти и проанализировать все имеющиеся стратегии озеленения российских городов для дальнейшего понимания релевантности изложенного в них опыта для города Перми. Также был произведён анализ озеленения города Перми.

Ключевые термины: озеленение; стратегия озеленения городов; категории озеленения; зеленая инфраструктура; экосистемные услуги.

THE GREENING CONCEPT OF THE CITY OF PERM

In this report, an attempt was made to find and analyze all available strategies for greening Russian cities in order to further understand the relevance of the experience presented in them for the city of Perm. An analysis of the landscaping of the city of Perm was also made.

Keywords: greening; urban greening strategy; greening categories; green infrastructure; ecosystem services.

Стратегия озеленения городов – это стратегия зеленой инфраструктуры, которая будет определять планирование, проектирование и реализацию зеленой инфраструктуры в городских районах по всему городу [11].

Среди всех российских городов лишь для двух имеются документы так или иначе подходящие под описание стратегии озеленения города.

Первый из этих документов – Зеленая сеть Воронежа. Стратегия развития зеленой инфраструктуры и пример внедрения концепций ландшафтной экологии и экосистемных услуг в подход к землепользованию.

В ней с помощью инструментов ГИС аналитики на основе открытых данных (данных дистанционного зондирования Земли (Sentinel 2), OSM, Wikimapia, а также с использованием материалов градостроительной документации и геокодированных данных кадастра) был произведен анализ зеленой инфраструктуры города Воронежа; выявлены некоторые её проблемы и составлены рекомендации по их решению. Также значимую часть работы составляет анализ и оценка экосистемных услуг территории. Итогом стратегии стала разработка проектных ансамблей Зеленой сети и внесение некоторых проектных предложений по одному из элементов Ансамбля [1].

Среди положительных сторон стратегии можно выделить такие, как: ссылки на международный опыт по данной теме; анализ соотношения реального положения дел в развитии природных территорий и их статуса в Генеральном плане; использования современных ГИС методов; привлечение к оценке состояния экосистем местных экспертов; анализ экосистемных услуг. К сожалению, проект «Зеленая сеть Воронежа» в открытом доступе не представлен целостным документом: нет четко прописанной программы действий и методологии. Также из-

за отсутствия доступных данных о видовом разнообразии в экосистемах Воронежской агломерации использовалась методика балльной оценки («Green Frame») [1].

Второй попыткой создания стратегии озеленения города можно назвать концепцию развития озеленённых общественных пространств общегородского значения – Зеленый Новосибирск.

Документ состоит из двух частей. Первая представляет собой исследование озеленённых общественных пространств общегородского значения, куда вошли такие разделы как: экспертная оценка текущего состояния и потенциала парков и скверов; исследование истории парков и скверов; дендрологическое исследование; социологические исследования: bigdata (анализ геоданных); маркетинговый анализ и анализ возможных интересов и схем государственно-частного партнерства при развитии зелёных территорий [2].

Вторая часть документа – это концепция развития озеленённых общественных пространств общегородского значения, состоящая из функциональной концепции; пространственной концепции; концепции озеленения; маркетинговой концепции; концепции управления: стратегии реализации и системы приоритетов.

Концепция позволяет на основе проведённых исследований составить общее видение дальнейшего развития зелёных территорий города Новосибирска в целом, а также осуществить позиционирование и определить сценарий дальнейшего развития каждой из исследованных озеленённых территорий общегородского значения [2].

Среди положительных сторон можно выделить: проработанность документа, включение в него всех возможных этапов (исследования, планирования и стратегии реализации); всесторонний подход к изучению территорий и их планированию (изучено множество аспектов ООП от исследования истории парков и скверов и дендрологическое анализа до социологического исследования и маркетинговый анализ); четко обозначенная цель концепции, объекты её рассмотрения и методология; большое количество визуальных материалов и общее высокое качество проработки документа.

Среди минусов можно выделить то, что авторы рассматривали только территории общего пользования, отнесённые экспертами к территориям общегородского значения и активно используемые горожанами. Таким образом, за рамками работы осталось значительное число зелёных зон – городские леса, скверы и бульвары районного и местного значения, озеленённые дворовые территории, долины малых рек. Также наибольшее внимание в исследовании и оценке отдавалось социальным и экономическим аспектам, а не экологическим характеристикам территорий, не был выполнен анализ экосистемных услуг территории. Нельзя говорить и о формировании единой зеленой сети города.

Среди остальных документов можно выделить одну из глав стратегии пространственного развития Екатеринбурга, посвященную развитию водно-зеленого каркаса. В ней заявляется потребность в разработке стратегии развития водно-зелёных пространств, дополненная практическими руководствами по развитию характерных элементов, также предоставляется краткий общий обзор элементов водно-зеленого каркаса и некоторых зарубежных практик, разрабатывается стратегия развития пешеходного движения [10].

В заключение можно сказать, что ни один из анализируемых документов не может в полной мере называться стратегией озеленения города, так как не подходит под критерии определения стратегии. Всё это в итоге приводит к выводу, что на данный момент в России нет ни одного города с детально проработанной стратегией озеленения города.

Кроме анализа стратегий озеленения различных городов, была произведена количественная оценка озеленения города Перми. В результате были исследованы городские леса,

особо охраняемые природные территории и объекты озеленения общего пользования, расположенные на территории г. Перми.

Так общая площадь городских лесов составляет 37 972 га. Всего же выделяются следующие Участковые лесничества: Верхне-Курыинское – 7743 га; Левшинское – 10451 га; Мотовилихинское – 11677 га; Нижне-Курыинское – 7334 га; Черняевское – 767 га [8].

На территории города Перми также выделяется 24 объекта, относящихся к категории ООПТ, общей площадью – 13 019,238 га [6]. Среди них выделяются как особо охраняемые природные территории регионального, так и местного значения.

К категории же объектов озеленения общего пользования относится 111 объектов: парки, сады, скверы, бульвары. Их общая площадь составляет 2 379 934,809 кв. м. [9].

Проведенный обзор позволяет сформулировать следующие выводы. Ни один из анализируемых документов в полной мере не подходит под все критерии стратегии озеленения города. Но при этом даже так описываемый в них опыт может быть полезен для формирования стратегии озеленения города Перми. В частности следующие методы могут быть использованы при её создании: применение ГИС аналитики; применение анализа экосистемных услуг; привлечение местных экспертов; рассмотрение соотношения генерального плана и реального положения дел; комплексный подход к исследованию территорий, анализ на основе множества источников (от соцопросов до работы с геоданными); создание четкой и ясной концепции с понятными этапами работы.

Библиографический список

1. Зеленая сеть Воронежа. Стратегия развития зеленой инфраструктуры и пример внедрения концепций ландшафтной экологии и экосистемных услуг в подход к землепользованию бюро MLA+. URL: <https://erda-rte.eu/sites/default/files/documents/terra/4/3.Korotych%2020210419%20MLA.pdf> (дата обращения: 15.03.22).
2. Зеленый Новосибирск. Концепция развития озеленённых общественных пространств общегородского значения / Коллектив авторов. Новосибирск: «Издательский Дом» Вояж», 2017. 132 с.
3. Кулакова С.А. Оценка состояния зеленых насаждений города // Географический вестник. 2012. № 4 (23). С. 59–66.
4. Кулакова С.А. Учёт зеленых насаждений города Перми // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. № 1-3. С. 769–771.
5. Кулакова С.А., Роготнева А.М., Русу Л.С. Экологический каркас города Перми // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения. 2019. С. 84–88.
6. Особо охраняемые природные территории города Перми. URL: <http://www.priodaperm.ru/osobo-ohranyaemye-territorii/2015/02/25/94> (дата обращения: 15.03.22).
7. План озеленения территории города Нижневартовска на 2021. Управление лесопаркового хозяйства города Нижневартовска. URL: <https://www.nvartovsk.ru/inf/ecology/ogt/394972.html> (дата обращения: 15.03.22).
8. Постановление Администрации города Перми от 5 мая 2012 года № 38-П «Об утверждении лесохозяйственного регламента Пермского городского лесничества». URL: <https://docs.cntd.ru/document/428691223> (дата обращения 15.03.22).

9. Постановление Администрации города Перми от 29 апреля 2011 года № 188 «Об утверждении Перечня объектов озеленения общего пользования города Перми». URL: <https://docs.cntd.ru/document/428681751> (дата обращения 15.03.22).

10. Стратегия пространственного развития города Екатеринбурга / Коллектив авторов. Екатеринбург: TATLIN, 2017. 312 с.

11. Urban Greening Strategy. URL: <https://shape.lakemac.com.au/urbangreening/widgets/322289/faqs#question73326> (дата обращения: 15.03.22).

**М.С. Баранова¹, О.В. Филиппов²,
Д.А. Леонтьев³**

Волжский филиал Волгоградского государственного университета,
404133, Волгоградская обл., г. Волжский,
ул. 40 лет Победы, 11

**M.S. Baranova¹, O.V. Filippov²,
D.A. Leont'ev³**

Volzhskiy branch of Volgograd State University,
404133, Volgograd region, Volzhsky, 40 let
Pobedy str., 11

e-mail¹: maria_baranova2902@rambler.ru

e-mail²: ovfilippov@list.ru

e-mail³: denis.leontev92@yandex.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОЦЕССА ОТДЕЛЕНИЯ ЗАЛИВОВ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С НАПРАВЛЕНИЕМ ВЕТРА И ПОВТОРЯЕМОСТЬЮ ШТОРМОВ

В статье приведены результаты исследования преобладающих направлений и скорости ветра на территории, прилегающей к Волгоградскому водохранилищу. Преобладающими направлениями ветров являются северо-восточное, западное и северо-западное. Наибольшую повторяемость имеют ветры скоростью 5-10 м/с. Направление ветра и повторяемость штормов служат одними из определяющих факторов процесса отделения заливов. Результаты исследования позволяют сделать предварительный прогноз дальнейшего развития процесса отделения заливов от основной акватории Волгоградского водохранилища.

Ключевые термины: Волгоградское водохранилище; заливы; абразионно-аккумулятивные пересыпи; направление ветра; штормовые условия; прогноз отделения заливов.

RELATIONSHIP OF THE PROCESS OF SEPARATION OF THE VOLGOGRAD RESERVOIR BAYS WITH THE WIND DIRECTION AND STORMS REPEATABILITY

The article contents results of researching of prevailing wind direction and speeds in the territory adjacent to the Volgograd reservoir. Prevailing wind directions are northeast, west and northwest ones. Winds with a speed of 5-10 m/s have the highest frequency. Wind direction and storms repeatability serves one of the determining factors of the process of bays. Results of research allow to make a preliminary forecast of the further development of bays separation from the main water area of the Volgograd reservoir.

Keywords: Volgograd reservoir; bays; abrasion-accumulative jumpers; wind direction; storm conditions; bays separation forecast.

Создание водохранилищ на крупных равнинных реках приводит к масштабным изменениям природной среды как в долинах этих рек, так и на прилегающих к ним территориях. Техногенная трансформация ландшафтно-экологического комплекса выражается, прежде всего, в изменении гидрологического режима главной реки и возникновении производных геодинамических процессов [2].

Волгоградское водохранилище, образованное с возведением плотины ГЭС на реке Волге у города Волгограда в 1958 г., является замыкающим в Волжско-Камском каскаде. После создания водоема стали активно развиваться геодинамические процессы, такие как размыв береговых склонов, вдольбереговой транспорт наносов и седиментация продуктов разрушения. Наиболее интенсивно развитие переформирования берегов с производными процессами происходит на озерном участке водоема (Волжская ГЭС – пос. Ровное) [5]. Следствием вдольберегового переноса наносов стало полное или частичное отчленение заливов от основной аква-

тории водоема абразионно-аккумулятивными пересыпями. В отделенных заливах наблюдается изменение экологического состояния в сторону ухудшения. Единая экосистема водоема оказывается разобщенной, в заливах создаются условия лимнической экосистемы с признаками ее деградации.

В ходе исследования Волгоградского водохранилища 2019-2020 гг. нами выявлено, что процесс отделения заливов является многофакторным процессом. Одними из определяющих факторов выступают направление ветра и повторяемость штормов [6]. Отметим, что под «штормами» в данной работе мы будем понимать ветры со скоростью 10 м/с и более.

Преобладающими направлениями ветров на территории, прилегающей к Волгоградскому водохранилищу, являются румбы северо-восточный (холодный период), западный и северо-западный (теплый период) (по материалам Филиппова О.В. (2004) [5] и анализа данных за 2011-2020 гг., взятых с электронного ресурса «Погода и климат» [4]).

Преобладающая скорость ветра на акватории Волгоградского водохранилища, согласно О.В. Филиппову (2004), равняется 1-5 м/с (60-83 %). Повторяемость ветра скоростью 5-10 м/с составляет 17-36 %, повторяемость ветра скоростью 10-15 м/с равна 0,5-4,5 % [5]. Северо-восточные ветры, как правило, преобладают в южной части водоема. Ветры северо-восточного, юго-западного и западного направлений преобладают в его северной части. Средняя скорость ветра составляет 4-5 м/с. Наблюдается от 60 до 80 дней с ветрами силой 6-7 баллов и от 2 до 6 дней с ветрами силой 7 баллов за период навигации [1].

За период 2011-2020 гг. повторяемость ветров западного направления скоростью 5-25 м/с составляет до 25-27 %, северо-западного – 15-20 %, северо-восточного – 15-20 %. На все остальные основные направления приходится по 5-10 % в год. Результаты вычисления повторяемости ветра по румбам представлены в таблицах 1 и 2. Следует отметить, что данные 2011-2020 гг. анализировались с марта по ноябрь. Как правило, в этот период озерная часть водохранилища не имеет сплошного ледяного покрова, и береговые склоны подвергаются ветроволновому воздействию. Нами рассматривались ветры скоростью 5-25 м/с, т.к. при скорости ветра выше 5 м/с происходит активное переформирование берегов.

Таблица 1

Повторяемость направлений ветра на метеостанции Камышин за период 2010-2020 гг. (составлено авторами по данным электронного ресурса «Погода и климат» [4])

Направление ветра	Повторяемость ветра (%) при скорости			
	5 – 10 м/с	11 – 15 м/с	16 – 20 м/с	21 – 25 м/с
С	5,42	1,17	0,10	0,00
СЗ	13,82	4,60	0,61	0,03
З	18,70	7,56	0,63	0,06
ЮЗ	6,66	2,72	0,25	0,01
Ю	8,79	1,91	0,06	0,00
ЮВ	3,27	0,90	0,04	0,00
В	4,38	0,69	0,01	0,00
СВ	14,27	3,18	0,17	0,03

С направлением ветра связана высота волны, непосредственно воздействующей на береговую линию водохранилища. На Волгоградском водохранилище в период навигации преобладает ветровое волнение северного, северо-восточного, северо-западного и юго-западного направлений. На расширенных участках водоема ветровые волны достигают высоты 2,5-3,1 м.

Повторяемость волнения, при котором высота волны достигает значений от 0,75 до 2,00 м, составляет 14,7 %. Волны высотой более 0,75 м в среднем наблюдаются 26 дней за навигацию [1].

Таблица 2

**Повторяемость направлений ветра на метеостанции Волгоград за период 2010-2020 гг.
(составлено авторами по данным электронного ресурса «Погода и климат» [4])**

Направление ветра	Повторяемость ветра (%) при скорости			
	5 – 10 м/с	11 – 15 м/с	16 – 20 м/с	21 – 25 м/с
С	6,01	1,35	0,09	0,00
СЗ	7,70	3,07	0,30	0,02
З	12,79	5,58	0,78	0,05
ЮЗ	6,22	2,71	0,43	0,05
Ю	4,28	1,09	0,07	0,00
ЮВ	10,32	3,30	0,35	0,00
В	17,46	5,94	0,50	0,00
СВ	7,12	2,25	0,14	0,01

«Штормовые условия» длительностью 3-12 часов наиболее распространены на Волгоградском водохранилище. Чаще всего наблюдаются ветры со скоростью 5-10 м/с продолжительностью 3 или 6 часов [4].

Формирование пересыпей во входных створах заливов Волгоградского водохранилища происходит в «штормовых» условиях. При активизации размыва береговой линии около устья залива увеличивается количество наносов, принесенных вдольбереговым транспортом. И, как следствие, здесь происходит усиленная седиментация наносов. Интенсивность переформирования, в свою очередь, определяется продолжительностью и направлением «штормов». По данным метеостанции Камышин [4] в период 2014-2016 гг. наблюдалось увеличение повторяемости ветров восточного и юго-восточного направлений скоростью 5-15 м/с (4-7 баллов), в отдельные годы юго-восточного (2013) и восточного направления (2018). Согласно нашим исследованиям, к 2018 году произошло отделение залива Другалка, расположенного примерно в 40 км выше г. Камышина по течению Волги. Морфология залива такова, что основными направлениями ветра, которые подходят к его входному створу, являются восточный и юго-восточный румбы, восточно-юго-восточный и юго-юго-восточный полурумбы.

Значения повторяемости ветра определенного румба и высоты волны могут быть использованы для составления прогноза отделения заливов. Предварительный прогноз был сделан нами на основе формулы, представленной Е.А. Логвиной, В.А. Гладышем, Н.В. Кубышкиным, А.В. Нестеровым, Р.А. Виноградовым (2012) [3] с некоторыми изменениями. Авторские изменения выражаются в том, что при вычислении были учтены повторяемость ветра в зависимости от направления и площадь входного створа залива. Расчет произведен для заливов, находящихся в 2019-2020 гг. в активной и завершающей стадиях отделения. Также расчет проведен и для залива Другалка на момент активной стадии его отделения (2014 г.) для верификации сделанного нами прогноза (таблица 3).

Предварительный прогноз отделения заливов Волгоградского водохранилища

<i>Название залива</i>	<i>Год последнего обследования</i>	<i>Прогноз отделения, лет</i>	<i>Название залива</i>	<i>Год последнего обследования</i>	<i>Прогноз отделения, лет</i>
Другалка	2014	4,0 – 14,5	Песчаный	2019	2,5 – 35,0
Рубежный	2019	2,5 – 28,0	Кислово	2020	2,0 – 63,0
Широкая Балка	2020	26,0 – 92,0	Карагачева Балка	2019	3,0 – 48,0
Крутой	2020	12,0 – 44,0	Беленький	2020	2,0 – 41,0
Гусева	2020	2,0 – 33,0	Залив без названия в 3 км к югу от залива Горноводяной	2020	2,0 – 27,0

По спутниковым снимкам Волгоградского водохранилища нами было определено, что период образования пересыпи во входном створе залива, начиная с момента ее активного нарастания, занимает от 7 до 20 лет [6]. По таблице 3 видно, что эти данные превышены, получена большая амплитуда значений прогноза. Отметим, что наши результаты не учитывают многих факторов (морфологические особенности залива, литологический состав берегов, продолжительность ветра, воздействие компенсационных противотечений), оказывающих влияние на процесс отделения залива. Поэтому минимальное количество лет, необходимое для отделения залива, на наш взгляд получилось несколько заниженным, а максимальное – завышенным. Однако для залива Другалка сделанный прогноз уже оправдался (залив отделен к 2018 г.).

Результаты настоящего исследования дают возможность предварительного прогноза дальнейшего развития процесса. Это позволит предотвратить активное отделение заливов от основной акватории Волгоградского водохранилища.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 19-45-343002 р_мол_а «Закономерности формирования абразионно-аккумулятивных пересыпей во входных створах заливов озерного участка Волгоградского водохранилища».

Библиографический список

1. *Картограммы ветрового волнения на Волгоградском водохранилище*. Министерство речного флота РСФСР. Главводпуть. Волжское бассейновое управление пути. 1972. 24 с.
2. *Кочеткова А.И., Филиппов О.В.* Водная растительность как биоиндикатор гидрологического режима и геодинамических процессов на Волгоградском водохранилище // Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности региона: материалы докладов IX Региональной научно-практической конференции, г. Волжский, 28 ноября 2012 г. Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2013. С.112–117.
3. *Логвина Е.А., Гладыш В.А., Кубышкин Н.В., Нестеров А.В., Виноградов Р.А.* Оценка заносимости подходного и морского каналов к порту в поселке Субетта полуострова Ямал // Проблемы Арктики и Антарктики. 2012. № 4 (94). С.105–118.
4. *Погода и климат*. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 12.07.21).

5. Филиппов О.В. Формирование природных аквальных комплексов озерной части Волгоградского водохранилища в условиях изменения гидрологического режима: Дис. канд. геогр. наук. Волгоград. 2004. 217 с.

6. Baranova M.S., Kochetkova A.I., Bryzgalina E.S., Ob''edkova O.A., Leont'ev D.A. Preliminary patterns of the formation abrasion-accumulative jumpers in the bays entrance gates of the lake area of the Volgograd reservoir // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 834, The VIII All-Russian scientific-practical conference with international participation «Modern problems of reservoirs and their catchments», 27 – 30 May 2021, Perm State University, Russian Federation, 2021, p. 012014, doi:10.1088/1755-1315/834/1/012014

**П.А. Белкин, Е.А. Меньшикова,
Е.С. Ушакова**

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

**P.A. Belkin, E.A. Menshikova,
E.S. Ushakova**

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: ecogeopsu@mail.ru

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ РЕКИ КОСЬВЫ: ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАКРЫТИЯ ШАХТ КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

В сообщении рассматриваются аспекты трансформации химического и минерального состава донных осадков реки Косьвы, обусловленной влиянием длительной разработки и последующего затопления шахт Кизеловского угольного бассейна (Пермский край). Приводятся сведения о минеральном составе и содержании токсичных элементов в донных отложениях реки и Косьвинского залива, рассчитаны показатели их загрязнения. Прямое воздействие загрязненных осадков на биотические компоненты природной среды оценено методом биотестирования (тест-объекты *Daphnia magna* и *Scenedesmus quadricauda*). Результаты исследований показали значительную степень концентрации токсичных микроэлементов в донных осадках реки Косьвы, в том числе в зоне её впадения в Камское водохранилище.

Ключевые термины: Кизеловский угольный бассейн; река Косьва; донные осадки; химический состав; минералы.

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF BOTTOM SEDIMENTS OF THE KOSVA RIVER: CONSEQUENCES OF THE CLOSURE OF THE KIZEL COAL BASIN MINES

Aspects of transformation of the chemical and mineral composition of the bottom sediments of the Kosva river, caused by the influence of long-term development and the subsequent flooding of mines of the Kizel coal basin (Perm region) are considered in the report. Information on the mineral composition and content of toxic elements in the bottom sediments of the river and the Kosva Bay is given, their pollution indicators are calculated. Direct impact of polluted sediments on biotic components of the natural environment has been evaluated by means of biotesting (test objects *Daphnia magna* and *Scenedesmus quadricauda*). Research results showed a significant degree of concentration of toxic trace elements in bottom sediments of the Kosva river, including in the area of its inflow into the Kama reservoir.

Keywords: Kizel coal basin; the Kosva river; bottom sediments; chemical composition; minerals.

Возрастающие масштабы и формы взаимоотношения человека и окружающей среды приводят к изменению характера многих природных процессов и возникновению отрицательных последствий. Речные бассейны являются наиболее густонаселенными и промышленно развитыми территориями. Последствия антропогенной деятельности проявляются здесь с высокой скоростью и в значительных масштабах.

Донные осадки, являясь депонирующей средой, накапливают загрязняющие вещества в течение длительного периода. Их состав, интегрируя геохимические особенности пород водосборных территорий, позволяет выявить потоки миграции вещества и зоны техногенного влияния, является показателем степени техногенного воздействия на водные объекты.

Вместе с этим, вторичное загрязнение водотоков при нарушении равновесного состояния системы «вода↔донные отложения» может привести к залповому поступлению в водную среду захороненных в осадках токсичных веществ. Эти процессы, в свою очередь, могут вести к последующему нарушению трофических связей в аквальных ландшафтах, изменению видового состава водной биоты, деградации биоразнообразия на всех трофических уровнях, что

определяет возможность возникновения биотического дисбаланса и негативных социально-экономических последствий.

Проблема загрязнения речных бассейнов и их неотъемлемой части – донных осадков особенно актуальна для территории Кизеловского угольного бассейна (КУБ). Разработка кизеловских углей велась с конца XVIII века, пиковые объемы добычи были достигнуты в 50-е гг. XX века. В связи с нерентабельностью добычи в период с 1997 по 2002 г. была произведена ликвидация (затопление) шахт и полная остановка разработки месторождения. Закрытие шахт повлекло за собой множество экологических последствий [4–8].

Основными факторами загрязнения прилегающей территории после закрытия шахт являются самоизлив кислых шахтных вод и поверхностный сток с породных отвалов и промплощадок [1, 10, 11]. Высокое содержание растворенных веществ в шахтных стоках, а также формирование геохимических барьеров в зонах контакта кислых вод самоизливов и природных речных вод обуславливают интенсификацию процессов отложения осадков в руслах рек [12]. Эти осадки представлены преимущественно соединениями железа. Высокая поглощающая способность гидроксидов железа, в том числе мигрирующих в форме охристых частиц, способствует накоплению токсичных микроэлементов. Согласно исследованиям С.А. Двинских с соавторами [3], современное поступление соединений железа с водосбора рек Яйва и Косьва в Камское водохранилище превышает объемы сброса в период активной разработки угольных месторождений.

В связи с вышеуказанным, необходимым является установление степени антропогенной трансформации донных отложений реки Косьвы, а также масштабов и экологической роли этих изменений в аспекте охраны Камского водохранилища. Для достоверной оценки состояния донных отложений применялся комплексный подход, включающий изучение аллювиальных отложений как специфических образований геологической среды, отражающих в своем составе природные и техногенные особенности водосборных территорий.

Изучение фонового состояния донных осадков производилось в верхнем течении реки Косьвы, выше заброшенных объектов производственной деятельности КУБа. Специфика воздействия объектов угледобычи оценивалась путем опробования отложений р. Косьвы на участках, расположенных в непосредственной близости от заброшенных шахт, а также ниже по течению реки, вплоть до Косьвинского залива Камского водохранилища (рисунок). Отбор проб проводили с применением специализированного пробоотборного устройства [2].

Анализ вещественного состава осадков включал в себя определение их минерального и химического состава, в том числе содержания токсичных веществ. Лабораторная обработка проб и аналитические исследования проведены в Центре коллективного пользования ПГНИУ. При проведении аналитических работ использованы методы количественного минералогического (включая оптическую минералогию), дифрактометрического, рентгенофлуоресцентного, микронзондового, гранулометрического и масс-спектрометрического анализов.



Рисунок. Схема расположения пунктов опробования донных отложений в бассейне р. Косьвы

Результаты минералогических исследований. Минеральный состав песчаных аллювиальных отложений весьма разнообразен. В незагрязненных отложениях на фоне преобладания кварца присутствуют полевые шпаты, тальк, карбонаты (содержание 3-11%), хлорит, амфибол, эпидот, пироксены, хромит, магнетит, гематит, лейкоксен, гидрогетит, ильменит (как правило, в количестве 0,1-2%). В количествах менее 0,1% присутствуют гранаты, актинолит, рутил. Минеральный состав алевритово-глинистых отложений представлен кварцем, плагиоклазами и глинистыми минералами (каолинитом, иллитом, гидрослюдой, смектитом и хлоритом).

На участках, расположенных в зоне влияния последствий разработки угольного месторождения и ниже по течению, отмечается изменение минерального состава донных отложений, которое четко фиксируется не только по результатам лабораторных минералогических исследований, но и непосредственно в полевых условиях. В частности, обломочный материал в отложениях рек, которые в настоящее время являются приемниками вод шахтных самоизливов, покрыт рыжим слоем гидроксидов железа. В его составе, наряду с природными минеральными зернами, в значительных количествах присутствуют компоненты, обусловленные спецификой техногенного воздействия – угольно-породные частицы (до 22%), шлаки (до 6,5%), магнитные сферулы (до 1,1%). Основным источником поступления таких техногенных продуктов являются отвалы угольных шахт.

Алеврито-глинистый материал в зонах техногенного влияния имеет ярко-оранжевый и ржавый цвет. Он отлагается на плесовых участках, а на перекатах покрывает грубообломочные отложения. В его составе значительную долю могут составлять рентгеноаморфные вещества – до 68-91. Именно эта тонкодисперсная фаза осадков, сорбируя токсичные элементы, с одной стороны, обеспечивает процессы самоочищения воды, с другой – представляет собой источник вторичного загрязнения воды на участках активной аккумуляции. В кристаллической части алеврито-глинистых осадков присутствуют вторичные минералы (%): гётит – до 15, ярозит – до 11, базальминит – до 8, лепидокрокит – до 4, диаспор и коппапит – до 2.

Результаты исследований химического состава. Исследования химического состава донных осадков включали в себя определение основного оксидного состава вещества методом

РФА и определение содержания токсичных микроэлементов масс-спектрометрическим методом.

Оксидный состав изученных проб характеризуется преобладанием кремнеземистой составляющей (SiO_2). Сравнение полученных результатов с данными по среднему составу верхней части континентальной коры [15], свидетельствует о значительном обогащении состава осадков соединениями железа и фосфора (таблица). Содержание токсичных элементов в осадках в подавляющем большинстве случаев превышает концентрации, характерные для верхней части земной коры. Наибольшее превышение отмечается по содержанию хрома, ртути, кадмия.

Таблица

Химический состав донных осадков р. Косъвы

Вещество	Река Косъва в зоне влияния КУБ				Косъвинский залив Камского вдхр.			
	Содержание, мг/кг			Кк*	Содержание, мг/кг			Кк*
	мин	макс	ср		мин	макс	ср	
Основные оксиды								
SiO ₂	41,7	72,3	57,9	0,9	49,6	64,1	54,4	0,8
Al ₂ O ₃	6,7	10	8,3	0,6	10,3	16,5	13,3	0,9
Fe ₂ O ₃	6,3	26	15,8	3,6	8	10,4	9,4	2,1
K ₂ O	0,4	1,3	1	0,3	1,3	1,6	1,5	0,4
Na ₂ O	0,3	1,2	0,7	0,2	0,6	0,9	0,7	0,2
MgO	0,2	1,3	1,2	0,5	1,1	1,8	1,4	0,6
CaO	1	1,8	1,7	0,4	0,8	1,6	1,1	0,3
TiO ₂	0,5	0,6	0,5	1,0	0,6	1	0,8	1,6
P ₂ O ₅	0,1	1	0,4	4,0	0,3	0,7	0,5	5,0
MnO	0,1	0,4	0,1	1,0	0,1	0,2	0,1	1,0
Токсичные микроэлементы								
Zn	31,6	100,6	61,5	1,2	9,9	207,8	106,0	2,0
Cu	25,6	39,3	33,1	2,3	44,5	78,1	66,7	4,7
Pb	8,8	131,6	36,5	2,1	0,1	30,2	14,6	0,9
Ni	37,1	48,5	41,9	2,3	41,8	82,7	54,7	2,9
Cr	77,3	>4000	1650	47,1	78,2	890,6	288,1	8,2
Cd	0,7	1,1	0,9	8,8	0,02	0,7	0,5	4,9
As	2,7	3,1	2,9	1,5	0,1	10,9	5,7	2,9
Hg	1	4,6	2,6	46,4	0,3	3,5	1,4	25,0

Примечания: * – отношение среднего содержания веществ в пробах осадков к их среднему содержанию верхней части континентальной коры [15]; **жирным** – $\text{Кк} > 1$.

Оценка токсичности донных отложений. Потенциальное влияние содержащихся в донных осадках загрязняющих веществ на состояние экосистемы реки Косъвы в настоящем исследовании определялось посредством расчетного метода с использованием индексов состояния окружающей среды, а также с применением прямого метода – биотестирования.

Расчетный метод заключался в определении значений коэффициентов загрязнения каждым токсичным веществом (CF), а также интегрального показателя – суммарного индекса загрязнения (PLI) [9, 13, 14]. Согласно расчетам CF , ведущая роль в загрязнении отложений реки Косъвы на участках прямого воздействия шахтных вод (пункты 2, 3, рис. 1) характерна для

хрома и свинца. Загрязнение донных отложения Косьювинского залива обусловлено повышенными концентрациями *хрома, меди и мышьяка*.

Рассчитанные значения интегрального показателя *PLI* свидетельствуют о наибольшей степени загрязнения (категория «от умеренно до сильнозагрязненных») донных отложений, отбор проб которых производился на пунктах 2 (зона прямого влияния кислых вод) и 10 (Косьювинский залив Камского вдхр.).

Вместе с этим, результаты биотестирования донных отложений с использованием в качестве тест-объектов рачков *Daphnia magna* и зеленых водорослей *Scenedesmus quadricauda* свидетельствуют об отсутствии острой токсичности проб для водных организмов. Исследования проводились для проб отложений реки Косьювы в 2 км от излива шахтных вод (пункт № 3) а также для двух проб из Косьювинского залива (пункты №7 и №10).

Проведенные исследования показали значительную степень трансформации минерального и химического состава донных отложений реки Косьювы, обусловленной последствиями добычи угля в пределах Кизеловского угольного бассейна. Трансформация минерального вещества, главным образом, проявляется в росте удельного содержания железистых минералов и аморфных образований. Эти образования выступают активными концентраторами токсичных веществ, в том числе мышьяка и тяжелых металлов, что проявляется как в непосредственной близости от изливов шахтных вод и стоков с отвалов, так и в десятках километров ниже по течению реки Косьювы, в том числе в зоне впадения в Камское водохранилище.

Результаты проведенных работ свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения экологической роли донных отложений рек в зоне влияния объектов заброшенной горной добычи.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-50071.

Библиографический список

1. Белкин П.А., Меньшикова Е.А. Исследование токсичных микроэлементов в отвалах Кизеловского угольного бассейна // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды. сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка. Пермь, 2021. С.168–172.
2. Ваганов С.С., Перевощиков Р.Д., Меньшикова Е.А., Ушакова Е.С. Способ отбора донных осадков для экологических исследований и устройство для его осуществления // Патент на изобретение RU 2762631 С1. 21.12.2021.
3. Двинских С.А., Вострокнутова Ю.О., Китаев А.Б. Роль техногенного железа в формировании его содержания в воде Камского и Воткинского водохранилищ // Географический вестник. 2015, №4(35). С. 18–25.
4. Красильникова С.А. Исследование участка прежнего водосброса кислых вод шахты Широковская (Кизеловский угольный бассейн)// Вестник Забайкальского государственного университета. 2018. Т. 24. № 1. С. 10–17.
5. Максимович Н.Г., Пьянков С.В. Кизеловский угольный бассейн: экологические проблемы и пути решения: монография. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2018. 288 с.
6. Меньшикова Е.А., Блинов С.М. Эколого-геохимическое состояние донных отложений рек Кизеловского угольного бассейна в период после ликвидации шахт // Вестник Пермского университета. 2005. № 3. С. 167–174.

7. *Меньшикова Е.А., Ушакова Е.С., Блинов С.М.* Геохимическая специфика загрязнения рек в зоне влияния Кизеловского угольного бассейна // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды. сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка. Пермь, 2021. С. 269–273.
8. *Меньшикова Е.А., Ушакова Е.С., Блинов С.М.* Оценка микроэлементного состава речных вод в зоне влияния шахтного самоизлива // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды. сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка. Пермь, 2021. С. 327–332.
9. *Håkanson L.* An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach // *Water Research*. 1980. Vol. 14. P. 975–1001.
10. *Imaikin A.* Mine waters of Kosva field of Kizel coal basin during and after its operation, forecast of hydrochemical regime of mine waters that are discharged on the surface // *Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM2014)*. Albena, Bulgaria, 17-26 June 2014. P. 605–612.
11. *Maximovich N., Khayrulina E.* Artificial geochemical barriers for environmental improvement in a coal basin region // *Environmental Earth Sciences*. 2014. Vol. 72. №6. P. 1915–1924.
12. *Menshikova E., Osovetsky B., Blinov S., Belkin P.* Mineral formation under the influence of mine waters (the Kizel coal basin, Russia) // *Minerals*. 2020. Vol. 10. № 4. С. 364.
13. *Tomlinson D.L., Wilson J.G., Harris C.R. Jeffrey D.W.* Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. // *Helgoländer Meeresunt.* 1980. Vol. 33. P. 566–575.
14. *Ushakova E., Menshikova E., Blinov S., Osovetsky B., Belkin P.* Environmental Assessment Impact of Acid Mine Drainage from Kizel Coal Basin on the Kosva Bay of the Kama Reservoir (Perm Krai, Russia) // *Water*. 2022. Vol. 14. P. 727.
15. *Wedepohl H.K.* The composition of the continental crust // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1995. Vol.59. P. 1217–1232.

С.И. Борисова

Пермский государственный национально-исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

S.I. Borisova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: borisowa.lana.98@ya.ru

**БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВ НА УЧАСТКАХ ВОКРУГ КУНГУРСКОГО
ЛИНЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА
(КУНГУРСКОЕ ЛПУМГ)**

В статье представлены результаты оценки качества почв фитоиндикацией. Объектом исследования стали почвы вблизи Кунгурского линейного производственного управления магистрального газопровода. Фитотоксичность почв оценивалась методом суточного прироста клеток зеленой одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer. Сопоставление этих данных позволяет выявить факт фитотоксичности почв.

Ключевые термины: почва; пробная площадь; фитотоксичность,

SOIL BIOTESTING IN THE AREAS AROUND KUNGURSKOYE LPUMG (KUNGURSKOYE LPUMG)

The article presents one of the biological techniques of soil quality assessment – phytoindication. The soils of anthropogenic territories of the Kungur Linear Production Department of the Main Gas Pipeline were the object of the study. Phytotoxicity of soils was assessed by the method of daily cell growth of green unicellular algae *Chlorella vulgaris* Beijer. The comparison of these data allows to reveal the fact of phytotoxicity, phytoindication allows to estimate the biological consequences of anthropogenic environmental change.

Key words: soil; sample plot; phytotoxicity.

Кунгурское линейное производственное управление магистрального газопровода (ЛПУМГ) расположено в Кунгурском районе Пермского края и предназначено для компримирования природного газа, транспортируемого по газопроводам [3].

Пробы почв отбирались на 11 точках в санитарно-защитной зоне Кунгурского ЛПУМГ и на фоновой площадке – природном резервате регионального значения «Березовский бор». Для исследования было заложено 11 почвенных полуразрезов 20х20 см, с прикопкой на глубину 30 см. Разрезы закладывались в типичной части территории пробной площади, под хорошо развитыми кронами деревьев преобладающей породы. Анализировалась степень фитотоксичности почвы. Оценка была проведена в лаборатории экологических диагностики кафедры биогеоэкологии и охраны природы ПГНИУ.

Фитотоксичность определяется, как степень токсического воздействия химических веществ/загрязнителей на рост живых организмов, а также любое неблагоприятное воздействие на тест-организмы, вызванное конкретными веществами или условиями выращивания. Это подразумевает состояние, при котором данное вещество в окружающей среде вредно или смертельно. Достоинствами метода определения фитотоксичности являются его простота, оперативность и достаточно хорошая воспроизводимость [2].

Материалы почвы высушивали на воздухе до воздушно-сухого состояния, выбирали посторонние включения, растирали в ступке пестиком и просеивали через решето с диаметром отверстий 1 мм [1, 5].

Определение фитотоксичности почвы проводили методом биотестирования [6], в основу которого положено сравнение суточного прироста клеток зеленой одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer контрольном и опытном вариантах. Изменение численности клеток определяется посредством измерения оптической плотности суспензии водоросли при длине волны 670 нм.

По данной методике расчет показателя токсичности КТ проводится по формуле:

$$КТ = (А_k - А_t) / А_k,$$

где A_k и A_t – величины оптической плотности контрольного и тестируемого образца, соответственно, после 24 часов биотестирования.

Критерием вирулентности тестируемой пробы выступает – снижение на 20% и более (подавление роста) или увеличение на 30% и более (стимуляция роста величины оптической плотности культуры водоросли, выращиваемой в течении 24 часов на тестируемой воде по сравнению с ее ростом на контрольной среде, приготовленной на дистиллированной воде).

Водные вытяжки из почвы готовили согласно рекомендациям [4] в соотношении 1 часть почвы и 4 части дистиллированной воды. Далее почвенную суспензию встряхивали в течение 2 часов, отстаивали и фильтровали.

Процедуру проводили на фитотестере в течение 24 часов при температуре 34-36 °С, интенсивности света 80 Вт/м² и скорости вращения кассеты с тестируемыми образцами 30 об./мин.

Степень токсичности образца (воды или водной вытяжки из почвы) вычислялась на базе токсикологических характеристик через величину биологически безопасного разбавления, согласно таблице.

Для этого из результатов биотестирования разведений пробы воды, кратных трем, выбирают то разбавление, для которого рассчитанный коэффициент токсичности превысил значение 0,2 (подавление роста) или 0,3 (стимуляция роста).

Таблица

Токсикологические характеристики качества испытуемой воды (водной вытяжки)

<i>Величина разбавления тестируемой воды, при которой превышен коэффициент токсичности</i>	<i>Степень токсичности</i>
1 (без разбавления)	Слаботоксичная
3	Среднетоксичная
9	Токсичная
27	Сильнотоксичная
81	Гипертоксичная

Для анализа состояния почв вокруг Кунгурского ЛПУМГ и на фоновой площадке ООПТ Березовский бор были отобраны образцы летом 2021 г. методом прикопки (глубина 30 см).

Процент отклонения от контроля помогает понять, когда среда не инициирует острого фототоксического эффекта. Если процент отклонения равен 0,00 – это будет означать, что водная среда не оказывает сильного неликвидного воздействия. По результатам биотестирования проб,

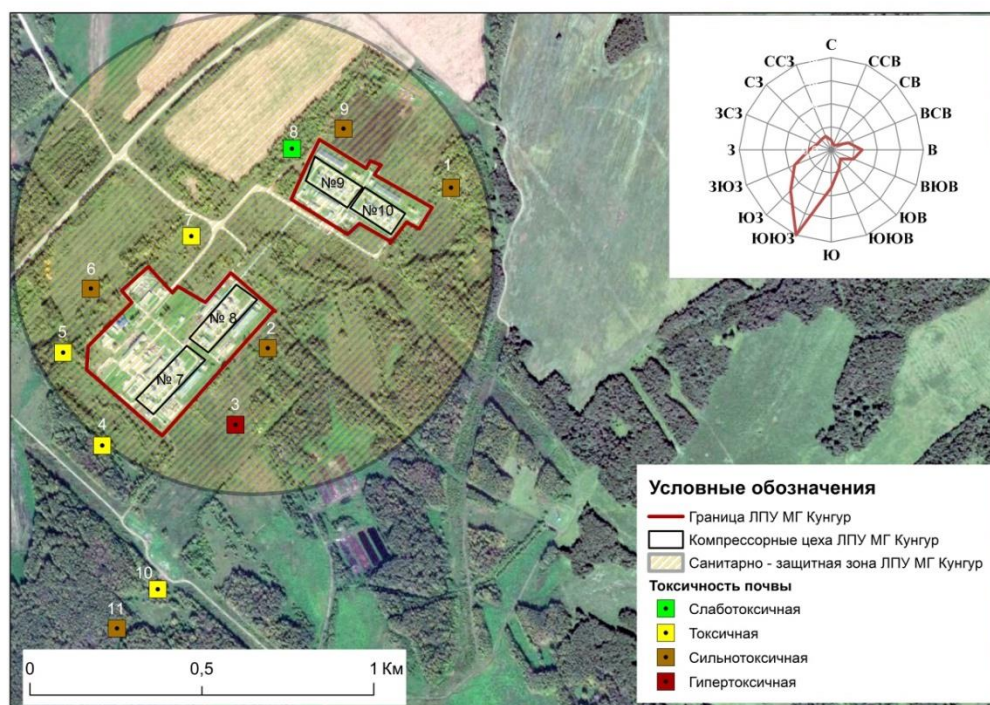


Рис. 2. Карта степени фитотоксичность исследуемых почв ЛПУМГ Кунгур

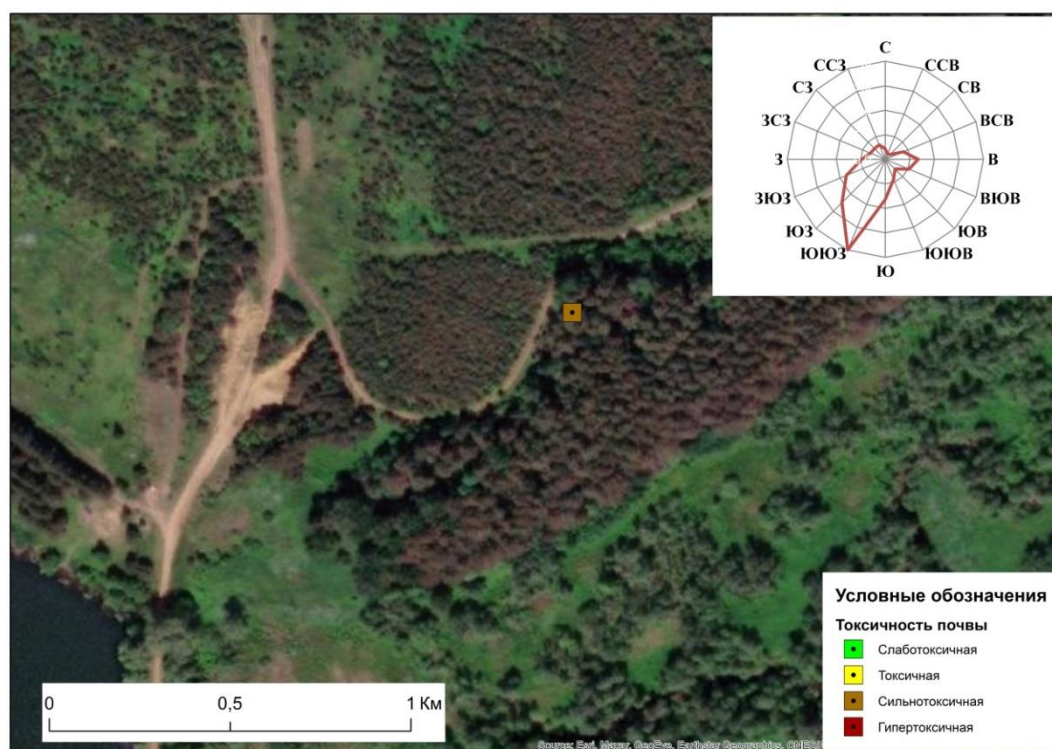


Рис. 3. Карта степени фитотоксичность фоновый образец почв (ООПТ Березовский бор)

установлено, что в точках 1, 5, 8, 11 (рис. 1) наблюдается острое токсическое влияние на участки, до того момента, как пробы разбавили 81 раз. На точках 3, 4, 6, 7, 9 и 10 водная вытяжка из почвы перестает оказывать сильное отравляющее воздействие уже к 27 разведению.

Стоит отметить, что точка №2 представляет исключение – в ней уровень воздействия всегда высок. Без разбавления водой, а также при разбавлении трех раз водная среда оказывает сильное воздействие в каждой области.

Таким образом, фитотоксичность водных вытяжек из исследуемых почв во всех типах леса варьируется от слаботоксичной до гипертоксичной. Слаботоксичные почвы представлены на точке №8, в точках 4, 5, 7, 10 токсичные почвы, сильнотоксичные в 1, 2, 6, 9, 11, гипертоксичная – в точке 3., на фоновой площадке ООПТ Березовский бор (рис. 2) почвы сильнотоксичные. Это говорит об техногенной нагрузке на район исследований, которая оказывает влияние не только на состояние почв, но и на состояние экосистем в целом.

Библиографический список

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Московского университета, 1970. 491 с.
2. *Базарова М.А., Рахманова З.Т.* Определение фитотоксичности почв методом биотестирования // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018011566> (дата обращения: 10.03.22)
3. *Борисова С.И.* Влияние газоперекачивающих станций на окружающую среду // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформация природной среды [Электронный ресурс]: сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка (22-23 апреля 2021 г.) / под ред. С. А. Бузмакова. Пермский государственный национальный исследовательский университет. Электронные данные. Пермь, 2021. 175 с. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/ekologicheskaya-bezopasnost.pdf> (дата обращения: 10.02.22).
4. *ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.9-02.* Токсикологические методы контроля. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водоросли. М.: МПР России, 2002. 23 с.
5. *Почвоведение: учеб. пособие* / под. ред. Кауричева И.И. М.: Агропромиздат, 1989. 719 с. 16.
6. *Роде А.А., Смирнов В.Н.* Почвоведение. М.: Высш. шк., 1972. 480 с

С.А. Бузмаков ID 0000-0002-5144-0714

Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 614068,
г. Пермь, ул. Букирева, 15

S.A. Buzmakov ID 0000-0002-5144-0714

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: lep@psu.ru

НОВЕЙШИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Изучение антропогенной трансформации природной среды включает исследование проблем и задач экологической безопасности использования ресурсов, восстановления экосистем, сохранения геонаследия. Отражены основные результаты новейших региональных исследований.

Ключевые термины: антропогенная трансформация; природная среда; экосистема; углеводороды; техногенез; геонаследие; восстановление.

LATEST GEOECOLOGICAL RESEARCH IN THE FIELD OF TRANSFORMATION OF THE NATURAL ENVIRONMENT

The study of the anthropogenic transformation of the natural environment includes reflection of the problems and tasks of environmental safety in the use of resources, restoration of ecosystems, and conservation of geo-heritage. The main results of the latest regional studies are reflected.

Keywords: anthropogenic transformation; natural environment; ecosystem; hydrocarbons; technogenesis; geo-heritage; restoration.

Новейший цикл геоэкологических работ по теме «Антропогенная трансформация природной среды» представляет собой исследование проблем безопасного использования природных ресурсов, восстановления и сохранения природной среды.

Техногенные процессы при эксплуатации нефтяных и рудных ресурсов вызывают деградацию и загрязнение окружающей среды. Изучение механогенеза, битумизации, галогенеза, ответных реакций экосистем позволяет развивать теоретические и прикладные представления об механизмах антропогенной трансформации. Восстановление природной среды в карстовых районах нефтедобычи требует новых подходов и методик рекультивации.

В условиях антропогенной трансформации природной среды, которая приобрела повсеместный характер, нужны постоянные усилия по сохранению географического разнообразия, геонаследия, обеспечению энерго-вещественного баланса на мировом, федеральном и региональном уровне. Для сохранения природной среды проведены исследования: по состоянию сети особо охраняемых природных территорий регионального, местного уровня; создан проект природного парка «Пермский»; разработаны обоснованные положения для объектов геонаследия пермской системы.

Цикл геоэкологических работ включает следующие результаты:

определено, что разработка нефтяных месторождений оказывает наиболее существенное влияние на первичную деградацию пойменных и плакорных почв в результате засоления и загрязнения бензо[а]пиреном [14]. По географическим особенностям региона, биогеохимическим аспектам техногенного воздействия на территории Пермского Предуралья определены

новые механизмы специфического протекания трансформации, своеобразие поведения загрязнителей в ландшафтах связано с особенностями техногенных воздействий и со спецификой исходных свойств почв [14, 15];

суперэкоотоксиканты, полихлорированные бифенилы, которые даже в малых дозах могут оказывать негативное воздействие. Определено, что период их присутствие в окружающей среде один из важных факторов, влияющий на здоровье населения и птиц Перми [18];

водно-физические свойства биотопа с увеличением техногенного фактора изменяются от зональной нормы к экстремальным условиям, которые выражаются в капиллярном, поверхностном переувлажнении; при больших величинах пропитывания грунта нефтью создаются засушливые условия. Техногенная трансформация экосистем на территории нефтяных и рудных месторождений, вызванная аномальной аккумуляцией веществ, будет проходить по зональному ряду (обратимое восстановление) или азональному (необратимое) [2, 5, 17].

Наземная экосистема обладает активными адаптационными механизмами, сформировавшимися под давлением постоянного нефтепромышленного воздействия. Предложены методы рекультивации, предназначенные для карстовых территорий и акваторий, природно-техногенных экосистем для разрушения нефти и продуктов ее трансформации в окружающей среде [1, 3, 6, 16].

В Пермском крае выделены участки для создания кластерного природного парка, которые имеют особую природоохранную ценность. Создан природный парк «Пермский», что позволяет предотвратить деградацию природных объектов, развивать геотуризм [4,7].

На территории современного Пермского края объекты геонаследия пермской системы частично включены в сеть особо охраняемых природных территорий, а также представлены в коллекциях сети государственных и муниципальных музеев региона. Для полноценного отражения объектов мирового значения, истории их изучения целесообразно создание кластера взаимосвязанных коллекций музеев, университета и ООПТ. Всемирная ассоциация ООПТ и музеев пермского периода позволит более продуктивно и комплексно изучать пермский период, сохранять объекты геонаследия [10].

По результатам исследования антропогенной трансформации особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения выполнена оценка современного состояния природных комплексов ООПТ, выявлены факторы антропогенного влияния, подготовлены природоохранные рекомендации по снижению негативного воздействия [2, 4, 8, 13]. Оценка антропогенной трансформации базовых экосистем показала, что наименее деградированы ООПТ, расположенные на большем удалении от города [9]. Созданы геоинформационные базы данных, отражающих геохимические свойства, фоновые показатели почв региона, позволяющие решать геоэкологические задачи [11, 12].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Пермского края в рамках научного проекта № 20-45-596018

The reported study was funded by RFBR and Perm Territory, project number 20-45-596018

Библиографический список

1. Бузмаков С.А. Геоэкологическая ситуация в карстовом районе при добыче нефти// Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов XIX международной научно-практической конференции. М., 26-28 сентября 2018 г. М., РУДН, 2018. С.145–150.
2. Бузмаков С.А. Введение в антропогенную трансформацию природной среды// Антропогенная трансформация природной среды. Пермь, 2018. Вып. 4. С.5–9.
3. Бузмаков С.А. Загрязнение почв при углеводородных миграциях в карстовых районах// Антропогенная трансформация природной среды. Пермь, 2019. №5. С.21–30.
4. Бузмаков С.А. Сеть особо охраняемых природных территорий Пермского края// Географический вестник = Geographical bulletin.2020. №3(54). С.135–148. doi 10/17072/2079-7877-2020-3-135-148.
5. Бузмаков С.А., Андреев Д.Н., Дзюба Е.А., Хотяновская Ю.В. Геохимические особенности трансформации почвенного покрова при эксплуатации рудного месторождения// Геология, география и глобальная энергия. 2018. С. 170–185.
6. Бузмаков С.А., Хотяновская Ю. В., Андреев Д.Н., Егорова Д.О., Назаров А.В. Индикация состояния экосистем в условиях нефтепромышленного техногенеза// Географический вестник. 2018. Вып. 4(47), С.90–101. DOI10.17072/2079-7877-2018-4-90-102
7. Бузмаков С.А., Зайцев А.А., Санников П.Ю. Особенности проектирования природного парка// Антропогенная трансформация природной среды. Пермь, 2018. Вып. 4. С.35–43.
8. Бузмаков С.А., Зайцев А.А., Санников П.Ю. Актуальное состояние сети ООПТ Пермского края// Вопросы степеведения. Номер XV. Оренбург, ИС УрО РАН, 2019. С.55–58. DOI 10/2441/9999-006A-2019-11507 Двухлетний импакт-фактор РИНЦ с учетом цитирования из всех источников – 0,500
9. Бузмаков С.А., Андреев Д.Н., Гатина Е.Л., Куликов М.А., Шатрова А.И. Антропогенная трансформация ООПТ местного значения г.Перми // Географический вестник 2019. Вып. 4 (51). С.113–128. DOI: 10.17072/2079-7877-2019-4-113-129
10. Глазырина Ю.В., Бузмаков С.А. Сохранение и использование геонаследия пермского периода на особо охраняемых природных территориях и в музейных коллекциях // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 1. С. 77–90. DOI: 10.29003/ m1996.0514-7468.2020_43_1/77-90.
11. Дзюба Е.А., Бузмаков С.А., Сивков Д.Е. Геоинформационная база данных геохимических свойств почв ландшафтного заказника Предуралья. Свидетельство о регистрации базы данных 2021620098, 19.01.2021. Заявка № 2020622893 от 30.12.2020.
12. Дзюба Е.А., Бузмаков С.А., Сивков Д.Е. Геоинформационная база данных геохимических свойств почв на территории Пермского края. Свидетельство о регистрации базы данных 2021620099, 19.01.2021. Заявка № 2020622894 от 30.12.2020.
13. Сивков Д.Е., Бузмаков С.А. Запасы углерода в биосфере и его цикл// Мировая экологическая повестка и Россия. Мат. Всероссийской научной он-лайн-конференции с международным участием. М.: МГУ. 2020. С. 144–146.
14. Buzmakov S., Egorova D., Gatina E. Effects of crude oil contamination on soils of the Ural region// Journal of Soils and Sediments. URL: <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2025-0> January 2019, Volume 19, Issue 1, pp 38–48. (дата обращения: 10.03.22).

15. *Buzmakov S.A., Khotyanovskaya Y.V.* Degradation and pollution of lands under the influence of oil resources exploitation// *Applied Geochemistry*, Volume 113, February 2020, 104443. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104443> (дата обращения: 10.03.22).

16. *Buzmakov S., Andreev D., Zaytsev A., Khotyanovskaya Y., Voronov G.* Possible sources of pollution by oil products of water body in karst area // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2019. 321 P. 012051. doi:10.1088/1755-1315/321/1/012051

17. *Dziuba E., Andreev D., Buzmakov S., Khotyanovskaya Y.* Geochemical features of soils from the Mid-Ural ore deposit// *E3S Web of Conferences. Actual Problems of Ecology and Environmental Management: Cooperation for Sustainable Development and Environmental Safety, APEEM 2020*. P.01014. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016901014> (дата обращения: 10.03.22).

18. *Egorova D.O., Buzmakov S.A.* Carcinogenic and teratogenic status of human population and polychlorinated biphenyls contaminations of soils and biota (european pied flycatcher) in a perm (Western Ural, Russia)// *Environmental Geochemistry and Health*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00615-1>(0123456789 volV 0123458697. volV 2020. (дата обращения: 10.03.22).

Л.С. Вогуляков

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

L.S. Vogulyakov

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: lenofrench@yandex.ru

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ НА ПОЛИГОНЕ ТКО «БУМАТИКА»

В работе рассматривается утилизации отходов на полигоне ТКО «Буматика». Дана характеристика полигона: местонахождение, размеры, складированные отходы и их классификация. Представлена организация и осуществление управления охраной окружающей среды полигона, а также основные задачи системы охраны окружающей среды. Описано влияние полигона ТКО на природу и предложены мероприятия по снижению негативного воздействия полигона на окружающую среду.

Ключевые термины: отходы; твердые коммунальные отходы; окружающая среда; полигон «Буматика»; утилизация.

WASTE DISPOSAL AT THE LANDFILL OF MSW «BUMATIKA»

The paper considers waste disposal at the MSW landfill «Bumatika». The characteristics of the landfill are given: location, size, stored waste and their classification. The organization and implementation of environmental protection management of the landfill, as well as the main tasks of the environmental protection system are presented. The impact of the MSW landfill on nature is described and measures to reduce the negative impact of the landfill on the environment are proposed. Key terms: waste; solid municipal waste; environment; landfill «Bumatika»; disposal.

Полигон ТКО «Буматика» находится в Краснокамском муниципальном районе. Площадь полигона около 13,5 га расположена на расстоянии 10 км севернее г. Краснокамска, и в 9,5 км северо-западнее ст. Оерята [5].

Площадка полигона расположена на водоразделе рек Городищенка и Забerezовка. Река Городищенка (приток р. М. Ласьва) протекает в 500 м северо-восточнее карьера и параллельно ему, в 300 м юго-западнее средней части карьера берет свои истоки реки Забerezовка, являющаяся притоком реки Пальты [5].

Из общей отведённой площади в 13,5 га, участок в 10,5 га представляет отработанный карьер Бекрятского месторождения кирпичной глины и участок 3,0 га. с северо-западной стороны. Полигон рассчитан на прием твердых коммунальных и приравненных к ним отходов (ТКО), а также нетоксичных промышленных отходов на протяжении 20 лет. Среднегодовое расчетное количество принимаемых отходов согласно проекту составляет – 25,0 тыс. тонн. Общая емкость полигона по накопленным отходам за весь срок эксплуатации составляет 520,8 тыс. тонн [5].

По происхождению, отходы различаются на твердые коммунальные отходы, строительные отходы и промышленные отходы [7].

По классам опасности, отходы различают:

1. чрезвычайно опасные.
2. высоко опасные.
3. умеренно опасные.

4. малоопасные.

5. практически неопасные [7].

На полигоне ТКО «Буматика» утилизируются отходы 1-4 класса. На это у них есть лицензия.

Основными направлениями производства вторичных ресурсов извлекаемых из твердых коммунальных отходов, представлены в таблице [7].

Таблица

Основные направления производства вторичных ресурсов

<i>Отходы</i>	<i>Получаемая продукция</i>
Органические отходы	Выработка энергии, производство биогаза, производство удобрений, производство белковых добавок в корм.
Бумага и картон	Производство бумажной продукции из вторичного сырья, выработка энергии.
Инертные материалы	Получение песка, щебня, керамзита и других инертных материалов.
Стекло	Вторичное использование упаковки, переплавка стекла.
Пластик	Производство пластиковой продукции из вторичного сырья.
Металлы	Извлечение редкоземельных и благородных металлов, переплавка и производства металлов из вторичного сырья
Текстиль	Выработка энергии, производство ткани из вторичного сырья.
Дерево	Производство топливных пеллет и древесных наполнителей, выработка энергии.

Система управления охраной окружающей среды ООО «Буматика»:

- экологическая политика, которая определяет важнейшие экологические аспекты деятельности, а также содержит цели и обязательства в области постоянного ее улучшения и предотвращения загрязнения;

- осуществления планирования природоохранной деятельности с выделением приоритетных направлений в соответствии с масштабом воздействия, требований нормативно-правовых актов;

- внедрения и функционирования системы охраны окружающей среды, включая распределение ответственности за охрану окружающей среды, включая распределение ответственности за охрану окружающей среды, систему экологического обучения персонала, систему стимулирования персонала к повышению квалификации для повышения эффективности природной деятельности, оперативную связь между различными уровнями системы управления природоохранной деятельностью, систему управления документооборотом в природоохранной области, определение и контроль за операциями, влияющими на окружающую среду, систему предотвращения чрезвычайных ситуаций и аварий, проведение проверок деятельности, влияющей на ОПС;

- анализа результатов деятельности по охране окружающей среды со стороны руководства [9].

Организационная структура системы управления охранной окружающей среды ООО «Буматика» – это совокупность всех органов управления предприятия.

Общее руководство организацией работ в рамках системы управления охраной окружающей среды предприятия осуществляет директор – Чудинов Сергей Юрьевич.

Непосредственное руководство организацией работ в рамках системы управления охранной окружающей среды предприятия возлагается на должность лица, назначенные приказом.

Приказом по предприятию ответственность по обращению с опасными отходами возложена на директора Чудинова С.Ю. Контроль за деятельностью по обращению с отходами по предприятию возложены на руководителя Департамента экологии А.С. Сергееву [9].

Основные задачи системы охраны окружающей среды ООО «Буматика»:

- контроль за соблюдением природоохранного законодательства, экологического надзора;
- контроль за соблюдением соответствия технологических процессов, регламентов производства, оборудования и сооружений требованиям стандартов, правил и природоохранных норм;
- учет и анализ причин производственных инцидентов, аварий и чрезвычайных ситуаций с экологическими последствиями и контроль за выполнением мероприятий по их предупреждению, локализации и ликвидации;
- контроль за наличием своевременной разработкой, утверждением и переоформлением нормативов допустимого воздействия на окружающую среду, а также иных документов в области охраны окружающей среды;
- осуществление предварительного рассмотрения предпроектной и проектной документации на соответствие требованиям природоохранных нормативов перед проведением государственной экологической экспертизы;
- контроль за осуществлением платежей за негативное воздействие на окружающую среду;
- оперативность контроля и передачи информации, обеспечивающих принятие своевременных решений по ликвидации или снижению негативного воздействия на окружающую среду;
- получение и передача руководству предприятий, органам государственного и муниципального экологического надзора сведений, подлежащих государственному статистическому учету, информации о качественном и количественном содержании загрязняющих веществ в объектах контроля, о показателях физических и биологических параметров объектов;
- соблюдение требований единства измерений в соответствии с законодательными и другими правовыми нормами
- организация экологического обучения руководящих работников и специалистов субъектов хозяйственной и иной деятельности;
- осуществление взаимодействия с органами государственного и муниципального экологического надзора [9].

Техногенные геохимические аномалии, формирующиеся в зонах влияния полигонов, как правило, имеют комплексный характер: загрязнению подвергаются все компоненты ландшафта – атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы и растительность [8].

В зонах влияния полигона компоненты-загрязнители обычно поступают в подземные воды непосредственно из толщи отходов или через загрязненные ими местные поверхностные воды (водотоки, заболоченные участки). Наибольшему загрязнению подвергаются грунтовые воды. Через них загрязняющие вещества могут мигрировать в напорные воды также в поверхностные (на тех участках, где грунтовые воды дренируются реками). Загрязнение подземных вод зависит как от физико-химических характеристик складированных отходов, так и от условий защищенности водоносных горизонтов [2, 3].

Из-за сжигания твердых коммунальных отходов могут выделяться опасные газы, содержащие токсичные, тяжелые металлы: кадмий, ртуть, свинец. Поступая в организм, они могут оказывать влияние на функцию кроветворения, вызывать изменения на состав крови, способствовать развитию канцерогенного, генетических и других отдаленных биологических эффектов. Повышенное выделение метана, кислорода, углекислого газа, способно вызывать удушье человека [1].

Для снижения негативного воздействия полигона на окружающую среду и на здоровье человека нужно установить регламентирующие нормы по их эксплуатации, требования к их обустройству инженерно-техническими сооружениями, разработать рекомендации относительно мест расположения полигонов, учитывающие геолого-гидрологические условия площадок, принять нормативные показатели загрязнения компонентов природной среды [4].

Наиболее существенное негативное воздействие полигонов ТКО на окружающую среду оказывает процесс инфильтрации отжимной воды, выделяющейся из свалочного тела в процессе складирования, уплотнения и разложения отходов. На протяжении всего жизненного цикла полигона, фильтрат- постоянный источник загрязнения подземных вод [4, 6].

Фильтрат – это сточные воды, возникающие в результате инфильтрации атмосферных осадков в тело полигона и концентрирующиеся в его основании. Это сложная по химическому составу жидкость с ярко выраженным неприятным запахом биогаза [4, 6].

Для того, чтобы фильтрат не проникал в подземные воды необходимо устройство надежного противοфильтрационного экрана, закрытой дренажной системы для сбора и отвода фильтрата на дне карт, открытой дренажной системы для отвода поверхностного стока с прилегающих территорий и системы отчистки стоков. Материалы, применяемые для устройства противοфильтрационного экрана, должны быть инертны и устойчивы по отношению к агрессивному воздействию химически активных и токсичных веществ, достаточно долговечными и исключать фильтрацию и диффузию фильтрата [4, 6].

Библиοграфический список

1. *Влияние отходов* на окружающую среду и здоровье человека. URL: http://12.rospotrebnadzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/content/id/267392 (дата обращения: 12.03.22).
2. *Клинков А.С., Беляев П.С., Однолько В.Г., Соколов М.В., Макеев П.В., Шашков И.В.* Утилизация и переработка твердых бытовых отходов // Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». 2015. 188 с.
3. *Колесников Р.В.* Анализ направлений переработки вторичных ресурсов, извлекаемых из твердых коммунальных отходов// Всероссийская научно-практическая конференция. Ростов-на-Дону. 2021. С.142–145.
4. *Малыгина Н.А., Рахимова В.Т., Дылдин А.Г., Шерстнев В.И.* Минимализация негативного воздействия полигона твердых бытовых отходов на окружающую среду. // Уральский государственный горный университет. 2015. С. 502–505.
5. *ООО «Буматика».* URL: <https://bumatika.ru/#!/tab/273403682-4> (дата обращения: 12.03.22).
6. *Пьянкова Е.Д.* Оценка и минимизация воздействия на окружающую среду полигонов твердых коммунальных отходов. Диссертация кандидата технических наук. 2007. С. 1–20.
7. *Федеральный закон* от 24.06.1998 N 89-ФЗ об отходах производства и потребления. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 12.03.22).
8. *Хомич В.С., Ковальчик Н.В., Кухарчик Т.Н.* Техногенные гидрохимические аномалии в зонах воздействия полигонов твердых отходов// Вестник БГУ. Сер.2. 2006. №1. С. 65–70.
9. *Чудинов С.Ю.* Политика в сфере охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления //Документ// ООО «Буматика». 2016. С.1–7.

Е.Л. Гатина, М.А. Нечаева

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

E.L. Gatina, M.A. Nechaeva

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: necha2018@gmail.com

КЛЕН АМЕРИКАНСКИЙ (*ACER NEGUNDO* L.) В ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДА ПЕРМИ

Клен американский (*Acer negundo* L.) – это вид, который активно внедряется во флору городов, занимая различные экологические ниши. Он распространяется на всей территории Российской Федерации. Сейчас этот вид распространяется по территории города Перми бесконтрольно, заселяя антропогенно нарушенные экосистемы. В статье рассматривается влияние загрязненности воздуха от автотранспорта на произрастание клена американского.

Ключевые термины: *Acer negundo*; клен американский; чужеродный вид; озеленение; интродукция; древостой.

AMERICAN MAPLE (*ACER NEGUNDO* L.) IN LANDSCAPE IN THE CITY OF PERM

American maple (*Acer negundo* L.) is a species that is actively introduced into the flora of cities, occupying various ecological niches. It is distributed throughout the Russian Federation, including in the city of Perm. Now this type of flora is spreading uncontrollably throughout the city, populating anthropogenically disturbed ecosystems.

The article examines the influence of air pollution by motor transport on the growth of American maple.

Keywords: *Acer negundo*; American maple; alien species; landscaping; introduction; stand.

Клен американский (*Acer negundo* L.) – один из видов-интродуцентов, который был завезен в Россию с целью использования в озеленении. Сейчас *Acer negundo* бесконтрольно распространяется по территории городов Российской Федерации, в том числе и в Перми.

По данным инвентаризации 2018 года в городе Перми произрастали 286995 шт. клёна американского, что составляет 10 % от общего числа учтенных деревьев (рис.1) [1].

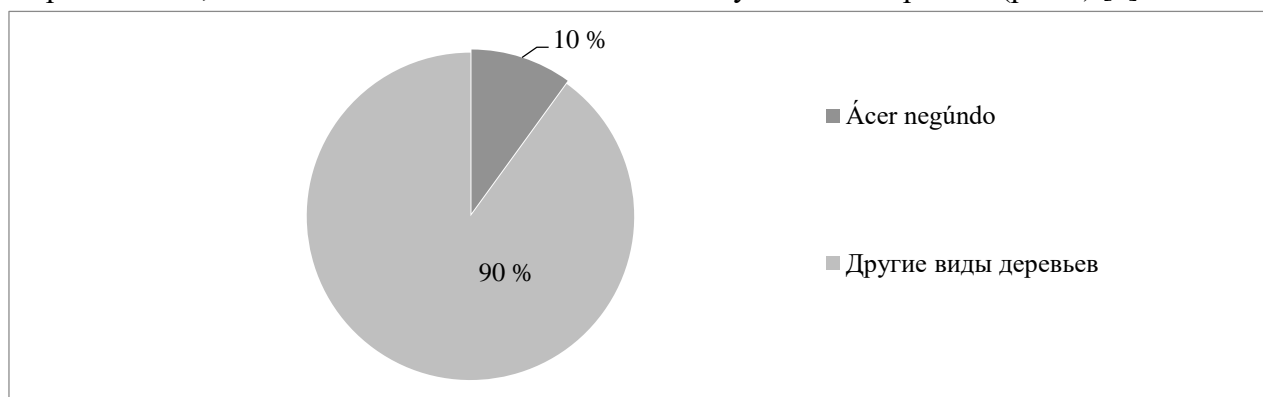


Рис.1. *Acer negundo* L. в составе древостоя г. Перми 2018 года [1]

Распределение *A. negundo* L. по районам города Перми следующее: в Ленинском (лево-бережная часть) района произрастает 34 % деревьев данного вида от общего числа деревьев в районе, 22 % – в Свердловском, 19 % – в Индустриальном, 17 % – в Дзержинском, 9 % – в Орджоникидзевском, 7 % и 5 % – в Мотовилихинском и Кировском. Клён американский пред-

ставлен во всех районах города, во всех категориях озеленения, в самых разнообразных биотопах городской среды: от объектов общего пользования, уличного озеленения до квазиприродных экосистем (долины рек и проч.). [1].

Летом 2021 года были проведены исследования влияние интенсивности движения автотранспорта на произрастание клена американского. Для исследования были выбраны участки дорог города Перми протяженностью 1 км на улицах: Мира, Маршала Рыбалко, Ленина, Швецова, Окулова, Плеханова, Попова, Пушкина, Революции, Хохрякова. Участки дорог были разделены на высокую, среднюю и низкую интенсивность движения на основании максимально разового выброса загрязняющих веществ автотранспорта. Происходил анализ древостоя прилегающей территории, выявлялось количество деревьев и их состояние.

К высокой интенсивности движения автотранспорта относятся участки дорог улиц Ленина, Окулова, Плеханова, Мира. Здесь флора анализировалась с точки зрения 4 видов: липы сердцелистной, клена американского, березы повислой, яблони ягодной на рис. 2.

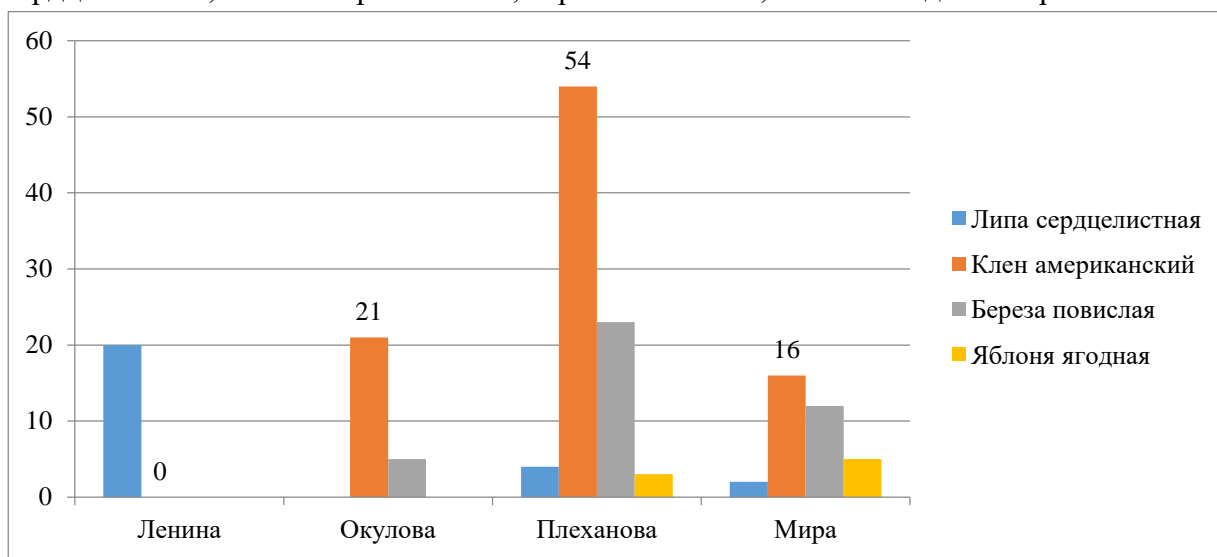


Рис.2. Древостой на участках дорог с высокой интенсивностью движения автотранспорта

Больше всего на данных улицах произрастает клен американский, только на ул. Ленина этот вид не представлен. Состояние клена американского показано на рис. 3.

На улице Ленина клен американский не произрастает, здесь встречается только липа сердцелистная. На улице Окулова преобладающая часть клена американского находится в хорошем состоянии, другая – в удовлетворительном состоянии. На улице Плеханово все 54 дерева клена американского характеризуются удовлетворительным состоянием. На улице Мира данный вид представлен в хорошем (75%) и удовлетворительном (25%) состояниях. **На данных улицах неудовлетворительное состояние клена американского не обнаружено, встречается хорошее и удовлетворительное состояние интродуцированного вида.**

Улицы Попова, Пушкина, Революции определены к группе средней интенсивности движения. Озеленение прилегающих территорий было исследовано с помощью таких видов как липа сердцелистная, клен американский, береза повислая, яблоня ягодная (рис. 4).

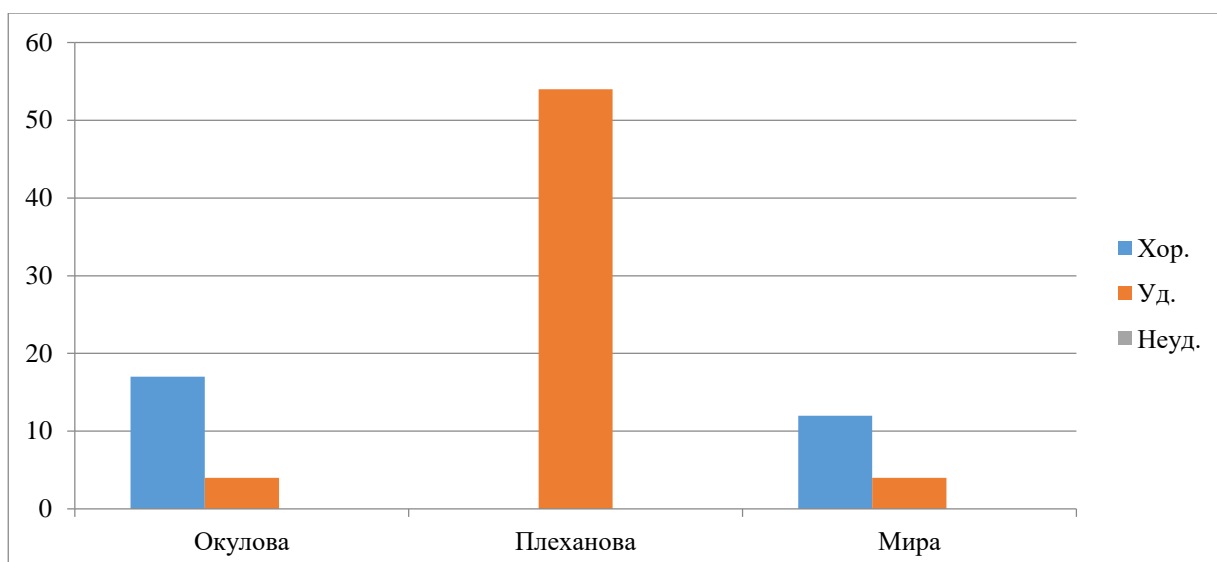


Рис. 3. Состояние клена американского на высокоинтенсивных участках

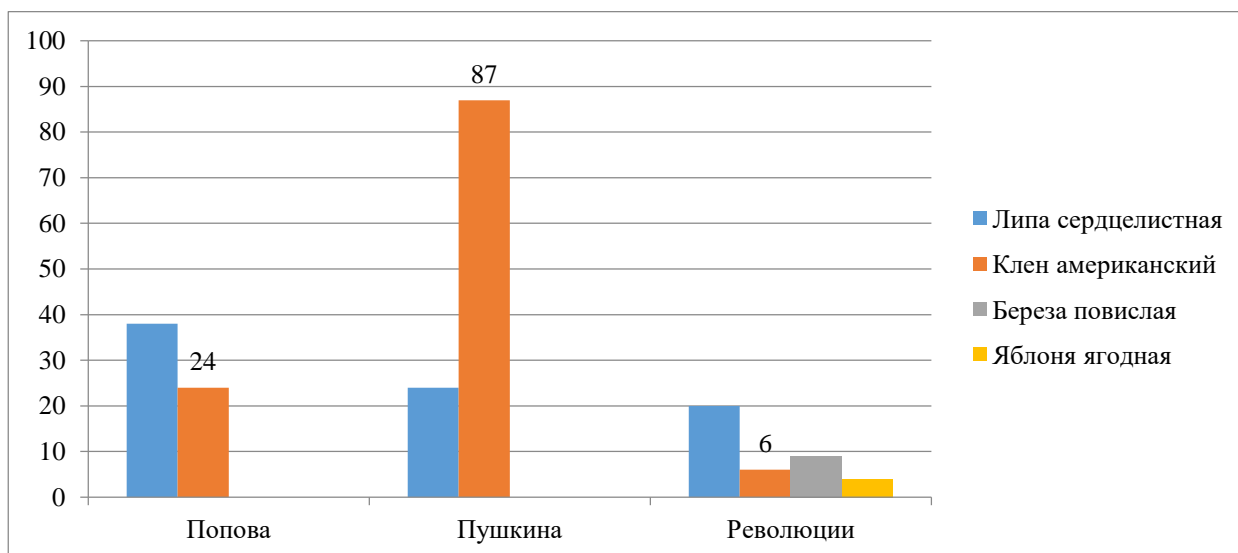


Рис. 4. Древостой на участках дороги со средней интенсивностью движения

По количеству клен американский преобладает над липой сердцелистной на улице Пушкина. На других улицах данной категории *Acer negundo* занимает незначительную долю в озеленении исследуемых участков. Состояние клена американского на улицах Попова, Пушкина, Революции представлено на рис. 5.

На улице Попова состояние клена американского охарактеризовано как удовлетворительное. На улице Пушкина значительная доля клена американского находится в удовлетворительном состоянии (97%), меньшие доли этого дерева в неудовлетворительном (2%) и удовлетворительном (1%) состоянии. На улице Революции удовлетворительное состояние (67%) данного вида занимает больше, чем клен американский в хорошем состоянии (33%). **На улицах данной категории преобладающее состояние дерева – удовлетворительное.**

Низкая интенсивность движения автотранспорта была выявлена на улицах Маршала Рыбалко, Швецова и Хохрякова. Количество деревьев на исследуемых участках представлено на рис. 6.

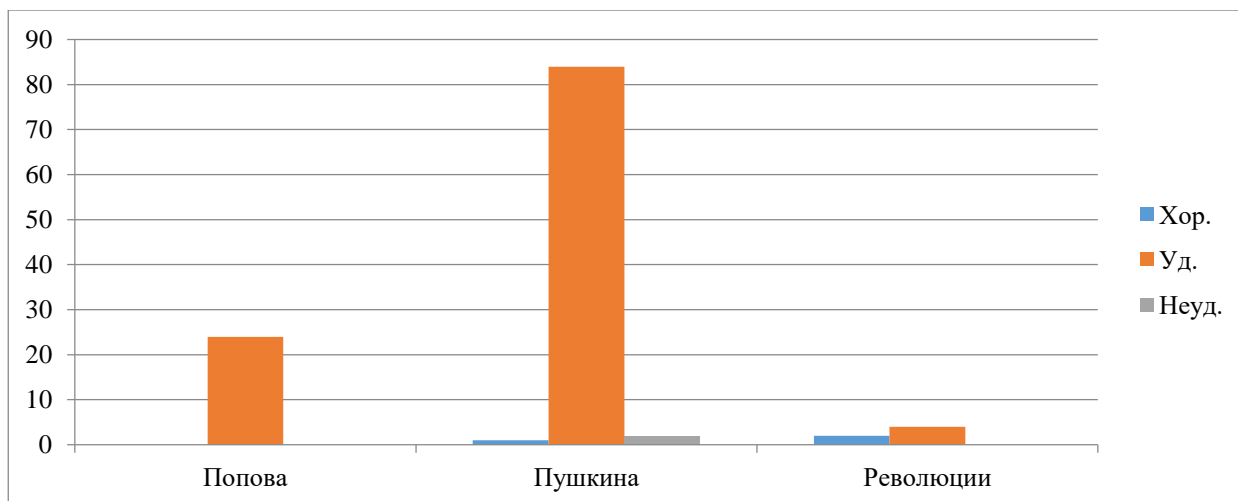


Рис. 5. Состояние клена американского на среднеинтенсивных участках

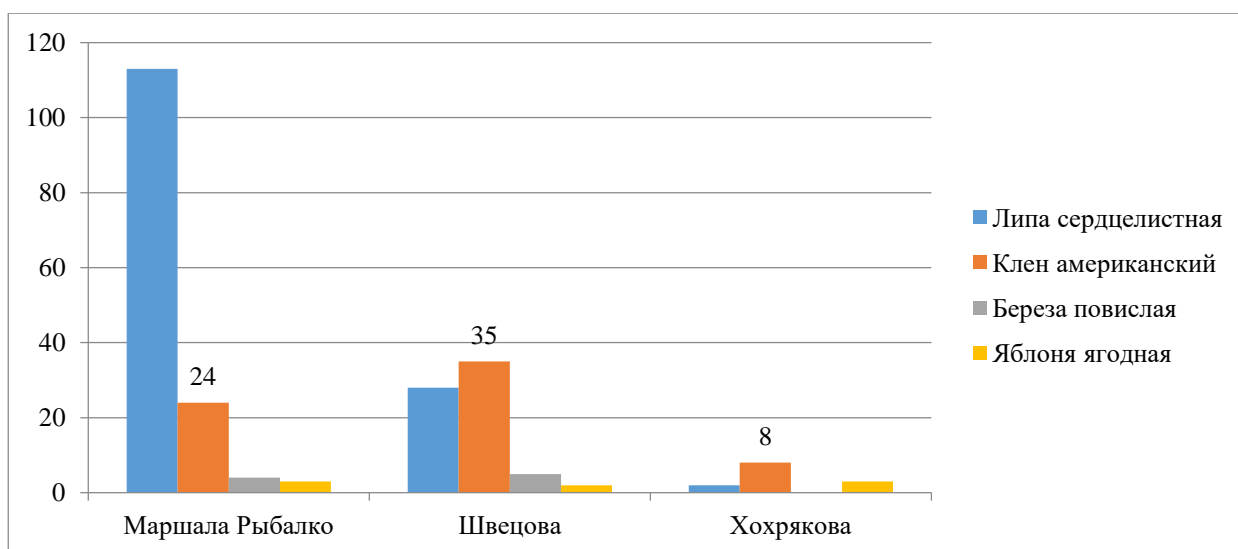


Рис. 6. Древоостой на участках дороги с низкой интенсивностью движения

Клен американский присутствует на всех улицах данной категории. Значительную долю занимает в древостое улиц Швецова и Хохрякова. Уступает только липе сердцелистной на участке ул. Маршала Рыбалко. Состояние клена американского представлено на рис. 7.

На улице Маршала Рыбалко клен американский встречается в удовлетворительном (39%) и неудовлетворительном (39%) состоянии, в хорошем состоянии (22%). На улице Швецова большая часть деревьев клена американского находится в хорошем состоянии (87%), меньшая в удовлетворительном (13%). На улице Хохрякова удовлетворительное состояние распространено больше, чем хорошее состояние данного вида. **На участках данной категории чаще всего распространено удовлетворенное состояние интродуцированного вида.**

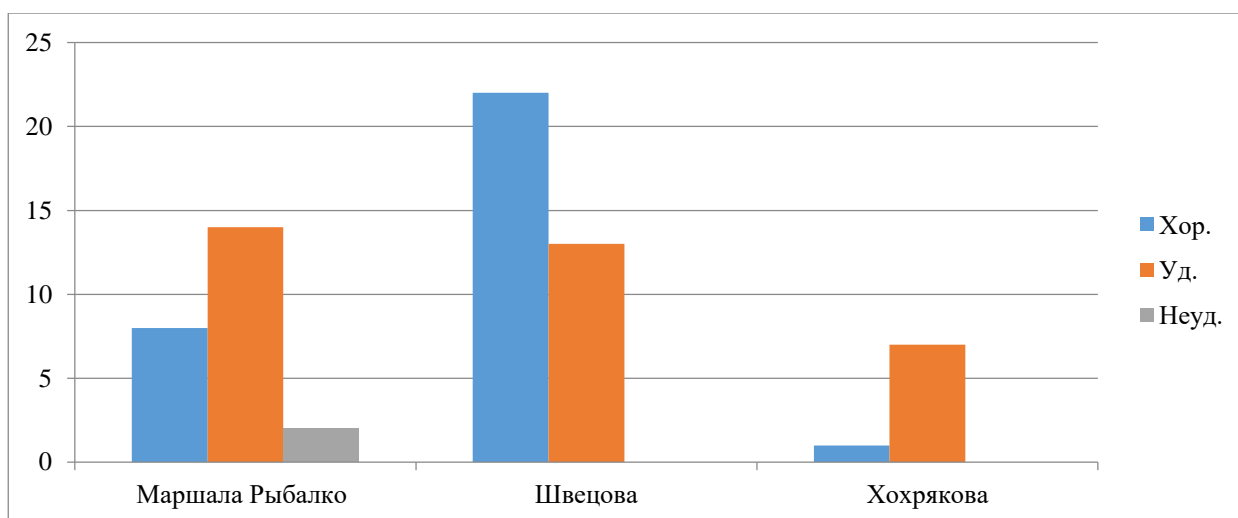


Рис. 7. Состояние клена американского на низкоинтенсивных участках

Устойчивость клена американского ко многим неблагоприятным факторам местообитания, дает ему возможность заселять антропогенно нарушенные экосистемы. Исследования показали, что 9 улиц из 10 подвержены влиянию *Acer negundo*. Так улицы с высокой интенсивностью дорожного транспорта имеет значительную долю клена американского в озеленении, который характеризуется хорошо и удовлетворительным состоянием. Клен американский на улицах со средним движением автотранспорта уступает доминирующую роль другим видам (липе сердцелистной, березе повислой), но его состояние чаще всего удовлетворительное. На участках дороги с низкой интенсивностью движения клен активно конкурирует с другими видами, при этом чаще всего отмечают состояние клена как удовлетворительное.

Библиографический список

1. Кулакова С.А., Гатина Е.Л., Мишланова Ю.Л. Распространение клена американского в г. Перми // Состояние и охрана окружающей среды г. Перми в 2020 году. URL: <http://www.priodaperm.ru/upload/others/Ekologija-Sbornik-2020.pdf> (дата обращения: 20.02.2021).

Л.С. Давыдова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

L.S. Davydova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: lyuba.davydova.02@mail.ru

ОБЗОР САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ МКУ «ПЕРМСКОЕ ГОРОДСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»

В сообщении рассматриваются санитарное состояние насаждений Пермского городского лесничества, в частности еловых. Изучается распространения вредителей и болезней в зависимости от условий произрастания. Определяется биологическая устойчивость еловых насаждений, и комплекс факторов, влияющих на устойчивость ельников зоны хвойно-широколиственных лесов Пермского городского лесничества. Даются рекомендации по улучшению санитарного состояния. Материалы исследований могут быть полезны лесопользователям при назначении и проведении санитарно-оздоровительных мероприятий.

Ключевые термины: еловые насаждения; Пермское городское лесничество; санитарное состояние; вредители и болезни ели.

REVIEW OF THE SANITARY CONDITION OF SPRUCE PLANTATIONS OF THE PERM MUNICIPAL FORESTRY UNIVERSITY

The report discusses the sanitary condition of the Perm urban forestry plantings, in particular spruce. The spread of pests and diseases is studied depending on the growing conditions. The biological stability of spruce stands is determined, and a set of factors affecting the stability of spruce forests in the zone of coniferous-deciduous forests of the Perm city forestry. Recommendations are given to improve the sanitary condition. Research materials can be useful to forest users in the appointment and conduct of sanitary and health measures.

Keywords: spruce plantations; Perm city forestry; sanitary condition; pests and diseases of spruce.

Леса занимают почти половину площади городской территории Перми (около 37 972 гектара) – таким богатством не обладает ни один другой город страны. В МКУ «Пермское городское лесничество» хвойные леса занимают 60 % площади всех лесов, а лиственные соответственно 40 %. [11]. Но лесов становится все меньше и меньше, и человечеству все более важной задачей кажется сохранение природы. Поэтому поддержание лесов в хорошем состоянии начинает рассматриваться и как вопрос, напрямую связанный с выживанием человечества. В настоящее время в городских лесах Перми наблюдается ослабление ельников и проведение своевременных лесопатологических обследований, является необходимым для улучшения их санитарного состояния и назначение оздоровительных мероприятий.

В работе представлена оценка санитарного состояния еловых насаждений в Пермском городском лесничестве, на основе анализа литературных источников.

Исследованием опасной болезни еловых насаждений – корневой губкой (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) занимались А.И. Воронцов (1974), И.А. Алексеев (1999), В.Н. Евдокимов (1987) и др. Изучением санитарного состояния еловых древостоев занимались С.Ю. Бердинских, Е.В. Сапожникова (2006), Р.А. Соколов (2016), Л.А. Иванчина. Были изучены негативные экологические факторы и меры по снижению их отрицательного воздействия на еловые

насаждения (Букась А.В., 2005). В.А. Зудилин (2008) проанализировал распространение язвенного рака на стволах ели.

Проведен анализ распространения вредителей и болезней в зависимости от условий произрастания. Количество, разновидность, время распространения насекомых-вредителей и болезней зависит от климатических условий, в которых произрастает еловые насаждения. Очаги распространения насекомых-вредителей и болезней обычно возникают в ослабленных древостоях. Причинами этого являются частые засухи, повреждения пожарами или поллютантами, расстройство древостоев бессистемными рубками, уничтожение подлеска, чрезмерный выпас скота и др. Также последние десятилетия во многих регионах нашей страны и за её пределами наблюдается усыхание еловых насаждений. Усыхание наблюдается преимущественно в зонах хвойно-широколиственных лесов [6]. Усыхающие и усохшие деревья являются рассадником опасных вредителей и болезней. Поэтому на территория пермских городских лесов условия являются благоприятными для многих вредоносных насекомых и болезней.

Наиболее распространенные вредители еловых насаждений в пермских лесах являются короед-типограф (*Ips typographus* L.), усач черный еловый малый (*Monochamus sutor* L.), усач черный еловый (*Monochamus urussovi* (Fischer v. Waldheim)) [2, 3, 4, 5].

Кроме насекомых-вредителей наносят урон еловым насаждениям болезни. Так на Нижне-Курьинском и Верхне-Курьинском участке Пермского городского лесничества зафиксированы такие болезни как трутовик окаймлённый – *Fomitopsis pinicola* Sw. et Fr. Karst, смолистый трутовик – *Ischnoderma resinosum* Fr. Karst, трутовик изменчивый – *Polyporus varius* Fr. На Мотовилихинском участке лесничества выявлены следующие заболевания еловых насаждений ржавчина хвои ели – *Chrysomyxa arctostaphyli* Dietel, трутовик окаймлённый – *Fomitopsis pinicola* Sw. et Fr. Karst., пораженные корневой губкой – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. На Левшинском участке и Черняевском участке доля еловых насаждений не большая [2, 3, 4, 5].

Под биологической устойчивостью понимается способность лесного насаждения противостоять массовому распространению вредителей и болезней, а также неблагоприятным климатическим влияниям. Эта способность обусловлена приспособленностью растений к условиям местопроизрастания и сложившейся в процессе эволюции системой саморегуляции и равновесия между компонентами биоценоза.

Ель сравнительно требовательна к плодородию почвы и влаге, чувствительна к засухе, плохо переносит застойное увлажнение. В первые годы жизни (до 7-10 лет) растет медленно, поэтому при сплошных рубках часто сменяется быстрорастущими лиственными породами, особенно осиной и березой [7, 8]. Еловые леса имеют важное экономическое и социально-культурное значение. Они служат сырьевой базой для многих отраслей промышленности, строительства и сельского хозяйства, местом отдыха трудящихся, выполняют природоохранные и эстетические функции [1]. Особенность этого лесообразующего вида состоит в том, что деревья ели плохо переносят механические повреждения: ошмыги на корнях, затески на стволах, почти всегда в месте повреждения заражаются спорами грибов. В результате многолетних наблюдений установлено, что причинами возникновения массовых вспышек размножения энтомовредителей, прогрессирующих эпифитотий корневых и стволовых гнилей, других заболеваний деревьев является обеднение биологического разнообразия лесов, нарушение внутренней устойчивости биогеоценоза в результате вмешательства человека, чрезмерные нагрузки различных видов пользования лесом [10].

Кроме вредителей и болезней насаждения Пермского городского лесничества имеют следующие повреждения: деформация ствола, механические повреждения, инородные предметы в стволе дерева, наличие морозобоин, дупел, трещин, результат буреломов и ветроломов, повреждение пожарами, что влечет снижение категории санитарного состояния.

Еловые насаждения Пермского городского лесничества в основном принадлежат ко 2 категории санитарного состояния и являются ослабленными.

При повышении устойчивости еловых насаждений к комплексу неблагоприятных природных и антропогенных факторов, улучшению их санитарного состояния наибольший эффект может быть получен только при использовании интегрированной системы защитных мероприятий [9].

Для улучшения санитарного состояния, а также сохранения эстетичного вида насаждений, необходимо реализовать комплекс санитарно-оздоровительных мер по защите лесопарковой зоны городских лесов, состоящий из следующих мероприятий:

- проведение лесопатологического обследования на предмет обнаружения очагов вредителей и болезней, с последующей выборочной рубкой и уничтожением отработанных деревьев;
- уборка захламленности;
- сбор и вывоз бытового мусора;
- рекомендована выборочная санитарная рубка с последующей смешанной посадкой хвойных и лиственных пород;
- регулирование рекреации совместно с мероприятиями по благоустройству территории лесничества в зоне активного отдыха;
- удаление валежника, бурелома и порубочных остатков;
- проведение биотехнических мероприятий, направленных на профилактику повреждения стволов.

Результаты выполненных исследований свидетельствуют о неудовлетворительном санитарном состоянии ельников района исследований и об их усыхании. На устойчивость еловых насаждений оказывает влияние комплекс факторов: тип лесорастительных условий и тип леса, возраст, размер деревьев, встречаемость деревьев ели с наличием серки, состав и полнота древостоев, наличие болезней и насекомых-вредителей, механические повреждения, природные условия, антропогенное воздействие. Своевременные лесопатологические исследования и назначения санитарно-оздоровительных мероприятий позволяет снизить площадь поражения насаждений вредителями и болезнями. В целом складывающаяся лесопатологическая ситуация в Пермском городском лесничестве стабильна и находится под контролем.

Библиографический список

1. Богданов П.Л. Дендрология. Москва.: Лесная промышленность, 1974. 240 с.
2. Бойко Т.А., Борсук М.А., Елагина Д.Е., Кочегина Е.В. Состояние сосновых насаждений на территории Нижне-Курьинского участкового лесничества. // Актуальные вопросы современных сельскохозяйственных наук / Сб. научн.Тр. по итогам международной научно-практической конференции. №3. Екатеринбург. 2016. 68 с.
3. Бойко Т.А., Бердинских С.Ю., Харитонов О.В. Состав и санитарное состояние насаждений особо охраняемой природной территории «Левшинское». Проблемы региональной экологии. 2021. № 6. С. 5–9.

4. *Бойко Т.А., Бруев Н.С.* Санитарное состояние лесных насаждений на примере ООПТ «Липовая гора» в пермском городском лесничестве. Актуальные проблемы лесного комплекса. 2018. № 51. С. 102–106.
5. *Бойко Т.А., Борсук М.А., Елагина Д.Е., Кочегина Е.В.* Актуальные проблемы сельскохозяйственных наук в России и за рубежом. Новосибирск, 2017. С. 17–19.
6. *Иванчина Л.А., Залесов С.В., Давидюк Д.В.* Санитарное состояние ели в лесах Прикамья // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. в 2 кн. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. Кн. 1. С. 310–311.
7. *Казимиров Н.И.* Ель. М.: Лесная промышленность, 1983. 80 с.
8. *Кирюков Ю.Л.* Реконструкция малоценных лесов центральночерноземных областей / Материалы ВЛТИ. // Повышение продуктивности лесных площадей центрально-черноземных областей. Воронеж, 1956. С. 16–21.
9. *Маслов А.Д.* Короед-типограф и усыхание еловых лесов. Пушкино.: ВНИИЛМ, 2010. 138 с.
10. *Чешуин А.Н., Алексеев И.А.* Эталонные сосновые леса Республики Мордовия: оценка состояния и способов формирования / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Марийский гос. техн. Университет. Йошкар-Ола.: МарГТУ, 2004. 170 с.
11. *Управление по экологии и природопользованию администрации города Перми* URL: <http://www.priodaperm.ru/lesa/2015/04/06/2262> (дата обращения: 1.03.22).

М.А. Емельянов

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

M.A. Emelyanov

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

**К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПРАВОЧНИКОВ
ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ЗАЯВКИ
НА ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕШЕНИЯ**

В статье рассмотрен вопрос выбора информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям с целью разработки для предприятий заявки на получение комплексного экологического разрешения. Ключевые термины: информационно-технический справочник; наилучшие доступные технологии; комплексное экологическое разрешение.

**TO THE ISSUE OF SELECTING TECHNICAL REFERENCE BOOKS OF THE BEST AVAILABLE TECH-
NIQUES WITH A PURPOSE OF DEVELOPING FOR
AN INTEGRATED ENVIRONMENTAL PERMIT**

In the article considers the issue of selecting technical reference books of the best available techniques (BAT) for the enterprises with a purpose of developing for an integrated application environmental permit.

Keywords: technical reference book; best available techniques (BAT); integrated environmental permit.

Термин «наилучшие доступные технологии (НДТ) в Российской Федерации начал активно применяться после внесения изменений в Федеральный закон (ФЗ) «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.07.2014 № 219-ФЗ [8]. Так, в статье 1 [8], наилучшая доступная технология определяется как технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности её применения.

С введением термина НДТ в Российской Федерации начался процесс перехода нормирования негативного воздействия на окружающую среду с санитарно-гигиенического подхода на технологический подход.

Для внедрения НДТ разработаны информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ), которые должны были стать документами по стандартизации в области технологического нормирования.

Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 года № 2178-р «О поэтапном графике создания в 2015-2017 годах справочников наилучших доступных технологий» (с изменениями на 7 июля 2016 года) [7], первые в стране ИТС НДТ были разработаны в период с 2015 по 2017 гг. На первом этапе в 2015 г. было разработано 9 ИТС НДТ, на втором этапе в 2016 г. – 13 справочников, на третьем этапе в 2017 году было разработано ещё 28 ИТС НДТ. Всего, на период 2015-2017 гг. было разработано 50 ИТС НДТ.

Следует отметить, что существует два вида ИТС НДТ: отраслевые («вертикальные») и межотраслевые («горизонтальные») [1]. Основное отличие между двумя видами справочников состоит в том, что в отраслевых справочниках указываются маркерные вещества и технологические показатели, чего нет в межотраслевых справочниках.

ИТС НДТ применяются для расчёта технологических показателей предприятий, относящихся к объектам I и II категории (по желанию) негативного воздействия в конкретной отрасли промышленности.

Так как, в настоящее время, многие предприятия в Российской Федерации являются комбинатами, то есть, осуществляют несколько видов деятельности и производят несколько видов продукции, то актуальным является вопрос выбора ИТС НДТ при разработке заявки на комплексное экологическое разрешение (КЭР).

Комплексное экологическое разрешение (КЭР) [9] – документ, который выдаётся природопользователю, который оказывает негативное воздействие на окружающую среду, и содержит обязательные для выполнения требования в области охраны окружающей среды.

Заявка на получение КЭР подаётся в территориальный орган Росприроднадзора и разрабатывается по форме, согласно приказу Минприроды Российской Федерации от 22 октября 2021 года № 780 «Об утверждении формы заявки на получение комплексного экологического разрешения и формы комплексного экологического разрешения» [6].

Заявка на получение КЭР должна содержать следующую информацию:

- Наименование, организационно-правовая форма и адрес (место нахождения) юридического лица или фамилия, имя, отчество (при наличии), место жительства индивидуального предпринимателя;
- Код объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду;
- Вид основной деятельности, виды и объем производимой продукции;
- Информация об использовании сырья, воды, электрической и тепловой энергии;
- Сведения об авариях и инцидентах, повлекших за собой негативное воздействие на окружающую среду и произошедших за предыдущие семь лет;
- Информация о реализации программы повышения экологической эффективности (при ее наличии);
- Расчёты технологических нормативов;
- Нормативы допустимых выбросов, нормативы допустимых сбросов высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности);
- Обоснование нормативов образования отходов и лимитов на их размещение;
- Проект программы производственного экологического контроля;
- Информация о наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы;
- Иная информация, которую заявитель считает необходимым представить [9].

Следовательно, КЭР заменяет сразу несколько документов: разрешение на выбросы и сбросы загрязняющих веществ, а также нормативы образования отходов и лимиты на их размещение.

Необходимо отметить, что данные, содержащиеся в заявке на получение КЭР [6] должны содержать информацию о виде экономической деятельности и о виде продукции, выпускаемой на предприятии. Поэтому, можно сделать вывод о том, что выбор ИТС НДТ опирается на вид

экономической деятельности, которая проводится на предприятии, и на вид выпускаемой продукции. При этом, главным вопросом при технологическом нормировании является вопрос соответствия показателя деятельности предприятия технологическим нормативам, приведённым в соответствующем ИТС НДТ. Следовательно, можно сделать вывод о том, что выбор соответствующего ИТС НДТ является решающей процедурой для технологического нормирования. Поэтому, выбор отраслевого ИТС НДТ, применяемого для технологического нормирования, либо нескольких ИТС НДТ, в случае комбината, должен опираться на сведения об отраслевой принадлежности предприятия и выпускаемой продукции.

Сведения об отраслевой принадлежности, осуществляемой на предприятии, заключаются в коде вида экономической деятельности, и определяются в соответствии с общероссийским классификатором видов экономической деятельности ОКВЭД 2 (ОК 029-2014 (КДЕС, Ред. 2)), а вид продукции определяется по общероссийскому классификатору продукции по видам экономической деятельности ОКПД 2 (ОК 034-2014 (КПЕС 2008)).

В качестве классификационных признаков видов экономической деятельности в ОКВЭД 2 используются признаки, характеризующие сферу деятельности, процесс производства (технология) [3]. Объектами классификации в ОКПД 2 является продукция, выпускаемая предприятием [4].

Проводимое на примере предприятия неорганической химической промышленности, расположенного в г. Перми исследование отраслевых ИТС НДТ на соответствие осуществляемой деятельности (ОКВЭД 2) и выпускаемой продукции (ОКПД 2) выполнялось на основе информации об этом предприятии.

В ходе исследования, подбор ИТС НДТ при разработке заявки на получение КЭР основывался на анализе данных о виде экономической деятельности (ОКВЭД 2) и выпускаемой продукции (ОКПД 2), исследуемого объекта негативного воздействия.

Объектами исследования являлись все вертикальные ИТС НДТ, а также общероссийские классификаторы экономической деятельности ОКВЭД 2 (ОК 029-2014 (КДЕС, Ред. 2)) и ОКПД 2 (ОК 034-2014 (КПЕС 2008)).

Исследование проводилось в два этапа, причём второй этап включал два шага. На первом этапе была составлена сводная таблица по 39 отраслевым ИТС НДТ на соответствие видов, осуществляемой экономической деятельности по общероссийскому классификатору видов экономической деятельности ОКВЭД 2. Таблица содержит в себе информацию о наименовании ИТС НДТ, коде ОКВЭД 2 и наименовании вида деятельности по ОКВЭД 2. Разработанная сводная таблица, позволяет значительно сократить трудозатраты при выборе соответствующего справочника в ходе составления заявки на КЭР за счёт обобщённости и наглядности информации о соответствии ИТС НДТ и виде деятельности, согласно ОКВЭД 2.

Второй этап основывался на подборе ИТС НДТ для конкретного исследуемого предприятия. На первом шаге второго этапа, по данным единого государственного реестра юридических лиц [5] был определён вид экономической деятельности предприятия. Так, основным видом экономической деятельности исследуемого предприятия является «20.13. Производство прочих основных неорганических химических веществ». По данным, составленной на первом этапе исследования сводной таблицы, перечень отраслевых ИТС НДТ, область применения которых распространяется на данный вид деятельности, сократился с 39 до 9. На втором шаге, по данным Минпромторга Российской Федерации на основе заключения о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации [2] и данным

официального сайта предприятия был определён перечень выпускаемой продукции, с помощью которого был уточнён выбор конкретных ИТС НДТ, присущих для этого вида экономической деятельности.

В итоге, путём подбора, был проведён и обоснован окончательный выбор ИТС НДТ по имеющимся данным об основном виде экономической деятельности и выпускаемой продукции на примере исследуемого предприятия (таблица).

Таблица

Подбор ИТС НДТ на основе данных о виде деятельности и выпускаемой продукции

<i>1 шаг – Определение вида экономической деятельности, осуществляемого предприятием</i>		<i>2 шаг – Определение видов продукции по экономической деятельности, выпускаемых предприятием.</i>		<i>Итог</i>
<i>Код ОКВЭД 2</i>	<i>Вид деятельности по ОКВЭД 2</i>	<i>Код ОКПД 2</i>	<i>Производимая продукция по ОКПД 2</i>	<i>Наименование ИТС НДТ</i>
20.13 (осн)	Производство прочих основных неорганических химических веществ	20.13.24.149	Смесь соляной и фтористоводородной кислот (отход производства хладона 125ХП)	Производство твердых и других неорганических химических веществ (ИТС 19 – 2020)
		20.13.24.149	Кислота перфторпеларгоновая марки А, Б	Производство твердых и других неорганических химических веществ (ИТС 19 – 2020)
		20.13.24.149	Кислота перфторэнантовая марки А, Б	Производство твердых и других неорганических химических веществ (ИТС 19 – 2020)
		20.13.24.149	Ингибированная смесь соляной и фтористоводородной кислот для обработки скважин	Производство твердых и других неорганических химических веществ (ИТС 19 – 2020)
		20.13.24.149	Смесь соляной и фтористоводородной кислот марки А, Б	Производство твердых и других неорганических химических веществ (ИТС 19 – 2020)
		20.13.24.149	Кислота кремнефтористоводородная техническая	Производство твердых и других неорганических химических веществ (ИТС 19 – 2020)

		20.13.24.149	Кислота кремнефтористоводородная для производства солей и кислоты реактивной квалификации	Производство твердых и других неорганических химических веществ (ИТС 19 – 2020)
		20.13.62.190	Вольфрама гексафторид технический	Производство твердых и других неорганических химических веществ (ИТС 19 – 2020)
		20.13.31.000	Ингибитор гидрато-и льдообразования ЭКСИГАЗ/EXSIGAS марки ЭксиГаз, ЭксиГаз-ИТС	Производство твердых и других неорганических химических веществ (ИТС 19 – 2020)

Как видно из таблицы и выше приведённых доводов, подбор ИТС НДТ при разработке заявки на получение КЭР был основан на анализе данных о виде экономической деятельности (ОКВЭД 2) и выпускаемой продукции (ОКПД 2), исследуемого объекта негативного воздействия.

Предлагаемая последовательность действий, изложенных в статье, является обоснованием для правильного выбора предприятием ИТС НДТ при разработке заявки на получение КЭР.

Библиографический список

1. *ГОСТ Р 56828.15-2016* Наилучшие доступные технологии. Термины и определения, [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200140738> (дата обращения: 02.02.22).
2. *Минпромторг России*. URL: <https://minpromtorg.gov.ru> (дата обращения: 04.02.22).
3. *Общероссийский классификатор* видов экономической деятельности (ОКВЭД 2). ОК 029-2014 (КДЕС Ред.2), [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110162> (дата обращения: 03.02.22).
4. *Общероссийский классификатор* продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2). ОК 034-2014 (КПЕС 2008), [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110164> (дата обращения: 03.02.22).
5. *Предоставление сведений* из ЕГРЮЛ/ЕГРИП. URL: <https://egrul.nalog.ru/index.html> (дата обращения: 02.02.22).
6. *Приказ* Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 22.10.2021 № 780, [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092694> (дата обращения: 01.02.22).
7. *Распоряжение* Правительства Российской Федерации «О поэтапном графике создания в 2015-2017 годах справочников наилучших доступных технологий» от 31.10.2014 № 2178-р, [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420230975> (дата обращения: 03.02.22).
8. *Федеральный закон* «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.07.2014 №

219-ФЗ, [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420208818> (дата обращения: 03.02.22).

9. *Федеральный закон «Об охране окружающей среды»* от 10 января 2002 года № 7-ФЗ, [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовых и нормативно технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 02.02.22).

М.В. Жукова

Пермский государственный национальный исследовательский университет
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

M.V. Zhukova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: mv.zhukova@bk.ru

БИОТЕСТИРОВАНИЕ МАЛЫХ РЕК ПЕРМИ МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ КУЛЬТУРЫ ВОДОРОСЛИ ХЛОРЕЛЛА (*CHLORELLA VULGARIS* BEIJER)

По территории города Перми протекает более 300 малых рек и ручьев общей протяженностью более 320 км. К наиболее крупным из них относятся Васильевка, Большая Мотовилиха, Егошиха, Ива, Данилиха, Мулянка и другие [3]. Большинство рек располагаются в центральной части города, значительная часть которых запечатана в коллекторы. В данной работе проанализированы пробы воды следующих рек: Ивы, Егошихи, Данилихи и Малой Язовой. В ходе исследования установлена величина токсичной кратности разбавления для каждой точки отбора пробы воды – исток, устье. А также установлена степень токсичности природных вод. Работа проведена с применением метода токсикологического контроля, основанного на измерении оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer).

Ключевые термины: малые реки Перми; биотестирование; оптическая плотность; культура водоросли хлорелла; *Chlorella vulgaris* Beijer.

BIOTESTING OF SMALL RIVERS OF PERM BY MEASURING THE OPTICAL DENSITY OF THE *CHLORELLA* ALGAE CULTURE (*CHLORELLA VULGARIS* BEIJER)

More than 300 small rivers and streams with a total length of more than 320 km flow through the city of Perm. The largest of them include Vasilyevka, Bolshaya Motovilikha, Egoshikha, Iva, Danilikha, Mulyanka and others [3]. Most of the rivers are located in the central part of the city, a significant proportion of which are sealed in reservoirs. In this research water samples from the following rivers were analyzed: Iva, Egoshikha, Danilikha and Malaya Yazova. In the course of the study the value of toxic dilution multiplicity for each point of water sampling – source, mouth was established. The degree of toxicity of natural waters was also established. The work was carried out using the method of toxicological control based on measuring the optical density of the algae culture *Chlorella vulgaris* Beijer.

Keywords: small rivers of Perm; biotesting; optical density; chlorella algae culture; *Chlorella vulgaris* Beijer.

Введение. По территории города Перми протекает более 300 малых рек и ручьев общей протяженностью более 320 км. К наиболее крупным из них относятся Васильевка, Большая Мотовилиха, Егошиха, Ива, Данилиха, Мулянка и другие [3]. Большинство рек располагаются в центральной части города, значительные части которых запечатаны в коллекторы.

Стремительные темпы урбанизации приводят к увеличению антропогенной нагрузки на водные объекты, расположенные в черте города. Высокая плотность населения и жилой застройки, а также промышленный потенциал Перми способствует тому, что урбанизированные территории становятся преобладающими источниками загрязнения малых рек города. В реки поступают талые и дождевые воды, смывая с захламленных участков загрязняющие вещества, а также сточные воды от предприятий [5]. Данная тенденция определяет прогрессирующее загрязнение водных объектов с одной стороны и нарастающую потребность в санитарно-экологическом контроле состояния водных объектов – с другой [1, 7]. Для организации мониторинга водотоков и снижения негативного воздействия на качество протекающих в них вод необходимо определение их токсичности.

Материал и методика. Материал для исследования отобран в ходе рекогносцировочного обследования долин малых рек – Ива, Егошиха, Данилиха, Малая Язвая – в ноябре 2021 и январе 2022 годов.

В данном исследовании для определения токсичности пресных природных и сточных вод применялся метод токсикологического контроля, основанный на измерении оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer).

Метод заключается в регистрации различий оптической плотности тест-культуры водорослей хлореллы, выращенной в среде, которая не содержит токсичных веществ (контроль), и в пробах тест-воды, в которых эти вещества могут присутствовать. Измерение оптической плотности суспензии водорослей позволяет оперативно контролировать изменения количества клеток в контрольном и экспериментальном вариантах. Критерием токсичности воды является снижение на 20% или более (подавление роста) или увеличение на 30% или более (стимуляция роста) оптической плотности культуры водорослей, выращенной в течение 22 часов на тестовой воде, по сравнению с ее ростом на контрольной среде, приготовленной на дистиллированной воде [2].

Результаты и обсуждение. В таблице представлены результаты средних значений оптической плотности исследуемых рек в истоках и устьях при разных концентрациях исследуемой воды.

Таблица

Средние значения оптической плотности исследуемых рек в истоках и устьях при разных концентрациях

Концентрация	Среднее значение оптической плотности							
	Ива		Егошиха		Данилиха		Малая Язвая	
	Исток	Устье	Исток	Устье	Исток	Устье	Исток	Устье
0 (контроль)	0,114	0,143	0,152	0,124	0,176	0,159	0,191	0,161
1,2	0,183	0,210	0,166	0,138	0,174	0,132	0,239	0,258
3,7	0,176	0,218	0,131	0,098	0,166	0,197	0,216	0,271
11	0,136	0,185	0,129	0,084	0,163	0,192	0,213	0,259
33	0,025	0,049	0,068	0,061	0,178	0,059	0,056	0,095
100 (тест-вода)	0,064	0,076	0,119	0,077	0,185	0,090	0,069	0,174

Данные экспериментальной части – измерение оптической плотности – представлены на рисунках 1-4. После выращивания на контрольной и опытной воде во флаконах с концентрацией 100% и 33% было выявлено токсическое действие на хлореллу, в следствие была рассчитана величина токсичной кратности разбавления (ТКР) для каждой точки, где отбирались пробы.

В представленных результатах не наблюдается зависимость между фоновым и устьевым створом. При малых концентрациях характерно увеличение оптической плотности водоросли по сравнению с контролем, а в 33% и 100% пробах выявлено большее подавление плотности водоросли.

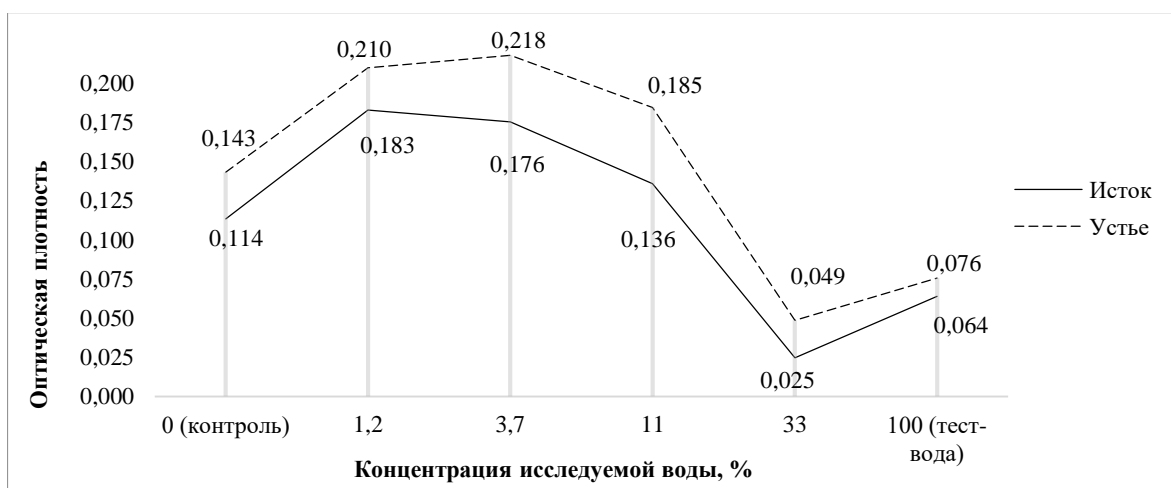


Рис. 1. Река Ива. Изменение оптической плотности культуры водоросли хлорелла после 22 часов культивирования в зависимости от концентрации исследуемой воды

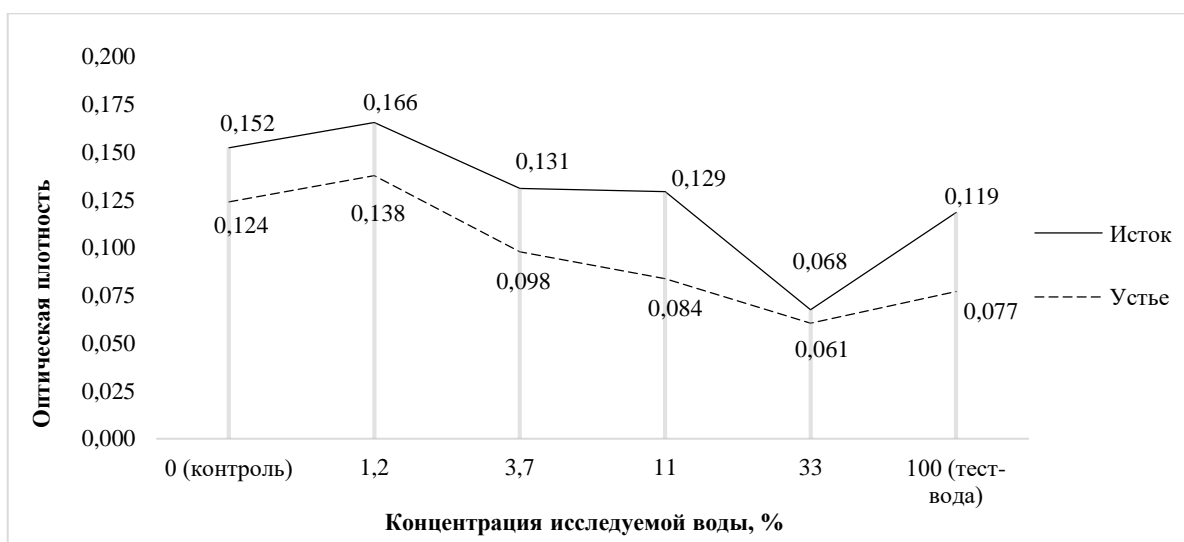


Рис. 2. Река Егошиха. Изменение оптической плотности культуры водоросли хлорелла после 22 часов культивирования в зависимости от концентрации исследуемой воды

Величина ТКР в устьевом створе выше, чем в фоновых створах, что говорит о загрязнении вод ниже по течению. Максимальная величина ТКР (38,6) наблюдается в устье реки Данилиха, минимальная ТКР (14,1) – в истоке Данилихи. Остальные значения ТКР равны: Егошиха-исток – 33,6, Егошиха-устье – 42,2; Ива-исток – 5,9, Ива-устье – 6,8; Малая Язовая-исток – 6,7, Малая Язовая-устье – 0 (не оказывает острого токсического действия).

Заключение. При проведении экспериментов на изменение оптической плотности культуры водоросли хлорелла видно, что практически все анализируемые пробы воды являются токсичными, однако токсичность проявляется в разной степени. Наибольшая токсичность наблюдается в устьях рек. Острое токсическое действие оказывают воды Данилихи. Это связано с тем, что Данилиха протекает по застроенной территории Перми и в настоящее время является получателем промышленных, бытовых и дождевых вод, ее долина занята коллективными садами, гаражами и свалками. Естественное состояние берегов также нарушается, а экологическое состояние водотока ухудшается из-за большого количества дорог в районе водо-

сбора Данилихи [4, 6]. В долине реки находятся [6]: Пермский филиал ООО «Новогор-Прикамье»; железнодорожная линия Транссибирской магистрали; несанкционированные свалки; автомойки.

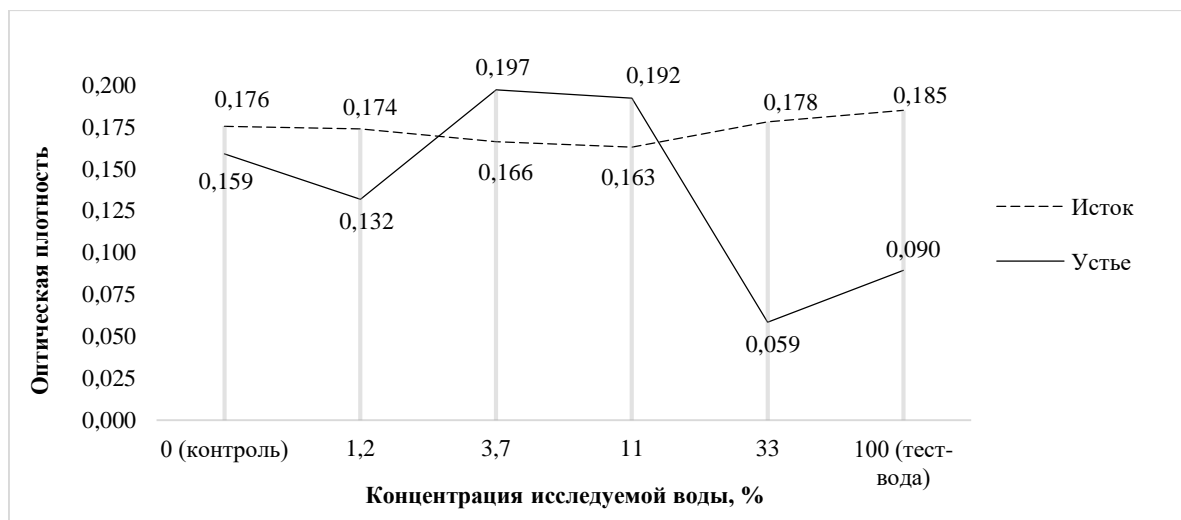


Рис. 3. Река Данилиха. Изменение оптической плотности культуры водоросли хлорелла после 22 часов культивирования в зависимости от концентрации исследуемой воды

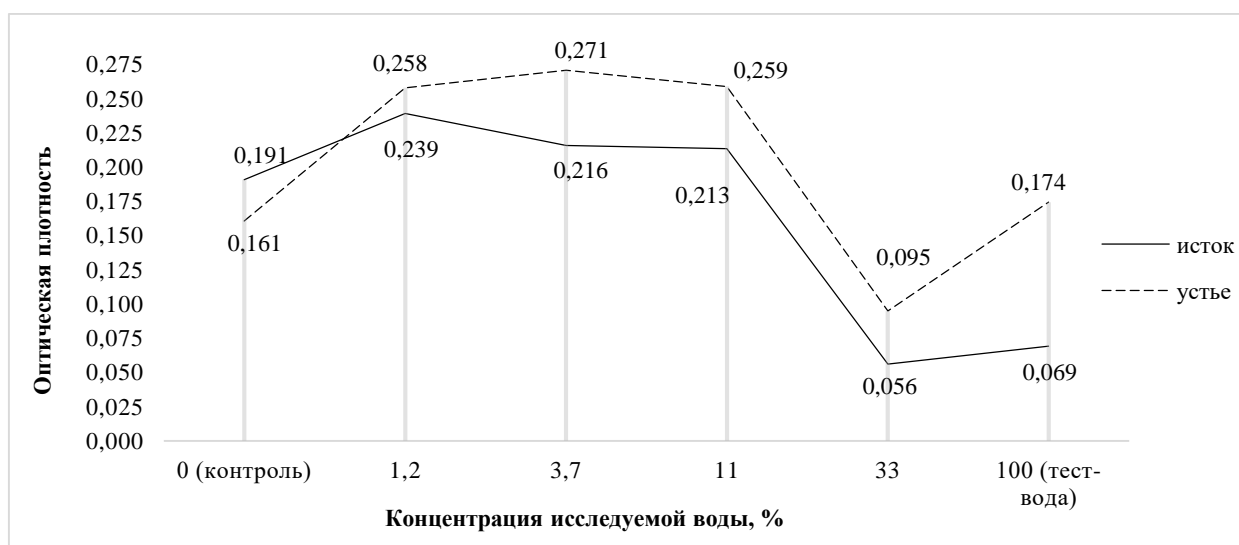


Рис. 4. Река Малая Язовая. Изменение оптической плотности культуры водоросли хлорелла после 22 часов культивирования в зависимости от концентрации исследуемой воды

В настоящее время в реках имеются загрязнения как природного, так и техногенного характера. Природный химический состав и свойства воды поверхностных водоемов формируются в зависимости от гидрологических, почвенных, климатических и других особенностей. Естественный характер изменения состава воды связан с сезонными колебаниями гидрометеорологических условий и интенсивностью биологических процессов.

Библиографический список

1. Бондаренко Ю.В., Фисенко Б.В., Афонин В.В., Ткачев А.А., Карпушкин А.В., Киселева Ю.Ю. Алгоритм принятия решений по снижению вероятности возникновения гидрологических чрезвычайных ситуаций // Научное обозрение. 2012. № 6. С. 285–289.

2. Григорьев Ю.С. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 Т 16.1:2:2.3:3.7-04). М.: Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия, 2014. 36 с.

3. Двинских С.А., Китаев А.Б. Экологическое состояние малых рек города Перми // Географический вестник. 2011. № 2(17). С. 32–43.

4. Кулакова С.А., Мишланова Ю.Л., Гатина Е.Л., Харин Р.В., Колодкин М.В. Бюллетень долины малой реки Данилихи. Пермь. 2019. С. 12.

5. Малые реки Перми – лёгкие города [электронный ресурс]: Мой город – Пермь! URL: <https://vikiperm.com/news/5872-malye-reki-permi—legkie-goroda/> (дата обращения: 21.01.22).

6. Отчет по муниципальному контракту № 2 от 03.06.2020 г. «Проведение наблюдений за качеством воды в малых реках г. Перми», ООО «Экологическая лаборатория», 2020. С. 41.

7. Фисенко Б.В., Бондаренко Ю.В., Афонин В.В., Апатина Т.И. Малые речные системы – объект мониторинга для целей природообустройства // Научное обозрение. 2013. № 11. С. 24–26.

А.Н. Заиченко¹, Н.В. Гуреева²

¹Тюменский государственный университет,
625003, г. Тюмень ул. Володарского, 6

²Тюменское высшее военно-инженерное ко-
мандное училище имени маршала инженер-
ных войск А.И. Прошлякова, 625001, г. Тю-
мень, ул. Л. Толстого, д. 1

A.N. Zaichenko¹, N.V. Gureeva²

¹Tyumen State University, 625003, Tyumen,
Volodarsky str., 6

²Tyumen Higher Military Engineering Com-
mand School named after Marshal of Engineer-
ing Troops A.I. Proshlyakov, 625001, Tyumen,
L. Tolstogo str., 1

e-mail¹: zainhenkoan@mail.ru

АНАЛИЗ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В НИЖНЕВАРТОВСКОМ РАЙОНЕ

В сообщении рассматривается современное состояние проблемы сжигания попутного нефтяного газа в факель-
ных установках. Приводятся данные о динамике уровня утилизации попутного газа.

Ключевые термины: попутный нефтяной газ; факельные установки; химическое загрязнение.

ANALYSIS OF THE NEGATIVE IMPACT OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS COMBUSTION IN THE NIZHNEVARTOVSK REGION

The report discusses the current state of the problem of burning associated petroleum gas in flare installations. Data on
the dynamics of the level of utilization of associated gas are given.

Keywords: associated petroleum gas; flare installations; chemical pollution.

Нефтегазодобывающая промышленность характеризуется высокой степенью отрица-
тельного воздействия на окружающую природную среду.

Процесс разработки месторождений состоит из нескольких этапов: поиск и разведка;
строительство промышленных объектов; бурение скважин; добыча нефти.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) – природное многокомпонентное углеводородное сырье,
получаемое в процессе добычи и подготовки нефти или содержащееся в газовых шапках [4].
Помимо углеводородов, первую очередь метана, в состав ПНГ входят неорганические компо-
ненты диоксид углерода, сероводород, азот, аргон (рис. 1).

Специфический состав ПНГ, а также особенности технологии разработки конкретных
месторождений нефти и газа определяют сложность выбора способа утилизации ПНГ. Основ-
ные пути использования ПНГ это выработка тепловой энергии, закачка в пласт с целью уве-
личения его нефтеотдачи, глубока переработка с получением метанола и пропилена [6]. В
настоящее время экономическая эффективность деятельности нефтегазодобывающих компа-
ний в большой степени зависит от внедрения технологий по утилизации попутного нефтяного
газа [1]. Мотивирующими факторами в этом направлении являются законодательные и регла-
ментирующие нормы на федеральном и региональном уровнях. В частности, Постановление
Правительства РФ от 08.11.2012 № 1148 «Об особенностях исчисления платы за выбросы за-
грязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеи-
вании попутного нефтяного газа». Кроме того, веским доводом в пользу применения высоко-
технологичных способов утилизации ПНГ является социальная ответственность нефтяных
предприятий за сохранение окружающей среды. Анализируя отчетность, предоставляемую

нефтегазодобывающими компаниями Югры, в открытый доступ, добывающие предприятия в настоящее время, вышли на уровень утилизации ПНГ в 95 – 99 % различными способами, а 5 – 1 % сжигается на факельных установках [2].

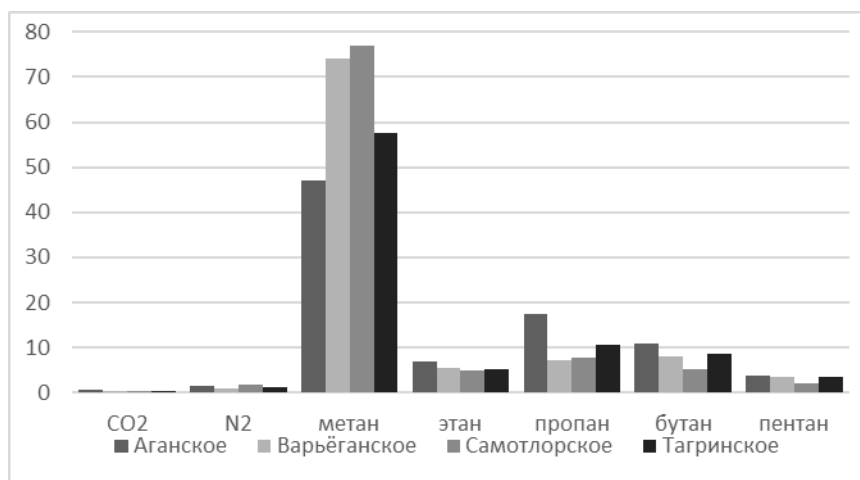


Рис 1. Процентное содержание компонентов ПНГ некоторых месторождений Нижневартковского района [2].

Как видно из представленных в таблице данных, подавляющее большинство компаний выполняют требование по необходимым объёмам утилизации ПНГ и демонстрируют устойчивый тренд к увеличению процента переработки попутного газа. Основное направление использования ПНГ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры газопереработка на Сургутской ГРЭС 1,2, на ГТЭС/ГПЭС в качестве сырья, на нужды муниципальных образований, собственные промысловые нужды, технологические потери.

Таблица

Динамика утилизации попутного нефтяного газа на предприятиях ХМАО-Югры за 2016-2020 гг. [2]

№	Нефтегазодобывающее предприятие	ПНГ на переработку (% от общей добычи)			
		2016	2017	2019	2020
1.	ПАО «Сургутнефтегаз»	96,0	99,6	99,7	99,8
2.	ПАО «ЛУКОЙЛ»	98,0	96,2	97,5	97,6
3.	«Салым Петролеум Девелопмент Н.В.»	95,8	99,0	98,5	98,8
4.	ПАО НК «РуссНефть»	95,8	95,8	95,8	96,7
5.	ПАО «НК «Роснефть»	94,6	94,6	94,5	94,5
6.	ПАО НГК «Славнефть»	90,5	89,0	89,1	78,6
7.	АО «Томскнефть» ВНК	91,5	94,9	91,0	93,8
8.	ПАО «Газпром нефть»	95,6	95,2	79,4	90,9

Однако, проблема сжигания попутного газа в факельных установках различного типа не потеряла своей актуальности. В целом по Тюменской области за последние 10 лет в факелах сожжено около 60 млрд. м³, а с начала разработки Западно-Сибирских нефтяных месторождений – около 200 млрд. м³ попутного газа. Факела продолжают работать и оказывать негативное влияние на окружающую среду. На примере компании «РуссНефть» можно отметить, что при добыче 2,84 млрд куб. м, на сжигание отправляется 4,2 % ПНГ, а это равно 120 млн куб. м от общего объема. Значительная доля загрязняющих химических веществ образуется при сжигании ПНГ – парниковые газы, оксиды азота и серы, сажа [3, 7].

Вследствие строительства и эксплуатации воздействие факельной установки распространяется на площадь, большую в несколько раз, чем площадь строительства [5]. Площадь, на которую негативно влияет факельная установка можно условно разделить на несколько зон, представляющих собой совокупность определенных типов воздействий на экосистему, которые уменьшаются по мере удаления от факела:

- интенсивная нагрузка 30-200 м
 - умеренная нагрузка 200-1000 м
 - низкая нагрузка 1000-4000 м
- остаточное воздействие 4000-10000 м и больше (рис. 2).

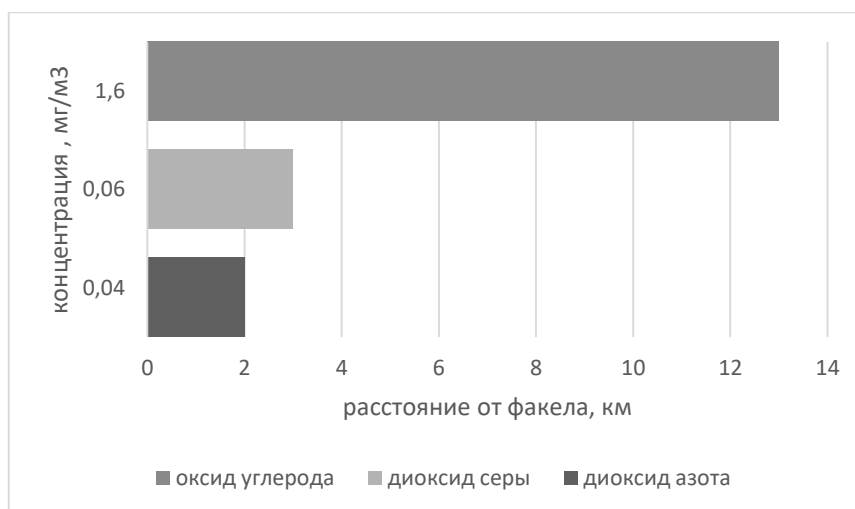


Рис 2. Распространение загрязняющих веществ в воздухе в зоне воздействия факельной установки [5]

Восстановление нарушенных экосистем – комплекс вопросов, связанных с нежелательными последствиями деятельности человека и объединяемых общей задачей – вернуть нарушенные части ландшафта в сферу культурно-хозяйственного использования, т.е. восстановить их исходное или близкое к исходному состояние, или создать новый тип экосистемы, отвечающий определенным требованиям. Как известно, природные ландшафты характеризуются способностью к самопроизвольному восстановлению при ослаблении техногенной и антропогенной нагрузки. С целью построения научно обоснованных прогностических моделей восстановления экосистем возникает необходимость систематического сбора данных, характеризующих видовой состав и состояние избранных (модельных) наземных и водных экосистем и ландшафтов и тенденций их изменений, а также систем обработки и хранения данных.

Библиографический список

1. Горбаев А.В., Горленко Н.В. Оценка эколого-экономического ущерба при сжигании попутного нефтяного газа на Ярактинском нефтегазоконденсатном месторождении. XXI век. Техносферная безопасность. 2019. 4(3). С. 366–374.
2. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2020 году // Департамент экологии Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Ханты-Мансийск, ОАО «НПЦ Мониторинг», 2021. 205 с.

3. Дроздова Т.И., Суковатиков Р.Н. Экологический риск от выбросов загрязняющих веществ при сжигании попутного нефтяного газа нефтегазоконденсатного месторождения // XXI век. Техносферная безопасность. 2017. Т. 2. № 3. С. 88–101.
4. Клименко А.П. Сжиженные углеводородные газы, 3 изд., М. Недра, 1974. 367 с.
5. Книжников А.Ю., Ильин А.М. Всемирный фонд дикой природы (WWF). М., 2017. 32 с.
6. Лысенко В.Д. и др. Разработка малопродуктивных нефтяных месторождений. М.: Недра, 2001. 284 с.
7. Соромотин А.В. Экологические проблемы нефтедобычи в Ханты-Мансийском автономном округе // Проблемы региональной экологии. 2006. №3. С.24–30.

А.А. Зайцев, А.С. Леконцев

Пермский государственный национально-исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.A. Zaycev, A.S. Lekoncev

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СИМУЛЯТОРА «НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ: ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

Статья посвящена обоснованию необходимости создания учебного симулятора «Нефтяное месторождение: охрана окружающей среды» в рамках обучения управлению охраной окружающей среды. Дается описание симулятора, как средства обучения. Рассматриваются современная проблематика охраны окружающей среды при нефтедобыче, а также преимущества обучения нефтегазовому делу с применением игрового симулятора.

Ключевые термины: учебный симулятор; нефтяное месторождение; нефтегазовое дело; нефтедобыча; охрана окружающей среды.

DEVELOPMENT OF THE TRAINING SIMULATOR «OIL FIELD: ENVIRONMENTAL PROTECTION»

The article is devoted to substantiating the need to create a training simulator "Oil field: environmental protection" in the framework of environmental management training. The description of the simulator as a means of training is given. The modern problems of environmental protection in oil production are considered, as well as the advantages of teaching oil and gas business using a game simulator.

Keywords: training simulator; oil field; oil and gas business; oil production; environmental protection.

Одна из давних проблем образования, особенно профессионального – избыток теоретических знаний и нехватка практических. Зачастую выпускники вузов не полностью готовы к работе по окончании обучения. Работодатели говорят о нехватке практических знаний у выпускников. Первое время выпускник неизбежно будет совершать ошибки и учиться применять багаж знаний и навыков, полученных в университете. Ошибки новичка зачастую несут работодателю потерю части прибыли. Помочь сократить данный «адаптационный» период способны симуляторы, которые постепенно внедряются в образовательную сферу как эффективный инструмент обучения.

Цель работы – разработка учебного симулятора «Нефтяное месторождение: охрана окружающей среды».

Для достижения цели были поставлены задачи:

1. Описать симуляторы как средство обучения;
2. Определить современную проблематику охраны окружающей среды при нефтедобыче;
3. Обосновать необходимость создания симулятора «Нефтяное месторождение: охрана окружающей среды».

Обучение – долгий и кропотливый процесс, требующий от человека терпения и усидчивости. Применение специально разработанной информационной системы позволяет разнообразить процесс обучения, помогает развить у ученика мотивацию и интерес к получению новых знаний.

Симуляторы – программные и аппаратные средства, создающие впечатление действительности, отражая часть реальных явлений и свойств в виртуальной среде. Симуляторы для обучения – это интерактивные модели, имитаторы управления процессом, оборудованием, механизмом, а также имитаторы ситуации. Главная цель – обучение через действие. В настоящее время почти все симуляторы компьютеризированы и включают в себя многоступенчатые алгоритмы, которые оценивают эффективность действий на основании принятых решений. Большинство симуляторов основаны на реальных процессах в промышленности, и, следовательно, они используют реальные данные, чтобы быть как можно более точными и предоставить реалистичный опыт [9].

Развитие основных отраслей народного хозяйства требует расширения минерально-сырьевой базы и топливно-энергетических ресурсов, что неразрывно связано с увеличением объемов буровых работ по поиску и детальной разведке важнейших видов полезных ископаемых. Поскольку дальнейшее увеличение числа разведанных и эксплуатируемых скважин, а также объемов добычи полезных ископаемых неразрывно связано с нарушением экологического равновесия, то защита окружающей среды и охрана недр приобретают важное значение [8].

Добыча нефти влияет практически на все компоненты и параметры окружающей среды.

Наиболее сильно добыча нефти влияет на поверхностные воды, которые под воздействием загрязняющих веществ (буровые и тампонажные растворы) меняют свою прозрачность, цвет и запах. Воздействие на подземные воды выражается в изменении гидрогеологических условий (усилении водообмена; образовании новых водоносных горизонтов; смешении вод; изменении уровней, уклона, скорости движения, химического, газового состава подземных вод, их температуры; падении внутрипластового давления и т.д.) [4].

Воздействие нефтедобычи на почвы (загрязнение выбуриваемыми породами; буровым шламом; нефтью) выражается в потере гумуса, ухудшении водно-физических, химических, ионообменных свойств почв, их биологической активности. В настоящее время все еще большие территории, которые были загрязнены в процессе нефтедобычи, нуждаются в рекультивации [3].

Влияние на растительность осуществляется в виде нарушения физиологических процессов вследствие обволакивания поверхности стволов и листьев; отравлении растений токсичными компонентами нефти, которое в большинстве случаев приводит к гибели растений. Воздействие на животный мир осуществляется через изменение других природных компонентов: почв, растительности, поверхностных вод (уничтожение местообитаний, дефицит пищи, загрязненный атмосферный воздух) [2, 8].

Атмосферный воздух загрязняется выбросами факелов сжигания попутного газа, где основными загрязняющими веществами являются диоксид серы, сероводород, меркаптаны, бензол, толуол, ксилол, фенол.

Самыми значительными факторами, влияющими на распространение загрязняющих веществ, являются метеорологические условия: направление движения воздуха и скорость ветра, количество и продолжительность штилей, влажность воздуха и осадки, интенсивность солнечной радиации.

Воздействие на животный мир в основном осуществляется через изменение других природных компонентов: почв, растительности, поверхностных вод. Уничтожение растительности при проведении строительных работ в большей степени затрагивает беспозвоночных животных, для которых растительный покров является основным местообитанием. В первую очередь, сокращается численность членистоногих [5].

Идея учебного симулятора «Нефтяное месторождение: охрана окружающей среды» заключается в создании игровой модели, которая способна помогать обучающемуся в усвоении нового и закреплении пройденного им материала; наглядно показывать, какие действия следует предпринимать в той или иной ситуации, связанной с охраной окружающей среды при эксплуатации нефтяного месторождения. Ранее, различные задания по дисциплинам направления «Экология нефтегазового комплекса» выполнялись студентами в графических редакторах (Paint, CorelDraw), в том числе на обычных бумажных листах, например, с распечатанной картой, что предусматривает затрату на выполнение какого-то внушительного количества времени, энергии и материала в виде бумаги. Введение же в учебную программу учебных игровых симуляторов всё упрощает в разы. Таким образом, актуальность проектируемого учебного симулятора состоит в повышении заинтересованности и мотивации к обучению и, как следствие, в повышении успеваемости студентов. Благодаря иллюстративности и прямому участию обучающегося материал будет легче усваиваться, а благодаря встроенным подсказкам в виде теоретического материала, обучающийся, в случае ошибки, сможет исправить ее, повторив материал. Также учебные симуляторы могут использоваться для облегчения рабочей нагрузки преподавателей и автоматизации их работы. Проведение контрольных мероприятий в форме игровых учебных симуляций также позволит не только оценить теоретические знания обучающихся, но и даст им практический пример применения изученного материала.

Таким образом, учебный симулятор направлен на выполнение следующих задач:

- Повторить и систематизировать теоретические аспекты охраны окружающей среды на нефтяном месторождении;
- Получить новые знания в области эколого-правового регулирования отношений в нефтяной сфере;
- Применить имеющиеся теоретические знания для решения практических задач;
- Улучшить навыки тайм-менеджмента;
- Развивать стратегическое мышление, видение и планирование;
- Развивать управленческие навыки.

Задания для проектируемого симулятора будут поделены на два блока: обучение работе с природоохранной документацией и обучение решению специфических вопросов, касающихся охраны окружающей среды на нефтяном месторождении. Среди заданий будут встречаться, как стандартные тестовые вопросы, предполагающие выбор правильного ответа из предложенных вариантов, так и задания на поиск соответствия, картографические вопросы, различные иллюстрационные задания, имеющие разную балловую ценность.

Данные учебные блоки, в свою очередь, будут поделены на уровни. Один уровень – это один игровой год. Цель прохождения учебного симулятора – обеспечение оптимального состояния окружающей среды при функционировании нефтяного месторождения на протяжении как можно большего количества лет. В процессе выполнения различных заданий учебного симулятора, обучающиеся будут иметь возможность применить уже имеющиеся знания и закрепить их, а также получить новые. В конечном итоге, у обучающихся по мере прохождения заданий в учебном симуляторе сложится верное представление о реальном взаимодействии месторождений и компонентов окружающей среды.

Библиографический список

1. *Валюхова А.В.* Применение компьютерных симуляторов, игровых механик и практик в целях повышения качества восприятия учебного материала студентами и молодыми специалистами // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2019. С. 204–205.
2. *Геннадиев А.Н.* Нефть и окружающая среда // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География, 2009. № 6. С. 30–39.
3. *Дорожужкова С.Л., Янин Е.П.* Экологические проблемы нефтегазодобывающих территорий (на примере Тюменской области) // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2002. №6. С. 57–92.
4. *Новиков М.А., Кошелева В.В., Мигаловский И.П., Горбачева Е.А.* Влияние сброса буровых растворов на компоненты пресноводных экосистем // Метеорология и гидрология, 1995. № 5. С. 90–96.
5. *Полищук Ю.М., Березин А.Е., Дюкарев А.Г., Токарева О.С.* Экологическое прогнозирование воздействий нефтегазового комплекса на природную среду Западной Сибири с использованием ГИС-технологий // География и природные ресурсы. 2001. № 2. С. 43–49.
6. *Симуляторы – тренд онлайн образования* [Электронный ресурс] / URL: <https://vc.ru/education/263383-simulyatory-trend-onlayn-obrazovaniya-kak-sdelat-obucheniye-specialistov-effektivnee-i-komu-eto-nuzhno> (дата обращения: 25.02.22).
7. *Тарасова Т.Ф., Байтелова А.И., Гурьянова Н.С.* Оценка экологического состояния почв на антропогенно-модифицированных территориях // Вестник, ОГУ, 2013. № 10 (159). Оренбург: ГОУ ОГУ. С. 246–248.1
8. *Уткина Н.Н., Мещеряков С.В., Широков В.А.* Обобщение исследований опасности отходов бурения, образующихся в Надым-Пур-Тазовском регионе // Защита окружающей среды в нефтегаз. комплексе. 2005. № 2. С. 12–13.
9. *Юсупова Ф.Э., Солижсонова М.О.* Симуляторы в образовательном процессе // Вопросы науки и образования. 2018. №10 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/simulyatory-v-obrazovatelnom-protssesse> (дата обращения: 25.02.22).
10. *Robert S. Becker.* How to Gamify Training, URL: <http://beckermultimedia.typepad.com/weblog/2014/03/how-to-gamify-training.html> (дата обращения: 12.02.22).

**А.В. Каверин¹, Н.П. Бочкарев²,
Д.А. Массеров³**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,
430005, Республика Мордовия, г. Саранск,
ул. Большевикская, 68

**A.V. Kaverin¹, N.P. Bochkarev²,
D.A. Masserov³**

Ogarev National Research Mordovian State
University, 430005, Republic of Mordovia,
Saransk, Bolshevikskaya str., 68

e-mail¹: kaverinav@yandex.ru

e-mail²: newzlomaes@mail.ru

e-mail³: masserov@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ (В КОНТЕКСТЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ Н.Ф. РЕЙМЕРСА)

В статье анализируется ситуация обращения с отходами производства и потребления. Дается анализ эволюции данного процесса в нашей стране, современное состояние и тенденции развития в контексте научного наследия Н.Ф. Реймерса. Воздействие энергетического использования отходов на среду жизни рассматривается со стороны тщательного эколого-социально-экономического анализа, который включается в себя, по крайней мере, 7 показателей. Кроме того, рассматривается организационная основа государственной политики Республики Мордовия в области и сфере обращения с отходами. Выход из создавшейся ситуации нами видится в термическом обезвреживании. В контексте региона, наиболее целесообразным и рациональным мы рассматриваем вариант сжигания ТКО на функционирующих цементных заводах ОАО «Мордовцемент», мощности которых планируется расширить за счет строительства третьей очереди к 2025 году. Таким образом, мы пришли к выводу о том, что экологические идеи Н.Ф. Реймерса остаются актуальными при поиске оптимальных решений самых злободневных экологических проблем современности.

Ключевые термины: отходы; твердые коммунальные отходы; экологическая цена; социальная цена.

PROSPECTS OF WASTE MANAGEMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION (IN THE CONTEXT OF THE SCIENTIFIC HERITAGE OF N.F. REIMERS)

The article analyzes the situation of waste management of production and consumption. The analysis of the evolution of this process in our country, the current state and development trends in the context of the scientific heritage of N.F. Reimers is given. The impact of the energy use of waste on the living environment is considered from the side of a thorough ecological, socio-economic analysis, which includes at least 7 indicators. In addition, the organizational basis of the state policy of the Republic of Mordovia in the field and sphere of waste management is considered. We see a way out of this situation in thermal neutralization. In the context of the region, we consider the most expedient and rational option of burning MSW at the functioning cement plants of JSC Mordovcement, whose capacity is planned to be expanded through the construction of the third stage by 2025. Thus, we have come to the conclusion that N.F. Reimers' ecological ideas remain relevant in the search for optimal solutions to the most pressing environmental problems of our time.

Keywords: waste; solid municipal waste; environmental price; social price.

4 февраля 2021 года исполнилось 90 лет со дня рождения Николая Федоровича Реймерса, доктора биологических наук, основоположника сепортологии – учения о охраняемых природных территориях, эколога-теоретика (энциклопедиста), Президента Экологического союза СССР и РСФСР (1988–1992 гг.), профессора, декана-организатора экологического факультета МНЭПУ (1992 г.) [3]. Научная эрудиция Н. Ф. Реймерса удивительно широка и феноменальна. Его небезосновательно называют биологом и экологом, философом и мыслителем, географом

и экономистом, но чаще всего его представляют как выдающегося эколога-теоретика с мировым именем. А для эколога высокая универсальность – это, оказывается, естественный признак. Сам Николай Федорович такого рода профессиональную специфику объяснял в форме свойственного ему остроумного высказывания: «экология – ничего нет проще, нужно лишь на вполне профессиональном уровне разбираться в 300 научных дисциплинах» [8, С. 3]. Это в определенной степени касается и экологических проблем с отходами.

Отечественные СМИ в течение последних 11 месяцев сообщают самые различные версии об обращении с отходами производства и потребления в связи с новым майским указом президента Владимира Путина под названием «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». В этом указе в разделе «Экология» президент ставит задачи:

- ликвидация всех выявленных на 1 января 2018 года несанкционированных свалок в границах городов;

- очистка от мусора берегов и прибрежной акватории озер Байкала, Телецкое, Ладожское, Онежское и рек Волга, Дон, Обь, Енисей, Амур, Урал, Печора.

Кроме этого, вот уже более десяти лет специализированный журнал «Твердые бытовые отходы» освещает наиболее важные вопросы сферы отходов, помогая ориентироваться в сложных проблемах и современных технологиях их решений.

В то же время следует признать, что убедительные и рациональные подходы к решению проблем отходов можно отыскать в научных трудах Н.Ф. Реймерса. В частности в следующих трех, опубликованных в виде брошюр в 1982 [6], 1983 [5] и 1986 годах [4]. В одной из них, под названием «Отходы как источники энергии» [4], автор в свойственной для него острословной манере пишет: «...стремление к использованию нетрадиционных источников горючего сырья, особенно для нецентрализованных потребителей, делается насущной необходимостью». Нужда в этом двоякая. Нельзя же в самом деле стоять «по колено в мусоре», как писали Б. Уорд и Р. Тюбо в книге «Земля только одна», причем мусоре в значительной части горючем, и в то же время топить нефтью, использование которой в этих целях Д.И. Менделеев сравнивал со «сжиганием ассигнаций».

Далее Н.Ф. Реймерс с соавторами комплексно анализируют технологии получения энергии из бытовых отходов. Опираясь на передовой зарубежный опыт США, Канады, Швеции и Италии, они приходят к выводу о том, что в качестве топлива могут быть использованы ТБО как без всякой предварительной сортировки с последующим извлечением некоторых полезных компонентов (например, металлов) из остатков продуктов сгорания, образующихся при слоевом сжигании отходов, так и с их предварительной сортировкой. Например, в США и Канаде сжигают брикеты размеров 38х38х50 мм из спрессованной бумаги, текстиля, древесины и пластмассы; их теплотворная способность равна 3400-4250 ккал/кг [4]. Внедрение этих методов преследует решение одновременно двух задач – экономии естественных ресурсов и снижение загрязнения окружающей среды. В Италии все шире используется мусор как средство получения энергии, в Риме все горючие вещества, которые не удастся извлечь из мусора (а таких в нем больше 40%) сжигают для производства пара, поступающего в системы отопления. В целом при такой переработке компенсируется от 30 до 100 % расходов на очистку города от мусора.

Далее авторы с гордостью сообщают о появлении мусоросжигательной отрасли коммунального хозяйства в нашей стране. Мусоросжигательные заводы были построены в Москве, Ленинграде (работают с 1971 года), в ряде других городов. Рассматривая процесс сжигания

ТБО, они отмечают, что самым энергоемким компонентом горючих отходов являются пластмассы (их теплотворная способность 8890 ккал/кг), поэтому промышленные отходы содержащие пластмассы или состоящие целиком из них, могут сжигаться для получения тепла (или энергии в общем случае) [5]. При сжигании 1 т отработанного полиэтилена тепла выделяется больше, чем при сжигании 1 т каменного угля.

При этом очень важно отметить, как подчеркивали Н.Ф. Реймерс с соавторами, что воздействие энергетического использования отходов на среду жизни требует тщательного эколого-социально-экономического анализа, который включается в себя, по крайней мере, 7 показателей [4, С. 38]:

- 1) Осуществимость (при наличии возможностей);
- 2) Экономическую эффективность (общественно оправданную ценность получаемой энергии);
- 3) Энергетическую эффективность (количество получаемой от установки энергии должно существенно превышать количество затрачиваемой на её изготовление и в ходе эксплуатации, включая все звенья цикла – от получения сырья, до захоронения неизбежных остатков его использования);
- 4) Экологическую цену (ущерб от производства должны быть общественно оправданы и не превышать пороговых значений, вызывающих необратимые изменения природы);
- 5) Экологичность (неизбежное воздействие на среду жизни не должно вызывать условий для деградации среды, пусть и обратимых, но создающих дискомфортный ландшафт для человека и затрудняющих существование и развитие других элементов природы);
- 6) Социальную цену (воздействие на человека – прямое и косвенное не должно превышать общественно оправданных нормативов);
- 7) Территориальную эффективность (установки и весь цикл получения энергии не должны занимать слишком много места на поверхности Земли в пересчете на получаемый энергетический эффект).

Итак, что же предпочтительнее: сжигание или захоронение отходов на свалках и полигонах? Ответ на этот вопрос требует анализа по всем приведенным показателям. Осуществимы оба способа обезвреживания твердых бытовых отходов, однако в развитых странах (США, Япония) предпочтение отдается сжиганию, хотя экологическая цена в случае сжигания отходов намного выше. Тем не менее, в Японии сжигается большое количество отходов, более 70% всех ТКО [7]. Макулатура перерабатывается только на 65%, оставшаяся часть переправляется на мусоросжигательные заводы, которые возводятся по современным и наукоемким технологиям. Из-за высокой температуры термической обработки (метод плазменной газификации обеспечивает горение с температурой более 1200 С) и действенной системе фильтрации они практически не выбрасывают в окружающую среду вредные вещества и парниковые газы. При термической обработке отходы уменьшаются в объеме почти в 5 раз: из 30 тонн мусора образуется около 6 тонн зольного шлака, который впоследствии очищается и может использоваться в строительстве. Вместе с этим мусоросжигающие заводы являются поставщиками тепловой энергии.

Подводя итог сказанному, заметим, что лучший способ энергетической утилизации отходов зависит от конкретной ситуации. По данным Государственного доклада об состоянии и охране окружающей среды в Республике Мордовия в регионе образуется около 1 млн. м³ в год твердых коммунальных отходов [1, С. 539] и при этом остаются не решенными вопросы связанные с процессами рационального обращения.

До настоящего времени захоронение неотсортированных отходов на полигонах и свалках региона является самым распространенным методом размещения отходов. На территории республики имеется 15 объектов размещения отходов. Количество земель, занятых под санкционированными полигонами на территории республики составляет 108,56 га, объем накопленных отходов составляет 13 млн. 085,8 тыс. тонн [1]. Количество земель, занятых под несанкционированными свалками составляет 55,46 га, объем накопленных на них отходов составляет 1 млн. 307 тыс. тонн.

В г. о. Саранск полигон ТБО функционирует с 1975 года, за последние 20 лет завезено 1156456,8 тонн, из которого в течение года образуется 4 400 тонн метана, который является основным парниковым газом, выделяемым данным объектом [3].

В населенных пунктах Республики Мордовия существует потребность в создании 5492 мест (площадок) накопления твердых коммунальных отходов [1].

Организационной основой государственной политики Республики Мордовия в области и сфере обращения с отходами на ближайшую перспективу является Государственная программа Республики Мордовия «Охрана окружающей среды и повышение экологической безопасности», одними из важнейших задач которой являются:

- создание современной инфраструктуры по сбору, обработке, утилизации и размещению ТКО на всей территории Республики Мордовия;
- создание современной инфраструктуры по сбору, переработке и утилизации отходов производства и потребления, в том числе медицинских отходов в Республике Мордовия.

Приказом Министерства жилищно-коммунального хозяйства и гражданской защиты населения Республики Мордовия от 13.12.2019 года №16/185 утверждена территориальная схема обращения с отходами Республики Мордовия, которая предусматривает комплексную обработку и утилизацию отходов, обеспечивающую минимальный объем их захоронения, использование наилучших доступных технологий обращения с отходами и применение методов экономического регулирования деятельности в области обращения с отходами, направленных на уменьшение количества образующихся отходов и вовлечение их в хозяйственный оборот.

Нами выход из создавшейся ситуации видится в термическом обезвреживании (сжигании) ТКО [2]. Предпосылками для этого служат высокая доля горючих составляющих (таких как дерево и мебель, органические отходы, текстиль, кожа, ковры, обувь, макулатура, картон и т.п.) в общей массе ТКО. По предварительным данным отдела по организации обезвреживания и переработки отходов производства и потребления Казенного Учреждения городского округа Саранск «Дирекция коммунального хозяйства и благоустройства» доля таких отходов составляет 54,52 % с теплотой сгорания свыше 5300 кДж/кг. Кроме того, в их числе 6,37 % составляет доля пластика с теплотой сгорания до 17700 кДж/кг.

Положительным моментом служит и то, что сжиганию можно будет подвергать отходы, прошедшие переработку на строящемся в городе Саранске мусороперерабатывающем предприятии, а переработанное в гранулированное топливо «Refuse Derind Fukk» (RDF), длительное время можно хранить и транспортировать на относительно большие расстояния и при сжигании которого негативное воздействие на окружающую среду значительно меньше.

Наиболее целесообразным и рациональным мы рассматриваем вариант сжигания ТКО на функционирующих цементных заводах ОАО «Мордовцемент», мощности которых планируется расширить за счет строительства третьей очереди к 2025 году. Вращающиеся обжиговые цементные печи – агрегаты, способные производить экологически чистую утилизацию вредных горючих отходов за счет своих особенных свойств [8]:

- газового потока и газового факела;

- высокой температуры внутри печи (до 1 450 °С);
- возможности нейтрализации тяжелых металлов и вредных веществ при помощи образования жидкой фазы клинкера;
- перемещения материала и газов в противотоке;
- высококачественной очистки выбросов газа в электрофильтрах;
- отсутствия побочных отходов – после сжигания в цементной печи горючих отходов в качестве альтернативного топлива (АТ) даже зола становится структурной составляющей портландцементного клинкера.

Рассматривая этот метод термического обезвреживания ТКО мы имеем ввиду, что сжигание в первую очередь направлено на охрану окружающей среды, предотвращая ее от загрязнения отходами.

Таким образом, мы пришли к выводу о том, что экологические идеи Н.Ф. Реймерса остаются актуальными при поиске оптимальных решений самых злободневных экологических проблем современности.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2018 году» // Министерство природы Российской Федерации. 2019. С. 539.
2. Каверин А.В., Бочкарев Н.П., Щанкин С.А. Термическое обезвреживание ТКО в цементных печах как действенный метод охраны окружающей среды от загрязнения отходами // Актуальные вопросы архитектуры и строительства: материалы юбилейной Двадцатой Междунар. научн.-техн. конф., посв. 90-летию Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва / редкол.: В.Т. Ерофеев (отв.ред.) [и др.]. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2021. С. 384–388.
3. Каверин А.В., Кудряшова О.Ф., Резаков Г.Р. Оценка объема парниковых газов, выделяемых с мусорного полигона в г. о. Саранск // Структура, динамика и функционирование природно-социально-производственных систем: наука и практика – межвузовский сборник научных трудов. Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2018. С. 210–212.
4. Реймерс Н. Ф., Роздин И. А., Лестровой А. П. Отходы как источники энергии. М.: О-во «Знание» РСФСР, 1986. 48 с. (В помощь лектору / О-во «Знание» РСФСР. Секция пропаганды охраны окружающей среды).
5. Реймерс Н.Ф., Роздин И.А., Лестровой А.П. Проблема твердых отходов и пути её решения. М.: ВНИИМИ, 1983. № 11. 28 с.
6. Реймерс Н.Ф., Роздин И.А., Лестровой А.П. Твердые отходы химических производств и их переработка. М.: НИИТЭхим, 1982. 19 с.
7. Система обращения с отходами в Японии // Яндекс-Дзен. URL: <https://zen.yandex.ru/media/axemachinery/sistema-obrasceniia-s-othodami-v-iaponii-5c7f866638124300b42bd7d2> (дата обращения: 12.02.22).
8. Утилизация отходов в цементной печи – необходимая процедура в крупных городах // ЕКОIN.RU. URL: <https://ekoin.ru/ekologicheskie-problemy/utilizatsiya-othodov-v-tsementnoj-pechi-neobhodimaya-protsedura-v-krupnyh-gorodah.html> (дата обращения: 12.02.2022).

**О.В. Калугина¹, Л.В. Афанасьева²,
Д.А. Чеснаков¹, Е.А. Коба³**

¹Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132

²Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
670047, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ,
ул. Сахьяновой, 6

³Иркутский государственный университет,
664011, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 9

**O.V. Kalugina¹, L.V. Afanasyeva²,
D.A. Chesnakov¹, E.A. Koba³**

¹Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, 664033, Irkutsk,
Lermontov str., 132

²Institute of General and Experimental Biology SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova str., 6

³Irkutsk State University, 664011, Irkutsk, st. Sukhe-Batora, 9

e-mail¹: olignat32@inbox.ru

e-mail²: afanl@mail.ru

e-mail³: koba.alena2014@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

С использованием в качестве биоиндикаторов сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris*) и лиственницу сибирскую (*Larix sibirica*) была проведена оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами Братского алюминиевого завода (БрАЗ) – мощного предприятия по производству алюминия. Показано, что по мере приближения к заводу в хвое деревьев резко увеличиваются концентрации неорганических элементов, присутствующих в составе выбросов, частности F, S, тяжелых металлов и металлоидов (As, Ba, Be, Ce, Co, Cu, Cr, Cd, Fe, La, Mo, Ni, Pb, Sr, Zn, V, Y), «легких металлов» (Al, Li, Ti, Sc). Техногенное загрязнение стойкими органическими соединениями, поступающими в составе выбросов БрАЗа, оценивалось по накоплению в хвое суммы 16 приоритетных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Установлено, что в промышленной зоне завода (в радиусе 0,5 км) сумма ПАУ в хвое сосны превышает региональный уровень в 160 раз, в хвое лиственницы – в 500 раз, по мере удаления от БрАЗа количество ПАУ в хвое снижается, и только на расстоянии более 60 км соответствует фоновым концентрациям либо незначительно превышает их. Анализ пространственного распределения поллютантов показал, что загрязнение охватывает обширные территории, перенос фторидов и ПАУ от БрАЗа осуществляется на расстояние 25-60 км по разным направлениям, серосодержащие выбросы и твердая аэрозольная фракция способны распространяться на 10-40 км от завода преимущественно в северо-восточном, восточном и юго-восточном направлениях и достигать жилых зон г. Братска, в первую очередь захватывая Центральный округ города. Полученные нами данные по уровню загрязнения лесов согласуются со статистическими медицинскими сведениями, свидетельствующими о том, что показатель заболеваемости жителей Центрального округа выше, чем жителей Падунского и Правобережного округов, территориально расположенных дальше от завода. Ключевые термины: техногенное загрязнение; алюминиевое производство; светлохвойные леса; состояние дровостоев; здоровье населения.

IMPACT OF EMISSIONS FROM ALUMINUM PRODUCTION ON THE ENVIRONMENT AND POPULATION HEALTH

Using Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Siberian larch (*Larix sibirica*) as bioindicators, an assessment of the level of atmospheric air pollution by emissions from the Bratsk aluminum smelter (BrAZ), a powerful aluminum production enterprise, was carried out. It is shown that as we approach the plant in the needles of pine and larch trees, the concentrations of inorganic elements present in the emissions, in particular F, S, heavy metals and metalloids (As, Ba, Be, Ce, Co, Cu, Cr, Cd, Fe, La, Mo, Ni, Pb, Sr, Zn, V, Y), "light metals" (Al, Li, Ti, Sc). Technogenic pollution with persistent organic compounds coming as part of the BrAZ emissions was estimated from the accumulation of 16 priority polycyclic aromatic

hydrocarbons (PAH) in the needles. It was found that in the industrial zone of the smelter (within a radius of 0,5 km) the amount of PAHs in pine needles exceeds the regional level by 160 times, in larch needles – by 500 times, as the distance from BrAZ increases, the amount of PAHs in the needles decreases, and only at a distance more than 60 km corresponds to background concentrations or slightly exceeds them. An analysis of the spatial distribution of pollutants showed that pollution covers vast areas, the transfer of fluorides and PAHs from BrAZ is carried out at a distance of 25-60 km in different directions, sulfur-containing emissions and solid aerosol fraction can spread 10-40 km from the smelter, mainly in the northeast, east and southeast directions and reach the residential areas of the city of Bratsk, primarily capturing the Central District of the city. Our data on the level of forest pollution are consistent with statistical medical data indicating that the incidence rate of residents of the Central District is higher than that of residents of the Padunsky and Pravoberezhny districts, geographically located farther from the smelter.

Keywords: technogenic pollution; aluminum production; light coniferous forests; state of forest stands; population health.

Проблема загрязнения окружающей среды техногенными эмиссиями актуальна для многих промышленно развитых регионов России. Одним из экологически неблагополучных регионов нашей страны является Иркутская область. В девяти промышленных городах области уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как «высокий» и «очень высокий». Общий ежегодный объем выбросов предприятий области составляет более 640 тыс. т, при этом в последние годы не наблюдается выраженной тенденции к его уменьшению [2]. Основными источниками загрязнения являются предприятия теплоэнергетики, химической, нефтехимической и топливной промышленности, автомобильный и железнодорожный транспорт. Существенный вклад в загрязнение вносит цветная металлургия, в частности алюминиевая промышленность. Здесь функционирует два мощных алюминиевых завода – Братский (БрАЗ) и Иркутский (ИрАЗ), выпускающие ежегодно около 1,5 млн. тонн алюминия. При этом по мощности БрАЗ превосходит ИрАЗ в 3,5 раза. В 2020 г. на территории региона введен в эксплуатацию еще один завод по производству алюминия – Тайшетский (ТаАЗ). Это новое высокотехнологичное предприятие, работающее по технологии обожженных анодов, производственная мощность составляет 430 тыс. т алюминия (<https://taishet.rusal.ru/production/taishet/taishetskiy-alyuminievyy-zavod/>). Таким образом, в Иркутской области продолжается создание крупных концернов в алюминиевой промышленности.

О высокой токсичности выбросов алюминиевых заводов известно давно [8]. В настоящее время, несмотря на значительное усовершенствование технологий производства алюминия (например, использование электролизеров с предварительно обожженными анодами) и технологий очистки аэровыбросов (внедрение технологии «Экологический Содерберг»), полностью избавиться от присутствия многих поллютантов (фториды, оксиды серы, оксид углерода, полициклические ароматические углеводороды, оксиды кремния, натрия, свинца, меди, железа и др.) не удастся [4]. Вещества, поступающие в атмосферу в газообразном, твердом или жидком состоянии, способны перемещаться на десятки, сотни, а иногда и тысячи километров и оказывать неблагоприятное воздействие на компоненты природной среды, что, в конечном счете, сказывается на здоровье населения.

Загрязнение воздушного бассейна и территорий в окрестностях алюминиевых предприятий определяет необходимость мониторинга поллютантов с применением методов, основанных на современных технологиях. Использование биологических индикаторов, в частности фитоиндикаторов, дает возможность путем создания сети пробных площадей исследовать большую территорию, определить направления и дальность распространения загрязненных воздушных масс, уровень загрязнения, а при необходимости – произвести картирование этой

территории по степени загрязнения. Кроме того, биологические индикаторы позволяют получить информацию о кратковременном и о длительном (хроническом) воздействии техногенных выбросов, а также оценить негативный эффект загрязнения для биоты [9].

Цель данной работы – используя в качестве биоиндикаторов сосну обыкновенную и лиственницу сибирскую, оценить уровень загрязнения атмосферного воздуха неорганическими и органическими загрязнителями на территории рассеивания выбросов БрАЗа – крупного алюминиевого производства, и сопоставить результаты со статистическими медицинскими сведениями о заболеваемости жителей г. Братска.

Материал и методы. БрАЗ – крупнейший алюминиевый завод в России, введен в эксплуатацию в 1966 году. Территориально расположен в 8 км юго-западнее Центрального округа г. Братска, где проживает большая часть населения, в 25 км от завода располагается Падунский городской округ, в 45 км – Правобережный. Рассеивающую способность атмосферного воздуха над г. Братском значительно уменьшает ряд факторов: горно-котловинный, сильно-пересеченный рельеф, резко континентальный климат, малые скорости ветра, частые застои воздуха, мощные приземные инверсии воздуха, небольшое количество и неравномерное распределение осадков в течении года. Эти факторы в целом препятствуют развитию восходящих воздушных потоков, тем самым, увеличивая уровень загрязнения над жилыми зонами города.

Обследование светлохвойных лесов осуществлялось на 18 пробных площадях (ПП), расположенных на разном удалении от БрАЗа. Фоновые ПП находились на расстоянии 55-100 км по разным направлениям от завода. Закладку ПП проводили в 2020 г. в древостоях, сходных по возрасту и бонитету по принятым в лесном хозяйстве методикам, с учетом международного руководства ICP Forests [5]. В качестве объектов исследования использовали древостои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.). Это основные лесообразующие породы, занимающие около 70% лесопокрытой территории области. Уровень загрязнения древостоев оценивали по содержанию в хвое неорганических элементов-загрязнителей и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Концентрацию неорганических элементов определяли атомно-эмиссионным методом на спектрометре SPECTRO ARCOS в аккредитованной лаборатории ГСК ГП «РАЦ» (г. Улан-Удэ, аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.511112). Определение ПАУ в хвое проводили по методике, разработанной А.Г. Горшковым [1], с некоторыми модификациями. Выделенную фракцию ПАУ анализировали на хроматомасс-спектрометре Agilent GC System 6890, MSD 5973.

Результаты и их обсуждение. Результаты проведенных исследований показали, что на обследованной территории в хвое сосны и лиственницы значительно увеличивается количество элементов, входящих в состав выбросов алюминиевого завода, в частности, фтора, серы, тяжелых металлов и металлоидов, а также легких металлов. О превышении уровня этих загрязнителей в хвое свидетельствуют высокие коэффициенты концентрации, рассчитанные как отношение содержания элемента в хвое на загрязняемой территории к его содержанию на фоновой территории (таблица) [7]. В большей степени в хвое деревьев изменяется содержание фтора – одного из наиболее фитотоксичных элементов. Обнаруженные нами концентрации превышали фоновые значения в хвое сосны (19,1 мг/кг сухой массы) в 2-44 раза, в хвое лиственницы (24,2 мг/кг) – в 1,5-30 раз, при этом его максимальное содержание отмечено в хвое деревьев в промышленной зоне (в радиусе 0,5 км от завода). Высокий уровень фтора также отмечен в хвое деревьев на расстоянии до 20 км от завода в северном, северо-западном и северо-восточном направлениях, а также на ветроударных склонах хребтов на расстоянии 35 км в северо-восточном направлении. Сопоставление полученных результатов по содержанию

фтора в хвое деревьев с количеством фторсодержащих компонентов в выбросах алюминиевого завода выявило прямую зависимость между этими показателями ($r = 0,74-0,89$, $P < 0,05$).

Таблица

Коэффициенты концентраций неорганических загрязняющих элементов в хвое сосны и лиственницы, произрастающей на разном удалении от БрАЗа

Расстояние от завода, км	Коэффициенты концентраций							
	<i>F</i>		<i>S</i>		Сумма ТМ и металлоидов		Сумма Al, Li, Ti, Sc	
	сосна	лиственница	сосна	лиственница	сосна	лиственница	сосна	лиственница
до 0,5 км	43,5	30,4	3,6	3,6	3,0	2,5	8,1	11,5
1-5	22,7	17,1	3,1	3,3	2,4	2,3	4,7	4,0
6-20	13,2	4,9	3,0	3,3	1,3	1,8	2,9	2,7
21-40	11,1	3,5	2,6	2,5	1,2	1,5	1,7	1,6
41-60	6,0	2,4	1,2	1,2	1,2	1,0	1,1	1,0

Тесная корреляционная связь установлена также между накоплением серы в хвое и уровнем диоксида серы в выбросах БрАЗа ($r = 0,72-0,81$, $P < 0,05$). В промышленной зоне завода концентрация серы в хвое сосны составляет 1140 мг/кг, в хвое лиственницы – 2035 мг/кг сухой массы, по мере удаления от завода уровень этого поллютанта снижается, однако даже на расстоянии 40 км он превышает фоновые значения в 2,5 раза.

В хвое деревьев, произрастающих в зоне воздействия эмиссий БрАЗа, отмечается также превышение фонового уровня тяжелых металлов (ТМ) и металлоидов, часто присутствующих в выбросах в составе фракции твердого аэрозоля. В таблице приведены коэффициенты накопления, рассчитанные по сумме концентраций As, Ba, Be, Ce, Co, Cu, Cr, Cd, Fe, La, Mo, Ni, Pb, Sr, Zn, V, Y, доля которых в выбросах достаточно велика. Максимальные значения их суммарного содержания, достигающие в хвое сосны 339 мг/кг и в хвое лиственницы – 485 мг/кг сухой массы, обнаруживаются в промзоне завода, где основной вклад в загрязнение твердой аэрозольной фракцией вносят выбросы из аэрационных фонарей электролизных корпусов [4]. Кроме того, в хвое деревьев на территории загрязняемой выбросами БрАЗа в хвое деревьев регистрируется превышение фонового уровня легких металлов (Al, Li, Ti и Sc), присутствующих в составе «красного шлама» – ядовитых отходов, образующихся в процессе получения глиноземов из бокситов. Так, в промзоне завода содержание Al и Li превышало фоновые значения в хвое лиственницы в 11-42 раза, в хвое сосны в 8-15 раз; концентрации Ti и Sc в хвое обоих пород возрастали в 1,3-3,2 раза.

В составе газообразных выбросов и твердых отходов в атмосферу попадают также стойкие органические соединения, среди которых значительную долю составляют ПАУ. Данный класс веществ относится к приоритетным загрязнителям объектов природной среды, обладающих мутагенными, тератогенными и канцерогенными свойствами, а также способностью к накоплению в объектах окружающей среды [3]. Проанализированные пробы хвои сосны, отобранные в зоне рассеивания выбросов БрАЗа, существенно различаются по накоплению суммарного количества 16 приоритетных ПАУ. Максимальные их концентрации (4800 нг/г), превышающие региональный фоновый уровень в 160 раз, обнаружены в хвое сосны на территории промзоны завода, на расстоянии 5 км – сумма ПАУ превышает фоновый уровень в 60 раз, на расстоянии 20 км – в 10-23 раза, на расстоянии 40 км – в 1,5-8 раз. Самые низкие уровни ПАУ обнаружены в хвое сосны на расстоянии более 60 км по разным направлениям, здесь сумма приоритетных ПАУ в 1,5-3 раза превышает или практически соответствует региональному фоновому уровню, равному 30 нг/г. Хвоя лиственницы отличается более высокой степе-

нью аккумуляции поллютантов данной группы, накапливая ПАУ в количествах, в 2-8 раз превышающих таковые в пробах хвои сосны. По сравнению с региональным фоновым уровнем, равным 70 нг/г, суммарное содержание ПАУ в хвое лиственницы на территории, загрязняемой выбросами БрАЗа выше в 3,5-80 раз, на территории промзоны – в 500 раз.

Анализ пространственного распределения поллютантов показал, что загрязнение охватывает обширные территории, перенос фторидов и ПАУ от БрАЗа осуществляется на расстояние 25-60 км по разным направлениям, серосодержащие выбросы и твердая аэрозольная фракция способны распространяться на 10-40 км от завода преимущественно в северном, северо-западном и северо-восточном направлениях, при этом существует реальная опасность загрязнения основных жилых зон г. Братска, а также в восточном и юго-восточном направлениях, где соединения фтора достигают акватории Братского водохранилища.

По данным медицинских исследований, проведенных в г. Братске [6], в Центральном округе, расположенном наиболее близко к заводу, заболеваемость органов дыхания, костно-мышечной, иммунной и эндокринной систем, злокачественных новообразований в несколько раз выше, чем в более удаленных от завода округах (Падунском и Правобережном). У детского населения в Центральном округе показатели патологии опорно-двигательного аппарата и костно-мышечной системы были в 2,0-3,4 раза выше, чем у контрольной группы. Канцерогенный риск для населения, связанный с поступлением бенз[а]пирена через органы дыхания, для жителей Центрального района города выше на 30%, чем для жителей Падунского округа.

Таким образом, выявлено, что данные по накоплению в хвое деревьев сосны и лиственницы адекватно отражают специфику загрязнения атмосферного воздуха в зоне воздействия эмиссий алюминиевого производства и должны учитываться при разработке природоохранных мероприятий и медико-демографических программ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области в рамках научного проекта № 20-44-380009.

Библиографический список

1. Гориков А.Г. Определение полициклических ароматических углеводородов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) – биомониторе загрязнения атмосферы // Журнал аналит. химии. 2008. Т. 63. № 8. С. 880–886.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2020 году». Иркутск: ООО «Мегапринт», 2021. 330 с.
3. Квеситадзе Г.И., Хатисаишвили Г.А., Суданишвили Т.А., Евстигнеева З.Г. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. М.: Наука, 2005. 199 с.
4. Куликов Б.П., Сторожев Ю.И. Пылегазовые выбросы алюминиевых электролизеров с самообжигающимися анодами. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. 268 с.
5. Методы изучения лесных сообществ. СПб: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
6. Никифорова В.А. Гигиеническое обоснование индикативных показателей оценки экологического благополучия урбанизированных территорий: Автореф. дис. д. биол. наук. Иркутск. 2009. 34 с.
7. Саэт Ю.Е., Ревич Б. А, Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. Москва: Недра, 1990. 335 с.
8. Keller Th. Zur Phytotoxizität von Fluor Emissionen für Holzarten. Mit. Eidgenoss Anst.forstl. Versuchsw. 1975. 51(2). P. 303–331.
9. Mikhailova T.A., Kalugina O.V., Shergina O.V. Phytomonitoring of air pollution in the Baikal region // Contemporary Problems of Ecol. 2013. 6(5). P. 549–554.

**Т.И. Караваева¹, В.П. Тихонов²,
Р.И. Халилов³**

^{1,2}Естественнонаучный институт Пермского
государственного национально-исследова-
тельского университета,
614068, г. Пермь, ул. Генкеля 4

³Пермский государственный национально-
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail¹: karavaeva-ti@list.ru

e-mail²: tihonovvladmir@yandex.ru

e-mail³: halilovrustam891@gmail.com

**T.I. Karavaeva¹, V.P. Tikhonov²,
R.I. Khalilov³**

^{1,2}Natural Sciences Institute of Perm State
University, 614068, Perm, Genkel str. 4

³Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ: ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ

Изучение растительного покрова при инженерно-экологических изысканиях предполагает выявление популяций и местообитаний редких и охраняемых видов растений в зоне влияния проектируемых объектов. Официальная информация о произрастании редких и охраняемых видов растений, как правило, отсутствует, а условия проведения геоботанических исследований в процессе изысканий не всегда позволяют получить полную и достоверную информацию об охраняемых видах растений на конкретной территории. В статье представлены результаты теоретического обзора литературных источников, содержащих сведения о местообитаниях редких и охраняемых видов растений на территории центральной и южной части Верхнекамского месторождения солей в Соликамском городском округе и муниципальном образовании «Город Березники» Пермского края. Сделаны выводы о недостаточности имеющихся сведений для инженерно-экологических изысканий. Обоснована необходимость выполнения специализированных научно-исследовательских работ по выявлению мест произрастания охраняемых видов растений, по оценке состояния их популяций.

Ключевые термины: инженерно-экологические изыскания; охраняемые виды растений; Красная книга; биоразнообразие; Верхнекамское месторождение солей.

TOPICAL ISSUES OF ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL SURVEYS: PROTECTED PLANT SPECIES

The study of vegetation cover during engineering and environmental surveys involves the identification of populations and habitats of rare and protected plant species in the zone of influence of the designed objects. Official information on the growth of rare and protected plant species, as a rule, is not available, and the conditions for conducting geobotanical research in the course of research do not always allow obtaining complete and reliable information about protected plant species in a particular area. The article presents the results of a theoretical review of literature sources containing information about the habitats of rare and protected plant species in the central and southern parts of the Verkhnekamsk salt deposit in the Solikamsk urban district and the Berezniki City municipality of the Perm Region. Conclusions are drawn about the insufficiency of the available information for engineering and environmental surveys. The necessity of performing specialized research works to identify the habitats of protected plant species, to assess the state of their populations is substantiated.

Keywords: engineering and environmental surveys; protected plant species; Red Data Book; biodiversity; Verkhnekamsk salt deposit.

Изучение растительного покрова при инженерно-экологических изысканиях определяется требованиями СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные

положения» и СП 502.1325800.2021 «Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ». Важнейшей составляющей исследований является выявление популяций и местообитаний редких и охраняемых видов растений на территории изысканий. До недавнего времени при проведении инженерно-экологических изысканий на территории Соликамского городского округа и городского округа «Город Березники» Пермского края информацию о наличии либо отсутствии охраняемых видов растений на территории изысканий можно было получить из официальных источников – Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края предоставляло ее по запросу изыскательской организации. В настоящее время в связи с отсутствием официальных данных о видах растений, включенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Пермского края, основными ее источниками являются геоботанические исследования, а также опубликованные сведения и фондовые материалы.

Для решения задач инженерно-экологических изысканий выполнен анализ опубликованных литературных источников, содержащих сведения о местообитаниях редких и охраняемых видов растений на территории центральной и южной части Верхнекамского месторождения солей в Соликамском городском округе и муниципальном образовании «Город Березники» Пермского края, представляющей интерес для авторов как территория инженерно-экологических изысканий.

Рассматриваемая территория расположена в левобережье Камы, в водосборных бассейнах ее притоков – рек Боровая, Усолка, Ленва, Зырянка, Яйва и др. В ботанико-географическом отношении территория расположена в контактной зоне двух типологических ареалов растительного покрова – южно- и среднетаежного. Северная часть территории приурочена к среднетаежным пихтово-еловым лесам с преобладанием Камско-Печорско-Западноуральских пихтово-еловых лесов; южная часть – к южнотаежным Камско-Печорско-Западноуральским пихтово-еловым лесам с преобладанием осиновых и березовых лесов на месте темнохвойных лесов [3]. Значительная часть рассматриваемой территории в настоящее время преобразована в результате хозяйственной деятельности, преимущественно промышленного, селитебного, сельскохозяйственного профиля. В ее пределах ненарушенные растительные ассоциации практически не встречаются. Это снижает вероятность нахождения здесь охраняемых видов, особенно чувствительных к антропогенным нагрузкам.

По результатам проведенного обзора на территории центральной и южной части ВКМС в Соликамском городском округе и муниципальном образовании «Город Березники» Пермского края произрастает 8 охраняемых видов растений и лишайников, занесенных в Красную книгу Пермского края. Перечень охраняемых видов растений и лишайников и информация об известных местах их произрастания представлена в таблице. Местообитания выявленных охраняемых видов растений и лишайников связаны преимущественно с переувлажненными биотопами (болота разных типов, заболоченные леса, реже – лесные поляны и др.), а также водоемами (озера, старицы) и водотоками с медленным течением. Характерными местообитаниями лобарии легочной являются исключительно пойменные и приручьевые лесные фитоценозы с осиной в древесном ярусе.

**Охраняемые виды растений и лишайников и места их произрастания
на территории центральной и южной части Верхнекамского месторождения солей
в Соликамском городском округе и муниципальном образовании «Город Березники»**

№ п/п	Вид растения, категория редкости	Местонахождение вида	
		Муниципальное образование «Город Березники»	Соликамский городской округ
1	Телиптерис болотный – <i>Thelypteris palustris</i> Schott, III	ООПТ Охраняемый ландшафт «Романовское I болото»	ООПТ Охраняемый ландшафт «Осокинское болото» – бассейн р. Глухая Вильва
2	Щитовник гребенчатый – <i>Dryopteris cristata</i> (L.) A. Gray., III	- *	Территория Соликамского городского округа. Более точное местонахождение вида не известно
3	Касатик сибирский – <i>Iris sibirica</i> L., III	На берегу реки Камы севернее поселка Пыскор	На небольшом острове в устье реки Лысьвы
4	Ятрышник мужской – <i>Orchis mascula</i> (L.) L., III	Город Усолье	-
5	Пальчатокоренник Траунштей- нера – <i>Dactylorhiza traunsteineri</i> (Saut.) Soo, III	-	ООПТ Охраняемый ландшафт «Большое Вильвенское (Перези- стенское) болото»
6	Кувшинка четырехгранная – <i>Nymphaea tetragona</i> Georgi., III	Территория муниципального об- разования «Город Березники». Более точное местонахождение вида не известно	-
7	Кубышка малая – <i>Nuphar pumila</i> (Timm) DC., III	-	ООПТ Ботанический природ- ный резерват «Кедровое бо- лото»
8	Лобария легочная – <i>Lobaria pul- monaria</i> (L.) Hoffm., II	-	ООПТ Охраняемый ландшафт «Сурмогское болото»

*Примечание: «прочерк» в таблице означает отсутствие выявленных местонахождений вида

В результате проведенного обзора выявлено, что основными опубликованными источниками информации об охраняемых видах растений, которые могут быть использованы в процессе выполнения инженерно-экологических изысканий, являются Красная книга Пермского края и Атлас особо охраняемых природных территорий Пермского края [1, 2]. Вместе с тем, следует упомянуть, что использовать данную информацию для конкретной территории изысканий можно достаточно условно. Обозначить наличие на конкретной территории изысканий охраняемых видов растений или привести расстояние до них, используя данные Красной книги Пермского края и Атласа особо охраняемых природных территорий Пермского края [1, 2], невозможно. Полевые геоботанические исследования, выполняемые при инженерно-экологических изысканиях, становятся главным источником информации, подтверждающим наличие или отсутствие охраняемых видов на конкретной территории. Однако, временные особенности выполнения изысканий, недостаточное целевое финансирование, слабая заинтересованность заказчика изысканий часто являются причиной отсутствия полной и достоверной информации об охраняемых видах растений в отчетах по инженерно-экологическим изысканиям, что неизбежно приводит к замечаниям экспертов.

В сложившейся ситуации решить данный вопрос помогут специализированные научно-исследовательские работы, инициированные Министерством природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Исследования должны быть направлены на выявление

мест произрастания охраняемых видов растений, оценку состояния их популяций, в первую очередь, в зонах влияния промышленных предприятий, с последующим созданием интерактивных баз данных. Используя интерактивные базы данных, уже на этапе предпроектной проработки у инвестора (потенциального заказчика инженерно-экологических изысканий) появится возможность оценить экологические риски реализации проектных решений и совместно с проектно-изыскательской организацией предусмотреть необходимый и достаточный объем инженерно-экологических работ, обеспечивающий процесс экологического проектирования достоверной информацией.

Экологическое проектирование, в основе которого лежит полная и достоверная информация об экологических ограничениях, в том числе, о произрастании на конкретной территории изысканий редких и охраняемых видов растений, позволит минимизировать негативные последствия антропогенной нагрузки и сохранить экологический потенциал территории.

Библиографический список

1. *Атлас* особо охраняемых природных территорий Пермского края / под ред. С.А. Бузмакова. Пермь: Астер, 2017. 512 с.
2. *Красная книга* Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
3. *Овеснов С.А.* Ботанико-географическое районирование Пермской области // Вестник Перм. ун-та, 2000. Вып.2. Сер. Биология. С. 13–21.

Ю.О. Коробейникова

Тюменский государственный университет,
625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6

J.O. Korobeynikova

Tyumen State University, 625003, Tyumen,
st. Volodarsky, 6
e-mail: 46378238@mail.ru

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ТРАНСФОРМАЦИИ ТИПИЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ ПРИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧЕ**

В статье рассматривается динамика сокращения естественных ландшафтных площадей при освоении нефтегазового месторождения в период с 2006 по 2021 год на полуострове Ямал. Основу ландшафта центральной части п-ва Ямал составляют плакорный тип местности (58%), полугидроморфный тип водораздельных равнин (20%) и озерно-приозерный тип (11%). Самому большому воздействию в абсолютном выражении был подвержен плакорный тип местности, его площадь сократилась на 8,8 км² (9%). Наибольший изменениям в относительном выражении были подвержены дефляционные обнажения, площадь которых сократилась почти в два раза.

Ключевые термины: динамика ландшафтов; нефтегазодобыча; ландшафтные площади; типы ландшафтов.

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF TRANSFORMATION OF TYPICAL LANDSCAPE OF THE CENTRAL PART OF THE YAMAL PENINSULA DURING OIL AND GAS PRODUCTION

The article discusses the dynamics of the reduction of natural landscape areas during the development of an oil and gas field in the period from 2006 to 2021 on the Yamal Peninsula. The basis of the landscape of the central part of the Yamal Peninsula is flatland type (58%), semi-hydromorphic type of watershed plains (20%), and lacustrine-lake type (11%). Upland type of terrain was subject to the greatest impact in absolute terms, its area decreased by 8.8 km² (9%). Deflationary outcrops have been subject to the greatest changes in relative terms, the area of which has almost halved

Keywords: landscape dynamics; oil and gas production; landscape areas; types of landscapes.

Материалом для работы послужили разновременные космические снимки. Данные снимки были выбраны за 2006, 2011, 2017 и 2021 года и взяты с сайта Геологической службы США [1]. Выбор конкретных лет связан с разными этапами освоения месторождения, эти снимки уже имеют пространственную привязку. С помощью программы QGIS [4] удалось получить ландшафтные площади анализируемой территории (таблица). На исследуемой территории нами выделено 8 типов и 23 подтипа местности.

До 2006 года включительно на территории месторождения отсутствовала какая-либо антропогенная деятельность. Общая площадь ландшафта на тот момент была 129,7 км².

При экологическом анализе последствий нефтегазодочи принято выделять несколько этапов, обусловленных технологическими особенностями и экологическими последствиями – разведочный, строительный, эксплуатационный и ликвидационный [3].

В 2011 году начинаются разведочные работы. Появилась первая дорога и две отсыпные площадки, что привело к сокращению естественных ландшафтов на 578 м². Большей антропогенной нагрузке в этот период был подвержен тип дефляционных обнажений (395 м²). Общая площадь не затронутого ландшафта стала составлять 129,1 км² (таблица).

**Ландшафтные площади антропогенной нагрузки
за разные периоды освоения месторождения, км²**

<i>Тип местности</i>	<i>2006г</i>	<i>2011г</i>	<i>2017г</i>	<i>2021г</i>
Плакорный	74,7	74,6	70,5	65,9
Полугидроморфный водораздельных равнин	25,7	25,7	22,7	21,3
Болотный	3,3	3,3	3,1	2,8
Озерно-приозерный	14,1	14,1	13,9	13,3
Ложбин стока	4,9	4,9	4,6	4,4
Пойменно-долинный	5,0	4,9	4,8	4,6
Террасовый	0,7	0,7	0,7	0,6
Дефляционных обнажений	1	0,6	0,4	0,3
Общая площадь:	129,7	129,1	121	113,7

В 2017 году месторождение активно эксплуатируется, появилась полностью вся инфраструктура. Самому большому антропогенному воздействию на данном этапе подвергся плакорный тип местности, сократившийся на 4,2 км². Общая площадь естественных ландшафтов в 2017 году сократилась в сравнении с 2006 годом на 7% и составила 121,0 км² (таблица).

В 2021 году на территории месторождения продолжается активное освоение, площадь застроенных участков по сравнению с 2017 годом увеличилась на 5,7% и составила 7,2 км² (таблица). На космоснимке 2021 года на территории месторождения дешифрируется еще одна факельная установка, новые технологические площадки и автодороги к ним. Общая площадь естественных ландшафтов в 2021 году составила 113,7 км². На рисунках 1, 2 показана динамика сокращения естественных ландшафтов на разных этапах нефтегазодобычи.

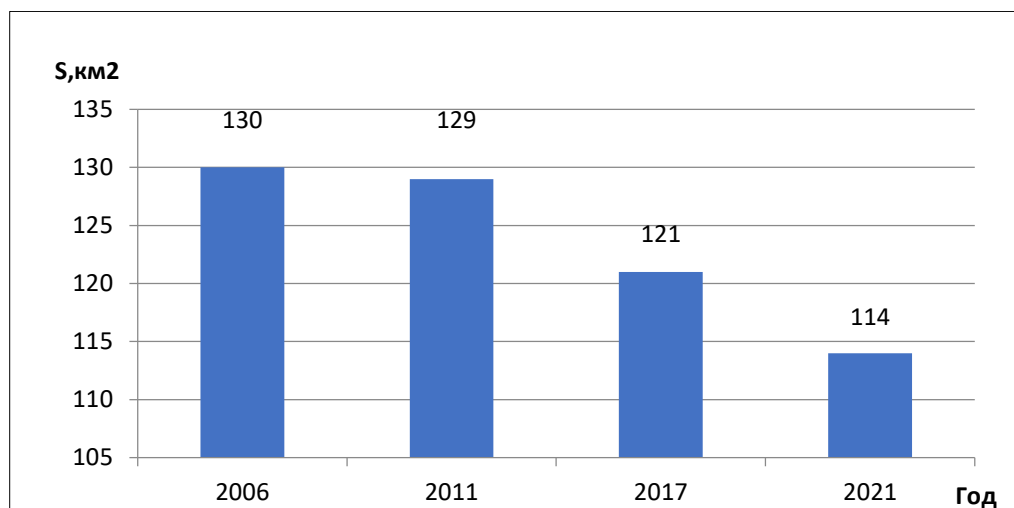


Рис. 1. Динамика сокращения естественных ландшафтов в пределах месторождения

Начиная с 2012 года происходит резкое увеличение территории занятых объектами инфраструктуры месторождения (рис. 3). До этого времени воздействие на ландшафты практически отсутствовало.

Анализ динамики сокращения различных типов ландшафтных с 2006 по 2021 гг. показал, что большему антропогенному воздействию подвергся плакорный тип местности, его площадь за весь период наблюдений сократилась на 8,8 км². При этом площадь плакорного типа местности в период геологоразведочных работ с 2006 по 2011 гг. почти не изменилась, максимальное сокращение (8,7 км²) отмечается в периоды строительства и эксплуатации месторождения инфраструктуры с 2012 по 2021 гг. (таблица).

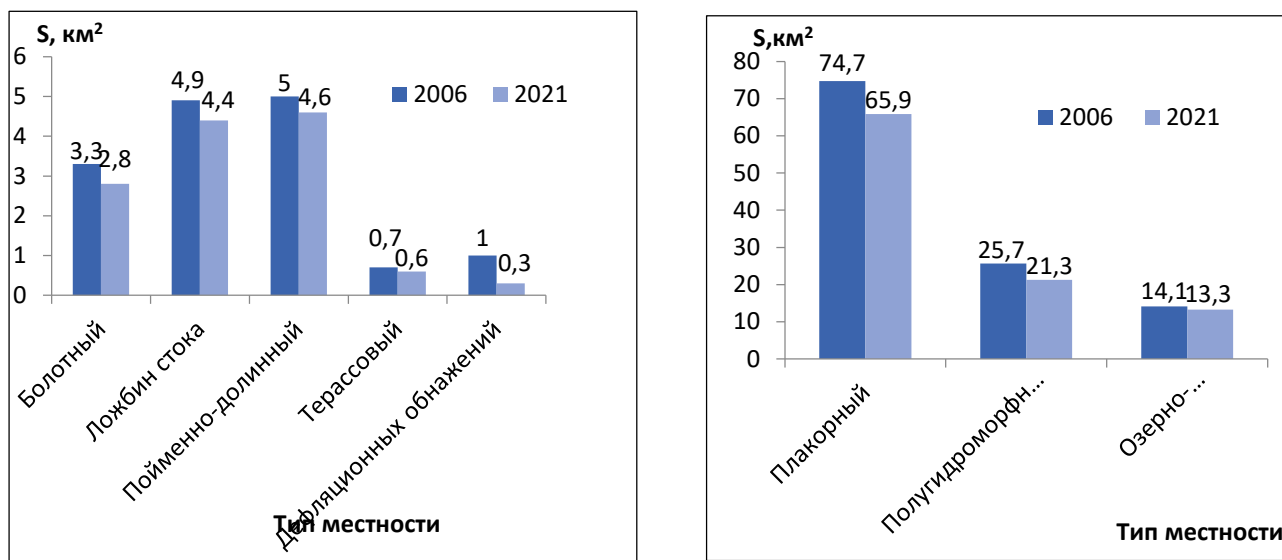


Рис. 2. Динамика естественных ландшафтных площадей

На втором месте по интенсивности воздействия стоит тип дефляционных обнажений, его площадь с 2006 по 2021 гг. сократилась в 3,3 раза, т.е. почти наполовину (таблица), что обусловлено удобными условиями для строительства и прокладки коммуникаций [2].

На третьем месте по воздействию находится полугидроморфный тип водораздельных равнин. Площадь данного типа сократилась в 1,2 раза, что составило 4,4 км².

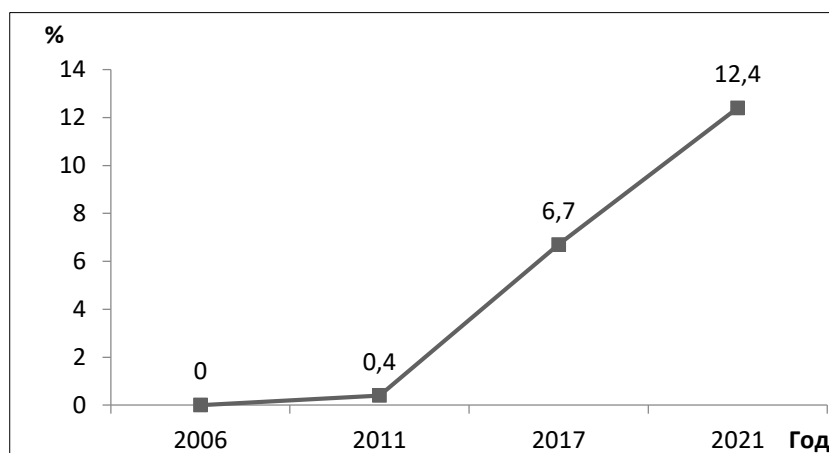


Рис. 3. Динамика площадей, отведенных под нужды нефтегазодобычи (в % от общей площади месторождения)

На рисунке 4 показано, на сколько в процентном соотношении сократился каждый тип местности в период с 2006 г по 2021 г. Наибольшим изменениям был подвержен тип дефляционных обнажений (пески), который сократился почти в половину (46%), На втором месте находится полугидроморфный тип водораздельных равнин (13%).

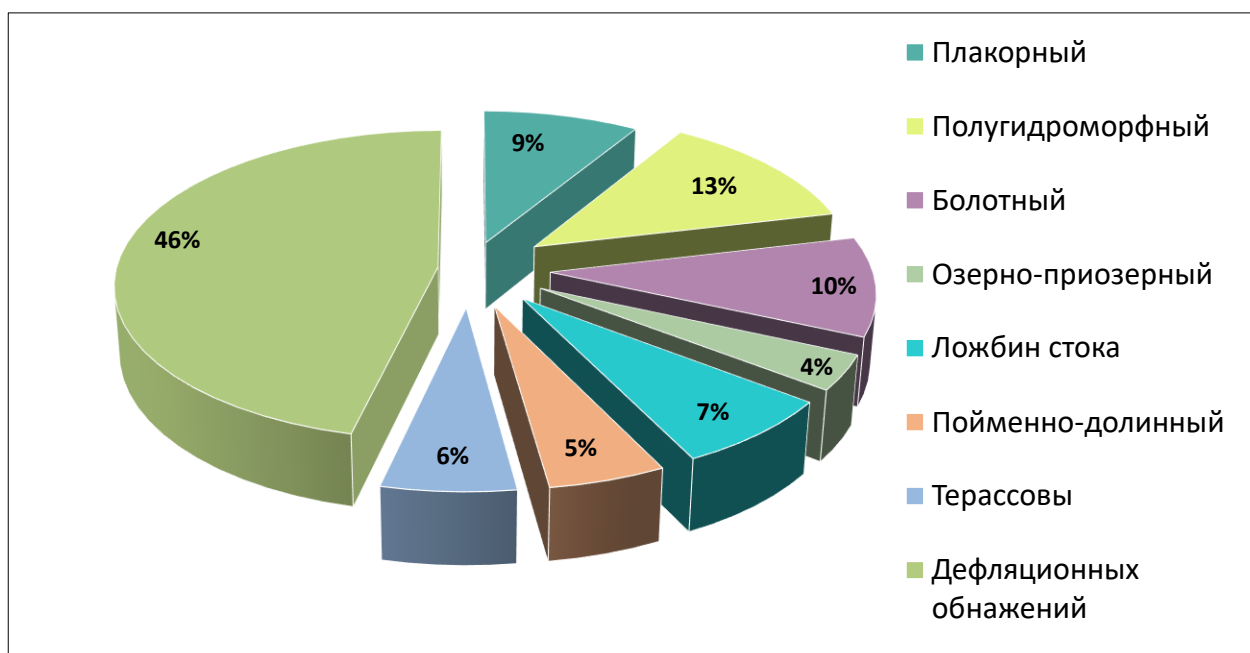


Рис. 4. Динамика сокращения естественных ландшафтных площадей в период 2006-2021 гг.

Выводы

Анализ ландшафтной структуры центральной части полуострова Ямал показал, что основными типами местности являются: плакорный тип местности 75 км² (58%), полугидроморфный тип водораздельных равнин 26 км² (20%) и тип озерно-приозерный 14 км² (11%).

За все существования месторождения было изъято 15,9 км². Самому большому воздействию в абсолютном выражении был подвержен плакорный тип местности, его площадь сократилась на 8,8 км² (9%). В относительном выражении наиболее воздействие испытали дефляционные обнажения (пески), площадь этого типа сократилась почти в половину и составило 700 м² (46%). Это связано с тем, что эти ландшафты наиболее удобны для строительства.

Библиографический список

1. Геологическая служба США. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 03.11.21).
2. Сизов О.С. Геоэкологические аспекты современных эоловых процессов северо-таежной подзоны Западной Сибири: автореф. дисс. кан. геогр. наук. Алтайский гос. университет. Томск. 2009. 23 С.
3. Соромотин А.В. Техногенная трансформация природных экосистем таежной зоны в процессе нефтегазодобычи (на примере Тюменской области): автореф. дисс. д. биол. н. Тюмень, 2007. 47 с.
4. QGIS. Свободная географическая информационная система с открытым кодом. URL: <https://qgis.org/ru/site/index.html> (дата обращения: 20.10.21).

Н.В. Костылева, К.Р. Нигматзянова
ФГБУ УралНИИ «Экология»,
614039, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 61а
e-mail: adm@ecologyperm.ru

N.V. Kostyleva, K.R. Nigmatzyanova
FSBI UralNII «Ecology», 614039, Perm,
Komsomolsky prospect, 61a
e-mail: adm@ecologyperm.ru

СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ УГЛЕРОДА ОТ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРАХ, ВЫЧИСЛЕННЫХ ПО РАЗЛИЧНЫМ ЛИТЕРАТУРНЫМ ИСТОЧНИКАМ

В статье приведены результаты научного поиска по нормативному и информационному обеспечению расчета выбросов в атмосферный воздух от индивидуальных теплогенераторов. Приведены результаты сравнительного анализа расчетных формул, а также результаты модельных проверочных расчетов, выполненных с целью оценки сопоставимости результатов расчетов мощности выбросов (г/с) оксида углерода, вычисленной по формулам из различных литературных источников.

Ключевые термины: индивидуальные теплогенераторы; расчет выбросов от индивидуальных теплогенераторов; отопление жилого сектора.

COMPARISON OF CALCULATED VALUES OF NITROGEN OXIDE EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION IN INDIVIDUAL HEAT GENERATORS CALCULATED FROM VARIOUS LITERATURE SOURCES

The article presents the results of scientific search on normative and information support of emissions into atmospheric air from low power heat generators calculation. The results of comparative analysis of calculation formulas from the revealed literary sources applicable for calculation of emissions into atmospheric air during combustion of fuel in heat generators of different power, as well as the results of calculations checking performed in order to estimate comparability of the results of calculations of emissions (g/s) of carbon monoxide calculated from formulas from various literary sources are given.

Keywords: individual heat generators; calculation of emissions from individual heat generators; heating of the residential sector.

Индивидуальные теплогенераторы (печи, котлы, отопительные агрегаты и другое оборудование), в которых сжигаются доступные для жителей виды топлива, используются населением при отсутствии централизованного отопления и горячего водоснабжения в домах индивидуальной застройки.

Большое количество индивидуальных теплогенераторов, локализованных на ограниченной территории, относительно низкие трубы индивидуальной застройки малой этажности (1-3 этажа), через которые осуществляются выбросы, одновременность выбросов, которые осуществляются чаще всего в утренние и вечерние часы, обуславливают в зоне дыхания людей высокие концентрации загрязняющих веществ.

Изучение загрязнения атмосферного воздуха за счет выбросов индивидуальных теплогенераторов стало особенно актуальным при проведении сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, выполнение которых осложнилось недостаточной изученностью и методической обеспеченностью для решения данной проблемы.

Действующая нормативная база не содержит отдельной методики расчета выбросов от индивидуальных теплогенераторов, расчеты выполняются по Методике [5], ориентированной, в основном, на более мощные котлы. При этом данная Методика [5] не содержит ссылок на

литературные источники, из которых заимствованы расчетные формулы, пояснений по методологии разработки методики, а также указания о том, подходит ли данная методика для расчета выбросов от таких маломощных теплогенераторов, как оборудование для отопления индивидуальных жилых домов. Вышеуказанные причины привели к необходимости выполнения исследования в виде модельных проверочных расчетов с последующим сравнительным анализом их результатов, планируемым итогом которого является последующая разработка предложений по формированию методологии расчета выбросов индивидуальных теплогенераторов.

В 2021 году в рамках темы государственного задания на 2021 год ФГБУ УралНИИ «Экология» выполнило научный поиск по нормативному и информационному обеспечению расчета выбросов в атмосферный воздух от индивидуальных теплогенераторов, систематизацию сведений о технических характеристиках применяемых и предлагаемых промышленностью к использованию индивидуальных теплогенераторов. Выполнен также поиск литературных источников и сравнительный анализ расчетных формул, применимых для расчета выбросов в атмосферный воздух при сжигании топлива в теплогенераторах различной мощности.

По расчетным формулам проведен ряд модельных проверочных расчетов с целью оценки сопоставимости результатов расчетов по формулам из выявленных литературных источников, которые можно было бы применить для расчета выбросов индивидуальных теплогенераторов.

Для сравнимости результатов модельных проверочных расчетов в качестве исходных данных был выбран расход топлив различных видов, эквивалентный 3,8 кг в час каменного угля средней теплотворной способности 22,2 МДж/кг – значение средней часовой потребности каменного угля для отопительного котла «Енисей 14» мощностью 14 кВт. Для других видов топлива значение потребности топлива, равное 3,8 кг/час, пересчитано через значения теплотворной способности и приведено в таблице 1.

Таблица 1

Расход топлива различных видов, равный расчетному расходу каменного угля, принятого для настоящего исследования

№	Наименование вида топлива	Средняя расчетная теплотворная способность, МДж	Ед. изм.	Количество топлива вида, равное расчетному расходу твердого топлива, принятого для настоящего исследования (3,8 кг)
1	Антрацит	27,56	кг	3,061
2	Бурый уголь	19	кг	4,440
3	Каменный уголь	22,2	кг	3,800
4	Торф	8,2	кг	10,288
5	Дрова	10,6	кг	7,958
6	Газ	34,9	м3	2,417
7	Мазут	40,29	кг	2,094
8	Бытовое печное топливо	41,5	кг	2,033
9	Условное топливо	29,3	кг	2,879

Модельные проверочные расчеты были выполнены для трех видов котлов, предлагаемых промышленностью к использованию:

- Котел стальной водогрейный «RSA» мощностью 20 кВт – для газообразного топлива (топливо – природный газ);
- Котел водогрейный «RSD» мощностью 200 кВт – для жидкого топлива (мазут, бытовое печное топливо);
- Котел отопительный «Енисей 14» мощностью 14 кВт – для твердого топлива (антрацит, бурый уголь, каменный уголь, торф, дрова).

Так как при сгорании органического топлива в теплогенераторах образуется оксид углерода, в настоящей статье приводится сравнительный анализ результатов модельных проверочных расчетов значений мощности выбросов (г/с) оксида углерода, вычисленных по формулам из различных источников.

Предварительно по итогам научного поиска отобрано 7 источников литературы, отраженных в таблице 2. Каждому источнику присвоен номер.

Таблица 2

Расчетные формулы для определения мощности выбросов оксида углерода из различных литературных источников

<i>№, номер источника</i>	<i>Наименование источника</i>	<i>Предложенная в источнике формула</i>
1	Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час, 1999 г. [5]	$M_{CO} = 10^{-3} B C_{CO} (1 - \frac{q_4}{100})$
2	Бондалетова Л.И., Новиков В.Т., Алексеев Н.А. (сост.) Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельных. Томск: Изд. ТПУ, 2000. 39 с. [1]	$M_{CO} = 10^{-3} B C_{CO} (1 - \frac{q_4}{100})$
3	Внуков А.К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1992. 176 с. [2]	$M_{CO} = 10^{-3} B C_{CO} (1 - \frac{q_4}{100})$
4	Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч. Москва, Московское отделение Гидрометиздата, 1985 г. [7]	$M_{CO} = 10^{-3} B C_{CO} (1 - \frac{q_4}{100})$
5	Десягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А. Теплогенерирующие установки. 2 изд. М.: ООО "Бастет", 2010. 625 с. [3]	$M_{CO} = C_H B \gamma_H (1 - \frac{q_4}{100})$
6	Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС. Учеб. для техникумов. М.: Энергоатомиздат, 1992. 240 с. [4]	$M_{CO} = 10^{-3} C_{CO} (1 - \frac{q_4}{100})$
7	Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с дымовыми газами отопительных и отопительно-производственных котельных, 1991 [6]	$M_{CO} = 10^{-3} B C_{CO} (1 - \frac{q_4}{100})$

Как видно из таблицы 2, ряд литературных источников предлагает для расчета мощности выбросов оксида углерода идентичные формулы: это источники № 1 [5], № 2 [1], № 3 [2] и № 4 [7]. В приведенных источниках более ранними являются источники № 4 [7] (1985 г.), № 7 [6] (1991 г.), № 3 [2] и № 4 [7] (1991 г.), из которых, видимо, эти формулы были заимствованы в более поздние источники, однако сведения о заимствовании формул и ссылки в более поздних источниках – не указаны.

Результаты модельных проверочных расчетов приведены далее в таблице 3. Поскольку в настоящее время для расчета выбросов теплогенераторов малой мощности применяется именно источник № 1 [5], определено и представлено в таблице 3 отклонение результатов расчетов значений выбросов, рассчитанных по формулам из других источников от значений выбросов, рассчитанных по формулам из источника № 1 [5].

Таблица 3

Результаты расчетов выбросов оксида углерода по формулам из различных литературных источников

Номер литературного источника	Природный газ		Мазут		Бытовое печное топливо		Антрацит	
	Полученный выброс, г/с	Отклонение от источника № 1, %	Полученный выброс, г/с	Отклонение от источника № 1, %	Полученный выброс, г/с	Отклонение от источника № 1, %	Полученный выброс, г/с	Отклонение от источника № 1, %
№ 1 №2 №3 №4	0,00422605521	0	0,0075784	0	0,0075778	0	0,01136517	0
№ 5	0,00422847702	0,06	0,0075759	0,03	0,0075792	0,02	0,01136517	0
№ 6	0,00856996545	103	0,0128616	69,71	0,0132478	74,83	0,01319506	16,10
№ 7	0,00417182153	1,28	0,0074812	1	0,0074805	1,28	0,01121932	1,28
Среднее отклонение от источника №1, %	17,35		11,84		12,69		2,90	
Источники, наиболее близкие к № 1	№2 –№5, №7		№2 –№5, №7		№2 –№5, №7		№2 –№5, №7	
Номер источника	Бурый уголь		Каменный уголь		Торф		Дрова	
	Полученный выброс, г/с	Отклонение от источника № 1, %	Полученный выброс, г/с	Отклонение от источника № 1, %	Полученный выброс, г/с	Отклонение от источника № 1, %	Полученный выброс, г/с	Отклонение от источника № 1, %
№ 1 №2 №3 №4	0,01136517	0	0,01136517	0	0,01136538	0	0,011247307	0
№ 5	0,01136517	0	0,01136517	0	0,01136538	0	0,011247307	0
№ 6	0,00909674	19,96	0,01062883	6,48	0,00392596	65,46	0,005022705	55,34
№ 7	0,01121932	1,28	0,01121932	1,28	0,01121953	1,28	0,011102968	1,28
Среднее отклонение от источника №1, %	3,54		1,29		11,12		9,44	
Источники, наиболее близкие к № 1	№2 –№5, №7		№2 –№5, №7		№2 –№5, №7		№2 –№5, №7	

Как видно из таблицы 3, значения мощности выбросов (г/с), полученные при расчете по разным литературным источникам, слабо отличаются между собой. Поскольку формулы из источников №1-№4 абсолютно идентичны, результат расчета полностью сходится. Источник №5 [3] имеет небольшое отличие в расчетной формуле от источников №1-4 [5,1,2,7], в результате наблюдается незначительное отклонение. Источник № 7 [6] также имел отличие в используемых параметрах расчетной формулы в сравнении с источниками №1-4, здесь наблюдается небольшое отклонение, не превышающее 1,5 %. Наибольшая разница в значениях мощности выбросов от источника №1[5] наблюдается у источника №6 [4] в виду значительного различия в расчетных формулах, и как следствие, отклонение от результата от 16,1% до 103% в зависимости от вида топлива.

Высокая сходимость результатов расчета говорит о единообразии формул, предложенных для расчета выбросов оксида углерода разными источниками. Однако из-за наличия источников, имеющих отличия от источника №1 [5], необходимо продолжить начатые исследования для выявления причин различий в формулах и результатах расчетов, вывода о пригодности формул из рассмотренных литературных источников для расчета выбросов от индивидуальных теплогенераторов. Вероятно, результаты натурных инструментальных измерений позволят внести ясность в исследуемую проблему.

Библиографический список

1. *Бондалетова Л.И., Новиков В.Т., Алексеев Н.А.* (сост.) Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельных. Томск: Изд. ТПУ, 2000. 39 с.
2. *Внуков А.К.* Защита атмосферы от выбросов энергообъектов. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1992. 176 с.
3. *Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А.* Теплогенерирующие установки. 2 изд. М.: ООО «Бастет», 2010. 625 с.
4. *Жабо В.В.* Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС. Учеб. Для техникумов. М.: Энергоатомиздат, 1992. 240 с
5. *Методика* определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час. М., 1999. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200031340> (дата обращения: 03.03.22).
6. *Методические указания* по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с дымовыми газами отопительных и отопительно-производственных котельных. М., 1991. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/41/41835/?ysclid=l1ujzr8imq> (дата обращения: 03.03.22).
7. *Методические указания* по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч. М., Московское отделение Гидрометиздата, 1985. URL: http://www.infosait.ru/norma_doc/11/11098/index.htm (дата обращения: 03.03.22).

**Н.В. Костылева^{1,2}, И.П. Опутина¹,
Т.В. Сорокина¹**

¹ФГБУ УралНИИ «Экология», 614039, г.

Пермь, Комсомольский проспект, 61а

² ФГБОУ ВО ПГНИУ, 614990, г. Пермь, ул.

Букирева, 15

**N.V. Kostyleva^{1,2}, I.P. Oputina¹,
T.V. Sorokina¹**

¹FSBI UralNII «Ecology», 614039, Perm,

Komsomolsky prospect, 61a

² Perm State University, 614990, Perm, street

Bukireva, 15

e-mail¹: oputinaip@ecologyperm.ru

e-mail²: nkost@ecologyperm.ru

**ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ РАСЧЕТАХ ВЫБРОСОВ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ МЕТОДИК РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ
В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НИЗКОГО КАЧЕСТВА**

В статье представлен анализ применения расчетных методов определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух – Методик расчета выбросов. Определены восемь причин, приводящих к снижению качества методик расчета выбросов в атмосферный воздух. Определены другие восемь причин относительно редких случаев выявления ошибок и неточностей в Методиках расчета выбросов. Получены выводы, при учете которых результаты, полученные с использованием методик расчета выбросов, могут стать более объективными.

Ключевые термины: атмосферный воздух; методики расчета выбросов; загрязняющие вещества.

CAUSES AND CONSEQUENCES OF CALCULATION OF EMISSIONS OF POLLUTANTS INTO ATMOSPHERIC AIR OF METHODS FOR CALCULATION OF EMISSIONS INTO ATMOSPHERIC AIR OF LOW QUALITY

The article presents an analysis of using calculation methods for determining emissions of pollutants into the atmospheric air – Methods for calculating emissions. In article eight reasons are identified that lead to a decrease in the quality of methods for calculating emissions into the atmosphere. Eight another reasons were identified for relatively rare cases of errors and inaccuracies in the Methods for calculating emissions. Conclusions has made, taking into account which the results obtained using emission calculation methods can become more objective.

Keywords: atmospheric air; emission calculation methods; pollutants.

Для сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности осуществляется нормирование в области охраны окружающей среды, которое заключается в установлении нормативов качества окружающей среды и/или нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности, в том числе нормативов выбросов, сбросов, нормативов образования и лимитов на размещение отходов [2].

Разработка нормативов выбросов осуществляется на основании данных инвентаризации источников выбросов и самих выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (далее – инвентаризация).

При проведении инвентаризации выявляются и учитываются все источники загрязнения атмосферного воздуха (ИЗАВ), устанавливаются их характеристики, а также определяются количественные и качественные показатели выбросов для всех стационарных источников выбросов, которые постоянно или временно эксплуатируются (функционируют) или находятся на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду [3].

С использованием данных инвентаризации проводятся расчеты рассеивания, установление нормативов допустимых выбросов, формирование статистической отчетности по форме 2-ТП (воздух), разработка программы ПЭК и организация ПЭК, расчет платы за негативное воздействие на атмосферный воздух.

Таким образом, от точности и правильности проведения инвентаризации зависит достоверность воздухоохранной документации и организация воздухоохранной деятельности хозяйствующего субъекта.

Согласно [3] и [4], при проведении инвентаризации, кроме инструментальных методов измерений, могут применяться расчетные методики – Методики расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (далее – Методики расчета выбросов). От качества применяемых Методик расчета выбросов может зависеть, практически, вся воздухоохранная деятельность хозяйствующего субъекта.

Качество Методик расчета выбросов может снижаться по следующим причинам:

- 1) Учет неполного перечня загрязняющих веществ в атмосферный воздух, объективно выбрасываемых хозяйствующим субъектом;
- 2) Устаревание методик расчета выбросов за счет усовершенствования применяемых технологий и оборудования, и, как следствие, приведение в расчетных методиках показателей устаревшего оборудования и отсутствие показателей по современному оборудованию;
- 3) Наличие внесенных разработчиком каких-либо ограничений в исходных данных или в результатах расчетов;
- 4) Использование в методиках некорректных формул и ссылок на источники заимствования;
- 5) Отсутствие законодательных требований о проверки правильности методик расчета выбросов до 2016 г. и установленной процедуры проверки до 2018 г., что не создавало препятствий к наличию ошибок;
- 6) Отсутствие ссылок на первоисточники и пояснений используемых алгоритмов, зависимостей, значений показателей;
- 7) Ошибки в определении области применения методики (уменьшение области применения, либо распространение на области детальности, для которых методика применяться не может);
- 8) Ошибки и неточности в текстах методик.

Применение Методик расчета выбросов, которые характеризуются наличием хотя бы одной из вышеуказанных причин снижения качества методик, может привести к ошибкам в показателях выбросов (качественных и количественных) в атмосферный воздух, и сказаться при нормировании и моделировании рассеивания выбросов в атмосферный воздух. Поэтому такие Методики расчета выбросов в дальнейшем можно именовать, как Методики расчета выбросов низкого качества.

Наличие ошибок и неточностей в применяемых хозяйствующим субъектом Методиках расчета выбросов, т.е. методик расчета выбросов низкого качества, может быть выявлено, например, в процессе производственного экологического контроля (ПЭК). Тем не менее, ошибки и неточности в методиках расчета выбросов могут быть и не выявлены хозяйствующим субъектом, поскольку для выявления ошибок и неточностей необходимо проведение серьезных научных исследований специалистами высокого уровня. В этом заключается главная опасность таких ошибок и неточностей в методиках. Поскольку ошибки и неточности в мето-

диках расчета могут быть неявными, хозяйствующий субъект может ощущать негативные эффекты от них по неизвестным ему причинам. Негативные эффекты могут выражаться в различных правонарушениях. При этом истинные причины, приводящие к правонарушениям – применение методик расчета выбросов низкого качества – остаются не выявленными. Такая ситуация может приводить к юридическим коллизиям во взаимоотношениях между природоохранными органами и хозяйствующими субъектами.

Низкое качество Методик расчета выбросов может опосредованно влиять на многие области воздухоохранной деятельности хозяйствующего субъекта. Не смотря на то, что в некоторых случаях нарушения природоохранного законодательства происходят вследствие ошибок и неточностей именно в Методиках расчета выбросов, привлечение разработчиков методик расчета выбросов к административной ответственности за низкое качество методик не предусмотрено законодательством Российской Федерации.

Тем не менее, случаи обнаружения недостатков отдельных Методик расчета выбросов имеют место, несмотря на наличие в настоящее время достаточно большого количества нормативных документов и документов стандартизации, регламентирующих разработку и утверждение методик расчета выбросов. Ошибки и неточности в методиках расчета, как правило, выявляются при проверке соблюдения обязательных требований по основным областям воздухоохранной деятельности, проводимых в рамках контрольно-надзорных мероприятий органами государственного экологического контроля [1], а также самими природопользователями в ходе осуществления ими воздухоохранной деятельности либо при экономических потерях в виде штрафов.

Следует отметить, что выявление недостатков методик является относительно редким случаем по следующим причинам:

А) Для выявления недостатков в методике расчета выбросов необходимы хорошие теоретические знания предмета расчета и высокий уровень профессионализма экспертов и пользователей методики;

Б) При выявлении недостатков необходима детальная проработка выбора формул и положений технической и научной литературы по предмету расчета из методики для выполнения проверочных расчетов, подтверждающих или опровергающих правильность результатов расчетов по методике;

В) Необходимы знания и навыки работы с технологией, выбросы от которой рассчитываются по методике расчета выбросов;

Г) Требуется репрезентативный массив данных, полученных инструментальным путем, позволяющий опровергнуть результаты расчетов, полученных в результате применения расчетной методики;

Д) Необходимы возможности привлечения к выполнению инструментальных измерений аккредитованной лаборатории;

Е) Необходимы правильный выбор точек отбора и анализ проб, доступ к точкам отбора проб и обеспечение правильного выполнения процедуры отбора проб;

Ж) Требуется процедура оповещения органов государственного экологического надзора о выявлении пользователем недостатков, несоответствий или отклонений результатов, полученных расчетным способом по расчетной методике, от результатов, полученных иным способом. Необходим перечень (комплект) подтверждающих материалов и требования к ним;

З) Необходима процедура рассмотрения органами государственного экологического надзора комплекта подтверждающих материалов с целью обоснования направления в Минприроды России сведений о выявлении недостатков методики.

Гораздо чаще встречаются ситуации, при которых хозяйствующему субъекту поступают многочисленные замечания со стороны природоохранных органов, либо имеют место неудовлетворительные результаты производственного экологического контроля. Однако получить результаты, сходные с расчетными по методике, путем многократных ремонтных и наладочных работ или испытаний предприятию не удастся.

Важно, чтобы помимо устранения причин, приводящих к снижению качества методик расчета, воздухоохранная работа проводилась всеми участниками воздухоохранной деятельности также в направлении разработки и актуализации комплекса нормативно-правовых актов, регламентирующих требования к высокому качеству таких методик расчета выбросов.

Библиографический список

1. *О федеральном государственном экологическом контроле (надзоре): постановление Правительства Российской Федерации от 30.06.2021 № 1096.* – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

2. *Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ: ред. от 02.07.2021.* – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

3. *Об утверждении Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки: приказ Минприроды России от 07.08.2018 № 352: ред. от 17.09.2019.* – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

4. *Об утверждении Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки: приказ Минприроды России от 19.11.2021 № 871.* – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

Н.В. Костылева, О.Ю. Першукова

ФГБУ УралНИИ «Экология»,

614039, г. Пермь, Комсомольский проспект,
61а

N.V. Kostyleva, O.Yu. Pershukova

FSBI UralNII «Ecology»

614039, Perm, Komsomolsky prospect, 61a

e-mail: info@ecologyperm.ru

**ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА, ВВЕДЕННЫЕ НОРМАТИВНЫМИ
ПРАВОВЫМИ АКТАМИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В 2020 И 2021 ГОДАХ,
В ТОМ ЧИСЛЕ КАСАЮЩИЕСЯ ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

Выполнен сравнительный анализ разработанных и введенных в действие в 2020–2021 гг. нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды на предмет выявления несогласованных требований, которые могут негативно сказываться на организации природоохранной деятельности предприятий, в том числе при осуществлении производственного экологического контроля и, следовательно, нуждаются в устранении.

Ключевые термины: нормативный правовой акт; требование; регуляторная гильотина; объект; негативное воздействие; окружающая среда; атмосферный воздух; источник выбросов; загрязняющее вещество; экологический контроль; форма; отчет.

**CHANGES TO ENVIRONMENTAL LEGISLATION INTRODUCED BY NORMATIVE LEGAL ACTS IN
THE FIELD OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN 2020 AND 2021, INCLUDING RELATED TO THE
FIELD OF INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL CONTROL**

A comparative analysis of the regulatory legal acts developed in 2020–2021 in the field of environmental protection was carried out. The inconsistency of requirements, which can negatively affect the organization of environmental protection activities of enterprises and need to be eliminated, is revealed.

Keywords: normative document; requirement; regulatory guillotine; object; negative impact; environment; atmospheric air; emission source; pollutant; environmental control; form; report.

В 2019 году Президент Российской Федерации в своем Послании указал на то, что с 1 января 2021 года необходимо провести обновление нормативной базы и прекратить действие всех устаревших нормативных актов в сфере контроля, надзора и ведомственных региональных приказов, писем, инструкций, сохранив только те документы, которые отвечают современным требованиям.

Для реализации данного положения, Правительством РФ утвержден План мероприятий («дорожная карта») [2], где в пункте 5 был представлен механизм «регуляторной гильотины» в сфере природопользования и охраны окружающей среды, предусматривающий отмену с 1 января 2021 года принятых ранее нормативных правовых актов (НПА). Сейчас этот процесс активно развивается. В области охраны окружающей среды отменено уже более 500 устаревших НПА. Взамен отмененных НПА принимаются новые документы, соответствующие современным реалиям проводимой реформы по переходу на технологическое нормирование. Так, в 2020 и 2021 годах приняты вновь или внесены изменения более чем в 250 нормативных правовых актов, связанных с вопросами охраны окружающей среды.

Так как производственный экологический контроль (ПЭК) является одним из важных механизмов, практически, непрерывного экологического самоконтроля деятельности предприятий, нормативное регулирование ПЭК можно считать важным аспектом государственного управления охраной окружающей среды.

Далее приведен обзор наиболее значимых изменений, введенных новыми НПА в области охраны окружающей среды, касающиеся области производственного экологического контроля.

1) Постановлением Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [4] внесены изменения в критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий.

Так как вопрос категорирования объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (далее – объект ОНВ), является ключевым в дальнейшей схеме ведения природоохранной деятельности на предприятии, то проблема изменения категории является важной.

В настоящее время норма о том, что с изменением критериев, есть возможность изменить категорию объекту ОНВ – отсутствует. Так, согласно ч. 6 ст. 69.2 Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [10], сведения об объекте ОНВ подлежат актуализации в следующих случаях:

- замена, реорганизация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, изменение наименования, адреса, места нахождения;
- изменение характеристик технологических процессов основных производств, источников загрязнения окружающей среды;
- изменение характеристик технических средств по обезвреживанию выбросов, сбросов загрязняющих веществ, технологий использования, обезвреживания и размещения отходов производства и потребления.

Как видно из вышеперечисленных требований, по формальному признаку изменение критериев не подпадает под основания для актуализации сведений об объекте ОНВ при постановке на государственный учет. И это является большой проблемой для тех природопользователей, у которых с изменением критериев, меняется категория объекта, и как следствие, подход к природоохранной деятельности.

Соответствующий запрос был направлен в Минприроды России. В ответ Минприроды в письме от 07.07.2021 № 12-50/9403-ОГ [1] указало, что для того, чтобы изменить категорию, природопользователю не удастся обойти имеющийся в настоящее время правовой пробел, и необходимо, пусть и формально, но выполнить требование ч. 6 ст. 69.2 [10], и предоставить сведения о каких-либо изменениях в технологическом процессе, источниках выбросов и сбросов, характеристик технических средств и т.д.

2) Анализ требований Положения о предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух, утвержденного постановлением Правительства РФ от 09.12.2020 № 2055 [3], показал, что некоторые его нормы вступают в противоречие с требованиями в этой области Роспотребнадзора, который в отдельных случаях руководствуется нормами санитарного законодательства.

Так, документом [3] установлено, что нормативы допустимых выбросов разрабатываются только для стационарных источников выбросов и только в отношении ЗВ, включенных

в перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 08.07.2015 № 1316-р (п.п. 1, 7 [3]) (далее Перечень 1316-р), что не соответствует и противоречит подходу Роспотребнадзора.

Суть противоречий состоит в том, что в настоящее время территориальные органы Роспотребнадзора проводят проверку на соответствие нормативов допустимых выбросов санитарным правилам не только стационарных источников выбросов и ЗВ, включенных в Перечень № 1316-р, но по всем источникам выбросов ЗВ в атмосферный воздух, в том числе и по передвижным, контролируя выбросы всех загрязняющих веществ, исходя из требования соблюдения гигиенических нормативов качества окружающей среды. Соответственно, чтобы отвечать требованиям двух равновесных органов исполнительной власти, природопользователи вынуждены разрабатывать два документа по расчету нормативов допустимых выбросов – отдельно для Роспотребнадзора, отдельно для Росприроднадзора.

Также выявлена несогласованность применяемых в [3] терминов. Согласно п. 17 [3], к заявлению необходимо прилагать «проект нормативов допустимых выбросов». Однако сегодня этот термин выведен из использования в законодательстве. Так, в Методике разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, утвержденной приказом Минприроды России от 11.08.2020 № 581 [8], отсутствует понятие «проект нормативов допустимых выбросов», введено понятие «расчеты нормативов допустимых выбросов».

3) В конце 2019 года приказом Минприроды России от 28.11.2019 № 811 были утверждены новые Требования к мероприятиям по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) [7]. В пункте 23 [7] указано, что организация работ на объекте ОНВ при получении информации об НМУ включает контроль за выполнением мероприятий в период НМУ, проведение визуальных наблюдений, инструментальных измерений или автоматического контроля выбросов на источниках выбросов и на границе санитарно-защитной зоны, предусмотренных программой производственного экологического контроля.

Однако в настоящее время Требования к содержанию программы производственного экологического контроля, утвержденные приказом Минприроды России от 28.02.2018 № 74 [5], не содержат норм по содержанию в программе плана мероприятий в периоды НМУ. Данное несоответствие нуждается в урегулировании.

4) Согласно ч. 8 ст. 16.3 Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [2], при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду хозяйствующим субъектам, осуществляющими свою деятельность на объектах ОНВ III категории, объем или масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, указанные в отчете об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, признаются осуществляемыми в пределах нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов.

Однако в Форме отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, утвержденной приказом Минприроды России от 14.06.2018 № 261 [6] значения объемов или масс выбросов, сбросов загрязняющих веществ не приводятся в принципе ни для каких категорий объектов ОНВ. Следовательно, в настоящее время фактически не представляется возможным использование данных об объеме и массе выбросов, сбросов загрязняющих веществ, указанных в отчете о результатах ПЭК, для цели исчисления платы за НВОС, ввиду отсутствия соответствующих данных в отчете.

Аналогичные несоответствия для объектов ОНВ III категории установлены к требованиям, предъявляемым к плате за негативное воздействие на окружающую среду и к контролю сбросов загрязняющих веществ.

Как видно из приведенных несоответствий, выявленных в ходе анализа изменений природоохранного законодательства, введенных нормативными правовыми актами в области охраны окружающей среды в 2020 и 2021 годах, касающиеся, в том числе, области производственного экологического контроля, состояние нормативной базы ПЭК в настоящее время нельзя считать безошибочным, а процесс внесения изменений и усовершенствования – завершенным.

Выявленные по результатам анализа пробелы законодательства необходимо устранить, чтобы повысить эффективность природоохранной деятельности на предприятиях.

Библиографический список

1. *Письмо* Минприроды России от 07.07.2021 № 12-50/9403-ОГ «О постановке объектов НВОС на государственный учет». – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

2. *План мероприятий* (дорожная карта) по реализации механизма «регуляторной гильотины», утвержден Правительством РФ 29.05.2019 № 4714п-П36. URL: https://ohranatruda.ru/upload/iblock/4e6/Plan-meropriyatiy-_dorozhnaya-karta_-po-realizatsii-mekhanizma-_regulyatornoy-gilotiny_-_utv.-Pravitelstvom-RF-29.05.2019-N-4714p_P36_.pdf (дата обращения: 08.03.22).

3. *Постановление* Правительства РФ от 09.12.2020 № 2055 «О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух». – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

4. *Постановление* Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398 (ред. от 07.10.2021) «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий». – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

5. *Приказ* Минприроды России от 28.02.2018 № 74 «Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля». – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

6. *Приказ* Минприроды России от 14.06.2018 № 261 (ред. от 23.06.2020) «Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля». – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

7. *Приказ* Минприроды России от 28.11.2019 № 811 «Об утверждении требований к мероприятиям по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий». URL: <https://docs.cntd.ru/document/564062418> (дата обращения: 08.03.22).

8. *Приказ* Минприроды России от 11.08.2020 № 581 «Об утверждении методики разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух». – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

9. *Распоряжение* Правительства РФ от 08.07.2015 № 1316-р (ред. от 10.05.2019) «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды». – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

10. *Федеральный закон* от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «Об охране окружающей среды». – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

Н.В. Костылева, Н.Л. Рачёва

ФГБУ УралНИИ «Экология», 614039, г.

Пермь, Комсомольский пр-т, 61а

e-mail: racheva@ecologyperm.ru

N.V. Kostyleva, N.L. Racheva

FGBU UralNII «Ecology», 614039, Perm,

Komsomolsky pr-t, 61a

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В сообщении рассматриваются вопросы реализации Российской Федерацией международных требований по регулированию выбросов парниковых газов и приведен краткий обзор системы учета выбросов парниковых газов в Российской Федерации.

Ключевые термины: парниковые газы; Парижское соглашение; углеродный след.

IMPLEMENTATION OF INTERNATIONAL REQUIREMENTS FOR REGULATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

The report discusses the implementation by the Russian Federation international requirements for the regulation of greenhouse gas emissions and provides a brief overview of the system for accounting for greenhouse gas emissions in the Russian Federation.

Keywords: greenhouse gases; the Paris Agreement; carbon footprint.

В настоящее время в Российской Федерации вопросы регулирования выбросов парниковых газов и реформирования системы учета парниковых газов являются популярными и обсуждаемыми, что, на протяжении нескольких десятков лет, связано с вниманием современных государств к регулированию тех явлений жизнедеятельности, которые влияют на изменение климата.

Для решения проблемы изменения климата были разработаны следующие международные базовые правовые документы:

- Рамочная конвенция ООН об изменении климата [9];
- Киотский протокол [2];
- Климатическое соглашение ООН (Парижское соглашение [8]).

Данные правовые документы [8–9] устанавливают ряд международных требований по регулированию выбросов парниковых газов. Парижское соглашение [8], которое подписали 195 стран, закрепило основные принципы и систему глобальных действий на период с 2020 г.

Подписав Парижское соглашение [8] Российская Федерация приняла на себя обязательства создать план адаптации к изменениям климата и ввести отчетность о его выполнении с 2020 г., а к 2030 году – уменьшить выбросы парниковых газов до 70 % от уровня 1990 года [4].

В ходе настоящей работы с целью оценки полноты реализации в Российской Федерации международных требований по регулированию выбросов парниковых газов проведен анализ российских нормативно-правовых документов, информационных ресурсов и методического обеспечения, позволяющих реализовывать международные требования в части выбросов парниковых газов.

Необходимо отметить, что, начиная с 2000 годов в Российской Федерации уделяется большое внимание проблеме изменения климата.

Так, в Российской Федерации была разработана и утверждена Климатическая доктрина [3] и Комплексный план реализации данной Климатической доктрины на период 2020 года [5].

В 2013 г. был издан Указ Президента Российской Федерации «О сокращении выбросов парниковых газов» [4] и План мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объема выбросов в 1990 году [7].

В 2015 г. были утверждены методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации [6].

В настоящее время Правительство Российской Федерации осуществляет государственное регулирование выбросов парниковых газов на основании постановления Правительства Российской Федерации от 21.09.2019 № 1228, которым было принято к исполнению Парижское соглашение от 12.12.2015 г.

История развития учета парниковых газов в Российской Федерации началась с 2006 года, когда вышли Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, которые позволили многим странам составить кадастры, провести инвентаризацию и оценку выбросов парниковых газов.

В 2008 г. Росгидромет выпустил оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. В данном докладе приводится оценка будущих изменений климата России, отдельных ее регионов и рассмотрены следующие вопросы: какие последствия изменения климата уже наблюдаются к настоящему моменту; какова чувствительность природных и хозяйственных систем, состояния здоровья населения к изменению климата; имеются ли возможности адаптации к меняющемуся климату, и какова их потенциальная эффективность; какие ожидаются последствия изменения климата в среднесрочной и долгосрочной перспективе, и какова их опасность.

В 2016 г. Институт проблем естественных монополий (ИПЕМ) выпустил аналитический доклад «Риски реализации Парижского климатического соглашения для экономики и национальной безопасности России», в котором представил предварительный анализ эффективности различных мер по реализации положений Парижского соглашения в России и связанных с ними рисков для экономики и населения страны.

В Российской Федерации в 2018 г. вышел Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2016 гг. Доклад был разработан в соответствии с обязательствами Российской Федерации по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. В кадастре содержатся оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов для всей территории Российской Федерации. В кадастр включены данные о выбросах и абсорбции следующих парниковых газов: диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4), закиси азота (N_2O), гидрофторуглеродов (ГФУ), перфторуглеродов (ПФУ), гексафторида серы (SF_6) и трифторида азота, а также газов с косвенным парниковым эффектом – окислов азота (NO_x) окиси углерода (CO), и диоксида серы (SO_2).

В Российской Федерации оценка выбросов или абсорбции парниковых газов произведена для всех секторов и категорий источников и поглотителей по классификации МГЭИК, за исключением тех категорий, для которых на территории Российской Федерации отсутствует хозяйственная или иная деятельность, приводящая к выбросам/абсорбции. Для некоторых видов деятельности оценки выбросов парниковых газов приведены в категориях, отличных от предусмотренных классификацией МГЭИК, что связано со специфическими особенностями исходных данных о деятельности, используемых для выполнения оценок выбросов.

Вопросы учета выбросов парниковых газов рассматривались не только научными сообществами, но и органами государственной власти.

Со временем важность климатической повестки выросла и углеродная отчетность, способствующая повышению инвестиционной привлекательности, для многих крупных компаний стала определяющей. Все это побудило природопользователей проводить учет выбросов парниковых газов на добровольной основе.

В Российской Федерации с 2015 г. природопользователи ежегодно могут отправлять отчеты об объеме выбросов парниковых газов в соответствии с методическими указаниями и руководством, которые утверждены приказом Минприроды России от 30.06.2015 № 300 «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации». Однако данный приказ не содержит положений, которые устанавливают обязанность природопользователей предоставлять отчеты о выбросах парниковых газов, не определяет срок, до наступления которого природопользователи обязаны предоставлять отчет о выбросах парниковых газов за отчетный период и не определяет четко орган государственной власти, в который предоставляются отчеты о выбросах парниковых газов в обязательном порядке.

В 2015 г. вышло распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.04.2015 № 716-р «Об утверждении Концепции формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации», согласно которому наличие у лица обязанности по ведению учета выбросов парниковых газов должно определяться на основании критериев для идентификации организаций, на которые возлагается обязанность по осуществлению мониторинга и предоставления отчетов об объемах выбросов парниковых газов.

Для устранения перечисленных выше нормативных пробелов в 2021 году был принят Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», который вводит обязательные требования о предоставлении отчетов о выбросах парниковых газов. Орган, который будет уполномочен принимать отчеты, и форма отчетов будут установлены дополнительно нормативным актом Правительства Российской Федерации.

Данный Федеральный закон № 296-ФЗ позволяет юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, не являющимся регулируемыми организациями в части выбросов парниковых газов, добровольно предоставлять отчет о выбросах последних.

Анализируя положения Федерального закона № 296-ФЗ, можно сделать вывод о том, что юридические лица и индивидуальные предприниматели, отнесенные к регулируемым организациям и осуществляющие выбросы парниковых газов в годовом эквиваленте 150 000 т углекислого газа и более, впервые должны будут предоставить отчет о выбросах парниковых газов за отчетный 2022 год не ранее 01.07.2023 г. Юридические лица и индивидуальные предприниматели, отнесенные к регулируемым организациям и осуществляющие выбросы парниковых газов в годовом эквиваленте от 50 000 до 150 000 т углекислого газа, впервые должны будут предоставить отчет о выбросах парниковых газов не ранее 01.07.2025 г. (за отчетный 2024 г.).

В настоящее время в Российской Федерации, пока на регулярной основе не собираются отчеты о выбросах парниковых газов и поэтому добровольно природопользователи используют следующие системы учета выбросов парниковых газов: Протокол GHG; Оценка углеродного следа; Система CDP, Carbon Disclosure Project; Система GRI, Global Reporting Initiative.

В феврале 2021 г. Минобрнауки России запустило пилотный проект по созданию карбоновых полигонов. Это лесные, морские и сельскохозяйственные территории с определенной

экосистемой, оборудованные техникой для контроля поглощения и выбросов парниковых газов. На карбоновых полигонах ученые и крупный бизнес будут разрабатывать технологии учета и сокращения углеродной эмиссии.

В июле 2021 г. на заседании Экспертного совета при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации по вопросам развития технологий контроля углеродного баланса утверждены программы развития карбоновых полигонов в регионах, являющихся участниками пилотного проекта Минобрнауки России.

В Российской Федерации реализуется собственная климатическая повестка. В апрельском послании к Федеральному собранию президент Владимир Путин поставил задачу обеспечить накопленную чистую эмиссию парниковых газов в ближайшие 30 лет в объеме меньшем, чем у Евросоюза. В ответ на это поручение Минэкономразвития России разработало проект национальной стратегии низкоуглеродного развития России до 2050 г., которая предусматривает 4 сценария. Базовый сценарий стратегии низкоуглеродного развития предполагает выполнение задачи, поставленной В.В. Путиным, хотя в отличие от Евросоюза Россия не ставит себе целью достичь к 2050 г. углеродной нейтральности (снижения до нуля чистых выбросов CO₂ – разницы между выделением и поглощением углекислого газа) [1].

В Российской Федерации вопросами снижения, учета, регулирования выбросов парниковых газов, в том числе и CO₂ занимаются следующие органы исполнительной власти: Минприроды России, Минобрнауки России, Минэкономразвития России, Минсельхоз России, Росгидромет, Рослесхоз и т.д. Также существенную работу в этом направлении проводит ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля».

В настоящее время ведется работа по выполнению апрельского послания В.В. Путина 2021 г., так в августе и сентябре 2021 г. Минэкономразвития России показал ряд следующих инициатив для решения вопросов климатического регулирования:

- Разработана система штрафов для крупнейших эмитентов выбросов парниковых газов
- так называемых регулируемых организаций, которые подпадут под новое климатическое законодательство.
- Предложено ускорить процесс аккредитации национальных организаций, которые смогут подтверждать углеродные выбросы российских компаний, так как Евросоюз готовится к введению «налога» на углеродный след [1].
- Начаты работы по ведению и созданию системы климатического мониторинга и предложено проводить верификацию отчетов о вредных выбросах парниковых газов.
- Внесено предложение о создании системы долгосрочной мотивации по снижению выбросов CO₂.

Также в настоящее время Правительством Российской Федерации разработана Федеральная научно-техническая программа в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 гг., которая включает в себя несколько блоков мероприятий. План реализации Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 гг. будет формироваться на каждый трёхлетний период. Также в настоящее время в Российской Федерации начинают развиваться CCS-проекты – это проекты улавливания, закачки и хранения диоксида углерода. CCS-проекты направлены на декарбонизацию промышленных объектов без их существенной модернизации.

Из вышеуказанного можно сделать вывод о том, что в настоящее время в Российской Федерации имеется методическое обеспечение и информационные ресурсы, позволяющие ре-

ализовывать международные требования по регулированию выбросов парниковых газов. Действия Российской Федерации можно считать достаточными для начала организации полноценного учета выбросов парниковых газов и решения вопросов климатического регулирования.

Библиографический список

1. *В России ускорят работу по аудиту выбросов из-за «углеродного налога» ЕС.* // РБК: офиц. сайт. URL: <https://www.rbc.ru/economics/30/08/2021/6128dbb19a79478abdb7feb8>, свободный (дата обращения: 14.02.22).

2. *Киотский протокол* к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (Подписан в г. Киото 11.12.1997). – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

3. *О Климатической доктрине* Российской Федерации: распоряжение Президента Российской Федерации от 17.12.2009 № 861-рп. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

4. *О сокращении выбросов парниковых газов:* Указ Президента Российской Федерации от 30.09.2013 № 752. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

5. *Об утверждении комплексного плана реализации Климатической доктрины* Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.04.2011 № 730-р (ред. от 31.01.2017). – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

6. *Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации:* распоряжение Минприроды России от 16.04.2015 № 15-р. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

7. *Об утверждении плана мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объема указанных выбросов в 1990 году:* распоряжение Правительства Российской Федерации от 02.04.2014 № 504-р (ред. от 17.06.2016). – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

8. *Парижское соглашение.* Международное соглашение от 12.12.2015. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: официальный сайт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/542655698?section=text>, свободный (дата обращения: 25.01.2022).

9. *Рамочная конвенция* Организации Объединенных Наций об изменении климата // Конвенции и соглашения. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions /climate_frame_work_conv.shtml (дата обращения: 11.03.22).

**Н.В. Костылева, Б.А. Сивков,
Т.Е. Гилёва**
ФГБУ УралНИИ «Экология»,
614039, Пермь, Комсомольский проспект,
61а

N.V. Kostyleva, B.A. Sivkov, T.E. Gileva
FSBI UralNII «Ecology», 614039, Perm, Kom-
somolsky avenue, 61a

e-mail: sivkov@ecologyp Perm.ru

ОСНОВНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ, ВЫЯВЛЕННЫЕ ПРИ АНАЛИЗЕ МЕТОДИК РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Статья посвящена вопросу о соответствии методик расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками выбросов в атмосферный воздух «Правилам разработки и утверждения методик расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками», введенных в действие постановлением Правительства №4 22 от 16.05.2016. В ходе работы проведен анализ 97 расчетных методик, на основе которого сформирован перечень основных наиболее распространенных замечаний о несоответствиях методик расчета выбросов и обосновывающих материалов положениям «Правил...», включающий 30 пунктов.

Ключевые термины: перечень методик; методики расчета выбросов; требования к разработке; окружающая среда; стационарный источник выбросов.

FORMATION OF A LIST OF METHODS FOR CALCULATING EMISSIONS OF POLLUTANTS INTO THE ATMOSPHERIC AIR

The article is devoted to the issue of compliance of methods for calculating emissions of pollutants into atmospheric air by stationary sources of emissions into atmospheric air with the "Rules for the development and approval of methods for calculating emissions of pollutants into atmospheric air by stationary sources", put into effect by Government Decree No. 422 of 16.05.2016. In the course of the work, an analysis of 97 calculation methods was carried out, on the basis of which a list of the main most common comments on the inconsistencies of emission calculation methods and substantiating materials with the provisions of the "Rules ..." was formed, including 30 points.

Keywords: list of methods; emission calculation methods; development requirements; environment; stationary source of emissions.

Методики расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками (далее – Методики), при использовании которых рассчитываются значения мощности выбросов (г/с и т/год) загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферный воздух, являются важнейшим элементом правильности расчетов при установлении нормативов выбросов. Рассчитанные по методикам значения мощность выбросов применяются во многих задачах воздухоохранной деятельности: для установления нормативов выбросов отдельных предприятий, исчисления платы за выбросы, осуществления производственного контроля и государственного экологического надзора, проведения оценки воздействия на окружающую среду при подготовке проектной документации на строительство новых и реконструкцию действующих производств, а также при выполнении сводных расчетов загрязнения атмосферы отдельных населенных пунктов и регионов в целом и других.

16.05.2016 г. вошло в действие постановление Правительства РФ № 422 «Об утверждении Правил разработки и утверждения методик расчета выбросов вредных (загрязняющих)

веществ в атмосферный воздух стационарными источниками» (далее Правила) [1]. Данный документ [1] устанавливает правила разработки и утверждения методик расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками, в котором содержатся очень серьезные положения, которым методика должна соответствовать при включении её в Перечень методик расчета выбросов вредных загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками Минприроды России (далее – Перечень методик) [2].

Начиная с 2018 г. ФГБУ УралНИИ «Экология» по поручению Минприроды России проводит проверку направленных заявителями в адрес Минприроды России текстов вновь разработанных или актуализированных методик расчета выбросов и обосновывающих методику материалов на соответствие Правилам [1] и формирует позицию ФГБУ УралНИИ «Экология» о соответствии Правилам [1] в виде заключений от института.

В настоящее время специалистами ФГБУ УралНИИ «Экология» рассмотрено 14 проектов методик с обосновывающими материалами, направленных Минприроды России в адрес института. Проверка методик показала, что заявителями и в текстах методик и, главное, в обосновывающих материалах допущены значительные несоответствия Правилам [1], что объясняется, отчасти, определенной укрупненностью положений Правил [1], отчасти невниманием заявителей к этим требованиям.

Следует отметить, что укрупненность положений Правил [1] явилась объективным выходом при создании постановления [1] из-за разнообразия подходов, применяемых разработчиками методик к методам, используемым при разработке методик и к материалам обоснования применимости методик. В результате в большинстве случаев заявители сформировали комплект обосновывающих материалов либо в объеме, недостаточном для обоснования применимости методики, либо сами материалы не являются исчерпывающими или убедительными, что не позволяет сделать однозначный вывод о правильности и возможности применения методики для расчета выбросов, и о включении её в Перечень методик Минприроды России [2].

Цель выполненной работы заключалась в выявление и систематизации основных замечаний о несоответствиях методик и обосновывающих материалов положениям Правил [1] в зависимости от методов расчета выбросов и способов получения исходных данных для выполнения расчета применяемых в Методиках.

Для выполнения работы в сети Интернет проведен поиск Методик, находящихся в открытом доступе, и входящих в «Перечень методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками» от 28.06.2021 [2], формируемый Минприроды России и, включающий в себя методики расчета, сведения о которых были внесены распоряжением Минприроды России «О методиках расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками» от 14.12.2020 № 35-р и распоряжением Минприроды России от 28.06.2021 № 22-р. Поиск методик осуществлялся на сайтах по тематике промышленной экологии, рассматривались также методики, ранее собранные ФГБУ УралНИИ «Экология» из различных открытых источников. Всего было найдено 83 методики. При выполнении работы были учтены результаты рассмотрения 14 методик и обосновывающих материалов, а также заключения по методикам, направленным Минприроды России в адрес ФГБУ УралНИИ «Экология» для проверки на соответствие положениям Правил [3].

По каждой Методике был проведен анализ наличия в тексте методик и в обосновывающих материалах следующих сведений:

- подхода, применяемого в алгоритме расчета выбросов для определения массы выбросов загрязняющих веществ;
- способов получения исходных данных, необходимых для проведения расчета;
- полноты показателей и значений различных коэффициентов, предусмотренных алгоритмом расчета;
- наличия ссылок на документы по стандартизации, источники информации, на основе которых был разработан алгоритм расчета и заимствованы формулы и другие показатели, необходимые для расчета;
- наличия пояснений о том, как была разработана методика;
- наличия примеров расчета выбросов по методике.

Из 97 рассмотренных методик расчета выбросов 77 (79,4%) входят в перечень методик, сформированный Минприроды России [2]. Если учесть, что Перечень [2] включает 118 методик, можно сделать вывод, что остальные методики (21 ед.) в свободном доступе отсутствуют и их распространение возможно ограничено требованиями о соблюдении авторских прав. На основе анализа 97 методик был сформирован перечень основных наиболее распространенных замечаний:

- 1) Отсутствие полноценных сведений о разработчике методики (адрес места нахождения, контактные данные для связи), а также сведений о лицах, учувствовавших в доработке методики.
- 2) Отсутствие или неконкретность сведений о возможности распространения методики.
- 3) Полное отсутствие или несоответствие заявленной области применения названию методики.
- 4) Отсутствие в методике отдельного раздела, в котором был бы приведен перечень загрязняющих веществ, величины выбросов которых можно рассчитать по данной методике.
- 5) Несоответствие информации, содержащейся в перечне загрязняющих веществ и в наименовании методики или других разделах методики.
- 6) Указание в перечне загрязняющих веществ, а также по тексту методики разных наименований одного и того же загрязняющего вещества, в том числе и тривиальных, которые не соответствуют действующему законодательству Российской Федерации о санитарно-эпидемиологическом благополучии.
- 7) Не убедительное, голословное, основанное на одних рассуждениях обоснование алгоритма методики.
- 8) Отсутствие в описании алгоритма расчета выбросов, а также при приведении формул расчета величин выбросов, конкретных ссылок на источники заимствования, с указанием номеров страниц, формул, таблиц, графиков и номограмм.
- 9) Отсутствие в материалах к методике текстов научно-исследовательских работ, технических отчетов, результатов экспериментальных работ и других документов в случае ссылки на них при обосновании алгоритма расчета, при том, что доступа к текстам в открытых источниках не имеется.
- 10) Отсутствие в текстах методик информации о подходах, использованных при разработке расчетных методик (для рассмотренных 83 методик), при полном отсутствии в свободном доступе материалов, обосновывающих правильность методик расчетов выбросов, в том числе отсутствия публикаций, касающихся методологии выполнения исследований.

11) Отсутствие положений о соблюдении требований федерального законодательства о техническом регулировании, об обеспечении единства измерений, о стандартизации, при формировании исходных данных для расчетов выбросов в виде протоколов инструментальных измерений.

12) Отсутствие реквизитов (кодов) применяемых документах по стандартизации (при их наличии), а также кодов методик выполнения измерений.

13) Отсутствие программы и порядка выполнения измерений с указанием ссылок на аттестованные методики измерения в случае, если методика предполагает применение инструментальных измерений для определения показателей необходимых для расчета.

14) Отсутствие информации о том, как были получены исходные данные, в том числе значения удельных показателей выбросов, использованных при разработке методик, приведенных в методиках расчета выбросов, а также отсутствие ссылок на литературные источники в случае, если значения удельных выбросов были заимствованы.

15) Отсутствие в методике сведений о требованиях к получению исходных данных для расчетов выбросов, а также о требованиях к самим исходным данным.

16) Использование при разработке методик расчета каких-либо принципов получения исходных данных или расчетов, идущих в разрез с требованиями действующего законодательства.

17) Указание в методике расчета удельных показателей выброс (кг/т) и отсутствие алгоритма перерасчета загрязняющих веществ в другие единицы измерения, например, г/с и т/год.

18) Необоснованное применение в отдельных методиках по расчету выбросов от неорганизованных источников принципа отбора проб, сходного с отбором проб для подфакельных измерений, приведенного в РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы (Часть I. Разделы 1-5), при том, что РД 52.04.186-89 не предназначено для расчета выбросов с целью нормирования.

19) Отсутствие подтверждения сопоставимости величин выбросов, полученных с применением алгоритма расчета величин выбросов и формул расчета, включенных в методику, с величинами, полученными в результате измерений, в том числе полное или частичное отсутствие в составе обосновывающих материалов протоколов измерений характеристик выбросов с указанием методики (метода) измерения и средств измерений, расчетов величины выбросов на основе значений, полученных в результате измерений, а также сведений о выполнившей измерения организации, ее аттестате аккредитации с указанием области аккредитации.

20) Отсутствие в составе обосновывающих материалов официально полученных климатических и (или) метеорологических данных, не предоставление или предоставление в неполном объеме протоколов расчетов рассеивания выбросов, картографических материалов, что не позволяет выполнить полноценную проверку правильности расчетов.

21) Отсутствие в составе обосновывающих материалов программы измерений, необходимых ссылок, описания режимов работы, хода измерений и оборудования, а также других характеристик и сведений, которые бы позволили не формально, а по существу, оценить правильность результатов расчетов по методике косвенными методами, в том числе методами инструментальных измерений в контрольных точках в случае применения материально-сырьевого баланса технологического процесса при обосновании применимости методики.

22) Обоснование применимости методики, разработанной на основе инструментальных измерений, результатами аналогичных измерений, которые уже были использованы авторами для разработки методики.

23) Не представление исходных данных и/или результатов расчетов в примерах для обоснования применимости методики со ссылкой на коммерческую или другую тайну.

24) Использование в обосновывающих материалах результатов анализов проб, отбор которых выполнен при отсутствии документов стандартизации, регламентирующих такой отбор проб, например, на неорганизованных или линейных источниках выбросов.

25) Полное или частичное отсутствие в методиках примеров расчета величины выбросов по алгоритму, предложенному в методике, приведение примера расчета лишь для некоторых загрязняющих веществ и источников выбросов.

26) Наличие ошибок или несоответствий в примерах, приведенных в методике, и в прилагаемых обосновывающих материалах.

27) Отсутствие в тексте методик ссылок на приложения, а также наличие ссылок на отсутствующих в методике приложения, графики, номограммы, таблицы и формулы.

28) Отсутствие в тексте методик графиков, номограмм и таблиц, которые содержат исходные данные, необходимые для расчета выбросов.

29) Отсутствие в методике списка использованных источников информации, а также ссылок в тексте методики на эти источники.

30) Приведение в перечне документов по стандартизации наименований документов, утративших силу на момент подачи заявки на включение методики в Перечень Минприроды России.

Анализ перечня основных замечаний показывает, что, в основном, самыми важными следует считать замечания, связанные с отсутствием или недостатками обоснования алгоритма расчета в методике, а также с недостатками или полным отсутствием обоснования применимости методики расчета выбросов, связям с не приведением ссылок и полноценных примеров расчета по алгоритму методики.

Самым распространенным и существенным замечанием является полное отсутствие в текстах методик ссылок у формул и показателей, отсутствие необходимых табличных значений и графиков для их определения значений, заимствованных из литературных и других источников.

Библиографический список

1. *Об утверждении* Правил разработки и утверждения методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками [Электронный ресурс]: постановление Правительства Российской Федерации от 16.05.2016 № 422. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

2. *Перечень* методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками // «Методические документы – Минприроды России»: сайт. – URL: http://mnr.gov.ru/docs/metodiki_rascheta_vybrossov_vrednykh_zagryaznyayushchikh_veshchestv_v_atmosfernyy_vozdukh_statsionarnykh_perechen/ (дата обращения: 19.01.21).

3. *Подготовка* заключений по методикам расчета выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками по материалам, поступившим от заявителей с целью внесения указанных методик в перечень, который формируется и ведется Минприроды России; подготовка предложений по ведению перечня методик расчета выбросов в атмосферный воздух: отчет о НИР / Костылева Н.В. [и др.]. Пермь: ФГБУ УралНИИ «Экология», 2020. 265 с.

А.С. Кочергин

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.S. Kochergin

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: mr.alexkochergin@mail.ru

ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ

В сообщении рассматриваются вопросы, связанные со свалочном газом и его компонентами. Приводится краткое изложение истории формирования экологического права в области охраны атмосферы, история изучения парниковых газов, а также их источники и негативное воздействие на окружающую среду. Анализируются нормы международного и российского права, касающиеся вопросов парниковых газов, а также информация о современных нормативных актах, позволяющих осуществлять учет и контроль парниковых газов в рамках отдельных стран и производств. Приводится информация о мусорных полигонах и циклах разложения твердых бытовых отходов, выводы по количественной информации, сделанные на основе анализа ряда статей.

Ключевые термины: география; экология; атмосфера; парниковые газы; свалочный газ; биогаз; мусорные полигоны.

GREENHOUSE GASES

The article deals with issues related to landfill gas and its components. A brief summary of the history of the formation of environmental law in the field of atmospheric protection, the history of the study of greenhouse gases, as well as their sources and negative impact on the environment is given. The norms of international and Russian law relating to issues of greenhouse gases, as well as information on modern regulations that allow accounting and control of greenhouse gases within individual countries and industries are analyzed. Information is provided on landfills and cycles of decomposition of municipal solid waste, conclusions on quantitative information made on the basis of the analysis of a number of articles. Keywords: geography; ecology; atmosphere; greenhouse gases; landfill gas; biogas; landfills.

Изменение климата в настоящее время рассматривается многими государствами как один из важнейших глобальных вызовов нашего века [5]. Глобальное изменение климата превратилось в одну из наиболее острых проблем мировой экономики и политики. Глобальные изменения природной среды, которые преимущественно воспринимаются в негативном аспекте. Многие из имеющихся прогнозов неутешительны: бурный рост численности населения на планете, глобальное загрязнение природы, сокращение биоразнообразия, истощение природных ресурсов, тенденции потепления и неустойчивости климата, таяние ледников могут привести в недалёком будущем к катастрофическим последствиям [12]. Проблема изменения климата на Земле затрагивает все континенты. Результатом озабоченности мировой общественности проблемой, связанной с изменением климата, вылилась в принятие ряда международных соглашений и формировании экологического права в области охраны атмосферы. Европейский Союз заслуженно считается лидером в борьбе с потеплением климата. Именно благодаря настойчивым дипломатическим усилиям ЕС был введён в действие Киотский протокол в рамках Рамочной конвенции об изменении климата которая предусматривала существенное сокращение выбросов в атмосферу парниковых газов, в первую очередь углекислого газа, образующегося при сжигании ископаемых углеводородов (каменного угля, нефти, газа и т. д.). На сегодняшний день Евросоюзу удалось снизить выбросы CO₂ на 19% по сравнению с

уровнем 1990 года, что принципиально отличает ЕС от прочих основных загрязнителей атмосферы: в США объём выбросов повысился на 8%, а в Китае – на 189% [8]. Правовое регулирование охраны климата в Европейском союзе представляет собой систему разнообразных мер и политик, имеющих своим предметом широкий круг общественных отношений в различных секторах экономики, что обусловлено комплексным характером проблемы изменения климата [10]. В конце 2021 года в России вступил в силу опубликованный в июле Федеральный закон №296 «Об ограничении выбросов парниковых газов», который обязывает вести соответствующую отчетность и формирует понятийную базу для обращения углеродных единиц. В дополнение к Федеральному закону формируется пакет нормативной документации.

К общеизвестным парниковым газам относят диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4) закись азота (N_2O), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), гексафторид серы (SF_6) [6]. Согласно современной концепции глобального потепления, парниковые газы поглощают инфракрасные (тепловые) лучи от нагретой поверхности Земли, что препятствует охлаждению Земли и приводит к увеличению температуры воздуха [3]. В отличие от обычных загрязняющих веществ CO_2 и другие парниковые газы не оказывают прямого негативного влияния на человека и экосистемы в месте их выброса. Климатический эффект "размазывается" по всей планете. Наблюдается явное увеличение сильных и экстремально сильных явлений, связанных с осадками. Ранний ледоход, таяние вечной мерзлоты а также сокращение льдов – все это выделяется как производные от нашумевшего и известного практически всем – парникового эффекта. Кроме естественных причин (изменения солнечной активности, вулканические извержения, изменения количества атмосферных аэрозолей (твердых взвешенных частиц) естественного происхождения) повышения температуры на Земле, выделяют ряд других, к которым относятся – автомобили, энергетическая промышленность и даже мусорные полигоны.

Одной из острейших проблем человечества во все времена являлась проблема уничтожения (утилизации) бытового (а позже и промышленного) мусора. На современном этапе развития, когда потребление растет во всех странах мира и, соответственно, растет количество отходов городского и промышленного мусора, все большие и малые города оказываются в плену громадного количества полигонов, свалок, гор мусора [9].

В толще твердых коммунальных отходов, складированных на полигонах, под воздействием микрофлоры происходит биотермический анаэробный процесс разложения органических составляющих отходов. В результате этого процесса образуется биогаз, основную объемную массу которого составляют метан и диоксид углерода (таблица 1). Наряду с названными компонентами биогаз содержит пары воды, оксид углерода, оксиды азота, аммиак, углеводороды, сероводород, фенол и в незначительных количествах другие примеси, обладающие вредным для здоровья человека и окружающей среды воздействием. Количественный и качественный состав биогаза зависит от многих факторов, в том числе, от климатических и геологических условий месторасположения полигона, морфологического и химического состава отходов, условий складирования (площадь, глубина захоронения, объем), влажности, плотности и т.д., и подлежит уточнению в каждом конкретном случае [7].

В начальный период (около года) процесс разложения отходов носит характер их окисления, происходящего в верхних слоях отходов, за счет кислорода воздуха, содержащегося в пустотах и проникающего из атмосферы. Затем по мере естественного и механического уплотнения отходов и изолирования их грунтом усиливаются анаэробные процессы с образованием

биогаза, являющегося конечным продуктом биотермического анаэробного распада органической составляющей отходов под воздействием микрофлоры. Биогаз через толщу отходов и изолирующих слоев грунта выделяется в атмосферу, загрязняя ее (таблица 2). Если условия складирования не изменяются, процесс анаэробного разложения стабилизируется с постоянным по удельному объему выделением биогаза практически одного газового состава (при стабильности морфологического состава отходов) [2].

Таблица 1

Типичный состав биогаза [14]

Тип биогаза	Метан CH_4 , %	Диоксид углерода CO_2 , %	Кислород O_2 , %	Азот N_2 , %
1	55	45	-	-
2	40	30	6	24
3	45	35	1	18
4	35	30	5	30

Примечание: Тип 1 – чистый биогаз, полученный в анаэробных условиях; тип 2 – в биогазе присутствуют кислород и азот в соотношении, свойственном атмосферному воздуху. Воздух поступает за счет неплотностей во всасывающем трубопроводе; тип 3 – над поверхностью свалки засасывается воздух кислород которого используется в микробиологическом процессе; тип 4 – комбинация типов 2 и 3 [1].

За период анаэробного разложения отходов с постоянным выделением метана и максимальным выходом биогаза (четвертая фаза) генерируется около 80% от общего количества биогаза. Остальные 20% приходятся на первые три и конечную фазы, в периоды которых в образовании продуктов разложения принимают участие только часть находящихся на полигоне отходов (верхние слои отходов и медленно разлагаемая микроорганизмами часть органики). Количественный и качественный состав выбросов, приходящихся на эти фазы, зависит от состава отходов» определяемого при обследовании того или иного конкретного полигона [2].

Таблица 2

Этапы разложения органического вещества на мусорных полигонах

Этапы	Характеристика
Гидродиз	Аэробные бактерии расщепляют все легкоразлагаемые фракции, а также целлюлозосодержащие отходы на белки и липиды. Биогаз в этот период состоит из аммиака, водорода, водяного пара, сероводорода.
Ацетогенез	Анаэробные бактерии превращают вещества, созданные их аэробами в спирты – этиловый и метиловый, аминокислоты и органические кислоты.
Метаногенез	Ферментативное разложение образованных в ацетогенной фазе кислот, которое сопровождается значительным выделением газов (метан, углекислый газ, аммиак и др.).

Кроме того, известно негативное влияние компонентов свалочного газа на организм человека. В России среднее расстояние, на котором твердые бытовые отходы размещаются по отношению к черте города, составляет 20 км, однако в крупных городах дальность вывоза ТБО из города на полигон возрастает до 45 км. В популяционной и факториальной экологии до сих

пор остаётся открытым вопрос моделирования изменений популяции человека в результате длительного воздействия свалочного газа, выделяемого с полигонов ТБО и свалок. Свалочный газ является антропогенным (экзогенным) фактором воздействия на популяцию человека. Его влияние зависит от объёмов, продолжительности и ореола рассеяния в атмосферном воздухе и проявляется в росте уровня заболеваемости населения. При длительном воздействии на человека малых доз парникового газа – метана, входящего в состав свалочного газа, наблюдаются первые признаки асфиксии, при высоких концентрациях в воздухе могут возникать острые отравления [10].

Существует большое количество исследований разных лет, которые направлены на изучение эмиссии свалочного газа с полигонов твердых бытовых отходов, что позволяет проанализировать расчеты, полученные при использовании определенных методик для расчетов количественных характеристик свалочного газа. Таким образом мы можем указывать на период активного выделения биогаза, стабильность выбросов, а также количественные показатели процентного содержания компонентов свалочного газа, на основании чего можно указывать на негативное воздействие рассматриваемых мусорных полигонов не только для окружающей среды, но и для здоровья человека.

Библиографический список

1. *Абрамов Н.Ф., Вайсман Я.И., Максимова С.В. и др.* Рекомендации по расчету образования биогаза и выбору систем дегазации на полигонах захоронения твердых бытовых отходов / ФГУП Федерального центра благоустройства и обращения с отходами. М., 2003. 27 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293784/4293784075.pdf?ysclid=11upiopsy0> (дата обращения: 19.01.22).
2. *Абрамов Н.Ф., Санников Э.С., Русаков Н.В. и др.* Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов (изд. доп. и перер.). М., 2004. 20 с. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293852/4293852448.pdf?ysclid=11upmsl3uk> (дата обращения: 19.01.22).
3. *Андрианов В.А., Кудрявцева Е.В., Серебрякова В.И.* Эмиссия парниковых газов при эксплуатации Астраханского газоконденсатного месторождения // Геология, география и глобальная энергия. 2011. №4 (43). С. 174–180.
4. *Балахчина Тайра Каадыр-Ооловна.* Оценка воздействия свалочного газа с полигонов твердых бытовых отходов на человека // Научный диалог. 2012. № 2. С. 41–57.
5. *Бондаренко Л.В., Маслова О.В., Беликан А.В., Сухарева К.В.* Глобальное изменение климата и его последствия // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2018. №2(98). С. 84–93.
6. *Булаткин Г.А.* Вопросы объективной оценки эмиссии парниковых газов в атмосферу земли // Жизнь земли. 2019. Т. 41. № 4. С. 417–429.
7. *Габдрахманов А.И., Кульсаитова Л.Р., Акбалина З.Ф., Семенова Л.А.* Расчет выбросов в атмосферный воздух от объектов захоронения твердых коммунальных отходов в республике Башкортостан // Уральский экологический вестник. 2015. № 2. С. 7.
8. *Кавешников Н.Ю.* Стратегия ЕС в области климата и энергетики // Современная Европа. 2015. №1(61). С. 93–103.
9. *Малахов В.М., Гриценко А. Г., Дружинин С. В.* Городские отходы в России: состояние, проблемы, пути решения =Municipal wastes in Russia: status, problems and solutions : аналит.

Обзор. Федер. гос. бюджет. учреждение науки Гос. публич. науч.- техн. б-ка Сиб. отд-ния Рос. акад. наук. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2012. 126 с. (Сер. Экология. Вып. 98).

10. Семенихина В.А. Правовое регулирование охраны климата в Европейском союзе // Труды института государства и права Российской академии наук. 2010. №5. С. 174–187.

11. Слуцкая С.В. Некоторые итоги года экологии – проблемы мусорных полигонов // Качество науки – качество жизни. 2018. №11. С. 122–125.

12. Снакин В.В. Глобальные изменения климата: прогнозы и реальность // Жизнь Земли. 2019. Том 41. № 2. С. 148–164.

13. Трубаев П.А., Веревкин О.В., Гришко Б.М., Тарасюк П.Н., Щекин И.И., Суслов Д.Ю., Рамазанов Р.С. Исследование выхода свалочного газа с тела полигона ТБО // Энергетические системы. 2017. №1. С. 436–443.

А.Р. Мансурова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.R. Mansurova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: mansurova.adel@mail.ru

БИОРЕМЕДИАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

В статье рассматривается степень эффективности биоремедиации нефтезагрязненных почв, описаны способы повышения эффективности с помощью сорбентов естественного природного происхождения, таких как мох, березовые и сосновые опилки, торфяной сорбент. Описаны методы биоремедиации *in situ* и *ex situ*, а также ее виды: ризофильтрация, фитоэкстракция, фитодеградация, биостимуляция, биодополнение. Отмечено преимущество использования именно данного способа биологической очистки.

Ключевые термины: биоремедиация; нефтезагрязненные почвы; биологическая очистка; загрязнение; сорбенты.

BIOREMEDIATION OF OIL-CONTAMINATED SOILS

The article examines the degree of efficiency of bioremediation of oil-contaminated soils, describes ways to increase efficiency using sorbents of natural origin, such as moss, birch and pine sawdust, peat sorbent. Methods of bioremediation *in situ* and *ex situ*, as well as its types are described: rhizofiltration, phytoextraction, photodegradation, biostimulation, bioadditioning. The advantage of using this particular method of biological purification is noted.

Keywords: bioremediation; oil-contaminated soils; biological purification; pollution; sorbents.

Современный мир не стоит на месте. Чем стремительнее он развивается, тем больше добывается разных полезных ископаемых, в том числе и нефть. Добыча нефти является трудоемким процессом, который требует создание комплексов производственных сооружений, как правило, разобщенных территориально, но взаимосвязанных систем трубопроводов, энергопередач и организации работы. Каждое сооружение для добычи нефти является потенциальным источником ее разливов [7]. В связи с этим растет необходимость в применении различных методов очистки нефтезагрязненных почв. Например, таких, как биоремедиация.

Биоремедиация (*bio* – жизнь, *remedio* – лечение) – это один из способов биологической очистки. Она основана на внедрении в загрязненную экосистему активных микроорганизмов-деструкторов. Сам процесс заключается в преобразовании загрязнителя в нетоксичные формы, используя микробиологические процессы, которые могут приводить к полной минерализации углеводов до диоксида углерода и воды [2,6]. Исходя из определения можно сделать вывод, что главной целью биоремедиации является восстановление загрязненной экосистемы.

Главным преимуществом использования биоремедиации является ее экологичность. В отличие от других методов очистки нефтезагрязненных почв, технология биоремедиации основана на процессах самоочищения живой природы, и, как правило, при этом отсутствуют вторичные отходы, образующиеся при других способах очистки [8].

В зависимости от места проведения биоремедиации ее разделяют на такие **методы**, как ***in situ*** и ***ex situ***. Биоремедиация ***In situ*** или «На месте» – это биологическая очистка загрязненной почвы и грунтовых вод без выемки грунта или без откачки и обработки грунтовых вод над почвой. Это процесс, при котором органические загрязнители биологически разлагаются

в естественных условиях либо до двуоксида углерода и воды, либо до ослабленного продукта трансформации [9,11].

В отличие от *in situ*, **ex situ** предполагает собой извлечение загрязненной почвы, перемещение ее на площадки обезвреживания, агротехнические работы; отмывание извлеченной почвы от загрязнения (в основном от нефти), возвращение на прежнее место и проведение мелиорации; экскавация почвы и проведение жидкофазной или твердофазной ферментации в биореакторах с добавлением биогенных элементов в аэробных или анаэробных условиях (несколько дней или месяцев, снижение концентрации ксенобиотика на 90–99%) [8]

Биоремедиацию также можно разделить на **виды** в зависимости от того, какие биологические агенты – растения, микроорганизмы, грибы, – используются в процессе очистки. Ниже представлены *только некоторые* из них (рис. 1):

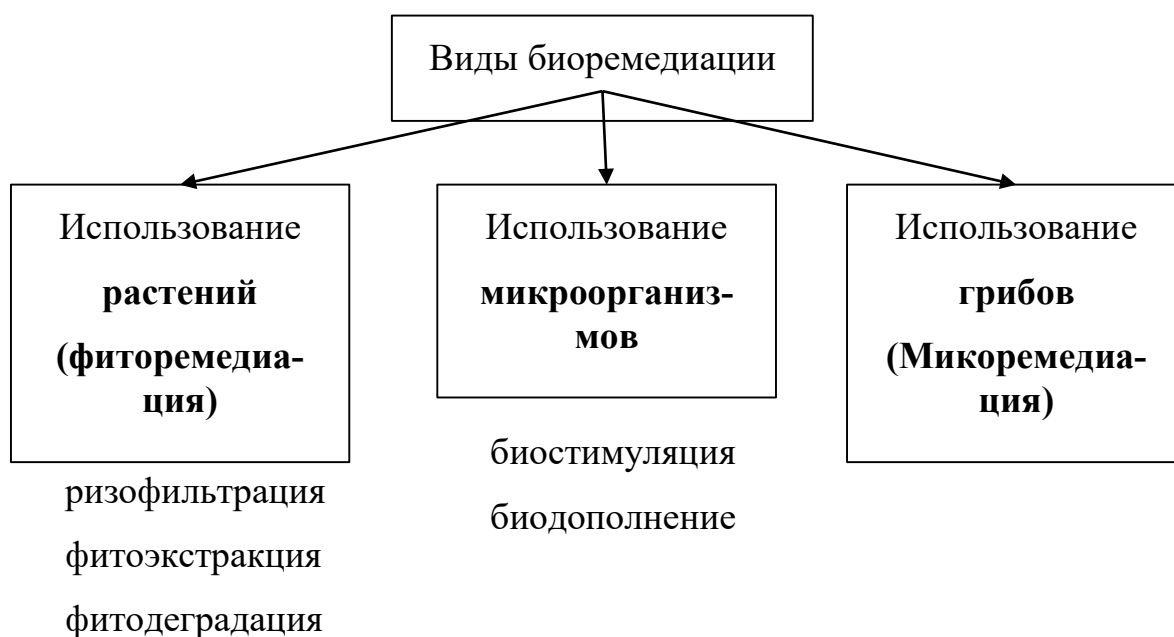


Рис. 1. Виды биоремедиации

Ризотифiltrация – процесс сорбции загрязнителя на корнях или других частях растений, что также актуально при ликвидации неорганических загрязнений [8]. Ризотифiltrация чаще применяется к очистке сточными вод, загрязненных водных путей или системам грунтовых вод. Идеальное растение для ризотифiltrации должно иметь быстрорастущие корни, способные удалять загрязняющие вещества из растворов в течение длительных периодов времени [10].

Фитоэкстракция – это поглощение, транслокация и аккумуляция загрязнителя в растениях. Процесс лежит в основе очистки почв от тяжелых металлов и радионуклидов [8]. Как правило, процесс фитоэкстракции включает пять основных этапов: мобилизацию загрязняющих веществ в ризосфере, поглощение загрязняющих веществ корнями растений, перемещение в воздушные части растений и связывание загрязняющих веществ в тканях растений [10].

Фитодегградация – Некоторые растения могут разлагать поглощенные загрязняющие вещества до менее токсичных соединений либо с помощью метаболического процесса растения, либо с помощью ферментов. Таким образом, фитодегградация – это метаболическая стратегия растений по детоксикации и дегградации загрязняющих веществ в тканях растений [10].

Биостимуляция – активизация деградирующей способности аборигенной микрофлоры внесением биогенных элементов, кислорода, различных субстратов [4].

Биодопалнение – интродукция природных и генноинженерных штаммов-деструкторов чужеродных соединений [4].

Выбор вида биоремедиации будет влиять на эффективность очистки. Например, ризо-фильтрация будет наименее или вовсе неэффективна т.к. ее использование заключается больше в очистке вод, а не почв.

Говоря об эффективности стоит отметить и некоторые факторы, которые на нее влияют:

Температура. Она влияет на скорость биодеструкции. Оптимальная температура для большинства микроорганизмов-биодеструкторов 30–37°C [3].

Концентрация поллютанта. Чем выше концентрация загрязнения, тем оно дольше будет находиться в окружающей среде. Если его концентрация превышает уровень токсичности для микроорганизмов, то биодеградация замедляется или прекращается [3].

Эффективность биоремедиации можно повысить с помощью различных биопрепаратов, сорбентов разного происхождения (естественные, искусственные) и биодеструкторов. Потенциал сорбентов расширяет возможности биологической очистки нефтезагрязненных почв. Внесение в почву оптимальных доз сорбентов обеспечивает более благоприятные условия для активации абиогенных или специально-вносимых микроорганизмов-деструкторов, а также для роста растений-фитомелиорантов [5].

Рассмотрим повышение эффективности биоремедиации нефтезагрязненных почв на примере эксперимента с помощью внесения в почву естественных сорбентов: мха, березовых и сосновых опилок, торфяного сорбента.

Модельные образцы почвы создавались в лабораторных условиях путем внесения в почву нефтепродуктов, итоговая концентрация углеводов в почве составила 4,2 г/кг. Исследуемые сорбенты вносились в почву в объеме 10-10,1% от общей массы. Сам эксперимент длился 90 дней. По истечению срока в исследуемых образцах вновь измерили концентрацию углеводов (рис. 2).

Результаты данного эксперимента показали, что в образце №1 почвы контрольного варианта (без сорбентов, без аэрации, без увлажнения) через 90 суток составила примерно **3,7 г/кг**. В модельном образце №2 (без сорбентов, с аэрацией, с увлажнением) концентрация углеводов составила **2,27 г/кг**, что вдвое ниже исходной концентрации. В модельных образцах №3 почвы с добавлением сорбента из мха и №4 с добавлением березовых опилок концентрация углеводов составила **1,68 г/кг**. В модельных образцах №5 почвы с добавлением торфяного сорбента и №6 с добавлением сосновых опилок концентрация углеводов составила **1,61 г/кг** [1].

Данный эксперимент наглядно дает увидеть картинку того, насколько эффективно использование сорбентов. Кроме того, использование вышепредставленных сорбентов имеют низкую себестоимость и высокую нефтеемкость, поэтому их применение в биоремедиации представляется перспективным [1].

Проведенный обзор позволяет сформулировать следующие выводы. Применение биоремедиации и способы ее улучшения продолжают оставаться актуальными и являются одним из наиболее эффективных и экологических способов очистки нефтезагрязненных почв.

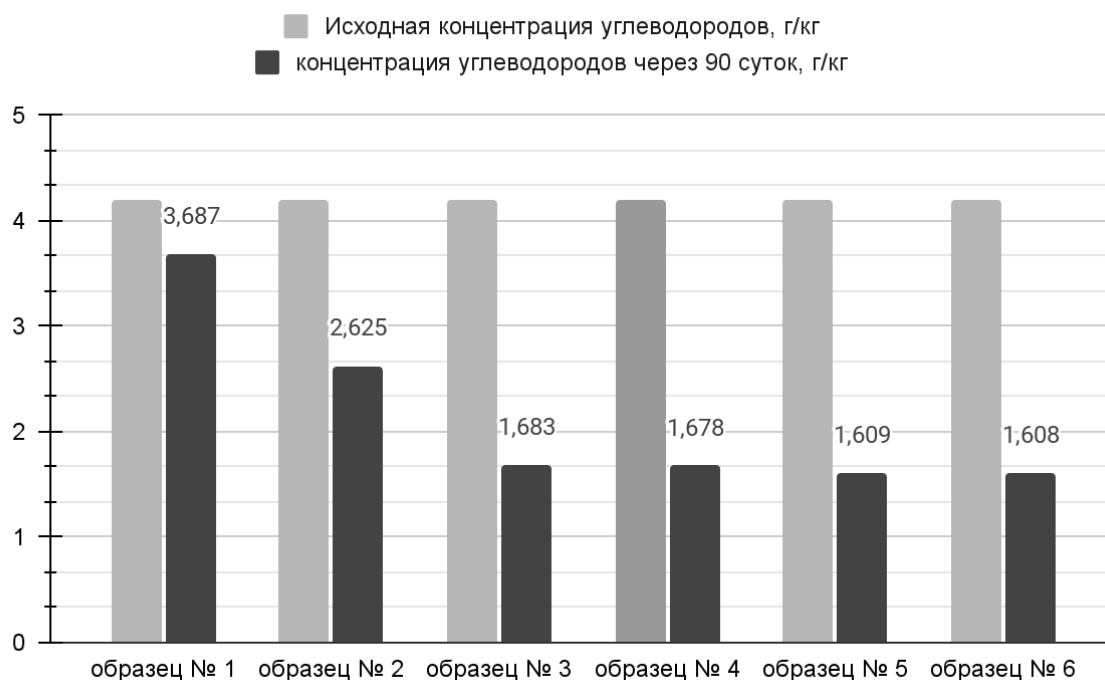


Рис. 2. Содержание углеводов в модельных образцах почвы через 90 суток эксперимента, г/к

Библиографический список

1. Амосова А.А. Предложение по усовершенствованию технологии биорекультивации нефтезагрязненных почв с помощью сорбентов естественного природного происхождения // E-SCIO. 2021. № 3. С. 230–235.
2. Корольченко Д.А. Современные биоремедиационные технологии // Пожаровзрывобезопасность. 2007. №5. С.75–78.
3. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. М.: Мир, 2006. 504 с.
4. Маджугина А.А., Горелкина Г.А., Троценко И.А., Кныш А.И. Биотехнологическое восстановление земель сельскохозяйственного назначения // Вестник алтайского государственного аграрного университета. 2015. №15. С. 49–52.
5. Мязин В.А., Исакова Е.А., Васильева Г.К. Влияние гранулированного активированного угля на скорость биоремедиации почв мурманской области, исторически загрязненных нефтепродуктами // Проблемы региональной экологии. 2020. № 2. С. 20–26.
6. Руденко Е.Ю. Биоремедиация нефтезагрязненных почв органическими компонентами отходов пищевой (пивоваренной) промышленности: Автореф. дис. Владимир, 2015. 32 с.
7. Шульгина Т.В. Причины разлива нефти // Проблемы науки. 2018. № 2. С. 34–37.
8. Янкевич М.И., Хадеева В.В., Мурыгина В.П. Биоремедиация почв: вчера, сегодня, завтра // Биосфера. 2015 № 2. С. 199–208.
9. Kirsten S. Jørgensen. In Situ Bioremediation // Advances in applied microbiology. 2007. 61. P. 285–301.
10. Meng Wang, Shibao Chena, Xingyong Jiab and Li Chenc. Concept and types of bioremediation. Chapter. Jan 2021.
11. Yuniati M.D. Bioremediation of petroleum-contaminated soil: A Review // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. 8 с.

А.Г. Михайлова

Удмуртский государственный университет,
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1/1

A.G. Mikhailova

Udmurt State University, 426034, Izhevsk,
Universitetskaya st., 1/1

e-mail: honey.mixailova.@mail.ru

**ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА (СОС) У ДВУСТВОРЧАТЫХ
МОЛЛЮСКОВ СЕМЕЙСТВА UNIONIDAE НА РАЗНЫХ УЧАСТКАХ РЕКИ ИЖ
(УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)**

Исследованы базовые уровни показателей окислительного стресса двустворчатых моллюсков сем. *Unionidae*, как объектов оценки влияния антропогенного загрязнения на водные организмы. Биомаркерами служили малоновый диальдегид (MDA), активность каталазы (CAT), глутатион-S-трансферазы (GST) и содержания низкомолекулярных компонентов восстановленного глутатиона (GSH). Произведен анализ содержания тяжелых металлов в донных отложениях и в организмах моллюсков (раковина, мягкие ткани). Рассчитаны коэффициенты накопления тяжелых металлов в раковинах и мягких тканях моллюсков.

Ключевые термины: тяжелые металлы; двустворчатые моллюски; *Unionidae*; биомаркеры окислительного стресса.

**INDICATORS OF THE STATE OF OXIDATIVE STRESS (SOS) IN BIVALVES OF THE FAMILY
UNIONIDAE ON DIFFERENT SECTIONS OF THE IZH RIVER
(UDMURT REPUBLIC)**

The baseline levels of indicators of oxidative stress of bivalve mollusks of the family *Unionidae*, as objects of assessment of the impact of anthropogenic pollution on aquatic organisms, have been studied. The biomarkers were malondialdehyde (MDA), catalase activity (CAT), glutathione-s-transferase (GST) and the content of low molecular weight components of reduced glutathione (GS). The analysis of the content of heavy metals in bottom sediments and in mollusk organisms (shell, soft tissues) was carried out. The coefficients of accumulation of heavy metals in shells and soft tissues of mollusks are calculated.

Keywords: heavy metals; bivalves; *Unionidae*; oxidative stress biomarkers.

Двустворчатые моллюски широко используются как чувствительные и удобные объекты в мониторинге химического загрязнения водной среды, поскольку они ведут донный малоподвижный или прикрепленный образ жизни, являются фильтраторами, аккумулирующими множество загрязняющих веществ, которые относительно медленно подвергаются метаболической биотрансформации и выведению из их организма [5].

На данный момент на территории Удмуртии достоверно зарегистрировано 26 видов двустворчатых моллюсков из 3 семейств. *Unionidae* представлены 5 видами: *Unio (Unio) pictorum* (Linnaeus, 1758), *U. (U.) tumidus* (Philipsson, 1788), *U. (Crassiana) crassus* (Retzius, 1788), *Anodonta (Colletopterum) anatina* (Linnaeus, 1758), *Anodonta (Anodonta) cygnea* (Linnaeus, 1758) [8].

Цель исследования – определить содержание биомаркеров состояния окислительного стресса двустворчатых моллюсков семейства *Unionidae* на разных участках реки Иж.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) провести биохимические анализы в тканях моллюсков для определения показателей состояния окислительного стресса;
- 2) проанализировать содержание тяжелых металлов (ТМ) в организмах моллюсков и в донных отложениях (ДО);

3) рассчитать коэффициенты накопления для некоторых тяжелых металлов и мышьяка.

Одним из методов биодиагностики окружающей среды является биомаркирование. В настоящее время в качестве кандидатов в биомаркеры исследуются многие показатели метаболизма гидробионтов и их морфофункциональные параметры. Степень их изученности различна. Некоторые биомаркеры изучены достаточно хорошо, по ним имеется обширная базовая информация, они успешно используются в научной и экологической практике. Биомаркеры могут быть *специфическими* и *неспецифическими*. *Специфические биомаркеры* указывают на биологический эффект конкретного типа воздействия. *Неспецифические биомаркеры* не указывают на конкретную причину эффекта, но отражают общий, комплексный характер комбинированного воздействия. К такому типу биомаркеров относят набор показателей, указывающий на развитие в клетке состояния окислительного стресса: продукты перекисного окисления липидов – малоновый диальдегид (MDA), изменение активности ферментов каталазы (CAT), глутатион-S-трансферазы (GST) и содержания низкомолекулярных компонентов восстановленного глутатиона (GSH) системы антиоксидантной защиты (АОЗ) в различных тканях организма [9].

Иж – река, образующаяся слиянием двух рек Большого и Малого Ижа. Длина реки – 237 км (включая Большой Иж – 259 км). Площадь водосбора 8510 км², в том числе выше Ижевского пруда – 1640 км². Течёт от истока в южном направлении по территории Удмуртии и Татарстана (длина в Татарстане – 97 километров), впадает в Каму в 124 км от её устья [3]. Одним из крупных источников загрязнения является город Ижевск.

Материал для исследования был отобран на пяти точках реки Иж в 2021 году, для сравнения были выбраны точки выше и ниже города Ижевска:

1. р. Иж, (выше г. Ижевска), Бегешкинское месторождение нефти. Координаты: 57.093831 N, 53.285150 E.
2. р. Иж, (выше г. Ижевска), мост а/д Якшур-Бодьинский тракт – д. Люк Шудья ниже р. Вожойки. Координаты: 57.002898 N, 53.102363 E.
3. р. Иж, (ниже г. Ижевска), д. Иж-Байки. Координаты: 56.404487 N, 52.970602 E.
4. р. Иж, (ниже г. Ижевска), д. Русская Шаршад. Координаты: 56.237071 N, 52.945658 E.
5. р. Иж, (ниже г. Ижевска), мост а/д Агрыз – д. Красный Бор. Координаты: 56.126394 N, 52.988948 E.

Донные грунты на описанных участках был песчано-илистый или илисто-песчаный. Скорость течения менялась в интервале от 0,17 м/сек до 0,5 м/сек.

Объектом исследования служили крупные (60-80 см.) половозрелые моллюски Беззубка (*Anodonta anatina*) и Перловица (*Unio pictorum*). Пробы отбирались гидробиологическим скребком или вручную. Материал фиксировался в полевых условиях жидким азотом и транспортировался в холодильных контейнерах. Видовая диагностика моллюсков производилась по признакам раковины и особенностям строения мягкого тела с использованием определителей и отдельных статей [1]. Биохимические исследования проводили в лаборатории физиологии и токсикологии ИБВВ им. И.Д. Папанина РАН. У каждого моллюска мягкие ткани целиком отделяли от раковины и готовили объединенную пробу из 3-5 особей одного вида. После вскрытия собранных проб, в мягких тканях моллюсков определяли параметры системы АОЗ: активность каталазы (CAT) [6], глутатион-S-трансферазы (GST) [12], содержание восстановленного глутатиона (GSH) [13], малонового диальдегида (MDA) [1], общий белок – по методу Брэдфорда [11]. Донные отложения и организмы моллюсков с точек отбора также были направлены в лабораторию Polymet Trading Limited для определения содержания тяжелых металлов.

Были рассчитаны коэффициенты накопления тяжелых металлов и As в раковинах и мягких тканях моллюсков.

Полученные результаты представлены в виде средних значений (таблица). Показатели MDA в тканях *Unio pictorum* изменялись в пределах 8,5-31 ммоль/гр, что в два раза выше показателей *Anodonta anatina*. Схожие данные по *Unio pictorum* из Рыбинского водохранилища в 2015 год [10]. Показатели содержания GST были в пределах от 0,1 до 1,3 ммоль/гр у исследуемых видов. По *Unio pictorum* данный показатель из Рыбинского водохранилища был выше в 5 раз. Отмечается высокое содержание восстановленного глутатиона GSH в жабрах моллюсков, по сравнению с другими тканями. Содержание каталазы варьировало от 4,2 до 9,6 ммоль/гр, что значительно меньше, чем у моллюсков из Рыбинского водохранилища (32-211,2 ммоль/гр).

Таблица

Содержание показателей СОС в тканях и органах моллюсков из р. Иж, ммоль/гр.

Участки реки	Вид, биомаркеры Ткани	<i>Unio pictorum</i>				<i>Anodonta anatina</i>			
		MDA	GST	GSH	CAT	MDA	GST	GSH	CAT
Выше Ижевска	нога	8,46	0,75	0,33	4,23	4,32	0,21	0,37	5,65
	жабры	19,92	0,48	3,64	4,60	7,64	0,34	1,18	5,56
	смесь	30,76	0,71	0,74	5,43	5,98	0,62	0,38	6,38
	гепатопанкреас	11,70	0,77	0,80	8,43	9,68	0,06	0,32	6,45
	мантия	17,37	0,46	1,67	4,62	6,36	0,28	0,13	5,68
Ниже Ижевска	нога	10,01	0,80	0,26	4,52	4,21	0,49	0,20	4,82
	жабры	23,26	0,61	4,21	4,46	5,67	1,35	2,10	5,33
	смесь	12,99	1,33	0,78	7,57	6,10	0,93	0,15	8,04
	гепатопанкреас	19,29	0,69	0,81	8,09	6,51	0,28	0,25	5,77
	мантия	6,79	0,75	1,62	6,35	2,35	0,25	0,15	5,58

Тяжелые металлы в ДО представлены в различных формах: в нерастворимых продуктах химического выветривания горных пород и минералов, в виде связанных комплексов с органическим материалом. Большая часть ТМ, входящих в состав выбросов и стоков от предприятий, связывается и остается в ДО [2].

Недостатком Российской системы мониторинга и управления водными ресурсами является отсутствие нормативов химического состава донных отложений. В Единой государственной системе мониторинга за состоянием окружающей природной среды (РД 52.24.609- 2013) указано, что «информация о состоянии водных объектов без учета сведений о загрязнении донных отложений может привести к ошибочным выводам, поэтому наблюдение за донными отложениями становятся неотъемлемой частью мониторинга водных объектов» [4]. Нормативы для донных отложений были взяты из критериев оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга (1996). Согласно указанному нормативу предельный уровень Pb – 530 мг/кг, Cd – 2 мг/кг, Hg – 0,5 мг/кг, Cu – 35 мг/кг, Ni – 35 мг/кг, Zn – 480 мг/кг, Cr – 380 мг/кг, As – 55 мг/кг. мг/кг.

Валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка в ДО реки Иж были следующими:

- Pb на участке выше города Ижевска – 27,7 мг/кг; ниже города – 22,6 мг/кг;
- Cd на участке выше города Ижевска – 1,6 мг/кг; ниже города – 0,5 мг/кг;
- Cu на участке выше города Ижевска – 51,3 мг/кг; ниже города – 30,8 мг/кг;
- Co на участке выше города Ижевска – 4,8 мг/кг; ниже города – 0,9 мг/кг;
- As на участке выше города Ижевска – 4 мг/кг; ниже города – 1,1 мг/кг.

По полученным результатам содержание тяжелых металлов в ДО выше города Ижевска превышает значения по участкам ниже города Ижевска. Данное обстоятельство объясняется тем, что в районах выше города ведется активная нефтедобыча, а участки отбора ниже Ижевска находятся на значительном удалении от города и в реке происходит самоочищение. Установленные показатели содержания тяжелых металлов укладываются в нормативы для Санкт-Петербурга (1996).

В ходе статистического анализа получены значимые коэффициенты корреляции Спирмена. При повышении минерализации воды отмечено снижение валового содержания Pb ($r_s = -0,95$; $n=13$; $p<0,01$), Cd ($r_s = -0,85$; $n=13$; $p<0,01$); Co ($r_s = -0,80$; $n=13$; $p<0,01$); Fe ($r_s = -0,95$; $n=13$; $p<0,01$); Mn ($r_s = -0,95$; $n=13$; $p<0,01$); As ($r_s = -0,80$; $n=13$; $p<0,01$).

Концентрация тяжелых металлов и мышьяка в тканях моллюсков были следующими:

- Pb в раковине – 0,2 мг/кг; в мягких тканях – 0,4 мг/кг;
- Cd в раковине – 0,2 мг/кг; в мягких тканях – 0,02 мг/кг;
- Cu в раковине – 12,8 мг/кг; в мягких тканях – 8,6 мг/кг;
- Zn в раковине – 99,1 мг/кг; в мягких тканях – 32,8 мг/кг.
- Hg в раковине – 0,19 мг/кг; в мягких тканях – 0,08 мг/кг;
- As в раковине – 0,15 мг/кг; в мягких тканях – 0,04 мг/кг.

Исходя из расчетов, коэффициенты накопления тяжелых металлов в организмах моллюсков были различны, так в раковинах моллюсков Zn варьировал в диапазоне 0,8-2,3; Hg от 0,9 до 2,4; Cu от 0,1 до 0,5; As от 0,01 до 0,03.

Также было отмечено, что при повышении минерализации воды, снижалось валовое содержание Pb в раковинах моллюсков и в мягких тканях ($r_s = -0,59$; $n=13$; $p<0,05$); Cd в мягких тканях ($r_s = -0,60$; $n=13$; $p<0,05$); Cu в мягких тканях ($r_s = -0,66$; $n=13$; $p<0,05$), Zn в раковине ($r_s = -0,56$; $n=13$; $p<0,05$); Fe в раковине ($r_s = -0,56$; $n=13$; $p<0,05$); Hg в мягких тканях ($r_s = -0,62$; $n=13$; $p<0,05$); As в раковине ($r_s = -0,57$; $n=13$; $p<0,05$).

Выводы:

1. В приведенной исследовательской работе были определены показатели состояния окислительного стресса у двустворчатых моллюсков семейства *Unionidae*. Для каждого вида они специфичны. Показатели СОС на участках с разной антропогенной нагрузкой не были сильно различимы. В органах и мягких тканях моллюсков биомаркеры имели небольшую закономерность.

2. Были определены уровни содержания тяжелых металлов, как в донных отложениях, так и в организмах самих моллюсков. По сравнению с валовыми концентрациями для Санкт-Петербурга содержание тяжелых металлов и мышьяка не превышали нормативы. Но на участках выше Ижевска содержание тяжелых металлов превышали значения ниже города, так как в районах выше от города идет активная нефтедобыча.

3. Рассчитаны коэффициенты накопления тяжелых металлов и мышьяка для двустворчатых моллюсков. Данные коэффициенты не имели высоких значений и были в норме на разных участках реки Иж.

Библиографический список

1. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука, 1972. 256 с.
2. Ганеева М.В. Тяжелые металлы в воде и донных отложениях Рыбинского водохранилища // Вода: химия и экология. 2013. № 5. С. 3–7.
3. Государственный водный реестр Удмуртии. 2013.

4. Каргапольцева И.А., Холмогорова Н.В., Сырых И.В. Экологическое состояние реки Карлутка г. Ижевска // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: материалы VII Всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной памяти д.б.н., проф. Б. А. Флерова. Борок. 2020. С. 90–92.
5. Климова Я.С. Влияние природных и антропогенных факторов среды на показатели оксидативного стресса двустворчатых моллюсков сем. *Dreissenidae*: дис. ... канд. биол. наук. Борок. 2018. 79 с.
6. Королук М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. 1988. № 1. С. 16–18.
7. Овчанкова Н.Б. Пресноводные моллюски бассейна Верхней и Средней Камы: дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2021. 319 с.
8. Холмогорова Н.В., Овчанкова Н.Б., Михайлова А.Г. Двустворчатые моллюски Вятско-Камского междуречья (Удмуртская Республика) // Вестник Удмуртского государственного университета. 2021. Т. 31. Вып. 4. С. 378.
9. Чуйко Г.М., Томилина И.И., Холмогорова Н.В. Комплексная оценка биоэкологических и химических систем. Ярославль: ЯрГУ, 2018. 140 с.
10. Чуйко Г.М., Холмогорова Н.В. Показатели состояния оксидативного стресса (СОС) двустворчатых моллюсков сем. *Unionidae* как биомаркеры антропогенной нагрузки на пресноводные объекты // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов : тр. VI Междунар. науч.-практ. конф., 2017 г., г. Пермь. Т. 2. Качество воды. Геоэкология. С. 96–100.
11. Bradford M. A rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principal of Protein Dye Binding // Analytical Biochemistry. 1976. V. 72. P. 248–254.
12. Habig W.H., Pabst M.J., Jacoby W.B. Glutathion-S-transpherase. The first enzymatic step in mercapturic acid formation // Journal of Biological Chemistry. 1974. V. 249. № 22. P. 7130–7139.
13. Moron M.S., Depierre J.W., Mannervik B. Levels of glutathione, glutathione reductase and glutathione s-transferase activities in rat lung and liver // Biochimica et Biophysica Acta. 1979. V. 582. № 1. P. 67–78.

В.А. Мулина, И.А. Беляева

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

V.A. Mulina, I.A. Belyaeva

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)

В работе рассматривается возможность проведения перспективного геоэкологического исследования Камского водохранилища, которое направлено на развитие проекта «Живая Кама», направленного на улучшение экологического состояния Камского бассейна. Представлено краткое обобщение научных достижений в области изучения реки Камы и перспективные исследования ее бассейна.

Ключевые термины: геоэкологические исследования; Камское водохранилище; экологическое состояние; живая Кама.

PROSPECTS FOR GEOECOLOGICAL RESEARCH (BY THE EXAMPLE OF THE KAMA RESERVOIR)

The report considers the possibility of conducting a new geoecological study of the Kama reservoir, which will make it possible to create the Living Kama project on its basis. This project is aimed at improving the ecological state of the Kama basin. A generalization of scientific achievements in the field of studying Kama and promising studies of Kama are presented.

Keywords: geoecological research; Kama reservoir; ecological state; living Kama.

За последние годы проблемы в области водопользования существенно обострились из-за антропогенного воздействия, которое привело к изменениям гидрологических и гидрохимических параметров в бассейнах крупных рек. В наиболее обжитых районах страны не осталось крупных рек, не нарушенных хозяйственной деятельностью, как на водосборах, так и в руслах самих рек. Существенное влияние на сток и качество воды оказали: агротехническое лесомелиоративные мероприятия; урбанизация и др.

В настоящее время идет обсуждение крупного технологического субрегионального проекта «Живая Кама», направленного на улучшение экологического состояния реки Камы. Проект содержит технологические, управленческие и инфраструктурные мероприятия, которые предполагается реализовывать в 5 регионах.

Геоэкологическое состояние р. Камы определяется комплексом историко-географических и современных экологических факторов. Существенное влияние на режим реки и ее гидрологические и гидрохимические и биотические особенности оказывает наличие водохранилищ. Сейчас качество воды в бассейне соответствует 3-му классу загрязненности, разряда «А» – вода «загрязненная», а в некоторых местах разряд «Б» – вода «очень загрязненная». Среди основных загрязняющих веществ р. Камы являются: нефтепродукты, медь, цинк, никель, марганец, железо, фенолы [1].

Вопросам географического и геоэкологического состояния рек посвящен ряд научных исследований. Нами выполнен анализ работ, опубликованных в 2015-2021 гг, большая часть из них относится к публикациям в научных журналах, входящих в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), к журналам, рекомендованным ВАК для публикации основных

научных достижений и учитываемых при защитах диссертаций. Объектами исследования в рассмотренных статьях являются реки: Обь, Иртыш, Волга, Амур, Енисей, Кама и ее притоки. Предметом исследования чаще всего являются: гидрология, химизм, геоэкологические проблемы.

Анализ статей, показал, что наиболее актуальным является вопрос необходимости организации и развития системы экологического мониторинга с целью предотвращения еще большего загрязнения рек и своевременного принятия мер в зонах интенсивного антропогенного воздействия. Обращаясь к состоянию рек Камского бассейна мы видим, что геоэкологические проблемы в первую очередь наблюдаются на таких реках как: Кама, Вишера, Толыч. Необходим мониторинг состояния Камского водохранилища. В ходе его исследования мы сможем создать новую методологию экологического нормирования и расчета экологических рисков.

Кроме того, в зонах интенсивного техногенного воздействия современные отложения являются сложным природно-техногенным образованием и объединяют как природные, так и техногенные особенности территории речного бассейна. На формирование донных отложений и их химический состав оказывают влияние предприятия, осуществляющие сброс в водные объекты [2].

На основе анализа научных публикаций выделена первоочередная задача по изучению геохимических особенностей донных отложений в Камском водохранилище. Исследование донных отложений будет одной из начальных ступеней в изучении Камского водохранилища и реки Камы в целом. Это позволит нам уточнить влияние сброса сточных вод на степень загрязненности донных отложений.

При этом, изучение геохимических особенностей должно быть синхронизировано с текущими гидрологическим исследованиями, что обеспечит междисциплинарность работы. Гидрологами ПГНИУ особое внимание уделяется вопросам формирования наносов. В результате стока наносов, процессов абразии и аккумуляции в водохранилищах происходит коренная “перестройка” подводного рельефа: разрушение островов, заполнение депрессий продуктами разрушения берегов, формирование иловых отложений и их перераспределение сложной системой течений. Изучение факторов формирования рельефа дна является важной проблемой при прогнозировании пространственно-временных изменений ложа и сроков эксплуатации водохранилища.

На первом этапе нами запланированы исследования по профилю Чермоз-Нижний Лух. Местоположение и количество точек отбора грунтовых колонок выбрано по принципу наиболее полного освещения участков с аномальными значениями прироста отложений дна. Наибольшее количество точек расположено в самой глубоководной части, так как наносы под воздействием течений транспортируются от берегов в зону русла.

Библиографический список

1. Государственный ежегодный доклад «Состояние и охрана окружающей среды Пермского края» за 2020 год. URL: <http://old.priroda.permkrai.ru/environment-control/doklad/> (дата обращения: 19.01.22).
2. *Меньшикова Е.А., Блинов С.М.* Современное состояние донных отложений рек Кизеловского угольного бассейна // Минералогия техногенеза. 2005. Т. 6. С. 238–250.
3. *Тихомиров О.А., Сердитова Н.Е.* Аккумуляция тяжелых металлов в донных отложениях реки Волги // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2020. № 4 (42). С. 169–178.

**А.В. Мякишева, Т.Н. Сомова,
А.З. Ощепкова**

ФГБУ УралНИИ «Экология»,
614039, г. Пермь, Комсомольский проспект,
61а

**A.V. Myakisheva, T.N. Somova,
A.Z. Oshchepkova**

FSBI UralNII «Ecology», 614039, Perm, Kom-
somolsky prospect, 61a

e-mail: myakisheva@ecology.perm.ru

ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ

Статья посвящена проблеме учета выведенных из эксплуатации объектов размещения отходов (ОРО), являющихся потенциальными источниками техногенной трансформации природной среды. С целью информационно-аналитического обеспечения Минприроды России в области размещения отходов ФГБУ УралНИИ «Экология» осуществляет сбор и систематизацию данных о специализированных объектах, на которых осуществляется размещение отходов, на основе официальных данных о включении, изменении и исключении объектов размещения отходов в Государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО). В отличие от официального информационного ресурса ГРОРО, формируемая база данных объектов размещения отходов содержит сведения об ОРО, выведенных из эксплуатации, тем самым позволяет держать их в поле зрения и дает возможность при необходимости учитывать их воздействие на окружающую среду. При анализе базы данных ОРО, выведенных из эксплуатации, выявлено, что наибольшее количество объектов (63 %) представляют собой хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, главным образом, являющиеся шламовыми амбарами. Как правило, на таких объектах размещаются буровые шламы, буровые растворы, связанные с добычей сырой нефти, представляющие собой дисперсные системы. Шламовые амбары выступают как отдельные источники техногенной трансформации природной среды, так как могут оказать техногенное воздействие на природные объекты в результате возможных аварийных ситуаций, а также некачественно выполненных работ по ликвидации и рекультивации шламовых амбаров. В связи с ежегодным увеличением количества выведенных из эксплуатации шламовых амбаров, учет таких ОРО является крайне актуальным.

Ключевые термины: объекты размещения отходов; государственный реестр объектов размещения отходов; отходы; шламовый амбар; охрана окружающей среды.

PROBLEMS OF FCCOUNTING FOR DECOMMISSIONED WASTE DISPOSAL FACILITIES

The article is devoted to the problem of accounting for decommissioned waste disposal facilities (WDF), which are potential sources of technogenic transformation of the natural environment. For the purpose of information and analytical support of the Ministry of Natural Resources of Russia in the field of waste disposal, the Federal State Budgetary Institution Ural Research Institute "Ecology" collects and systematizes data on specialized facilities where waste is placed, based on official data on the inclusion, change and exclusion of waste disposal facilities in the State Register of waste disposal facilities waste. Unlike the official information resource of the State Register of waste disposal facilities waste, the generated database of waste disposal sites contains information about the decommissioned WDFs, thereby keeping them in the field of view and making it possible, if necessary, to take into account their impact on the environment. When analyzing the database of WDFs decommissioned, it was revealed that the largest number of facilities (63%) are storage facilities intended for storage of mining waste and / or mineral processing, mainly sludge pits. As a rule, drilling cuttings, drilling fluids associated with the extraction of crude oil, which are dispersed systems, are placed at such facilities. Sludge pits act as separate sources of technogenic transformation of the natural environment, as they can have a technogenic impact on natural objects as a result of possible emergencies, as well as poor-quality work on the liquidation and reclamation of sludge pits. Due to the annual increase in the number of decommissioned sludge pits, accounting for such WDF is extremely relevant.

Keywords: waste disposal facilities; state register of waste disposal facilities; waste; sludge pit; environmental protection.

В России размещение отходов остается основным направлением по удалению отходов производства и потребления. По данным федерального государственного статистического наблюдения за деятельностью в области обращения с отходами объем образования отходов в Российской Федерации находится на уровне 7 млрд т за 2020 год. На размещение (хранение, захоронение) направляется 52 % (3642,5 млн тонн) от образуемых отходов, в том числе на захоронение отходов направляется 12,4 % (868 млн тонн). Основная часть размещаемых отходов (около 90 %) связана с добычей полезных ископаемых.

Государственная политика в области обращения с отходами отдает приоритет поиску путей их утилизации, а не размещения, но учитывая нынешние гигантские объемы образования отходов она не всегда реализуема. Таким образом, размещение отходов в окружающей среде как следствие производственной деятельности человека так или иначе обуславливает изменения природных компонентов и комплексов, способствуя техногенной трансформации природной среды.

Основной источник сведений об эксплуатируемых объектах хранения отходов и объектах захоронения отходов федерального уровня, которые соответствуют требованиям природоохранного законодательства – Государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО). По состоянию на начало 2022 года в ГРОРО включен 4 171 объект размещения отходов производства и потребления (ОРО) на территории всех субъектов РФ.

С целью информационно-аналитического обеспечения Минприроды России в области размещения отходов ФГБУ УралНИИ «Экология» осуществляет сбор и систематизацию данных о специализированных объектах, на которых осуществляется размещение отходов, на основе официальных данных о включении, изменении и исключении объектов размещения отходов в ГРОРО. Анализ базы данных, содержащей сведения об эксплуатируемых объектах размещения отходов, сформированной в ФГБУ УралНИИ «Экология», позволил выделить систему классификационных признаков для формирования видов объектов размещения, к которым могут быть предъявлены типовые природоохранные требования [4].

Для систематизации информации об ОРО, включенных в ГРОРО, в информационной базе данных, наряду с территориальным аспектом (субъекты Российской Федерации, федеральные округа), применена классификация ОРО, основанная на видах экономической деятельности, в том числе (количество ОРО представлено по состоянию на январь 2022 г.):

1. ОРО добычи и обогащения природных ресурсов (отвалы, хранилища отходов добычи, обогащения полезных ископаемых) – 1 757 ОРО, включенных в ГРОРО;
2. ОРО обрабатывающих производств (отвалы, хранилища отходов обрабатывающих производств, системы подземного захоронения, полигоны приповерхностного захоронения) – 473 ОРО, включенных в ГРОРО;
3. ОРО производства электроэнергии и пара (отвалы, хранилища отходов производства электроэнергии и пара) – 337 ОРО, включенных в ГРОРО;
4. Объекты размещения твердых коммунальных отходов – 1 138 ОРО, включенных в ГРОРО.

Тем самым, наибольшее количество объектов на которых размещаются отходы, связаны с добычей полезных ископаемых – 1 757 (42 %) ОРО, из них:

- отвалы отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых – 966 ОРО;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов – 791 ОРО.

ГРОРО содержит сведения только об эксплуатируемых объектах размещения отходов. Если эксплуатация ОРО прекратилась или выявлены нарушения в предоставлении достоверной информации об ОРО, то такой объект будет исключен из ГРОРО, следовательно, он выходит из поля зрения государственного учета.

В отличие от ГРОРО, формируемая в ФГБУ УралНИИ «Экология» база данных объектов размещения отходов содержит сведения об ОРО, выведенных из эксплуатации, что позволяет оценивать их количество и дает возможность при необходимости учитывать их возможное воздействие на окружающую среду.

Ведение ГРОРО начато в 2014 году и за период с 2015 по 2021 гг. приказами Росприроднадзора об исключении объектов размещения отходов из ГРОРО исключено 1928 ОРО. Наибольшее количество объектов, которые были исключены из ГРОРО, это хранилища, предназначенные для отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов – 1221 объект (63,5 %). Основная часть ОРО, исключенных из ГРОРО (1200 объектов размещения отходов), представляют собой шламовые амбары (шламонакопители).

Шламовый амбар – сооружение в составе кустовой площадки, предназначенное для централизованного сбора отходов бурения нефтяных скважин (буровой шлам, отработанные буровые растворы, буровые сточные воды) в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду [6]. Если шламовый амбар используется более 11 месяцев, то согласно Федеральному закону от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [5], шламовый амбар является объектом размещения отходов. И как любой объект размещения отходов шламовый амбар должен быть построен в соответствии с проектной документацией, имеющей положительное заключение государственной экологической экспертизы. В проектной документации рассматриваются основные жизненные циклы объекта: этап строительства, эксплуатации и рекультивации (ликвидации) шламовых амбаров.

Количество выведенных из эксплуатации шламовых амбаров в течение 2015–2021 гг. представлено на рисунке 1.

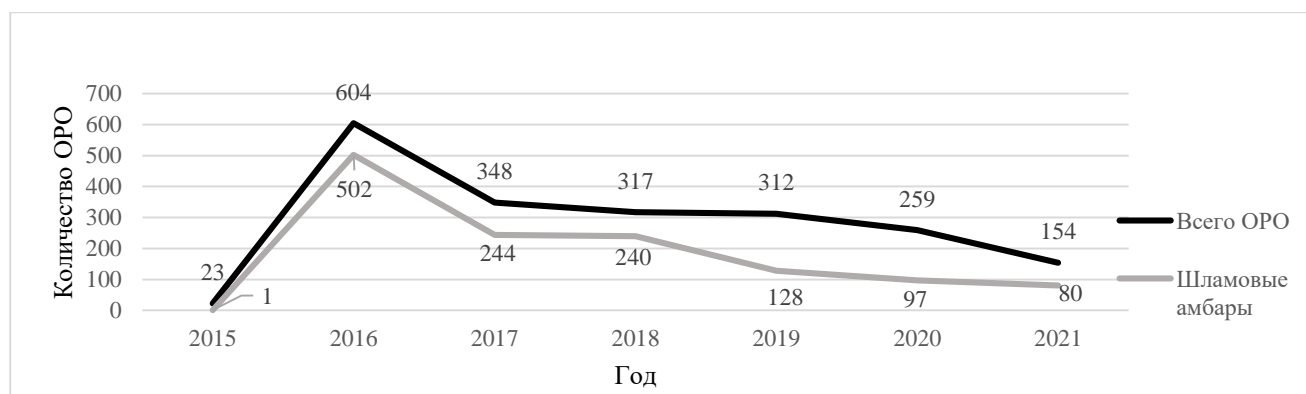


Рис. 1. Количество выведенных из эксплуатации шламовых амбаров в течение 2015-2021 гг.

Как видно из рисунка 1, рекордное число (502 ед.) шламовых амбаров было исключено из ГРОРО в 2016 году, и с каждым годом количество таких объектов, исключаемых из ГРОРО, уменьшается, но в общем объеме объектов, выведенных из эксплуатации, шламовые амбары занимают от 41 % до 83 %. Сложившаяся тенденция уменьшения количества шламовых амбаров вероятно связана с применением метода безамбарного бурения или с тем, что шламовые амбары эксплуатируют менее 11 месяцев и в ГРОРО не регистрируют.

На рисунке 2 представлено территориальное распределение шламовых амбаров, выведенных из эксплуатации за период 2015–2021 гг. Эти объекты располагаются в районах участков добычи нефти на территориях Дальневосточного (Республика Саха (Якутия), Приморский край, Сахалинская область) Сибирского (Красноярский край, Томская область, Иркутская область), Уральского (Ханты-Мансийский автономный округ–Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ), Северо-Западного (Ненецкий автономный округ) федеральных округов.

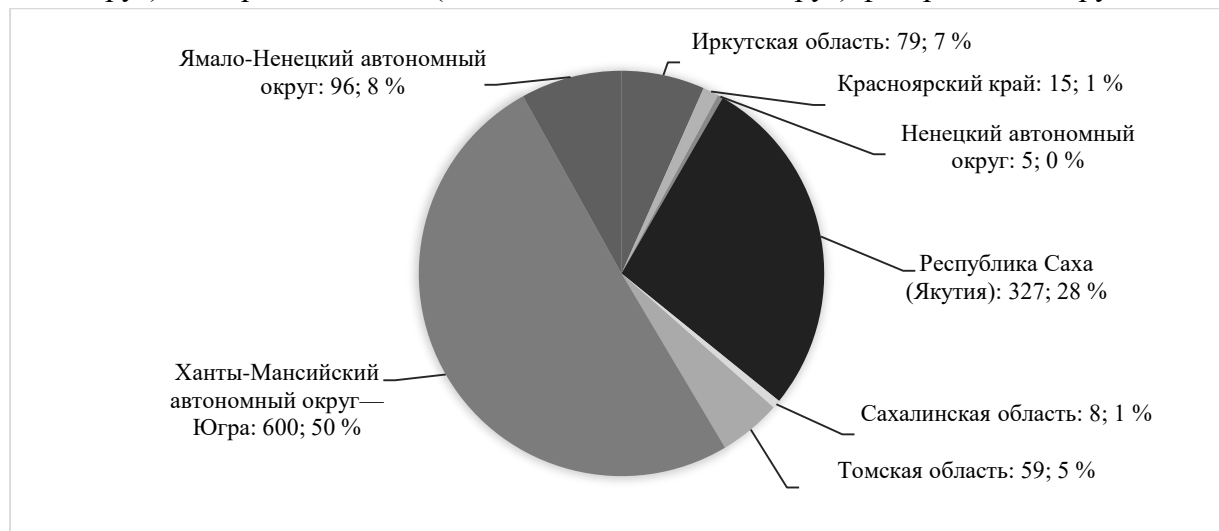


Рис. 2. Территориальное распределение шламовых амбаров, выведенных из эксплуатации

50 % всех шламовых амбаров (600 объектов), выведенных из эксплуатации, расположены на территории Ханты-Мансийского автономного округа–Югры (ХМАО). В ХМАО ведущей отраслью промышленности является нефтегазодобывающая отрасль. Согласно отчету о работе регионального правительства за 2021 г. [2] в регионе:

- в 2021 г. в Югре введены в эксплуатацию 8 новых месторождений;
- с начала 2021 года нефтяные компании стали наращивать добычу нефти;
- по итогам 10 мес. 2021 г. в Югре добыты 178,1 млн т нефти, что на 1,2 млн т больше, чем за аналогичный период 2020 г.;
- по итогам 2021 г. прогнозируется добыча в ХМАО около 214 млн т нефти, что выше объема добычи 2020 г.

Перспективы развития нефтедобычи позволяют предположить, что в регионе будут строиться и шламовые амбары с последующим выводом их из эксплуатации.

Шламовые амбары представляются собой объекты, имеющие риски воздействия на окружающую среду. Поступление опасных веществ из шламовых амбаров в грунты зоны аэрации и грунтовые воды может происходить вследствие отсутствия или некачественной гидроизоляции дна и стенок амбаров. Также воздействие содержимого шламовых амбаров на природную среду может происходить по причине фильтрации и распространения с поверхностными или грунтовыми водами остатков бурового шлама. По данным [1] эти факторы могут отрицательно отразиться и на жизнедеятельности биоценозов.

В ряде исследований [1, 3, 7] показано, что шламовые амбары представляют собой постоянный активный источник загрязнения экологической системы отходами нефтедобывающей промышленности, не только на протяжении всего цикла скважинного строительства, но и после завершения буровых работ, формируя такие техногенные факторы как механическое нарушение растительного и почвенного покрова, перераспределение стока воды, загрязнение

атмосферного воздуха, снегового покрова, почв, поверхностных и подземных вод, донных отложений, риск поступления отходов нефтедобычи во все природные компоненты.

В частности, по данным [3] из-за несвоевременной ликвидации шламовых амбаров в объекты окружающей среды ежегодно попадает до 6,5 % их содержания.

Государственной системой учета ОРО не предусмотрен учет факта ликвидации и консервации ОРО. Следовательно, современное состояние 1 200 выведенных из эксплуатации шламовых амбаров по всей территории РФ, в настоящее время не зафиксировано.

Если шламовый амбар полностью не ликвидирован (отходы не вывезены), то остаются риски техногенного воздействия на природные объекты. То есть шламовые амбары выступают как источники техногенной трансформации природной среды как в период их эксплуатации, так и после вывода из эксплуатации в случае, если не проведены работы по их ликвидации.

В связи с тем, что ежегодно наибольшая часть объектов размещения отходов, выведенных из эксплуатации, это шламовые амбары, учет таких ОРО является крайне актуальным. Необходимо установить требования к порядку ликвидации шламовых амбаров, отслеживать факт их ликвидации и рекультивации загрязнённых земель. Это позволит снизить факторы техногенной трансформации природной среды.

Библиографический список

1. *Борисова Е.А., Красноперова С.А.* Разработка предложений по рекультивации шламовых амбаров на предприятии ОАО «Сургутнефтегаз» // Сетевое научное издание «Нефтяная провинция». 2019. № 4(20). С.352–367.
2. *Игнатьева А.* Ожидается прирост добычи // Neftegaz.RU. 25.11.21. URL: <https://neftegaz.ru/news/dobycha/711509-ozhidaetsya-prirost-dobychi-8-novykh-mestorozhdeniy-vveli-v-ekspluatatsiyu-v-khmao-yugre-v-2021-g/> (дата обращения: 10.02.22).
3. *Костылева Н.В., Рачёва Н.Л.* Воздействие буровых шламов в шламовых амбарах или специально оборудованных местах на компоненты окружающей среды // Нефть и газ Западной Сибири: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Косухина Анатолия Николаевича. ТюмГНГУ. 2015. С. 264–266.
4. *Мякишева А.В., Белоногова Ю.О., Сомова Т.Н.* Размещение отходов как фактор техногенной трансформации природной среды // Проблемы антропогенной трансформация природной среды: материалы международной конференции памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка. 2019. С.189–192.
5. *Об отходах производства и потребления:* Федеральный закон от 24.06.1998 (ред. от 02.07.2021) № 89-ФЗ. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс» (для пользователей ФГБУ УралНИИ «Экология»).
6. *Скипин Л.Н.* Техногенное воздействие шламовых амбаров на окружающую среду полуострова ЯМАЛ // Вестник КрасГАУ. 2014. № 11. С.146–150.
7. *Старостина Е.* Без вреда и без отходов // ТехНАДЗОР. 2013. № 8 (81). С.63.

**Ю.М. Нестеренко, Н.В. Соломатин,
С.А. Федюнин, А.В. Халин**

Оренбургский федеральный исследователь-
ский центр УрО РАН, отдел геоэкологии,
460014, Оренбург, а/я 59, ул. Набережная, 29

**Yu.M. Nesterenko, N.V. Solomatin,
S.A. Fedyunin, A.V. Khalin**

Orenburg Federal Research Center of Ural
Branch of Russian Academy of Sciences, De-
partment of Geoecology, 460014, Orenburg,
a/ya 59, st. Embankment, 29

e-mail: geoecol-onc@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ВОДНЫЙ СТОК РЕКИ САМАРА В 1936-2020 ГОДАХ

Рассмотрено формирование водного стока в антропогенно измененной степной зоне Южного Урала. Вода является фактором, определяющим направление и скорость прохождения многих процессов, идущих в его природе. Дефицит водных ресурсов обуславливает формирование адаптированных к нему биогеосистем, специфику природопользования и охраны природы, отличающиеся от избыточно и достаточно увлажненных территорий. В условиях аридного климата сельскохозяйственная трансформация условий формирования водного стока атмосферных осадков изменяет речной сток. Увеличение площади пахотных земель и запасов влаги на них уменьшает водный сток, а интенсивная пастьба на степных биоценозах, уничтожающая дернину, увеличивает его. Изменение на водосборе соотношений между пахотными землями, выбитой и не выбитой природной целиной определяет интегрированную величину речного стока. Рассмотрены изменения в структуре угодий на водосборе и стоке малой реки Самара в 1936-2020 годах.

Ключевые термины: водный сток; степная зона; атмосферные осадки; водосбор; речной сток; Южный Урал.

IMPACT OF MAN-MADE TRANSFORMATION OF NATURAL ENVIRONMENT ON WATER FLOW OF SAMARA RIVER IN 1936-2020

Formation of water runoff in anthropogenically altered steppe zone of Southern Urals is considered. Water is a factor determining direction and speed of passage of many processes going on in its nature. Shortage of water resources determines formation of biogeosystems adapted to it, specifics of nature management and nature protection, which differ from excessively and sufficiently moistened territories. In conditions of arid climate, agricultural transformation of conditions for formation of water runoff of atmospheric precipitation changes river runoff. An increase in area of arable land and moisture reserves on them reduces water runoff, and intensive grazing on steppe biocenoses, destroying sod, increases it. Change in catchment area of ratios between arable land, trampled and not trampled down by cattle natural virgin lands determines integrated value of river runoff. Changes in structure of land in catchment and flow of small Samara river in 1936-2020 are considered.

Keywords: water runoff; steppe zone; precipitation; catchment; river runoff; Southern Urals.

Основную территорию Южного Урала занимают степи. Важнейшей их особенностью является дефицит атмосферных осадков по отношению к испаряемости, что обуславливает засушливость климата и формирование засухоустойчивой степной растительности, сделав степи основным элементом ландшафта. Вода стала фактором, определяющим направление и скорость прохождения многих процессов, идущих в природе Южного Урала. Дефицит водных ресурсов обуславливает формирование адаптированных к нему биогеосистем, специфику природопользования и охраны природы, отличающихся от избыточно и достаточно увлажненных территорий.

Природные воды формируются в результате комплексного взаимодействия выпадающих атмосферных осадков с конкретной земной поверхностью, живой материей, недрами и атмосферой. На эти естественные процессы в природе воздействует антропогенный фактор, смещающий динамическое равновесие в природе в ту или другую сторону и даже заменяющий одни процессы на другие. Но и антропогенный фактор действует в условиях сложившейся обеспеченности территорий водой.

Южный Урал имеет высокий уровень развития промышленности и сельского хозяйства и поэтому испытывает двойной пресс антропогенного воздействия на природу: воздействие промышленных зон, тяготеющих к городам, занимающих около 2% его территории, и сельскохозяйственное землепользование на 90% его территории. При относительно меньших сельскохозяйственных воздействиях на единицу площади, в расчете на всю площадь они значительно превышают промышленные. На Южном Урале сельскохозяйственное землепользование изменило водно-физические свойства и качество почвы, что изменило баланс природных вод [3].

В климатических условиях аридных зон системы сельскохозяйственного землепользования ориентированы на увеличение запасов влаги на полях, сенокосах и пастбищах за счет водного стока. Накопленная на них влага расходуется на испарение, пополняя ее количество в атмосфере. При ограниченной влагоемкости атмосферы влага выпадает в виде дополнительных атмосферных осадков, увеличивая малый круговорот воды на континенте, повышая эффективность ее использования.

На соотношение расходных частей водного баланса на водосборе реки значительное влияние оказывают фильтрационные свойства земной поверхности. Они обуславливают, какое количество поступившей на земную поверхность воды пойдет на увлажнение почвы, на фильтрацию в подземные воды и на поверхностный сток в гидрографическую сеть. Наши исследования формирования и использования атмосферных осадков возле г. Оренбурга показали, что на пашне на возвышениях рельефа при больших запасах снега (120 мм) и значительном стоке воды с них (в среднем 28 мм), она мало выходила за пределы пахотного массива (в среднем 2,3 мм) и не уходила за пределы слоя потребления влаги растительностью, не питая подземные воды, частично стекая, она аккумулировалась в замкнутых понижениях. Аккумулируемая в них талая вода насыщала активный слой зоны аэрации, из которого она потребляется растениями (в среднем 1,5 м), расходовалась на питание подземных вод, а не впитавшаяся вода, переполняя понижение, стекала по склону в гидрографическую сеть.

На пахотных землях в понижениях, занимающих 11% исследуемого склона на водосборе р. Самара, на питание подземных вод расходовалось в среднем 270 мм, а в расчете на всю его площадь составляет 29 мм. На выбитой целине при средних запасах снега на склоне 134 мм и стоке с возвышений рельефа 78 мм талых вод, их сток с общей площади склона составил 41 мм. В подземные воды ушло в среднем всего 17 мм. На не выбитой целине при средних запасах снега 180 мм и стоке с возвышенностей 53 мм талых вод общий сток со склона составил 8 мм. На питание подземных вод в понижениях пошло 361 мм, а в расчете на всю его площадь – 50 мм.

Сравнение водных балансов на зяби, выбитой и не выбитой целине за время таяния снега показывает, что состояние земной поверхности значительно влияет на поверхностный и подземный сток. До периода интенсивного развития скотоводства и до освоения целинных земель на Южном Урале межennую полноводность рек обеспечивала большая доля инфильтрации талых вод на не выбитых целинных землях. С увеличением численности скота целинные земли

лишились значительной части дернины, уплотнилась поверхность почвы. В результате уменьшилась инфильтрация талых вод, соответственно уменьшился меженный сток, и увеличились паводки. Распашка целинных земель и особенно переход на зяблевую пахоту привели к общему сокращению доли водного стока талых вод в реки.

Исследование водного баланса на водосборах Южного Урала показало, что на всех видах угодий встречается как испарительный, так и инфильтрационный типы водообмена. Первый приурочен к возвышениям, а второй – к замкнутым понижениям рельефа. Взаимодействуя, они формируют пятнистое разнообразие растительности, почв и многих других компонентов природы, неравномерность питания подземных вод по площади.

Изменение соотношения долей угодий на водосборе с различными фильтрационными свойствами поверхности изменяет величины составляющих его водного баланса. С увеличением или уменьшением фильтрационного питания подземных вод соответственно, с учетом времени их добегания, изменяется речной сток. В таблице представлен водный баланс малой реки в Южном Предуралье в зависимости от доли пахотных земель на водосборе и интенсивности их использования.

Таблица

**Водный баланс на водосборе верховий р. Самара ($S = 1340 \text{ км}^2$) до створа
в пгт Новосергиевка в зависимости от доли пахотных земель
по периодам хозяйственной деятельности в 1936-2010 гг.***

Период в земледелии	Доля пашни на водосборе, %	Доля зяби на во- досборе, %	Осадки за год, мм	Осадки зимние, мм	Испарение, мм/год	Сток вес- ной, мм	Коэффици- ент стока	Речной сток, мм/год
1936-1954, I экстенсивное землепользов.	25	10	336	114	246	65	0,57	90
1955-1990, II интенсивное землепользов.	64	45	390	144	298	44	0,30	88
1991-2010, III многоукладн. землепользов.	55	21	416	160	270	75	0,47	146
Разность II- I	39	35	54	30	52	-21	-0,27	-2
Разность III- I	30	11	80	46	24	-10	-0,10	56
Разность III-II	-9	-24	26	16	-28	31	0,17	58

* Данные об осадках, коэффициенте стока и речном стоке вычислены по материалам Гидрометслужбы [1, 2]; сведения о распаханности водосборов и доли зяби приняты по материалам статистических управлений.

Анализ показывает, что в 1936-1954 гг. при экстенсивном землепользовании с 25% пахотных земель и 10% зяби на исследуемом водосборе 57% зимних осадков шло на поверхностный сток, формирующий паводки, а годовой сток рек в расчете на водосборную площадь составлял 90 мм. Суммарное испарение было 246 мм/год.

В период интенсивного землепользования в 1955-1990 гг. при 64% пахотных земель и 45% зяби на водосборе, увеличивающей на 40-60 мм запасы влаги в активном слое зоны аэрации, коэффициент поверхностного стока уменьшился до 0,30, а речной сток только на 2 мм/год, что в пределах ошибки его измерения, но увеличилось испарение до 298 мм/год.

В период разрушения совхозно-колхозной системы землепользования и формирования многоукладной системы в 1991-2010 гг. на водосборе уменьшилось использование пахотных земель до 55 % и подъема зяби до 21 %. В результате коэффициент стока увеличился до 0,47 с уменьшением испарения с водосбора на 28 мм/год и увеличением паводкового и годового стока рек.

С увеличением суммарного испарения на 52 мм при интенсивном землепользовании годовая сумма атмосферных осадков также увеличилась на 54 мм в сравнении с периодом до освоения целинных земель. В период перестройки системы землевладения в сельском хозяйстве (1991-2010 гг.) значительная часть пахотных земель не засеивалась, что уменьшило запасы влаги на полях и испарение с них, соответственно уменьшились атмосферные осадки, но увеличился паводковый сток на 58 мм.

В Оренбуржье, занимающем основную часть Южного Урала, вода системообразующий компонент природы. Значимость водных ресурсов возрастает по мере увеличения их дефицита. Коэффициент увлажнения в регионе составляет 0,4-0,6. В результате мала урожайность зерновых культур. Маловодье межennale периода негативно сказывается на качестве жизни населения, не развиваются водоемкие производства [3].

В водном балансе территории региона приходные статьи составляют в среднем 44 км³ в год, в том числе 41 км³ атмосферные осадки в регионе и 3,5 км³ приток речных вод извне. На испарение расходуется 80% всех поступающих водных ресурсов. На речной сток идет 20% выпадающих атмосферных осадков, из которых четыре пятых приходится на паводок, в основном сбрасываемый из области без предварительного использования на ее нужды, часто причиняя вред в долинах рек. При этом в регионе зарегулировано менее 5% паводкового стока, что меньше, чем в соседних регионах.

Суммарное количество поверхностных водных ресурсов, формирующееся из речного стока и аккумулированных запасов воды в водохранилищах и прудах в Оренбуржье составляет 18,5 км³, что в расчете на всю площадь региона 149 мм. В соседних с аналогичным климатом в Саратовской и Самарской областях суммарное количество водных ресурсов в расчете на их площади в 17 раз больше. В результате в худших по обеспеченности водными ресурсами условиях плотность населения в Оренбуржье 16,4 чел./км², что в 1,5 раза меньше, чем в Саратовской и в 3,6 меньше, чем Самарской областях. В районах с худшими условиями трудоспособное молодое население в большей мере мигрирует за его пределы. Низка эффективность использования атмосферных осадков в растениеводстве региона. На выращивание зерновых культур расходуется лишь 35-40% их годовой суммы, обеспечивая их среднюю урожайность 1,1 т/га, что почти в 1,6 раза ниже средней урожайности по стране.

В сложившихся условиях в Оренбуржье необходима разработка системы комплексного использования водных ресурсов. В растениеводстве возможно повышение эффективности использования атмосферных осадков до 50-55% внедрением подзимних посевов яровых зерновых культур, которые в наших производственных опытах дали в 1,5-2 раза большую урожайность, чем на соседних полях весеннего посева с утратой 80-100 мм влаги с полей на непродуктивное физическое испарение.

Для повышения эффективности использования паводковых вод в регионе необходимо интенсифицировать строительство водохранилищ и прудов. В результате уменьшатся разрушительные паводки и увеличится межennale сток без существенных потерь в среднегодовом речном стоке. Они позволят оптимизировать антропогенно нарушенный сток рек в интересах современной биосферы, населения и экономики Оренбуржья.

Водохранилища и пруды необходимо строить на малых реках возле поселений перспективного развития, улучшая для них рекреационные условия. В стратегическом плане они станут центрами притяжения населения из соседних малоперспективных сел. В растущих поселениях будет рентабельно создавать современную структуру производства и социокультурную базу для комфортной жизни населения. В сельской местности это будут агрогородки.

Выводы

1. В аридных условиях Южного Урала водные ресурсы системообразующий компонент природы, социума и экономики, определяющий уровень их развития.
2. Сельскохозяйственная деятельность, занимающая 90% водосборов, оказывает значительное влияние на фильтрационные свойства земной поверхности, изменяя соотношение расходных и приходных статей их водного баланса.
3. Сложившийся антропогенно измененный речной сток необходимо зарегулировать водохранилищами и прудами в интересах природы, социума и экономики.

Библиографический список

1. *Климатологический справочник СССР*, вып. 12, часть II осадки. Л.: Гидрометеиздат, 1954. 640 с.
2. *Климатологический справочник СССР*, вып. 12, часть II осадки. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 544 с.
3. *Нестеренко Ю.М.* Водная компонента аридных зон: экологическое и хозяйственное значение. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 287 с.

**М.В. Носова^{1,2}, В.П. Середина¹,
А.С. Рыбин³**

¹Национальный исследовательский Томский
государственный университет,
634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 36

²АО «ТомскНИПИнефть»,
634027, Россия, г. Томск, пр. Мира, д. 72

³Национальный исследовательский Томский
политонический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, д. 30

e-mail: nsmvsh@mail.ru

M.V. Nosova^{1,2}, V.P. Seredina¹, A.S. Rybin³

¹National Research Tomsk State University,
634050, Tomsk, Lenin Ave., 36

²JSC TomskNIPIneft, 634027, Tomsk,
Mira Ave., 72

³National Research Tomsk Polytechnic Univer-
sity, 634050, Tomsk, Lenin Ave., 30

ТРАНСФОРМАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНОГЕННО-ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Обсуждаются материалы изучения морфологических, физико-химически свойств почв пойменных экосистем Западной Сибири. Выявлены особенности и основные закономерности их изменения в различных зонах загрязнения (эпицентр – импактная зона). Определены особенности распространения процессов техногенного галогенеза на почва различных каскадно-геохимических позиций ландшафта. Выявлено, что техногенное засоление наиболее губительно для пойменных почв, так как данные почвы являются своего рода главным «пунктом сбора» всех загрязнителей. Суммарный эффект засоления в сочетании с обнаруженным химизмом засоления формируют в почвах соединения токсичных солей, которые создают в почвах фитотоксичную среду для высших растений. Предложен способ рекультивации техногенно-засоленных почв путем фитомелиоративного посева аборигенных растений-галофитов.

Ключевые термины: пойменные экосистемы; нефтяное загрязнение; легкорастворимые соли; техногенный галогенез; методы рекультивации; фитомелиорация.

TRANSFORMATIONAL CHANGES IN TECHNOGENICALLY SALINE SOILS OF THE MIDDLE TAIGA SUBZONE OF WESTERN SIBERIA

The materials of studying the morphological, physicochemical properties of soils of floodplain ecosystems of Western Siberia are discussed. The features and main regularities of their change in various pollution zones (epicenter – impact zone) are revealed. The features of the distribution of technogenic halogenesis processes on the soil of various cascade-geochemical positions of the landscape are determined. It was revealed that technogenic salinization is the most detrimental for floodplain soils, since these soils are a kind of main «collection point» for all pollutants. The overall effect of salinity, combined with the discovered chemistry of salinity, forms compounds of toxic salts in soils, which create a phytotoxic environment for higher plants in soils. A method for the reclamation of technogenically saline soils by phytomeliorative sowing of native halophyte plants is proposed.

Keywords: floodplain ecosystems; oil pollution; soluble salts; technogenic halogenesis; reclamation methods; phytomelioration.

Источниками загрязнения почв минерализованными водами являются буровые площадки, кустовые насосные станции заводнения нефтяных пластов, центральные пункты сбора и подготовки нефти, газа и воды.

Выявлено, что водорастворимые соли (среди которых основная роль принадлежит хлоридам натрия), наряду с нефтью и нефтепродуктами, являются самыми распространенными

токсикантами на территориях добычи нефти. [1-8]. При продвижении от эпицентра разлива к периферии видно, что снижается сумма токсических солей от 0,38 % в образцах почв, находящихся в 5 м от эпицентра разлива, до 0,21 %, на расстоянии 15 м от эпицентра разлива, следовательно, можно говорить о том, что количество токсичных солей снижается, по мере удаления от эпицентра нефтяного загрязнения к его периферии. Результаты анализов водной вытяжки свидетельствуют о том, что по величине сухого остатка (2,26% эпицентр разлива) и (1,19% периферия разлива) нефтезагрязненные аллювиальные почвы характеризуются как сильнозасоленные с хлоридно – сульфатно – натриевым типом засоления, что является начальным признаком проявления процесса техногенного галогенеза, не свойственного почвам гумидных территорий.

В загрязненных образцах прикопок содержание гумуса варьируют от 1,46% до 2,84% на глубине 0-20см и от 0,79% до 0,93% на глубине 20-40см.

В связи с высокой степенью миграции токсичных водорастворимых солей комплекс первичных мероприятий должен исключить возможность неуправляемого распространения минерализованных вод на прилегающую незагрязненную территорию посредством формирования специальных сооружений (барьеров, обвалований, заградительных дамб и т.д.), а также с использованием естественных (гряды, западины, возвышенности и т.д.) и искусственных (откосы дорог, основания кустовых и промышленных площадок и т.д.) заградительных элементов;

- при выполнении оперативных работ в тёплый период года (с положительными среднесуточными температурами) следует учитывать, что для достижения необходимого качества работ потребуется достаточно продолжительный период времени.

- при выполнении работ в период отрицательных температур год (зимой/ ранней весной/ в осенне-зимний сезон), когда глубина проникновения загрязнителя в почвенный горизонт нивелируется низкой приёмистостью промерзшей почвы, после завершения операций по сбору и вывозу с участка загрязнённого снега и верхнего слоя промёрзшей почвы целесообразно создание непосредственно на участке и за его периметром дополнительных запасов чистого снега.

На территории участка, в соответствии с ГОСТ, закладывается почвенный разрез. Из слоев почвы толщиной (от дневной поверхности) 0-20 см до глубины залегания грунтовых вод отбираются пробы для химического анализа, отбираются пробы грунта (в водоемах и на залитых водой участках – пробы донных отложений) массой не менее 1 кг. Кроме того, отбираются пробы воды из водоемов (залитых водой участков) для химического анализа

При значительной площади участка через него прокладываются дополнительные «сборочные» каналы. Оконтуривание участка по периметру обвалованием для защиты прилегающих территорий от загрязнения (1-1,5 м.). Устройство по периметру дренажной канавы для сбора промывочных вод из системы дренажных канав (ширина канавы 1 м., глубина 1,5 м).

Библиографический список

1. Геннадиев А.Н. Нефть и окружающая среда // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2016. № 6. С. 30–39.
2. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. Учебник. 4-е изд. испр. и доп. Москва: КДУ, 2017. 290 с.
3. Середина В.П., Андреева Т.А., Алексеева Т.П., Бурмистрова Т.И., Терещенко Н.Н. Нефтезагрязнённые почвы: свойства и рекультивация. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 270 с.

4. Середина В.П., Колесникова Е.В., Кондыков В.А., Непотребный А.И., Огнев С.А. Особенности влияния нефтяного загрязнения на почвы средней тайги Западной Сибири // Нефтяное хозяйство. 2017. № 5. С. 108–112.
5. Солнцева Н.П. Эволюционные тренды почв в зоне техногенеза // Почвоведение. 2002. № 1. С. 9–20.
6. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
7. Capra G.F., Ganga A., Grilli E., Vacca S., Buondonno A. A review on anthropogenic soils from a worldwide perspective // J. Soils Sediments. 2015. No. 15. P. 1602–1618.
8. World Reference Base for Soil Resources. Rome, Italy. No. 106. 2015. 203 p.

И.П. Опутина¹, В.А. Шкляев^{1,2}

¹ФГБУ УралНИИ «Экология», 614039,
г. Пермь, Комсомольский проспект, 61а

²Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail¹: oputinaip@ecologyperm.ru

e-mail²: meteo@psu.ru

I.P. Oputina¹, V.A. Shklyayev^{1,2}

¹FSBI UralNII «Ecology», 614039, Perm,
Komsomolsky prospect, 61a

²Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. МАГНИТОГОРСКЕ

Рассмотрены возможные пути оптимизации системы наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в Магнитогорске с учетом особенностей расположения градообразующего предприятия. Указано, что в связи с изменением климатических характеристик изменяются и климатические условия рассеивания примесей. Для более качественного представления информации о чистоте атмосферного воздуха следует организовывать систему передвижных постов. Маршруты таких постов должны выбираться с учетом ожидаемых погодных условий и особенностей микроклиматических условий территории города.

Ключевые термины: мониторинг атмосферного воздуха; потенциал загрязнения атмосферы; стационарные и маршрутные посты контроля атмосферного воздуха

OPTIMIZATION OF THE MONITORING SYSTEM FOR ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN MAGNITOGORSK

Possible ways of optimizing the monitoring system for atmospheric air pollution in Magnitogorsk are considered, taking into account the peculiarities of the location of the city-forming enterprise. It is indicated that in connection with the change in climatic characteristics, the climatic conditions for the dispersion of impurities also change. For a better presentation of information on the purity of atmospheric air, a system of mobile posts should be organized. The routes of such posts should be selected taking into account the expected weather conditions and the microclimatic conditions of the city.

Keywords: atmospheric air monitoring; air pollution potential; stationary and route air control posts.

Качество атмосферного воздуха оказывает влияние на физическое и психическое здоровье человека, животный и растительный мир, а также на другие элементы окружающей среды. В связи с этим контроль качества атмосферного воздуха является актуальной задачей. Проблема защиты атмосферного воздуха составляет обширную область исследований на стыке наук, поскольку требуется выявление причинно-следственных связей появления отрицательных факторов и поиск оптимальных технических и экономических решений по их устранению или ограничению [3, 6].

Известно, что качество атмосферного воздуха на определенной территории зависит от местоположения отдельных источников эмиссии, их параметров, качественного и количественного состава выбросов загрязняющих веществ; от климатических условий, которые определяют перенос, рассеивание и вымывание вредных веществ атмосферными осадками; от интенсивности фотохимических реакций в атмосфере; от особенностей подстилающей поверхности и микроклимата [2].

Система мониторинга атмосферного воздуха (МАВ), действующая в региональных подразделениях Росгидромета, включает в себя наблюдение за загрязнением атмосферного воздуха, анализ полученной информации, прогноз состояния атмосферного воздуха.

Выбор точек размещения постов наблюдений зависит, прежде всего, от целей таких наблюдений. В случае исследования влияния на атмосферный воздух конкретного источника или группы источников загрязнения пост наблюдения должен быть расположен в точке наибольших концентраций загрязняющих веществ, создаваемых этим источником или группой источников. В случае исследования фоновое загрязнение атмосферного воздуха пост наблюдения располагается на участке местности, которая не подвергается воздействию отдельных источников выбросов.

Количество постов наблюдений определяется территорией города и количеством проживающего населения [8, 11]. Например, в Магнитогорске организовано 5 стационарных постов Челябинского ЦГМС. Они расположены в различных районах города: три поста в правобережной части и два поста в левобережной части (севернее и южнее градообразующего предприятия ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат»).

Следует отметить, что в моногородах, расположение основного источника загрязнения атмосферы относительно постов наблюдения не изменяется на протяжении десятков лет. При появлении новых локальных источников, застройки территории и изменения климатических условий объективность данных, полученных на действующих постах наблюдения, должна корректироваться.

В этом случае целесообразно дополнить существующую систему мониторинга дополнительными стационарными или маршрутными постами наблюдения.

Для целей разработки или оптимизации системы наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха необходимо провести следующие исследования:

1. Выявить все источники загрязнения атмосферного воздуха на рассматриваемой территории;
2. Определить перечень и количество всех загрязняющих веществ, выбрасываемых на рассматриваемой территории, выделить из полного перечня приоритетные загрязняющие вещества для их мониторинга;
3. При помощи расчетных методик с учетом местных метеорологических и климатических условий определить точки максимальной концентрации загрязняющих веществ (в настоящее время в Российской Федерации утверждены Методы расчета рассеивания [7]);
4. Скорректировать точки расположения постов наблюдения с учетом застройки, инфраструктуры и микроклиматических условий территории;
5. Подтвердить предполагаемые точки размещения постов наблюдения эпизодическими натурными наблюдениями.

В течение последних 50 лет внешний вид и инфраструктура всех городов Российской Федерации претерпела существенные изменения. Однако помимо внешнего вида в течение такого длительного периода времени изменения претерпевает и климат.

1. Климатические факторы, определяющие условия рассеивания атмосферы. В первую очередь необходимо учитывать частоту инверсий, туманов, застойных ситуаций, которые определяют потенциал рассеивания атмосферы [1, 4, 9]. Климатические характеристики, определяющие потенциал загрязнения были определены в 60-х–70-х годах XX в. [4]. За это время изменилась частота инверсий, уменьшилась скорость ветра, произошло увеличение температуры воздуха. Изменились и другие климатические характеристики.

Комплексная характеристика ПЗА определяется так [1, 8, 9]:

$$ПЗА = 2,3 \exp \left[\frac{0,04}{(z_2 - z_1)^2} - \frac{0,4z_1}{z_2 - z_1} \right]$$

Здесь z_1, z_2 – аргументы интеграла вероятности $\Phi(x)$. Они определяются по $\Phi(z_1), \Phi(z_2)$ с помощью математических таблиц. При этих аргументах $\Phi(z_1) = 1 - 2P_1$ и $\Phi(z_2) = 1 - 2P_2$.

$$P_1(q > q_n) = P_{ин.} + P_{сл.} - P_3 - P_T,$$

$$P_2(q > 1,5q_n) = P_3 + P_T,$$

где $P_{ин.}, P_{сл.}, P_3, P_T$ – повторяемости приземных инверсий, слабых ветров, застоев воздуха и туманов, соответственно, q и q_n – средние концентрации примесей, которые наблюдаются при реализации условий P_1 и P_2 . Используются средние за год повторяемости P в долях единицы. Данные о ПЗА за каждый год могут быть использованы при анализе тенденций уровня загрязнения, выраженного через индекс загрязнения атмосферы. В связи с глобальными климатическими изменениями, условия рассеивания загрязнения в атмосфере могут существенно меняться. В первую очередь это связано с уменьшением средней скорости ветра. Кроме этого, в связи с изменением температурного фона изменяется частота приземных и приподнятых инверсий.

2. Наличие особенностей подстилающей поверхности формирует определенные циркуляционные системы. Эти системы проявляются в случае преобладания барического поля определенного типа. Например, водная поверхность способствует формированию бризовой циркуляции. В этом случае изменяется направление ветра относительно фонового. В большей степени оно будет ближе к нормали границы раздела 2-х типов поверхности. При этом чем чаще формируется антициклоническая циркуляция, тем более вероятно формирование бризовой циркуляции. Это искажение направления ветра будет происходить в теплое время года. В зимнее время наличие замерзшей поверхности приводит к усилению скорости ветра.

Другой случай, когда точка мониторинга расположена в хорошо сформированной долине. Тогда следует учитывать следующие факторы: ослабление скорости ветра, изменение направления переноса атмосферных примесей вдоль долины, увеличение застойных ситуаций. Эти две системы бризовая и долинная могут объединяться, что усложняет наблюдаемую картину распределения примеси в городе [12].

3. Синоптическая ситуация – сложный комплекс метеорологических и аэрологических характеристик, отражающих многообразие процессов, происходящих в атмосфере [10], также может способствовать повышенному загрязнению.

В ряде случаев при сходных синоптических условиях погодные характеристики, влияющие на уровень загрязнения атмосферы, могут различаться. Наиболее общие сведения указывают на повышенное загрязнение воздуха при антициклонах, малоградиентных полях в первую очередь в районах барической седловины и в размытых циклонах [5, 10].

Накопление примесей при наличии антициклона связано с наличием области тепла в тропосфере: чем выше температура, тем больше загрязнение. Похожие эффекты могут наблюдаться в теплых секторах циклонов. Холодные антициклоны менее опасны, в том числе из-за их быстрого перемещения.

К характеристикам синоптических процессов, способствующих повышению уровня загрязнения, относятся: безградиентное поле, антициклоническая кривизна изобар, теплая воздушная масса, адвекция тепла в тропосфере. В конкретных городах могут быть выявлены дополнительные особенности влияния синоптических условий на загрязнение воздуха.

По материалам наблюдений в г. Магнитогорске обнаружена прямая связь между загрязнением воздуха и месячными аномалиями давления: коэффициент линейно корреляции $0,54 \pm 0,12$ [10].

Исследование ветрового режима позволит выявить особенности поля загрязнения атмосферы в городе, определяемое преобладающим переносом загрязняющих веществ. На первом этапе анализировались особенности ветрового режима по данным метеостанции. Исходными данными для исследования послужили значения направления ветра, сгруппированные по сезонам. Полученные результаты позволили выявить, что в течение зимы преобладающий перенос загрязняющих веществ будет происходить с юга или с юго-юго-запада на север или северо-северо-восток (рисунок). Таким образом, стационарный пост Магнитогорска, расположенный на северо-востоке (поселок Новосеверный) будет подвергаться значительному воздействию со стороны АО ММК. Кроме этого, в январе часто наблюдаются приподнятые инверсии, что приведет к повышению загрязнения атмосферы в районе этого поста.

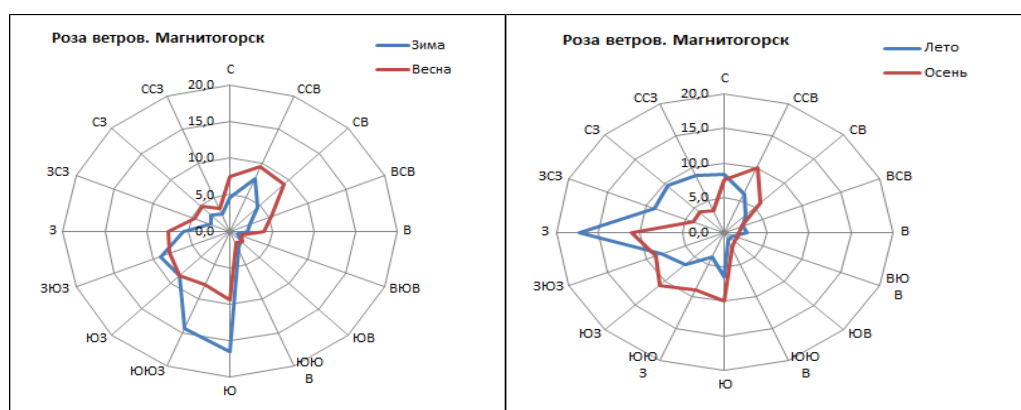


Рисунок. «Розы ветров» в Магнитогорске за разные сезоны года

Особенности теплого сезона будут заключаться в ослаблении скорости ветра (таблица) и преобладании западного ветра. В этом случае наблюдаемые значения уровня загрязнения на всех постах не должны быть значительными, так как преобладающий перенос примесей будет происходить с левобережной части города (от источников АО ММК) на восток, где отсутствуют посты наблюдений. Однако, в этом случае необходимо организовать маршрутный пост восточнее предприятия, для получения информации о воздействии предприятия на атмосферный воздух.

Таблица

Годовой ход скорости ветра в Магнитогорске

Метеоэлемент	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Скорость, м/с	2,6	2,2	3,2	3,8	3	2,6	3	2,8	2,1	3,8	3,4	3,1

Анализ характеристик ветрового режима необходимо проводить по следующим критериям, которые определяют режим неблагоприятных метеорологических условий (НМУ):

- скорость ветра у земли не более 1 м/с, включая случаи с неустойчивым ветром;
- слабый и неустойчивый ветер у земли в сочетании с «опасным» северо-восточным или восточным направлением ($30-90^\circ$);
- периоды слабого и неустойчивого ветра со скоростью 0–1 м/с продолжительностью более 12 часов.

При случаях застоя воздуха в зимнее время над районом промузла образуется циркуляционная ячейка, вызываемая значительным тепловым воздействием источников. В результате направления переноса загрязнения в ночное время могут не соответствовать направлению ветра у земли.

С целью выявления влияния климатических условий и расположения градообразующего предприятия на различные территории г. Магнитогорска были проанализированы государственные доклады «О состоянии окружающей среды Челябинской области». В результате анализа максимальных из разовых значений концентраций девяти загрязняющих веществ (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, аммиак, формальдегид) в атмосферном воздухе за период 2011–2019 можно сделать выводы, что наиболее ощутимое воздействие загрязнения атмосферного воздуха наблюдается в центре наиболее заселенной правобережной части и поселке Новосеверный, что соответствует вышеуказанным выводам. Однако, при различных погодных условиях, режимах работы предприятий и прочих факторах вредное воздействие выбросов загрязняющих веществ всегда ощутимо на любой территории г. Магнитогорска.

Высокий уровень загрязнения определяется не только количеством дней с НМУ, но и общей нагрузкой на атмосферный воздух от существующих источников. Система мониторинга, использующая маршрутные посты, должна учитывать погодные условия. Маршруты передвижных постов при различных погодных условиях должны изменяться. Это позволит дать более качественную оценку воздействия на жилые районы города источников разного типа и выработать наиболее эффективные управленческие решения.

Библиографический список

1. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л.: Гидрометеиздат. 1986. 196 с.
2. Безуглая Э.Ю. Чем дышит промышленный город / Э.Ю. Безуглая, Г.П. Расторгуева, И.В. Смирнова. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 251 с.
3. Игнатьева, Л.П., Чирцова М.В., Потапова М.О. Гигиена атмосферного воздуха: учебное пособие. ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, Кафедра коммунальной гигиены и гигиены детей и подростков. Иркутск: ИГМУ, 2015. 79 с.
4. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие / Под ред. Э.Ю. Безуглой, М.Е. Берлянда. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 328 с.
5. Костарева Т.В., Пенский О.Г. Синоптические условия формирования высокого и экстремально высокого уровня загрязнения воздуха в пермском крае // Географический вестник. 2015. № 4(35). С.34–42.
6. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ: ред. от 08.12.2020. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс». 7
7. Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».
8. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы: утвержден Госкомгидрометом СССР; Главным государственным санитарным врачом СССР от 01.06.1989. – Режим доступа: справочно-правовая система «Техэксперт».

9. РД 52.04.667-2005. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 50 с.

10. Сонькин Л.Р. Синоптико–статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 223 с.

11. Шкляев В.А., Шкляева Л.С. Методические подходы к развитию городского мониторинга атмосферного воздуха// Вопросы прогноза погоды, климата, циркуляции и охраны атмосферы. Межвуз. сб. научн. трудов. Перм. ун-т. 1998. С.97–102.

12. Шкляева Л.С., Шкляев В.А. Особенности загрязнения воздуха в г.Березники// Вестник Пермского университета. Вып.4. Экология.1996. С.141–154.

Р.Д. Перевошиков

Естественнонаучный институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»
614068, г. Пермь, ул. Генкеля, 4

e-mail: rperevoshnikov@bk.ru

R.D. Perevoshchikov

Natural Science Institute Perm State University, 614068, Perm, street Genkelya, 4

**ВЛИЯНИЕ НЕФТЕДОБЫЧИ НА РАДИАЦИОННУЮ ОБСТАНОВКУ
НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗНИКОВСКО-СОЛИКАМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА**

Воздействие предприятий по добыче углеводородов на компоненты окружающей среды приводит к их интенсивному загрязнению, в том числе и естественными радионуклидами (ЕРН). Извлекаемые на поверхность углеводороды, а вместе с ними и пластовые воды содержат в своем составе повышенные содержания ^{226}Ra и ^{228}Ra . Автором проведены исследования радиационной обстановки в непосредственной близости от нефтепромыслов на территории Соликамского и Березниковского ГО Пермского края, которые включали отбор почвенных проб и измерение удельной активности естественных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) на сцинтилляционном гамма-спектрометре МКС-01А «МУЛЬТИРАД», измерение мощности амбиентного эквивалента дозы непрерывного гамма-излучения (МЭД). Полученные результаты показали, что территория исследований характеризуется отсутствием радиационных аномалий и соответствует нормам радиационной безопасности, диапазон значений активности составил для ^{226}Ra 6,2-36,1 Бк/кг, для ^{232}Th – 0,3-28,1 Бк/кг, для ^{40}K – 19,9-562 Бк/кг. Отмечены единичные случаи отклонения удельной активности ^{226}Ra и ^{40}K от среднемировых показателей (не более 9% для ^{226}Ra и не более 25% для ^{40}K). Результаты проведенных исследований могут использоваться при решении задач радиационного мониторинга, с целью разработки практических рекомендаций для улучшения экологической ситуации.

Ключевые термины: углеводороды; естественные радионуклиды; почвы; радий; торий; калий.

**THE IMPACT OF OIL PRODUCTION ON THE RADIATION SITUATION
IN THE CASE OF THE BEREZNIKI-SOLIKAMSK INDUSTRIAL HUB**

The impact of hydrocarbon production facilities on the components of the environment leads to their intensive contamination, including natural radionuclides (NRN). Hydrocarbons extracted to the surface, and together with them formation waters contain increased content of ^{226}Ra and ^{228}Ra in their composition. The author has conducted researches of radiation conditions in immediate proximity to oil fields on the territory of Solikamsk and Berezniki Districts of Perm Region which included soil sampling and measurement of specific activity of natural radionuclides (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) using MULTIRAD scintillation gamma spectrometer MKS-01A, measurement of dose rate ambient equivalent of continuous gamma radiation (DER). The results obtained showed that the study area is characterized by the absence of radiation anomalies and meets the norms of radiation safety. The range of activity values was 6.2-36.1 Bq/kg for ^{226}Ra , 0.3-28.1 Bq/kg for ^{232}Th and 19.9-562 Bq/kg for ^{40}K . There were isolated cases of ^{226}Ra and ^{40}K deviation from the average activity levels in the world (not more than 9% for ^{226}Ra and 2-25% for ^{40}K). The results of the conducted research can be used in solving the tasks of radiation monitoring in order to develop practical recommendations to improve the ecological situation.

Keywords: hydrocarbons; natural radionuclides; soils; radium; thorium; potassium.

Введение. При разработке месторождений полезных ископаемых неизбежным является возрастающее влияние техногенных факторов и радиационного загрязнения на основные природные среды, а также на жизнь человека в благополучной санитарно-эпидемиологической

обстановке. Разрабатываемые месторождения могут быть источником поступления различных естественных радионуклидов [0, 0, 0, 0]. В частности, при разработке Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей в окружающую среду происходит поступление ^{40}K . Разработка нефтяных и газовых месторождений часто связана химическим и радиационным загрязнением. При добыче углеводородов основными источниками воздействия являются промышленные объекты, трубопроводы, транспортные средства и хозяйственно-бытовая деятельность на территории нефтепромыслов.

Нефть, газ и пластовые воды за счет контакта с вмещающими породами, процессов растворения и обмена обогащены различными химическими соединениями, тяжелыми металлами и естественными радионуклидами (ЕРН). Величину радиоактивности нефти, газа и пластовых вод оценивают через определение содержания естественных радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th . Согласно опубликованным данным вблизи устьев скважин, в местах скопления нефтешламов, в районе факелов на нефтяных и газовых предприятиях наблюдается повышенный радиационный фон в результате выноса на дневную поверхность целого ряда естественных и антропогенных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs , ^{90}Sr и др.). Особую опасность представляют аварийные разливы нефти и пожары, случающиеся как на самих месторождениях, так и во время транспортных операций [0].

Поступление ^{226}Ra , ^{222}Rn и продуктов их распада при добыче нефти и природного газа превосходит эмиссию ^{222}Rn при сжигании угля и в ядерной энергетике. Общее радиоэкологическое воздействие нефтепромыслов на окружающую среду в тысячи раз превышает воздействие АЭС [0, 0, 0, 0].

Целью данной работы является оценка характера и степени воздействия объектов нефтедобычи на радиационную обстановку территории Березниковско-Соликамского промышленного узла Пермского края. Исследования и отбор проб проводились в непосредственной близости к объектам нефтедобычи – территории, прилегающей к Логовскому, Ростовицкому, Бельскому, Чашкинскому и Юрчукскому месторождениям.

Методы исследований.

Для оценки радиационной опасности проводилось измерение мощности амбиентного эквивалента дозы непрерывного гамма-излучения (МЭД) и отбор почвенных проб для гамма-спектрометрического анализа. Исследования выполнялись согласно требованиями действующих нормативных документов МУ 2.6.1.2398-08, НРБ-99/2009 (СанПиН 2.6.1.2523-09). Нормирование воздействия ЕРН в соответствии с требованиями НРБ-99/2009 проводится по расчетной величине удельной эффективной активности Аэфф, которая характеризует суммарную удельную активность естественных радионуклидов в исследуемом материале, определяемую с учетом их биологического воздействия на организм человека (Бк/кг).

В рамках выполнения гамма-съемки проведена рекогносцировка, детализированы природные условия территории с уточнением мощности и характера рыхлых отложений, определен гамма-фон для горных пород. Для работы использовался поисковый дозиметр-радиометр МКС/СРП-08А. Для 20 почвенных проб в лабораторных условиях проведены исследования удельной активности природных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K). Гамма-спектрометрические измерения проб проводили на сцинтилляционном гамма-спектрометре МКС-01А «МУЛЬТИРАД» (Россия).

Для энергетической калибровки спектрометра использован контрольный источник на основе ^{137}Cs и ^{40}K . Источник представляет собой сосуд Маринелли объемом 1 л, заполненный КСl, закрытый крышкой, в основании которого имеется цилиндрическое углубление, где закреплен источник ^{137}Cs (диск диаметром 29 мм, в центре которого находится активное пятно,

герметизированное двумя полиамидными пленками толщиной по 50 мкм). Активность источника составляет 1500 Бк, погрешность (при доверительной вероятности 0,95) составляет 20%. В образцах почвы перед измерением прокаливанием удалена их органическая часть, образцы были перемешаны и помещены в сосуд Маринелли до отметки 1 л.

Результаты исследований. Почва – это один из главных компонентов природной среды. Загрязненные почвы оказывают отрицательное влияние на все контактирующие среды (вода, воздух) и биологические объекты [0]. Естественные радионуклиды ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , содержащиеся в земной коре, при добыче углеводородов выносятся на поверхность. Уровень радиоактивного загрязнения промышленного и технологического оборудования определяется, в первую очередь, изотопами ^{226}Ra и ^{228}Ra , содержащимися в сопутствующих пластовых водах месторождений [0].

В таблице представлены результаты измерений содержания ЕРН на исследованных территориях Березниковско-Соликамского промышленного узла и опубликованные данные по различным территориям мира. Значения удельной активности ^{226}Ra (A_{Ra}) территории исследований соответствуют среднемировым показателям и наиболее близки к изученным территориям Египта и Бразилии. На территории исследований присутствуют единичные значения для ^{226}Ra , превосходящие средние значения по миру (отмеченный уровень превышения до 9%), а также единичные превышения среднемировых значения для ^{40}K (диапазон превышений 2-25%). При этом активность ^{232}Th (A_{Th}) исследуемой территории значительно меньше среднемировых показателей и значений удельной активности для других исследованных территорий мира.

Таблица

Активность ЕРН в почвах территории исследований и различных территорий мира, Бк/кг

<i>Величина активности Бк/кг</i>	<i>Активность ЕРН территории исследования (среднее значение для 20 проб)</i>	<i>Китай [0]</i>	<i>США [0]</i>	<i>Египет [0]</i>	<i>Бразилия [0]</i>	<i>Среднемировые показатели (среднее значение) [0]</i>
A_{Ra}	6,2-36,1 (17,4)	1-360	4-130	31-40	29,2	16-116 (33)
A_{Th}	0,3-28,1 (10,9)	2-690	4-140	52-61	47,8	7-50 (45)
A_{K}	19,9-562 (297,7)	9-1800	100-700	3149-3210	704	100-700 (420)

Одним из параметров, характеризующим радиационную обстановку территорий, является радиогеохимическая характеристика компонентов окружающей среды Аэфф. Согласно опубликованным исследованиям [0, 0] градация значений Аэфф по уровню опасности характеризуется следующими значениями (в Бк/кг): особо опасный уровень более 3300; опасный 1101-3300; потенциально опасный 101-1100; безопасный менее 100 [0]. Для территории исследования диапазон значений Аэфф составляет 25-108 Бк/кг, среднее значение суммарной удельной активности ЕРН для почвенного покрова составляет 57,1 Бк/кг, что соответствует безопасной категории.

Результаты гамма-излучения на территории исследования находятся в пределах 0,07-0,16 мкЗв/час, что не превышает установленную МЭД для жилых и для промышленных территорий (0,3 и 0,6 мкЗв/час соответственно).

Заключение. Полученные результаты показали, что радиационная обстановка Березниковско-Соликамского промышленного узла в границах территории исследований соответствует нормам радиационной безопасности НРБ-99/2009. Территория характеризуется отсутствием радиационных аномалий, что позволяет сделать вывод об отсутствии влияния процесса

нефтедобычи на радиационную обстановку. Отмечены единичные случаи отклонения удельной активности ^{226}Ra и ^{40}K от среднемировых показателей (не более 9% для ^{226}Ra и 2-25% для ^{40}K). Результаты проведенных исследований могут использоваться при решении задач радиационного мониторинга территорий, разработки практических рекомендаций для улучшения экологической ситуации.

Библиографический список

1. Абдрахманов Р.Ф., Ахметов Р.М. Радиоактивные элементы в нефтедобывающих и горнопромышленных системах Южного Урала // Новые идеи в науках о земле: сб. материалов. М., 2007. С.187–189.
2. Ахметов Р.М., Абдрахманов Р.Ф. Тяжелые металлы и радиоактивные элементы в горнопромышленных отходах Южного Урала и Предуралья // Геологический сборник. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. С. 253–257.
3. Ахметов Р.М., Хусаинов Ш.М., Лешан И.Ю. Техногенная деградация почв нефтедобывающих районов южного Предуралья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Самара, 2011. Т. 13, №5(2). С.39–42.
4. Ильницкий В.Г., Селюков А.Е., Захаров В.В., Сырчина Н.В. ОАО НИПИИ «Кировпроект». Организация экологического мониторинга на территории нефтепромыслов Республики Коми // Теоретическая и прикладная экология №1, 2007. С. 28–36.
5. Лебедев В.А., Карабута В.С. Проблемы обеспечения радиационной безопасности в нефтедобывающей промышленности России // Молодой ученый. №1. Казань, 2016. С.257–261.
6. Меньшикова Е.А., Блинов С.М., Перевоицков Р.Д. Естественные радионуклиды в отвалах Кизеловского угольного бассейна. // Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сборник трудов IX международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет. Институт наук о Земле, 2020. С.433–437.
7. Минигазимов Н.С. Охрана и рациональное использование водных ресурсов в нефтяной промышленности: Автореф. дис. д-ра техн. наук. Екатеринбург, 2000. 45 с.
8. Перевоицков Р.Д. Естественные радионуклиды (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) в депонирующих средах (территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей) // Известия Томского политехнического университета. 2022 (в печати).
9. Перевоицков Р.Д. Радиационная оценка почв на территории Верхнекамского месторождения калийных солей // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды. сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка. Пермь, 2021. С.285–287.
10. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии: учебное пособие. Томск, 2009. 429 с.
11. Хайкович И.М., Мац Н.А., Харламов М.Г. Классификация месторождений твердых полезных ископаемых // Региональная геология и металлогения. 1999. №8. С.131–140.
12. Eric Jilbert Mekongtso Nguelem, Maurice Moyo Ndontchueng, Ousmanou Motapon. Determination of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{235}U and ^{238}U activity concentration and public dose assessment in soil samples from bauxite core deposits in Western Cameroon // Mekongtso Nguelem et al. SpringerPlus. 2016. Vol. 5. Issue 1. pp. 1253, DOI: 10.1186/s40064-016-2895-9.
13. Menshikova E.A., Perevoshchikov R.D., Belkin P.A., Blinov S.M. Concentrations of Natural Radionuclides (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) at the Potash Salts Deposit // Journal of Ecological Engineering. 2021. V. 22. I. 3. P. 179–187. DOI: 10.12911/22998993/132544.
14. UNSCEAR. Sources, effects and risks of ionizing radiation. Report to the General Assembly, with annexes. New York: United nations publication, 2000. 659 p.

А.А. Перминова

Естественнонаучный институт

Пермского государственного национального
исследовательского университета,
614068, г. Пермь, ул. Генкеля, 4

A.A. Perminova

Institute of Natural Science

Perm State University,
614068, Perm, st. Genkelya, 4

e-mail: annaperminova98@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ЭМИССИИ ПОЛЛЮТАНТОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ИЗ ОТХОДОВ КАЛИЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

При горнодобывающей и горно-обогатительной деятельности калийных предприятий возрастает влияние техногенных факторов на все природные компоненты. В результате обогатительных процессов формируются много-тоннажные разнофазовые отходы, которые складываются на выработанной дневной поверхности. Образующиеся отходы представлены твердыми галитовыми отходами, которые складываются в солеотвалы, и жидким глинисто-солевым шламом, хранящимся в шламонакопителях. Проведенный анализ минералогического состава солеотвалов выявил высокое содержание минералов галита (70-90 %), доломита (2-16 %) и гипса (2-16 %). Анализ отобранных образцов глинисто-солевого шлама выявил наличие большого количества минералов галита, сильвина, гипса, ангидрита, доломита, магнезита, кальцита, кварца, КПШ, хлорита, слюды, гематита и пирита. Наиболее обычными и широко распространенными микроэлементами в отобранных образцах как солеотвалов, так и шламохранилищ являются медь и цинк. Остальные элементы встречаются в невысоких концентрациях и не оказывают токсического действия на природные компоненты. Полученные результаты показали, что особенности эмиссии поллютантов в окружающую среду из отходов калийных предприятий зависят от химического состава отходов, свойств и функции минералов (степень растворимости, направления миграции, процессы поглощения и др.), действия атмосферных осадков и инженерно-технических особенностей защитных сооружений для обеспечения экологической безопасности.

Ключевые термины: солеотвал; шламохранилище; галитовые отходы; глинисто-солевой шлам; засоление; эрозия; карст.

CHARACTERISTICS OF POLLUTANT EMISSIONS FROM POTASSIUM MINING WASTE INTO THE ENVIRONMENT

The influence of technogenic factors on all natural components increases during the mining and processing activities of potash enterprises. Mineral processing generates multi-tonnage wastes of various phases, which are stored on a daylight surface. The generated waste consists of solid halite waste stored in salt dumps and liquid clay-salt sludge stored in sludge storages. The mineralogical composition analysis of salt dumps revealed a high concentration of minerals such as halite (70-90 %), dolomite (2-16 %), and gypsum (2-16 %). A large amount of minerals was found in collected samples of clay-salt sludge, including halite, sylvine, gypsum, anhydrite, dolomite, magnesite, calcite, quartz, potassium feldspar, chlorite, mica, hematite, and pyrite. Copper and zinc are the most common and widespread trace elements in the collected samples from both salt dumps and sludge storages. The remaining elements are present in low concentrations and are not toxic to natural components. The findings revealed that the characteristics of pollutant emissions from potassium mining waste into the environment depend on the chemical composition of the waste, the properties and function of minerals (the degree of solubility, migration directions, absorption processes, etc.), the effect of atmospheric precipitation, and the engineering and technical features of protective structures for ensuring environmental safety.

Keywords: salt dump; sludge storage; halite waste; clay-salt sludge; salinization; erosion; karst.

Введение. Функционально-технические решения по безопасному хранению отходов от обогащения руды на калийных месторождениях имеют приоритетное значение в проектировании горнодобывающего и горно-перерабатывающего производства. Одной из важнейших проблем, которую сопровождает горно-обогатительная деятельность на месторождениях ка-

лийных солей является образование значительных масс твердых и жидких отходов. В результате обогатительных процессов создаются не только калийные удобрения, но и образуются многотоннажные твердые галитовые отходы, содержащие 92-95 % хлористого натрия, жидкие глинисто-солевые шламовые отходы, представляющие собой смесь водорастворимых веществ (NaCl и KCl) и нерастворимых глинистых компонентов.

Безопасное хранение и возможность утилизации или вторичного использования отходов калийного производства является сложной экологической, технологической и экономической проблемой.

Результаты эколого-геохимических исследований показывают, что отходы от обогащения руды содержат широкий спектр поллютантов и служат мощными источниками загрязнения природных геосистем [0]. Главные особенности длительной эмиссии поллютантов в окружающую среду из солеотходов калийных производств заключаются: а) в поступлении дренажных вод с высоким содержанием легкорастворимых солей (NaCl, KCl) и тяжелых металлов в подземные и поверхностные воды, формируя зоны интенсивного засоления в поймах и долинах рек [0, 8, 9] б) в трансформации почв, что выражается в изменении химических и физических свойств почв [0, 5] в) в возникновении опасных геологических процессов, происходящих на солеотвалах (эрозионные процессы на поверхности, обрушение породы, внутрисолевой карст [0]). Данные особенности способствуют нарушению биогеохимических процессов в почвенном и растительном покрове, формированию природно-техногенных ландшафтов и зон интенсивного засоления в поймах и долинах рек, а также ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки в ближайших населенных пунктах.

Целью данной работы является анализ минералогического состава вещества и содержания в нем микроэлементов, которые могут оказать токсическое действие, а также проведение оценки состояния экосистем. Исследования и отбор проб проводились на рудоуправлениях Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей.

Методы исследований. Для получения информации о минералогическом и микроэлементном составе вещества солеотвала (25 проб) и шламохранилища (18 проб) был проведен микрозондовый анализ на сканирующем электронном микроскопе – JSM-6390LV (фирма Jeol, Япония), который дает важную информацию о токсическом действии элементов на окружающую среду. Оценка состояния экосистем выполнялась по результатам полученных лабораторных данных и полевых исследований.

Результаты исследований. Непрерывный технологический цикл работы обогатительной фабрики и многолетняя эксплуатация солеотвалов и шламохранилищ сформировали основной химический состав отходов с преобладанием водорастворимых солей. С цехов обогащения руды в солеотвалы поступает вещество на 90 % состоящее из галита. Проведенный анализ минералогического состава солеотвалов выявил высокое содержание минералов галита (70-90 %), доломита (2-16 %) и гипса (2-16 %). В небольших концентрациях обнаружены ангидрит, магнезит, кальцит, кварц, альбит, калиевые полевые шпаты (КПШ), хлорит, слюда (рис.1).

Преобладание минералов галита, доломита и гипса в составе солеотвала способствует, прежде всего, образованию эрозионных и карстовых процессов из-за значительных углов наклона склонов и средней высотой отвала 100-130 метров. Эрозия проявляется в виде ячеисто- или сотово-кавернозной структурой, гротов, каньонов. Проявление таких процессов связано с выщелачиванием и растворением минералов под воздействием атмосферных осадков на поверхность и массив солеотвалов. Например, растворение кальцита и гипса под воздействием дождевых, текучих вод приводит к развитию карста (образованию карстовых воронок,

провалов, пещер и т.п.). Формирующиеся при этом растворы создают водоносный горизонт в толще отвала, дренируемый в основании склонов в виде многочисленных ручейков рассолов [0, 7].

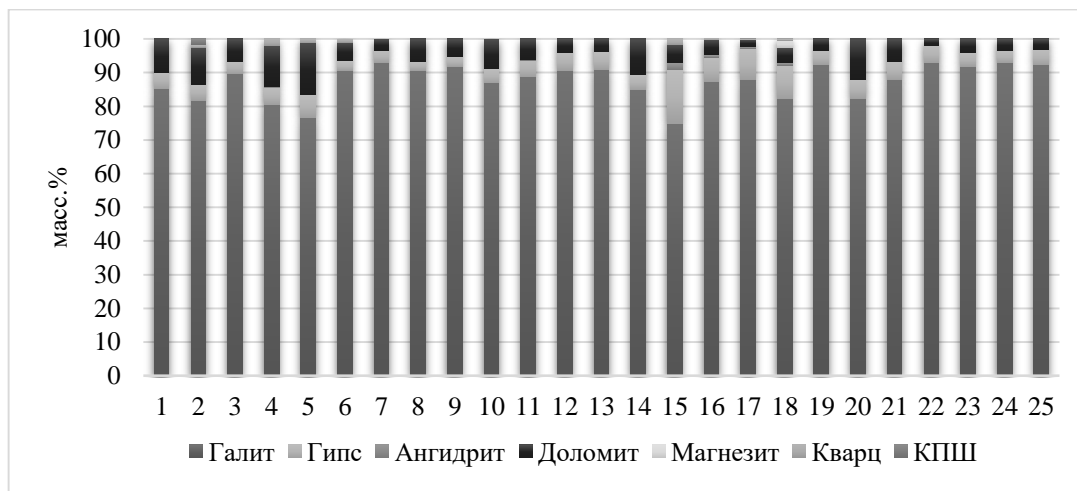


Рис. 1. Минералогический состав солеотвалов

В результате технологических процессов, в шламохранилища поступают глинисто-солевой шлам и избыточные рассолы. Анализ отобранных образцов глинисто-солевого шлама выявил наличие большого количества минералов галита, сильвина, гипса, ангидрита, доломита, магнезита, кальцита, кварца, КППШ, хлорита, слюды, гематита и пирита. В процентном соотношении преобладают КППШ, гипсы, галит и ангидрит (рис.2). Именно наличие глинистого вещества обеспечивает большое разнообразие минералов. В связи с низкоэффективными защитными свойствами экрана из глины в основании шламохранилища, высокоминерализованные фильтрационные воды поступают в поверхностные и подземные воды, тем самым порождая процессы засоления в поверхностном слое почвы, донных отложениях [0, 0, 5, 8, 9].

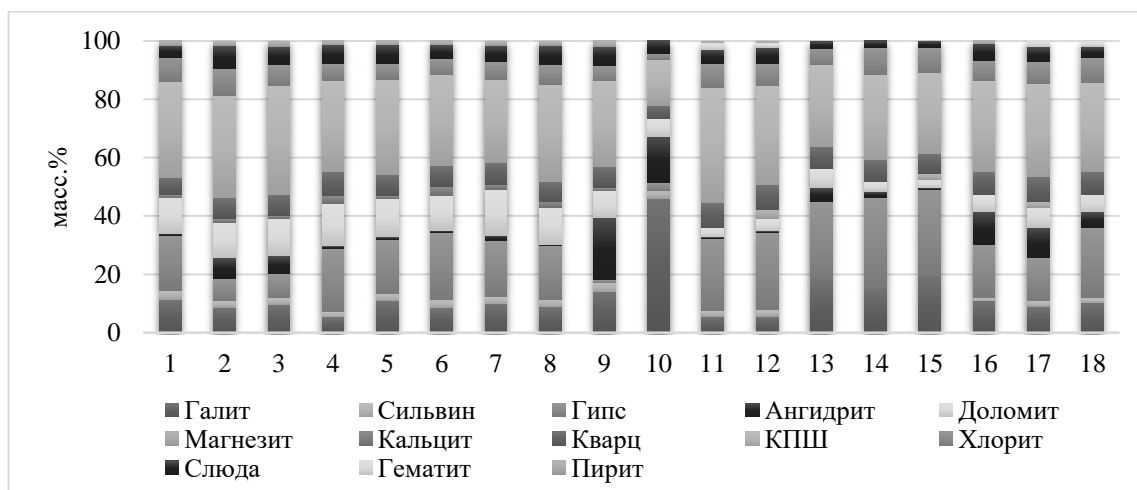


Рис. 2. Минералогический состав шламохранилищ

Наиболее обычными и широко распространенными микроэлементами в отобранных образцах как солеотвалов, так и шламохранилищ являются медь и цинк. Остальные элементы встречаются в невысоких концентрациях в определенных образцах. В основном, разнообразие элементов является результатом сорбции глинистыми, железистыми, хлоридными и другими

компонентами [6]. Примесь бария характерна для гипсоносных образцов, кроме того, барий нередко появляется вместе с цезием в образцах с преобладанием галита. Мышьяк обнаруживается редко и в небольших количествах. Наиболее высоких концентраций он достигает в высокожелезистых веществах, скорее всего, это результат сорбции.

Анализ присутствия некоторых микроэлементов заслуживает особого внимания. Так, в некоторых образцах на солеотвале отмечено содержание ртути в средней концентрации 0,38 %. Состав солеотвала представлен преимущественно галитом, отсюда следует вывод о том, что ртуть в небольших количествах может сорбироваться соленосными породами.

Содержания других элементов (As, Cd, Hg, Ni), которые могут оказывать токсическое действие на экологическую безопасность депонирующих сред и подземных и поверхностных вод обнаружены в незначительных концентрациях.

Заключение. Главной особенностью эмиссии поллютантов в окружающую среду из отходов горно-обогатительных фабрик калийных предприятий является преобладание водорастворимых солей в составе солеотвалов и шламохранилищ. Под воздействием атмосферных осадков с поверхности солеотвала минералы галита, доломита и гипса выщелачиваются и растворяются, что способствует возникновению эрозионных и карстовых процессов. Высокоминерализованные фильтрационные воды шламохранилищ, с высоким содержанием КПШ, гипса и ангидрита, интенсивно мигрируют в поверхностные и подземные воды, формируя зоны техногенных геохимических аномалии и распространяясь на значительное расстояние. Содержания элементов (As, Cd, Hg, Ni), которые могут оказывать токсическое действие на экологическую безопасность депонирующих сред и подземных и поверхностных вод обнаружены в незначительных концентрациях.

Полученные результаты показали, особенности эмиссии поллютантов в окружающую среду из отходов калийных предприятий зависят от химического состава отходов, свойств и функции минералов (степень растворимости, направления миграции, процессы поглощения и др.), действия атмосферных осадков и инженерно-технических особенностей защитных сооружений для обеспечения экологической безопасности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ проект № 2019-0858.

Библиографический список

1. Бачурин Б.А., Бабошко А.Ю. Эколого-геохимическая характеристика отходов калийного производства // Горный журнал. 2008. №10. С. 88–89.
2. Борзаковский Б.А., Аптуков В.Н., Волегов С.В. Геомеханическая оценка образования карстовых провалов на солеотвалах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 10. С. 157–166.
3. Еремченко О.З., Четина О.А., Кусакина М.Г., Шестаков И.Е. Техногенные поверхностные образования зоны солеотвалов и адаптация к ним растений. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т. 2013. 148 с.
4. Митракова Н.В., Хайрулина Е.А., Порошина Н.В. Свойства аллювиальных почв в районе воздействия предприятий Верхнекамского калийно-магниевого месторождения, Пермский край // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции (Гомель, 27–29 мая 2021 года) «Географические аспекты устойчивого развития регионов». Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины. 2021. С. 407–411.
5. Перминова А.А., Федотов С.В., Митракова Н.В., Хайрулина Е.А. Обследование техногенного воздействия Верхнекамского калийно-магниевого месторождения Пермского края по

содержанию Li, Rb, Sr, Cs в депонирующей среде // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции (Гомель, 27–29 мая 2021 года) «Географические аспекты устойчивого развития регионов». Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины. 2021. С. 431–435.

6. *Путилина В.С., Галицкая И.В., Юганова Т.И.* Адсорбция тяжелых металлов почвами и горными породами. Характеристики сорбента, условия, параметры и механизмы адсорбции = Heavy metals adsorption by soils and rocks: анализ. обзор. Учреждение Рос. акад. наук Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния РАН, Учреждение Рос. акад. наук Ин-т геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН. 2009. 155 с.

7. *Сивенков А.Ю.* Геоморфологические индикаторы проявления процессов поверхностного соляного карста в пределах солеотвалов Солигорского горнопромышленного района на основе космической информации // Сборник материалов IX Университетских геологических чтений (Минск, 3 апреля 2015) «Актуальные вопросы инженерной геологии, гидрогеологии и рационального недропользования». Минск: Белорусский гос. ун-т. 2015. С. 140–142.

8. *Хайрулина Е.А.* Воздействие фильтрационных вод шламохранилища с солесодержащими отходами на поверхностные и подземные воды // Географический вестник. Geographical bulletin. 2018. №2(45). С.145–155.

9. *Elena Khayrulina, Nickolai Maksimovich.* Influence of drainage with high contents of water-soluble salts on the environment in the Verhnekamskoe potash deposit, Russia // Mine Water and the Environment. 2018. №37. P. 595–603.

Е.Г. Петрова

Географический факультет, МГУ имени
М.В. Ломоносова,
119991, Москва, Ленинские горы, 1

E.G. Petrova

Faculty of Geography, Lomonosov Moscow
State University, 119991, Moscow, Leninskiye
Gory, 1

e-mail: epgeo@mail.ru

ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ АВАРИИ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Техногенное загрязнение природной среды является одним из наиболее значительных факторов ее антропогенной трансформации. Особенно опасное воздействие на состояние водных и наземных экосистем оказывает нефтяное загрязнение, самым крупным источником которого являются промышленные и транспортные аварии, в результате которых разливы нефти и нефтепродуктов могут достигать катастрофических масштабов. В статье анализируется информация авторской базы данных по техногенным и природно-техногенным ЧС, происходящим в России с 1991 г. Выявлены основные источники аварийных выбросов углеводородов и нефтяного загрязнения природной среды, проанализировано географическое распределение и частота повторяемости таких аварий в России. Выделены регионы наибольшей опасности возникновения ЧС на магистральных трубопроводах, железнодорожном и водном транспорте с разливами нефти и нефтепродуктов. Проведена оценка риска возникновения ЧС с аварийным выбросом загрязняющих веществ. Выделены регионы наибольшего риска.

Ключевые термины: промышленная авария; транспортная авария; разлив нефти; загрязнение природной среды; база данных; чрезвычайная ситуация.

INDUSTRIAL AND TRANSPORT ACCIDENTS AS SOURCES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Technological pollution of the natural environment is one of the most significant factors of its anthropogenic transformation. Oil pollution has a particularly dangerous impact on the state of aquatic and terrestrial ecosystems; the largest sources of these pollutions are industrial and transport accidents, as a result of which spills of oil and oil products can reach catastrophic scales. The article analyzes the information of the author's database on technological and natural-technological emergency situations occurring in Russia since 1991. The main sources of accidental releases of hydrocarbons and oil pollution of the natural environment are identified; the geographical distribution and frequency of occurrence of such accidents in Russia are analyzed. The regions of the greatest danger of emergencies on main oil pipelines, railway and water transport with oil and oil product spills are identified. An assessment of the risk of emergencies with an accidental release of pollutants was carried out. Regions most at risk are revealed.

Keywords: industrial accident; transport accident; oil spill; environmental pollution; database; emergency situation.

Техногенное загрязнение относится к числу наиболее значительных факторов антропогенной трансформации природной среды, проявление которых особенно актуально на современном этапе развития мировой и российской экономики. В результате различных загрязняющих воздействий техногенного характера происходит ухудшение качества поверхностных и подземных вод суши, загрязнение вод мирового океана, сокращение пригодных для использования водных и земельных ресурсов, нарушение состояния и уничтожение почвенного и растительного покрова, разрушение водных и наземных экосистем, снижение биологического разнообразия и многие другие неблагоприятные экологические изменения. За последние десятилетия практически по всему миру наблюдается существенное нарастание подобных негативных процессов.

Наиболее пагубным для природной среды оказывается нефтяное загрязнение. Россия относится к числу тех немногих стран, которые имеют давние традиции добычи нефти. По мере увеличения объемов добычи, транспортировки, хранения, переработки и потребления нефтяных ресурсов возрастают масштабы разливов нефти и загрязнения ею природной среды. Как показывает мировая практика, никакая нефтедобыча, транспортировка и дальнейшее использование нефтепродуктов не могут быть абсолютно экологически чистыми и безопасными: некоторое количество углеводородов при этом неизбежно теряется и попадает в окружающую среду. Согласно экспертным оценкам, в России безвозвратные потери в загрязнениях и отходах составляют от 3 до 7% от общего объема добытого, перевезенного и хранимого нефтяного сырья. В среднем потери оцениваются в 17-20 млн. т нефти в год [1]. По данным мониторинга Росприроднадзора, за один только 2018 г. в стране было зарегистрировано 3 053 случая разлива нефти на общей площади в 214,5 га (в 2019 г. – 819 случаев на площади 93,6 га) [4].

Особенно масштабным техногенное загрязнение природной среды становится в случаях крупных промышленных и транспортных аварий, привлекающих к себе наибольшее внимание общественности и СМИ. В отличие от так называемых «штатных» или фоновых выбросов и утечек загрязняющих веществ, которые обязательно происходят в том или ином количестве даже в режиме нормального функционирования различных объектов техносферы (ТЭС, автомобильного и других видов транспорта, трубопроводов и т.п.), аварийные выбросы и разливы могут достигать значительных размеров. Для промышленных компаний, виновников подобных чрезвычайных происшествий, при которых в атмосферу, на земную поверхность и/или в водоемы единовременно попадает большое количество опасных загрязнителей, скрыть эти последствия и уйти от ответственности оказывается невозможным.

Примером катастрофического аварийного загрязнения природной среды может служить чрезвычайное событие, произошедшее 29 мая 2020 г. в Норильске, которое вызвало большой общественный резонанс. В результате аварии на ТЭЦ-3 (принадлежащей АО «Норильско-Таймырская энергетическая компания», структуре «Норникеля») из резервуара вылилось более 21 тыс. т дизельного топлива, в т.ч. 6 тыс. т попало в грунт, а 15 тыс. т – в ближайшие водоёмы: ручей Безымянный, реки Далдыкан и Амбарную, крупное озеро Пясино. Общая площадь загрязнения нефтепродуктами составила 180 тыс. кв. м. Экологи охарактеризовали эту аварию как самую крупную экологическую катастрофу в Заполярье и крупнейшую в мире утечку дизельного топлива за последние десятилетия. МЧС РФ отнесло ее к чрезвычайным ситуациям (ЧС) федерального масштаба [5]. По данным Ростехнадзора, причинами разлива топлива стали недостатки проектирования и строительства ТЭЦ, а также некачественный контроль ее эксплуатации. Непосредственной причиной аварии послужила разгерметизация резервуара вследствие просадки бетонной площадки под ним в условиях оттаивания многолетнемерзлого грунта из-за аномально теплых температур. Росприроднадзор оценил экологический ущерб от аварии почти в 148 млрд. руб. [2].

Наиболее часто аварийные разливы нефти происходят из-за нарушений герметичности промысловых нефтепроводов [1]. Суммарная их длина в России превышает 300 тыс. км, при этом примерно половина из них давно выработала свой нормативный срок эксплуатации (10-25 лет). Аварии на промысловых нефтепроводах происходят, в основном, из-за внутренней коррозии по причине износа труб (на долю коррозии приходится до 90% аварийных событий). Кроме того, по данным Ростехнадзора, в России насчитывается более 75 тыс. км магистральных нефте- и продуктопроводов, значительная часть которых эксплуатируется более 30 лет. Активное развитие российских трубопроводных систем происходило в 1960-1980-е годы в

связи с перемещением нефтедобычи на Западную Сибирь; износ основных фондов магистрального нефтепроводного транспорта превышает 70%. Это чревато дальнейшим ростом его аварийности.

На географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова автором создана и постоянно пополняется электронная база данных по ЧС техногенного и природно-техногенного характера, происходящим в России, начиная с 1991 года [3]. На текущий момент в базе данных содержится более 25 тыс. единиц информации, которая структурирована по следующим основным параметрам: 1) дата события; 2) место события (с указанием расстояния до ближайшего населенного пункта и крупного города, областного центра или столицы региона); 3) тип события (по классификации МЧС и авторской оценке); 4) краткое описание, включая время возникновения ЧС, возможные причины, последствия и принятые меры; 5) масштаб ЧС; 6) количество пострадавших и погибших; 7) экономический и экологический ущерб; 8) источник информации. При составлении базы данных используются только открытые источники информации. Основным источником данных служат ежедневные оперативные сводки МЧС РФ, публикуемые на официальном сайте министерства (<https://www.mchs.gov.ru>) которые по необходимости дополняются сообщениями электронных СМИ.

Преимуществом базы данных является возможность осуществлять мониторинг ЧС посредством их каталогизации, отслеживать их географическое распределение и изменение во времени, оценивать частоту повторяемости событий в национальном и региональном разрезе, анализировать основные условия формирования, факторы и причины возникновения ЧС, их последствия, проводить оценку риска. Формат базы данных позволяет производить поиск и отбор необходимой информации по заданным ключевым словам или параметрам и проводить ее последующую компьютерную обработку. При этом анализ прошлых событий дает возможность учитывать извлеченные из них уроки в будущем, выявлять наиболее уязвимые участки и зоны наибольшего риска аварийности, что, в конечном итоге, может помочь избежать повторения чрезвычайных ситуаций.

Для целей настоящего исследования среди всего накопленного массива данных был произведен поиск, географический и статистический анализ информации о промышленных и транспортных авариях, которые привели к формированию ЧС с загрязняющими воздействиями на природную среду. В общей сложности, было проанализировано 1153 ЧС с экологическими последствиями, более половины из них составили ЧС с разливами нефти и нефтепродуктов. Согласно критериям, утвержденным МЧС РФ и вступившим в силу с 1 января 2022 г., к рангу ЧС относятся: 1) Любой факт разрыва магистральных нефте- и продуктопроводов; 2) Аварии с разливом (выбросом) нефти (нефтепродуктов) на объектах геологического изучения, разведки и добычи углеводородного сырья, а также для переработки, транспортировки, хранения, реализации углеводородного сырья и произведенной из него продукции: на сухопутной территории – в объеме 5 т и более, на водных объектах – в объеме 1 т и более; 3) Загрязнение водного объекта источника питьевого водоснабжения в границах зоны санитарной охраны.

По результатам анализа авторской базы данных были выявлены основные источники аварийных разливов нефти и нефтяного загрязнения природной среды в России. Среди них: аварии на промысловых и магистральных нефте- и продуктопроводах, аварии танкеров, перевозящих нефть и нефтепродукты, аварии на буровых платформах, аварии нефтехранилищ, железнодорожные и автомобильные аварии с разрушением нефтеналивных цистерн или наездом на трубопроводы, аварии различных транспортных средств (включая морские и речные суда, автомобили и др.) с утечкой жидкого топлива.

Выделены регионы наибольшей опасности возникновения ЧС с разливами нефти и нефтепродуктов. Наибольшая опасность возникновения ЧС на магистральных трубопроводах зафиксирована на территории Краснодарского, Пермского и Ставропольского краев, Республик Адыгея, Башкортостан, Дагестан, Коми и Удмуртия, Вологодской, Иркутской, Ленинградской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Ростовской, Самарской, Саратовской, Тюменской, Челябинской и Ярославской областей, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов. Опасность железнодорожных аварий с разливом нефти отмечается на территории Краснодарского, Пермского, Ставропольского и Хабаровского краев, Республик Башкортостан и Бурятия, Амурской, Астраханской, Волгоградской, Иркутской, Ленинградской, Нижегородской, Новосибирской, Оренбургской, Саратовской, Сахалинской, Свердловской и Читинской областей. Опасность аварий морских и речных судов с утечками нефти выявлена в Камчатском, Краснодарском и Красноярском краях, Вологодской, Ленинградской, Магаданской, Самарской и Сахалинской областях.

Проведена оценка риска возникновения ЧС с аварийным выбросом веществ, загрязняющих природную среду, в том числе с разливом углеводородов, на основе повторяемости таких событий за период 1991-2021 годов. Результаты проведенной оценки отражены на карте (рис. 1). Выделены регионы с различными уровнями риска. Наиболее высоким уровнем риска отличаются Краснодарский, Красноярский, Пермский, Приморский, Ставропольский и Хабаровский края, Республика Башкортостан, Волгоградская, Иркутская, Кемеровская, Московская, Нижегородская, Оренбургская, Ростовская, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Свердловская и Челябинская области, а также Ханты-Мансийский АО.

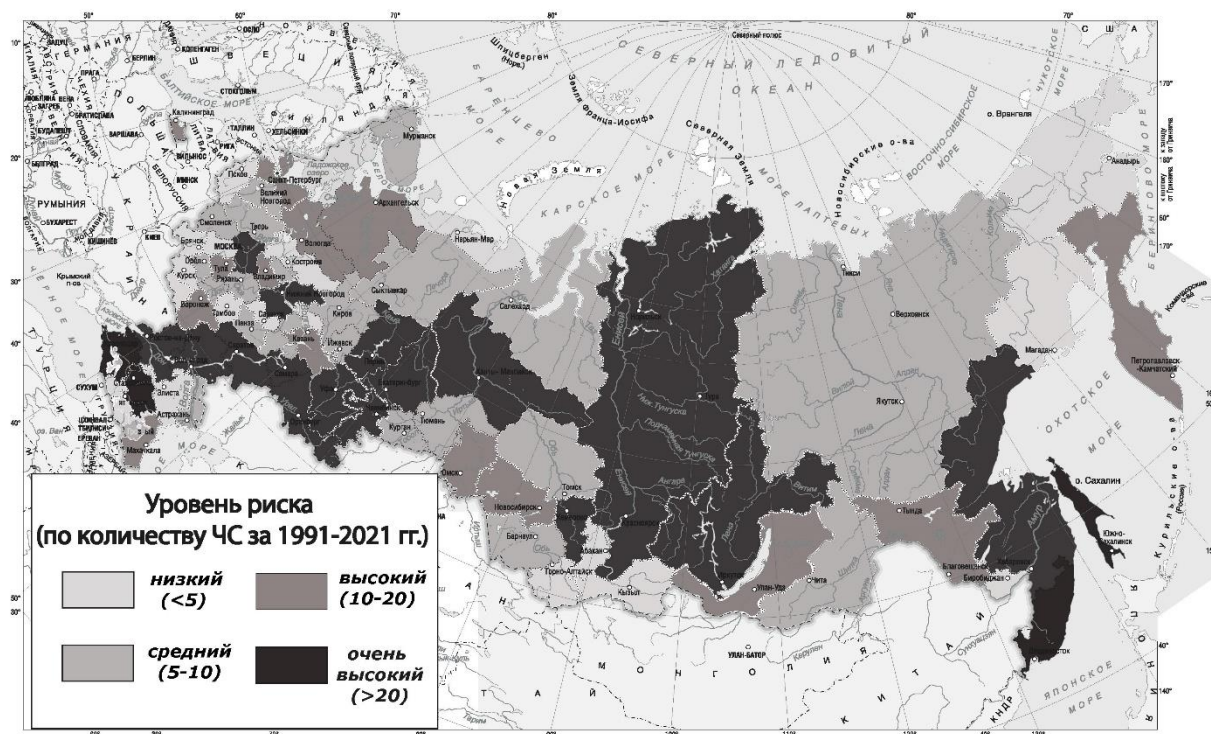


Рис. Риск возникновения ЧС с аварийным выбросом загрязняющих веществ

Библиографический список

1. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. М.: Ин-октаво, 2005. 368 с.
2. *Крупные* разливы нефти и нефтепродуктов в России в 1994-2021 годах. // Лента новостей РИА «Новости». 29.05.2020. URL: <https://ria.ru/20210811/razliv-1745316414.html> (дата обращения: 14.03.22)
3. Петрова Е.Г. Особенности мониторинга опасных природных воздействий с использованием базы данных // Экологические системы и приборы. 2021. №7. С. 11–16.
4. *Хронология* крупнейших случаев разлива нефти и нефтепродуктов в России. // Лента новостей ТАСС. 03.06.2020. URL: <https://tass.ru/info/8641491> (дата обращения: 14.03.22)
5. *ЧП в Норильске*. Как «рядовая» авария стала экологической катастрофой. // Портал для недропользователей: dprom.online. 09.06.2020. URL: <https://dprom.online/oilngas/chp-v-norilske-kak-ryadovaya-avariya-stala-ekologicheskoy-katastrofoj/> (дата обращения: 14.03.22)

Е.А. Пичугин

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология») 614039, г. Пермь, Комсомольский проспект, 61а

E.A. Pichugin

Federal State Budgetary Institution «Ural State Research Institute of Regional Environmental Problems» (FSBI UralNII «Ecology») 614039, Perm, Komsomolsky prospect, 61a

e-mail: info@ecologyperm.ru

ОБЪЕКТЫ НАКОПЛЕННОГО ВРЕДА КАК ИСТОЧНИК НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

В сообщении рассматривается вопрос оценки негативного воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на растительность как одного из индикаторов уровня антропогенной нагрузки на природную среду. Общее влияние объекта накопленного вреда окружающей среде на состояние экологической безопасности на разных объектах различно и не всегда является доказательством негативного воздействия объекта на компоненты природной среды и человека. Корректный подход к категорированию объектов накопленного вреда окружающей среде, в том числе по уровню негативного воздействия позволит ликвидировать наиболее опасные для компонентов природной среды и человека объекты в первоочередном порядке.

Ключевые термины: объекты накопленного вреда окружающей среде; категорирование объектов; состояние растительности; вегетационный индекс; воздействие.

OBJECTS OF ACCUMULATED HARM AS A SOURCE OF NEGATIVE IMPACT ON ENVIRONMENTAL COMPONENTS

The report discusses the issue of assessing the negative impact of objects of accumulated environmental damage on vegetation as one of the indicators of the level of anthropogenic pressure on the natural environment. The overall impact of the object of accumulated harm to the environment on the state of environmental safety at different objects is different and is not always evidence of the negative impact of the object on the components of the natural environment and humans. A correct approach to categorizing objects of accumulated harm to the environment, including by the level of negative impact, will make it possible to eliminate the most dangerous objects for the components of the natural environment and humans as a matter of priority.

Keywords: objects of accumulated environmental damage; categorization of objects; state of vegetation; vegetation index; impact.

Экологическая ситуация в Российской Федерации характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду и значительными экологическими последствиями прошлой экономической деятельности. В 40 субъектах Российской Федерации более 54 процентов городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения атмосферного воздуха. Практически во всех регионах сохраняется тенденция к ухудшению состояния почв и земель. Количество отходов, которые не вовлекаются во вторичный хозяйственный оборот, а направляются на размещение, возрастает [5]. Одним из источ-

ников негативного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье человека являются объекты, на которых в прошлом осуществлялась хозяйственная деятельность и на которых накоплены опасные для природных сред и человека загрязняющие вещества/отходы.

Одним из целевых показателей в рамках национальной цели «Комфортная и безопасная среда для жизни», установленной Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 [2] является ликвидация наиболее опасных объектов накопленного вреда окружающей среде.

Статьями 80.1 и 80.2 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [3] установлены правовые основы выявления, оценки, учета, категорирования, ликвидации объектов накопленного вреда. В соответствии с пунктами 4, 5 статьи 80.1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» [3] учет объектов накопленного вреда окружающей среде осуществляется посредством их включения в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде. Ведение государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде включает в себя рассмотрение материалов выявления и оценки объектов накопленного вреда окружающей среде, принятие решения о включении или об отказе во включении в государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде, категорирование объектов накопленного вреда окружающей среде, обновление информации об объекте накопленного вреда окружающей среде, исключение из государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде.

Категорирование объектов накопленного вреда осуществляется с использованием 7 критериев, утвержденных приказом Минприроды России от 04.08.2017 № 435 [3]. Результаты категорирования по каждому из семи критериев суммируются и образуют «Критерий П», который определяет общее влияние объекта накопленного вреда окружающей среде на состояние экологической безопасности. По результатам такого категорирования выделяются приоритетные объекты, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке.

Анализ размещенных на сайте Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (<https://www.mnr.gov.ru>) сведений, содержащихся в государственном реестре объектов накопленного вреда окружающей среде показал, что значение критерия «Общее влияние объекта накопленного вреда окружающей среде на состояние экологической безопасности» на разных объектах различно и не всегда является доказательством негативного воздействия объекта на компоненты природной среды и человека. Так, например значение критерия по объектам «Несанкционированные свалки» изменяется в диапазоне от 0,9 до 3,1, в то время как на объектах «Полигоны ТКО» в диапазоне от 0,95 до 3, что говорит об одинаковом влиянии данных объектов на окружающую среду и человека. Однако стоит отметить, что полигоны ТКО оказывают более существенное воздействие на окружающую среду, чем несанкционированные свалки и их ликвидацию необходимо проводить в первоочередном порядке.

Цель работы: оценка негативного воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на растительность как одного из индикаторов уровня антропогенной нагрузки на природную среду с использованием данных дистанционного зондирования.

Состояние растительности является одним из индикаторов уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности на природную среду. Наземные растения способны поглощать загрязняющие вещества двумя путями – через корни (источник поступления загрязняющих веществ – почва, подземные воды) и через поверхность листовых пластинок (источник

поступления загрязняющих веществ – атмосферный воздух). Химическое загрязнение приводит к ухудшению жизненного состояния растений, сокращению видового разнообразия флоры, снижению плодородия почв [1].

Вегетационный индекс NDVI является надежным показателем для оценки антропогенного воздействия объектов на компоненты природной среды (растительность).

В научной литературе [6] приведена градация состояния растительности в зависимости от значений вегетационного индекса (табл. 1).

Таблица 1

Состояние растительности в зависимости от значений вегетационного индекса NDVI

<i>Значение NDVI</i>	<i>Состояние растительности</i>
0–0,1	открытая почва или нет данных (облачность на снимке)
0,1–0,2	разряженная растительность
0,2–0,3	угнетенное
0,3–0,4	очень плохое
0,4–0,55	удовлетворительное
0,55–0,7	хорошее
0,7–1,0	очень хорошее

Для оценки фактического воздействия на растительность из государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде были выбраны ряд объектов, представленных в таблице 2.

Таблица 2

Объекты накопленного вреда окружающей среды

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование объекта</i>	<i>Фактический адрес объекта</i>	<i>Координаты расположения объекта, с.ш., в.д.</i>	<i>Объем/масса отходов, класс опасности</i>	<i>Значение общего влияния объекта на состояние экологической безопасности</i>
1	Несанкционированная свалка в городе Барабинске	Новосибирская область, г. Барабинск, северная часть города	55.377, 78.330	348000 куб. м отходов IV-V класса опасности, размещенных без соблюдения санитарно-эпидемиологического и природоохранного законодательства	2,25
2	Пруды-накопители кислых гудронов (объекты бывшего АОТ «Фирма Варя») совместно с полигоном промышленных отходов бывшего ПО «Корунд» (Капролактамы)	Нижегородская область, Балахнинский район, 56 квартал Козинского лесничества	56.362, 43.574	112094,8 куб. м отходов II класса опасности, размещенных в прудах-накопителях 256130 куб. м отходов III-IV класса опасности, размещенных на полигоне	0,9 (пруды-накопители) + 1,35 (полигон промышленных отходов)
3	Канское лигнинохранилище	Красноярский край, Канский район, урочище «Крестики»	56.135, 95.797	2 879 815,5 тонн IV класса опасности	2,2

4	Полигон твердых бытовых отходов	Республика Мордовия, Ичалковский район, п. Павловка	54.678, 45.374	69 143 куб. м отходов IV-V класса опасности	1,1
---	---------------------------------	---	----------------	---	-----

Из таблицы 2 видно, что объекты накопленного вреда, на которых размещены промышленные отходы II-IV класса опасности, оказывают меньшее влияние на состояние экологической безопасности, чем объекты размещения твердых коммунальных отходов IV-V класса опасности и, согласно законодательству, не являются объектами, работы по ликвидации которых должны проводиться в первоочередном порядке. Визуализация состояния растительности в зоне влияния объектов приведена на рисунке 1.

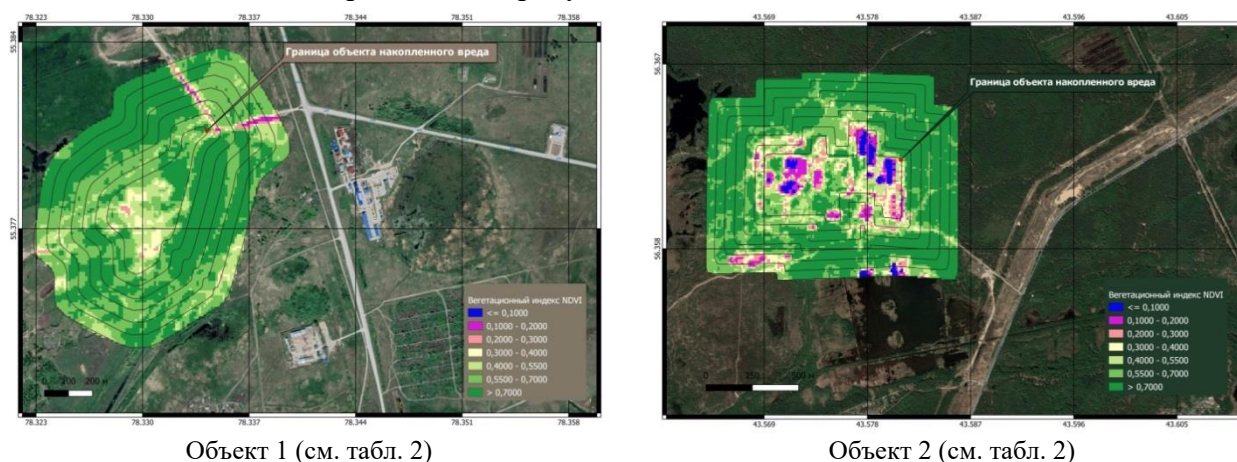


Рис. 1. Пример визуализации состояния растительности

Оценка негативного воздействия объекта на состояние растительности показала, что объекты накопленного вреда, на которых размещены промышленные отходы оказывают более существенное воздействие на растительность чем объекты накопленного вреда с размещенными на них твердыми коммунальными отходами (рис. 2, 3).

Из рисунка 2,3 видно, что состояние растительности в границе объектов накопленного вреда, на которых размещены промышленные отходы, находится в очень плохом и удовлетворительном состоянии, в границах объектов размещения ТКО в удовлетворительном и хорошем состоянии. На расстоянии 100 метров объекты накопленного вреда с размещенными на них промышленными отходами оказывают более существенное воздействие на растительность. Снижение биологической устойчивости растительности может свидетельствовать о более существенном воздействии объекта на компоненты окружающей среды.

Также стоит отметить, что объекты накопленного вреда, на которых размещены промышленные отходы в большинстве своем это природоохранные сооружения, которые при должной эксплуатации должны обеспечивать защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод. Так как объекты накопленного вреда – это объекты хозяйственная и иная деятельность, на которых прекращена, при разрушении вышеуказанных сооружений с течением времени они могут стать более серьезным источником негативного воздействия на компоненты окружающей среды. В связи с этим ликвидацию объектов накопленного вреда с размещенными на них промышленными отходами необходимо проводить в первоочередном порядке.

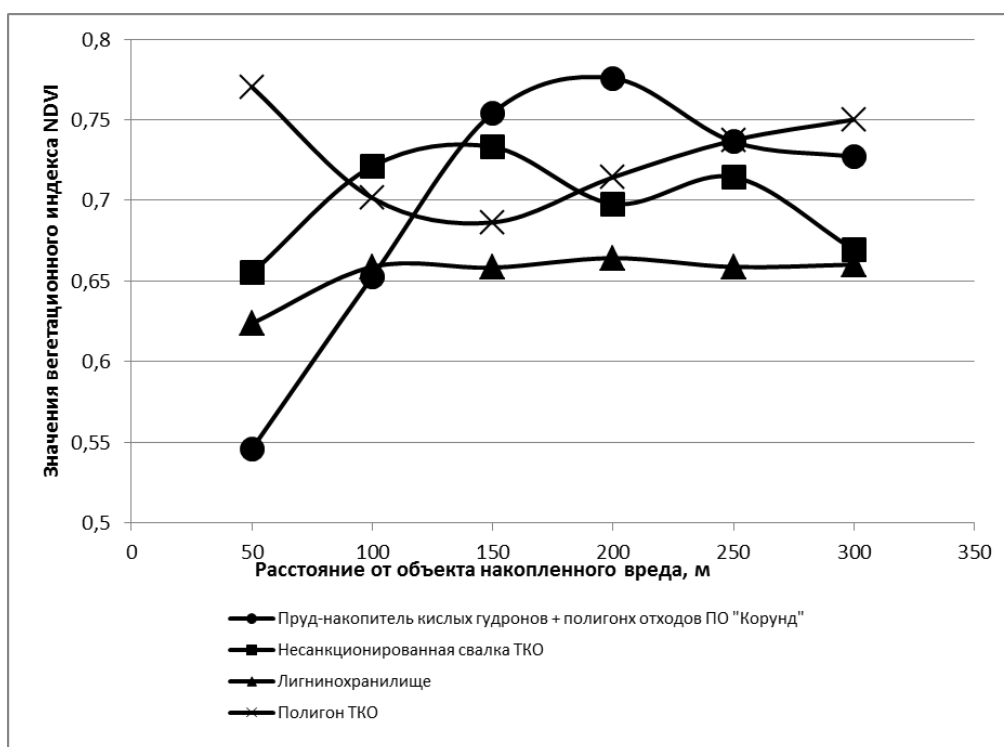


Рис. 2. Влияние объектов накопленного вреда окружающей среде на вегетирующую способность растительности в зависимости от расстояния от объекта

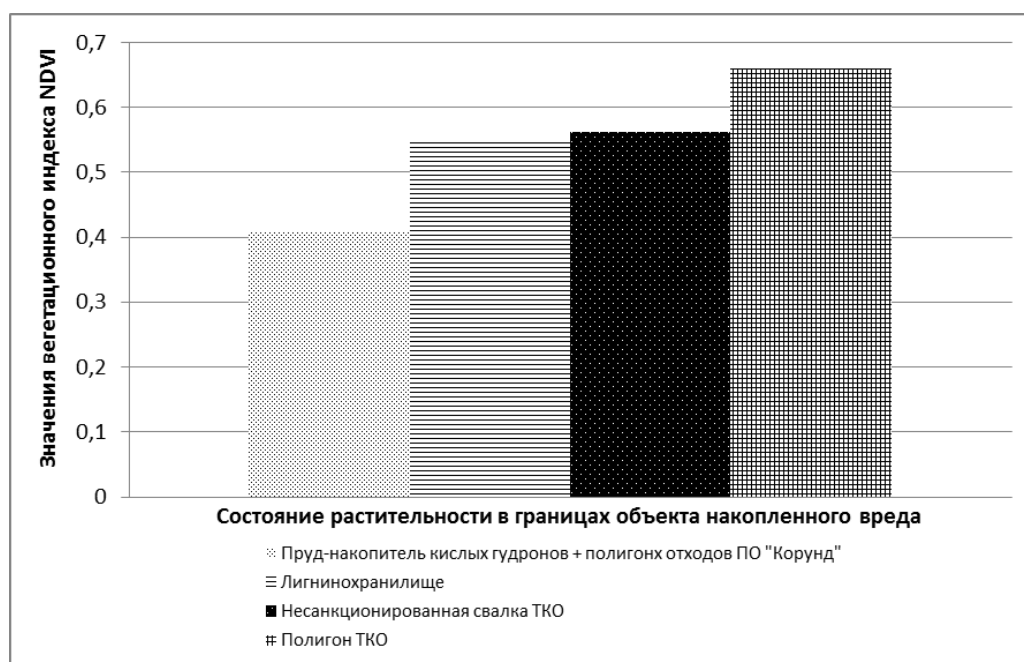


Рис. 3. Состояние растительности в границах объекта накопленного вреда

Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования законодательства Российской Федерации, в части категорирования (ранжирования) объектов накопленного вреда окружающей среде с целью выделения приоритетных объектов для выполнения работ по их ликвидации в первоочередном порядке.

Библиографический список

1. *Кайгородов Р.В.* Устойчивость растений к химическому загрязнению. Учеб. пособие. Пермь, Перм. гос. ун-т, 2010. 151 с. URL: <http://www.psu.ru/files/docs/fakultety/bio/ustojchivost-rastenij-k-himicheskomu-zagryazneniyu.pdf> (дата обращения: 22.02.20).
2. *О национальных целях* развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474. – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. *Об охране* окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ: с изменениями на 30.12.2021. – Доступ из справочно-правовой системы «Техэксперт».
4. *Об утверждении* критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке: приказ Минприроды России от 04.08.2017 № 435. – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. *Основы* государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года: утв. Президентом Российской Федерации 30.04.2012. – Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
6. *Пьянков С.В., Калинин Н.А., Связов Е.М., Смирнова А.А., Некрасов И.Б.* Мониторинг состояния сельскохозяйственных культур в Пермском крае по данным дистанционного зондирования Земли // Вестник Пермского университета. Биология. 2009. Вып. 10(36). С. 147–153.

А.М. Портнягина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.M. Portnyagina

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИИ «УРАЛНЕФТЕСЕРВИС» НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПЕРМСКОГО КРАЯ

В статье рассматривается деятельность компании по добыче нефти и её воздействию на окружающую среду. Приводятся сведения о влиянии на атмосферу, гидросферу, почвы и образование отходов.

Ключевые термины: добыча нефти; негативное воздействие; загрязняющие вещества; Уралнефтесервис.

IMPACT OF THE OIL-PRODUCING COMPANY URALNEFTESERVICE ON THE ENVIRONMENT OF THE PERM KRAI

The article discusses the company's activities for oil production and its impact on the environment. Information is provided on the impact on the atmosphere, hydrosphere, soils and waste generation.

Keywords: oil production; negative impact; pollutants; Uralnefteservis.

Акционерное общество «Уралнефтесервис» (АО «УНС») – молодое, стабильно развивающееся предприятие. Основные виды деятельности компании – поиск и разведка месторождений углеводородов, добыча нефти. Компания была создана 8 мая 1977 году и несколько лет специализировалась на ремонте нефтяных скважин. Добычу нефти АО «УНС» ведет на месторождениях: Ожгинском (Кунгурский район), Алтыновском (Ординский и Октябрьский районы), Дубовогорском (Куединский район), Капканском (Чернушинский район), Каменском (Октябрьский район), Ескинском (Соликамский район), пункт налива нефти в г. Кунгур. С 2015 года «УНС» получило право пользования недрами Красильниковского участка в Свердловской области. [22].

Основные показатели добычи нефти за последние годы уменьшились. В 2015 г. – 116,4 тыс. тонн; 2016 г. – 127,7 тыс. тонн; 2018 г. – 154,4 тыс. тонн; 2019 г. – 157,16 тыс. тонн; 2020 г. – 131,1 тыс. тонн; 2021 г. – 110,21 тыс. тонн [22].

Воздействие на окружающую среду

Атмосфера. Добыча нефти оказывает влияние на атмосферу, в результате попадания в неё загрязняющих веществ (ЗВ). Они попадают в воздух на всех этапах эксплуатации месторождений. Основные выбросы ЗВ происходят при аварийном фонтанировании, апробировании и испытании скважин, испарении из мерников, резервуаров и отстойников, прорыве трубопроводов, очистке технологических емкостей на установках комплексной подготовки и очистных сооружениях [5].

Источниками выбросов на территории месторождений являются скважины, кусты, емкости с химическими реагентами, нефтепровод. Источниками выделений скважин и нефтепроводов являются неплотности фланцев, запорно-регулирующей арматуры, сальниковых уплотнений (подвижные насосы), емкости с химическими реагентами [19].

Основными ЗВ являются: *1 класс опасности* – бенз/а/пирен; *2 класс* – бензол, формальдегид, дигидросульфид, серная кислота; *3 класс* – диоксид азота, диоксид серы, диметилбензол (ксилол), метилбензол (толуол), метанол, смесь предельных углеводородов C₆-C₁₀; *4 класс* – оксид углерода, смесь предельных углеводородов C₁-C₅ [19,20].

Основную долю выбросов в атмосферный воздух составляют загрязняющие вещества третьего класса опасности, что отображено на рисунке 1.

Для всех месторождений разработаны проекты предельно-допустимых выбросов. Ежегодно составляется отчетность 2ТП–воздух по выбросам загрязняющих и специфических веществ в атмосферу. Согласно отчетности АО «УНС» 2 ТП-Воздух за период 2018 – 2020 г. суммарные выбросы загрязняющих веществ по всем месторождениям составляли: в 2018 г. – 54,832т, 2019 г. – 712,815т., 2020 г. – 807,965 т. Динамика валовых выбросов ЗВ имеет несколько неравномерный характер. В 2020 г. компания выбросила в атмосферу больше всего ЗВ, чем по результатам своей деятельности в предыдущие годы.

Гидросфера. Нефтяное загрязнение является одним из ведущих факторов антропогенного воздействия на водные экосистемы. Для пресноводных водоемов, главной причиной увеличения содержания углеводородов в которых являются аварии на объектах добычи и транспортировки нефти. Второй по значимости загрязнитель водных объектов – сточные воды, содержащие различные углеводороды. Утечка нефтяных компонентов происходит также за счет миграции и рассеяния при обычной эксплуатации нефтепромысловых объектов [6,7].

АО «УНС» не загрязняет гидросферу так, как в водные объекты не попадает нефть и нефтепродукты, потому что они не располагаются на территориях месторождений. Но все равно проводится мониторинг у близко расположенных водных объектов.

Почва. Негативное влияние на почвенный покров возможно на всех этапах производства: при бурении и ремонте скважин, строительстве и эксплуатации технологических объектов и линейных сооружений. Загрязнение почв может происходить в результате разливов нефти, аварий на нефтепроводах, идущих с кустовых площадок. Кроме того, источниками загрязнения почв являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу [10].

В почве при загрязнении могут содержаться нефтепродукты, сульфат- и хлорид-ионы и бенз/а/пирен [10].

Отходы. На производственных объектах АО «УНС» образуются отходы производства и потребления. В основном отходы 1,3,4,5 класса опасности. Они передаются на основании ежегодно заключаемых договоров с подрядными организациями, имеющими лицензии на вид деятельности, например, ООО «Ультра – Ком», ООО «РегионЭкоСервис», ООО «Меркурий». Ежегодно на месторождения приводятся нормативы образования отходов, отчетность 2ТП – Отходы [18].

1 класс: лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства; *3 класс:* шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов; песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами; растворы буровые на углеводородной основе при бурении, связанном с добычей сырой нефти, природного газа и газового конденсата, отработанные умеренно опасные; обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15% и более); асфальтосмолопарафиновые отложения при зачистке нефтепромыслового оборудования; *4 классу:* грунт, загрязненный нефтью или нефтепродуктами; мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный); шламы буровые при бурении, связанном с добычей сырой нефти, малоопасные; воды от промывки оборудования для транспортирования и хранения нефти и/или нефтепродуктов; *5 класс:* лом и отходы, содержащие незагрязненные

черные металлы в виде изделий, кусков, несортированные остатки и огарки стальных сварочных электродов [18].

На нефтяных месторождениях и цехах преобладают отходы 3 класса (умеренно-опасный) и 4 (малоопасный), соответственно 44 и 36 процентов на рисунке 2. Отходы 2 класса отсутствуют при технологических процессах.



Рис. 1. Соотношение классов опасности ЗВ



Рис. 2. Соотношение классов опасности отходов

Мониторинг окружающей среды

Отделом по охране окружающей среды АО «УНС» ежегодно составляется план эколого-охранных мероприятий: разработка, корректировка проектной документации, согласование с контрольно-надзорными органами, продление лимитов на размещение отходов, подготовка декларации, проведение мониторинга и другие [6].

АО «УНС» осуществляет производственный экологический контроль (ПЭК), который выполняется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов. Основными задачи ПЭК природной среды и недр на объектах нефтепромысла являются: выполнение мониторинга качества атмосферного воздуха, поверхностных водных объектов, подземных вод, загрязнения почв на территории месторождений. Отбор и анализ проб обследуемых природных сред производился в соответствии с программами мониторинга [10].

Мониторинг качества атмосферного воздуха. Объектом контроля является фоновое состояние атмосферного воздуха на месторождениях и ингредиенты – загрязнители в приземном слое атмосферы в пределах промышленных площадок и прилегающей к ним территории. В пробах атмосферного воздуха определяется содержание предельных углеводородов, диоксида азота, диоксида серы, бензола, толуола, ксилолов, сажи и сероводорода. В момент отбора проб оценивались погодные условия в точке отбора (температура воздуха, величина атмосферного давления, скорость и направление ветра). Периодичность отбора для каждого из объектов обследования устанавливаются в соответствии с программой ПЭК. Результаты анализа приводятся в сопоставлении с действующими нормативами (ПДК м. р.), принятыми по СанПиН 1.2.3685-21. На всех месторождениях в течение всего проведения измерений не было зафиксировано превышений нормативов качества атмосферного воздуха по всем измеряемым веществам [10, 20].

Мониторинг качества поверхностных и подземных вод. Отбор и анализ проб поверхностной и подземной воды выполняются согласно ГОСТ 31861-2012, ГОСТ 17.1.5.04-81. Точки отбора, перечень контролируемых показателей, а также периодичность обследования поверхностных и подземных водных объектов определяется в соответствии с Программой ПЭК [1,2,10]. Результаты анализов приводятся в сравнении с действующими ПДК. В качестве нормативного уровня загрязнения поверхностных вод принят Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 г. № 552, с изменениями согласно Приказу Минсельхоза РФ от 10.03.2020 № 118. Для подземных вод в качестве нормативного уровня загрязнения принят ГН 2.1.5.1315-03 с изменениями ГН 2.1.5.2280-07 [17,18].

На примере месторождения: Ожгинское (р. Каменка и Малая Якшовка) – в обеих обследованных реках содержание хлорид-иона стабильно ниже предела чувствительности используемой методики анализ или близко к этому пределу. Концентрация фенолов стабильно сохраняется на уровне, сопоставимом с показателем. Содержание нефтепродуктов в 2020 г. несколько возрастает [10].

Мониторинг загрязнения почв. Источниками возможного загрязнения почвы и донных отложений на нефтяных месторождениях являются объекты нефтепромысла и сопутствующей инфраструктуры. В почве определяется содержание нефтепродуктов, сульфат- и хлорид-ионов в водной вытяжке, и бенз/а/пирена. Отбор проб почвы производится в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89 [3,4,5,10].

По некоторым месторождениям: Алтыновское, Дубовогорское – уровень загрязнения почвы по проанализированным ингредиентам может быть определён, как **допустимый**. Концентрация нефтепродуктов и бенз/а/пирена в пробах почвы начиная с 2019 г. стабильно сохраняется на уровне ниже пределов чувствительности используемых методов анализа. Содержание хлорид и сульфат-ионов в водной вытяжке фиксируется на уровне сопоставимом с предыдущими годами наблюдений [10].

Компания реализует меры управления и контролирует выполнение требований законодательства в области ООС на всех этапах цикла производства продукции и предоставления услуг, включая процессы, переданные на утилизацию подрядным организациям. Для минимизации негативного воздействия предприятие оснащается современной техникой и оборудованием. Выполняются профилактические мероприятия по предупреждению разливов нефти и нефтепродуктов. Снижаются выбросы ЗВ условиями беспламенного горения, проводить рекультивацию земель. Также реализуются природоохранные акции, направленные на повышение экологической культуры и сотрудничество с широким кругом заинтересованных сторон в целях обмена опытом, развития законодательной базы и распространения практик ответственного отношения к окружающей среде.

Библиографический список

1. *ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб».* URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097520> (дата обращения 15.02.22)
2. *ГОСТ 17.1.5.04-81 «Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия (01.01.1984)».* URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024103> (дата обращения 01.02.22)

3. *ГОСТ 17.1.5.04-81 «Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия (01.01.1984)»*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024103> (дата обращения 01.03.22)
4. *ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (01.07.1984)»*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012800> (дата обращения 21.02.22)
5. *ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (01.01.1986)»*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005920> (дата обращения 21.02.22)
6. *Ежегодный план мероприятий АО «УНС» 2020 год*. 2020. 8 с.
7. *Журнал ТЭК России, Пермский край. Векторы энергетической промышленности*, 2020, №2. URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2020/2/721/ (дата обращения 3.03.22)
8. *Карпович Л.Л., Масленникова В.В. Аварийное загрязнение поверхностных вод Российской Федерации // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС»*. 2013. Т. 19(1). С. 69–72.
9. *Назаров В.Д., Назаров М.В. Влияние нефтедобычи на водные объекты // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2013. № 2. С. 5–9.
10. *Отчёт по договору № 02/19-233 от 12.11.2019 г. «Выполнение ПЭК на объектах АО «УНС» в 2020 году»*. 2019. 130 с.
11. *Отчётность АО «УНС» 2 ТП – Воздух Алтыновское месторождение*. 2018. 5 с., 2019. 5 с., 2020. 6 с.
12. *Отчётность АО «УНС» 2ТП – Воздух Дубовогорское месторождение*. 2018. 5 с., 2019. 5 с., 2020. 6 с.
13. *Отчётность АО «УНС» 2 ТП – Воздух Ескинское месторождение*. 2018. 5 с., 2019. 5 с., 2020. 6 с.
14. *Отчётность АО «УНС» 2 ТП – Воздух Каменское месторождение*. 2018. 5 с., 2019. 5 с., 2020. 6 с.
15. *Отчётность АО «УНС» 2 ТП – Воздух Капканское месторождение*. 2018. 5 с., 2019. 5 с., 2020. 6 с.
16. *Отчётность АО «УНС» 2 ТП – Воздух Ожгинское месторождение*. 2018. 5 с., 2019. 5 с., 2020. 6 с.
17. *Приказ Минсельхоза РФ от 13.12.2016 г. №552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»*. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=364518> (дата обращения 20.02.22)
18. *Приказ Минсельхоза РФ от 10.03.2020 № 118 «О внесении изменений в приказ Минсельхоза России от 13 декабря 2016 г. № 552 "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения"*. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=364349> (дата обращения 20.02.22)
19. *Проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для Ожгинского нефтяного месторождения Акционерного общества «Уралнефтесервис»*. 2016. 70 с.

20. *СанПиН 1.2.3685-21* "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". Гигиенические нормативы содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6540IN> (дата обращения 20.02.22)

21. *Справка о передаче отходов лицензирующим организациям*. 2020. 3 с.

22. *Уралнефтесервис*, о компании. URL: <https://www.urlns.ru/> (дата обращения 03.02.22)

Р.А. Рамазанов

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

R.A. Ramazanov

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: rasim-ram97@mail.ru

КОНЦЕНТРАЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В Р. КАМЕНКА НА ТЕРРИТОРИИ КОКУЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ

В статье рассматривается распределение концентрации нефтепродуктов в р. Каменка. Рассматривается кокуйское месторождение в котором идёт загрязнение нефтепродуктами природных вод. Проводится исследование отобранных образцов.

Ключевые термины: нефть; нефтепродукты; река; водоток; экосистема; загрязнение; разлив.

CONCENTRATION OF PETROLEUM PRODUCTS IN THE KAMENKA RIVER ON THE TERRITORY OF THE KOKUYSKOYE OIL FIELD

The article discusses the distribution of the concentration of oil products in the river. Kamenka. The Kokuyskoye field is considered, in which there is pollution of natural waters with oil products. The selected samples are being studied.

Keywords: oil; petroleum products; river; watercourse; ecosystem; pollution; spill.

Нефть – маслянистая жидкость от светло-бурого до черного цвета с характерным запахом. Она немного легче воды и практически в ней не растворяется. Так как нефть – смесь различных углеводородов, то у нее нет определенной температуры кипения [1].

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных в глобальном масштабе опасных веществ, вызывающих тяжелые экологические последствия при загрязнении ими водных объектов [1].

Большие количества нефтепродуктов поступают в поверхностные воды при перевозке нефти водным путем, со сточными водами предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми водами. Некоторые количества углеводородов поступают в воду в результате прижизненных выделений растительными и животными организмами, а также в результате их посмертного разложения [2].

В результате протекающих в водоеме процессов испарения, сорбции, биохимического и химического окисления концентрация нефтепродуктов может существенно снижаться, при этом значительным изменениям может подвергаться их химический состав. Наиболее устойчивы ароматические углеводороды, наименее – н-алканы [5].

Нефтепродукты находятся в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности воды. Обычно в момент поступления масса нефтепродуктов сосредоточена в пленке. По мере удаления от источника загрязнения происходит перераспределение между основными формами миграции, направленное в сторону повышения доли растворенных, эмульгированных, сорбированных нефтепродуктов. Количественное соотношение этих форм определяется комплексом факторов, важнейшими из которых являются условия поступления

нефтепродуктов в водный объект, расстояние от места сброса, скорость течения и перемешивания водных масс, характер и степень загрязненности природных вод, а также состав нефтепродуктов, их вязкость, растворимость, плотность, температура кипения компонентов. При санитарно-химическом контроле определяют, как правило, сумму растворенных, эмульгированных и сорбированных форм нефти [5].

Содержание нефтепродуктов в речных, озерных, морских, подземных водах и атмосферных осадках колеблется в довольно широких пределах и обычно составляет сотые и десятки доли мг/дм³ [4].

Основными источниками поступления нефтепродуктов в водные объекты являются сточные воды предприятий нефтеперерабатывающей, нефтедобывающей, химической, металлургической и других отраслей промышленности; нефтепродукты часто попадают в воду в результате аварий при перевозке их водным путем и в результате интенсивного судоходства, а также с хозяйственно-бытовыми сточными водами [4].

Аварии нефтепродуктов, водоемов, различного оборудования приводят к поступлению в окружающую приподную среду нефти, соленых и пресных вод. Несмотря на то что это не соответствует технологическим регламентам работ по нефтедобыче, избежать аварийных ситуаций практически невозможно [6].

Кокуйское месторождение расположено в Кунгурском районе Пермского края, в 28 км юго-западнее г. Кунгур. Открыто в 1961 году, эксплуатируется с 1965 года, степень выработки запасов составляет 44%. До настоящего времени бассейн р. Каменка испытывает мощный антропогенный пресс, который выражен в загрязнении нефтью и нефтепродуктами почв и водных систем. Вопрос влияния нефтяных углеводородов на водные экосистемы весьма актуальна [6].

В задачу данного исследования входило определение концентрации нефтепродуктов в р. Каменка.

В 2021 г. Нами были отобраны пробы воды для определения содержания нефтепродуктов в р. Каменка. Вода отбиралась в нескольких участках: устье р. Каменка, средний пруд, исток (пруд выше скалы), р. Ирень (около устья р. Каменка), р. Каменка (выход загрязненных вод из-под скалы), верхний пруд(приток) и средний пруд (таблица).

Таблица

Концентрация нефтепродуктов

<i>Проба</i>	<i>Точка отбора</i>	<i>Результат (мг/дм³)</i>
1	Устье р.Каменка	Менее 0,020
2	Средний пруд	Менее 0,020
3	Р. Каменка, исток (пруд выше скалы)	0,46
4	Р. Ирень (около устья р. Каменка)	0,020
5	Р. Каменка (выход загрязненных вод из под скалы)	0,069
6	Верхний пруд (истекающий водоток)	0,73

В ходе эксплуатации Кокуйского месторождения возник природно-техногенных выход нефти в наземные экосистемы. Нефтяники собирают ее в герметичные емкости, которые время от времени переполняются, тогда нефть мигрирует по логу в сторону р. Ирень.

Загрязнение нефтью подземных и поверхностных вод заставляет организовывать на поверхности водотоков нефтеловушки, пруды-отстойники, что приводит в существующему загрязнению пойменных почв.

Концентрация нефтепродуктов уменьшается от верховьев к месту впадения р. Каменка в р. Ирень.

Химический анализ воды, поступающий из родников в р. Каменку, свидетельствуют о высоком содержании в ней хлоридов и постоянном присутствии нефтепродуктов. В истоке и родниках эти показатели несколько выше, чем в прудах-отстойниках и среднем и нижнем течении реки.

Таким образом, анализируя полученные нами данные по содержанию нефтепродуктов в воде р. Каменка, необходимо отметить, что очаги нефтяного загрязнения продолжают существовать и загрязнять пойменно-речные системы Каменки. Под влиянием природно-техногенных процессов на территории месторождения, местах аварийных разливов жидкости, в выходах подземных вод, отмечается миграция и аккумуляция нефтепродуктов. Практически повсеместно в районах техногенного влияния выявлено превышение фоновых показателей.

Библиографический список

1. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. Пермь, 2012. №4(23). С.46–50.
2. Бузмаков С.А. Трансформация биоты в условиях эксплуатации нефтяных месторождений // Экологические основы стабильного развития Прикамья: Материалы научно-практической конференции. Перм. ун-т. Пермь, 2000. С.304–306.
3. Бузмаков С.А., Егорова Д.О., Гатина Е.Л. Доза-эффект нефтезагрязнения почв на биотический компонент экосистем // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017 Т. 25 N 2. С. 217–229. DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-2-217-229. 34.
4. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Техногенные изменения компонентов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области. Пермь. Перм. ун-т, 2003. 171с.
5. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Научное обоснование проектирования и эксплуатации нефтяных месторождений в границах особо охраняемых природных территорий (на примере районов нефтедобычи Пермской области) // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. №3. С.14–23.
6. Бузмаков С.А., Костарев С.М., Кулакова С.А. Природно-техногенные экосистемы на территории нефтяных месторождений (на примере Пермского края) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2011. №1. С.39–44.

Е.Д. Салахиева

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

E.D. Salakhieva

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: ekaterina.salahieva@mail.ru

**АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ, ПРОВЕРЯЮЩИХСЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
ПОСРЕДСТВОМ ПРОВЕРОЧНЫХ ЛИСТОВ (СПИСКОВ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ)
В ХОДЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

В статье рассмотрены результаты анализа нормативных правовых актов, регламентирующих использование проверочных листов (списков контрольных вопросов), применяемых, при осуществлении государственного экологического надзора в области охраны атмосферного воздуха. Для того чтобы изучить вопрос использования инспекторами форм проверочных листов непосредственно при осуществлении государственного экологического надзора разработан макет опросного листа.

Ключевые термины: атмосферный воздух; нормативные правовые акты; федеральный закон; формы проверочных листов; государственный экологический надзор; опросный лист.

**ANALYSIS OF REGULATORY REQUIREMENTS CHECKED AT ENTERPRISES THROUGH
CHECKLISTS (LISTS OF CONTROL QUESTIONS) DURING STATE SUPERVISION IN THE FIELD
OF ATMOSPHERIC AIR PROTECTION**

The article considers the results of the analysis of regulatory legal acts regulating the use of checklists (lists of control questions) used in the implementation of state environmental supervision in the field of atmospheric air protection. In order to study the issue of inspectors using forms of test sheets directly in the implementation of state environmental supervision, a mock-up of the questionnaire was developed.

Keywords: atmospheric air; regulatory legal acts; federal law; forms of checklists; state environmental supervision; questionnaire.

Любое предприятие, оказывающее негативное воздействие на объекты окружающей среды, рано или поздно столкнётся с проверкой со стороны контролирующих органов. Проверка может быть плановой и внеплановой. В ходе плановых проверок, проводимых в отношении объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, при осуществлении государственного экологического контроля предусматривается использование форм проверочных листов (списков контрольных вопросов) (далее – форм проверочных листов).

18.09.2017 г. вышел приказ Росприроднадзора № 447 «Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов)». Предмет плановой проверки ограничивается обязательными требованиями, изложенными в форме проверочного листа [7].

Форма проверочного листа – перечень вопросов, затрагивающих предъявляемые к юридическому лицу и индивидуальному предпринимателю обязательные требования, соблюдение которых является наиболее значимым с точки зрения недопущения:

- возникновения угрозы причинения вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры), безопасности государства;
- угрозы чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [8].

Проверочные листы заполняются инспектором в ходе проведения плановых проверок, инспектор имеет 3 формы ответа: «да», «нет», и «не распространяется». При выявлении факта несоблюдения обязательного требования, предусмотренного проверочным листом, в соответствующей графе проставляется «нет», и, наоборот, при соблюдении обязательных требований проставляется "да", "не распространяется" указывается в тех случаях, когда на проверяемое юридическое лицо (индивидуального предпринимателя) не возложено обязанностей по исполнению соответствующего обязательного требования [8].

Проверочный лист должен быть оформлен вместе с актом проверки непосредственно после завершения контроля. Экземпляр акта проверки с приложением копии проверочного листа вручается руководителю, иному должностному лицу или уполномоченному представителю юридического лица, индивидуальному предпринимателю, его уполномоченному представителю [2].

В приказе федеральной службы по надзору в сфере природопользования были утверждены 17 форм проверочных листов, применяемые, при осуществлении государственного экологического надзора. Общее количество вопросов во всех формах составляет – 920 [7].

Рассмотреть и проанализировать все формы и вопросы не представляется возможным, поэтому из приказа Росприроднадзора № 447 «Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов)» [7] была выбрана форма, применяемая, при осуществлении государственного надзора в области охраны атмосферного воздуха, так как воздух является основным подвижным компонентом окружающей среды, его трудно контролировать и нормировать.

В форме проверочного листа приведены вопросы и ссылки на нормативные правовые акты. В каждом пункте формы дана ссылка на требования одного – двух нормативных правовых актов.

В ходе настоящей работы для каждого требования формы проверочного листа были найдены выдержки из нормативных правовых актов, содержащие контролируемые требования. Вся полученная информация сведена в таблицу. Таблица содержит 28 вопросов и выдержки из 5 нормативных правовых актов, занимает 14 листов формата А4.

Чаще всего в вопросах формы проверочного листа имеются ссылки на требования Федерального Закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха" (встречаются всего 29 раз, то есть, в каждом пункте формы) [4].

Но также присутствуют ссылки и на нормативные требования других документов:

- требования Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" (встречается 1 раз, пункт № 17) [5];

- Правил эксплуатации установок очистки газа, утвержденные приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 15.09.2017 № 498 (встречается 1 раз, пункт № 5.1) [6];

- Постановления Правительства Российской Федерации от 02.03.2000 № 183 "О нормах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него" (встречается 1 раз, пункт № 1, утратило силу с 1.01.2021);

- Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (встречается 1 раз, пункт № 6) [1].

При анализе требований формы было выявлено, что представленные нормативные правовые акты (общее количество – 5 штук) не противоречат, а дополняют друг друга.

В ходе работы обнаружено несоответствие указанных в форме проверочного листа реквизитов нормативных правовых актов с текстом в законодательном акте (отсутствие абзаца

четвертого пункта 4 статьи 12 Федерального закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», вопросы № 3,4 формы проверочного листа [4]). Это может быть связано с изменениями в представленном законодательстве, некорректности составления вспомогательных документов для инспектора, необходимостью в доработке, внесении изменений в формы проверочных листов. Также выявлено, что постановление Правительства Российской Федерации от 02.03.2000 г. № 183 «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» утратило силу с 1 января 2021 года (на основании постановления Правительства РФ от 18.09.2020 г. № 1496 [3]).

Использование проверочных листов это недавняя новация в природоохранной деятельности. Возникает вопрос насколько инспекторам удобно пользоваться формами проверочных листов. Используют ли формы проверочных листов инспектора при непосредственном осуществлении государственного экологического надзора? Что бы инспекторы хотели исправить в форме и содержании проверочного листа?

Для того чтобы изучить вопрос использования форм проверочных листов инспекторами, при осуществлении государственного экологического надзора в области охраны атмосферного воздуха, в ходе исследования разработан макет опросного листа, который предполагается предложить работникам Росприроднадзора. Планируется задать вопросы:

- о частоте использования форм проверочных листов;
- об удобстве использования форм проверочных листов при проверках;
- о владении обязательными требованиями и содержанием проверочных листов до проверок индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами;
- о том, что мешает использованию форм проверочных листов;
- о нарушениях, которые выявлялись чаще всего в области охраны атмосферного воздуха;
- о необходимых изменениях и доработках форм проверочных листов и другие.

В макете опросного листа представлено всего 12 вопросов, на четыре из них предлагаются варианты ответа, на один вопрос предполагается ответить числом, на семь – дать письменный ответ в свободной форме. Подробнее с макетом опросного листа вы можете ознакомиться в тексте работы.

В целом, в ходе исследования проведён анализ нормативных требований, проверяющихся на предприятиях посредством проверочных листов в ходе государственного надзора в области охраны атмосферного воздуха, разработан макет опросного листа для инспекторов Росприроднадзора, включающий 12 вопросов. Полученные итоги и анализ результатов, будут применены в ходе продолжения работы.

Законодательство в области охраны атмосферного воздуха разветвлённое, сложное и неоднозначное, требует особого внимания, как со стороны государственных инспекторов, так и юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, проверяемых предприятий.

Библиографический список

1. *Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях* от 30.12.2001 № 195-ФЗ: ред. от 4.03.2022. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 19.02.22).

2. *О защите прав* юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ; ред. от 11.06.2021. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=395125> (дата обращения: 19.02.22).

3. *О признании* утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации, об отмене некоторых нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении мероприятий по контролю при осуществлении государственного экологического надзора: постановление Правительства Российской Федерации от 18.09.2020 г. № 1496; ред. от 30.12.2020. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102064785&backlink=1&&nd=102858889> (дата обращения: 2.03.22).

4. *Об охране* атмосферного воздуха: Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ; ред. от 11.06.2021. URL: <https://sudact.ru/law/federalnyi-zakon-ot-04051999-n-96-fz-ob/> (дата обращения: 20.01.22).

5. *Об охране* окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ; ред. от 30.12.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 20.01.22).

6. *Правила* эксплуатации установок очистки газа, утвержденные приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 15.09.2017 № 498. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=306013> (дата обращения: 10.02.22).

7. *Приказ* Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18.09. 2017 № 447 «Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов)». URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=389384> (дата обращения: 25.01.22).

8. *Разъяснения* Росприроднадзора по вопросу использования проверочных листов (списков контрольных вопросов). URL: <https://sudact.ru/law/raziasneniia-po-voprosu-ispolzovaniia-proverochnykh-listov-spiskov/> (дата обращения: 1.03.22).

В.Э. Симонов

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

V.E. Simonov

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: simonovvladislav71@gmail.com

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА МИГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

В сообщении рассматривается влияние нефтяных углеводородов на миграционные процессы. Проводится обзор на исследование миграции нефтяных компонентов в степных, пустынных, лесных и тундровых ландшафтах, посредством ее искусственного внесения и изучения в лабораторных условиях. Рассмотрено влияние нефтяных компонентов в результате разлива нефти. Учитываются особенности распределения нефтяного углеводорода и попадание привнесенных элементов в ландшафты. Указываются продукты разложения и аномалии возникающие в результате аккумуляции углеводорода.

Ключевые термины: нефть; нефтяное загрязнение; ландшафт; углеводород; окружающая среда.

THE IMPACT OF OIL POLLUTION ON MIGRATION PROCESSES

The report examines the influence of petroleum hydrocarbons on migration processes. A review is being conducted to study the migration of oil components in steppe, desert, forest and tundra landscapes, through its artificial introduction and study in laboratory conditions. The influence of oil components because of an oil spill is considered. The peculiarities of the distribution of petroleum hydrocarbons and the ingress of introduced elements into landscapes are taken into account. Decomposition products and anomalies resulting from the accumulation of hydrocarbons are indicated.

Keywords: oil; oil pollution; landscape; hydrocarbon; environment.

Добыча нефти является одной из главных отраслей промышленности в России. Добывая нефть в промышленных масштабах, она оказывает благоприятное влияние на формирование российской экономики. Но в этом есть и свои минусы, при авариях с утечкой нефти или же на территориях где производится переработка нефти, углеводород наносит непоправимый урон на состояние окружающей среды, нарушает связь в экосистемах, приводит к гибели флоры и фауны. Оказывает влияние на процессы миграции химических элементов в геохимических ландшафтах.

На территориях добычи нефти основными загрязнителями являются сырая нефть, высокоминерализованные нефтяные и сточные воды, а также продукты сжигания попутных газов. Воздействие нефти на ландшафты определяется токсичностью ее компонентов, из которых наиболее токсичные – полициклические ароматические углеводороды [8]. Вместе с нефтью в ландшафты также поступают хлоридные, кальциевые, натриевые соленые воды с высоким содержанием J, Br, B, Sr, Ba. В составе попутного газа, помимо углеводородов – метана, этана, пропана, бутана, могут содержаться высокие концентрации сероводорода и паров Hg [6].

Изучение особенностей влияния нефтяного загрязнения на миграционные процессы образует фундамент для решения научных и практических задач. Опираясь на фундаментальные знания о процессах поведения техногенных углеводородов в различных ландшафтах можно прогнозировать опасность загрязнения химическими элементами окружающей среды и предпринять меры по ее защите [3].

Особенности распределения нефтяных компонентов в ландшафтах определяются по многим геохимическим факторам, например, положением ландшафта в геохимическом сопряжении, наличием геохимических барьеров, количеством и составом, поступившей нефти и конечно же самым главным фактором, – времени, прошедшим с момента загрязнения [7].

При загрязнении территории возникают, так называемые, аномалии. Всего таких аномалий выделяется три группы [5];

- 1) Первичная (уменьшение концентрации загрязнения по мере удаления от очага);
- 2) Вторичная (с течением времени происходит перестройка первичной аномалии, в следствии границы загрязнения выходят за пределы первичной);
- 3) Обращенная (возникает при рассеянии исходных загрязнений, внутрисочвенной трансформации нефтяных компонентов и неодинаковой скорости смещения на разных глубинах):

Для определения явлений миграции и аккумуляции нефтяных углеводородов использовали специальные полевые эксперименты по внесению различных порций нефти или нефтепродуктов на поверхность и в толщу почвы. Опытные площадки закладывались в различных природных зонах (тундровой, таежной, степной и полупустынной) [6]. Для определения влияния на миграцию элементов, использовался метод опробования, пробы взятые на глубине 0-20 см проходили лабораторные исследования [4].

Для почв мерзлотно-тундровых районов, миграция нефти полностью контролируется глубиной и характером оттаивания мерзлого слоя. Сорбционный регулирует радиальное перемещение поллютанта, а мерзлотный – латеральное. В таких районах характерны полярные зоны воздействия нефтяного загрязнения, так как здесь замедлено разложение органических поллютантов, а также здесь присутствуют нефтеемкие органогенные горизонты, которые обеспечивают захват и длительное удержание загрязнителя [9].

Для таежно-лесных ландшафтов характерно два максимума накопления поллютантов, у поверхности и у водного горизонта, таким образом нефть вымывается на значительные расстояния, образуя в депрессиях рельефа ярко выраженные техногенные аккумуляции, которые в дальнейшем могут стать причиной вторичного загрязнения подземных вод [9].

В почвах и грунтах степной территории, нефть менее подвижна из-за непромывного водного режима, здесь происходит интенсивное испарение и разложение органической массы. На процесс образования ореолов нефтяного загрязнения влияет мощный гумусовый горизонт, который поглощает основную массу поллютанта из техногенного нефтяного потока, тем самым сокращая радиус его распространения [9].

В пустынных ландшафтах нефть также малоподвижна и интенсивность ее разложения высока, пик максимума разложения достигается в супераквальных ландшафтах, здесь в помощь приходят такие факторы как высокая температура и влажность, а также высокая радиация ультрафиолетового излучения [9].

Нефть в начальной стадии своего образования находится в рассеянном состоянии в глинистых и карбонатных породах. В процессе диагенеза и катагенеза вода из уплотняющихся пород отжимается и нефть, находящаяся в ней в взвешенном состоянии мигрирует под действием внешних геологических сил [1].

Ландшафты, загрязненные нефтью содержат в себе повышенное количество углеводородов, обусловлено это тем, что нефть представляет собой смесь углеводородов, в среднем содержание углерода 84%. При нефтяном загрязнении заполняется поровое пространство почвы, вытесняется почвенный воздух, в следствии создаются анаэробные условия, нарушается способность химического вещества присоединять электроны [2].

Территории воздействия нефтяных углеводородов практически не способны самостоятельно очищаться от нефтяного загрязнения – разложение нефти и нефтепродуктов происходит очень медленно. Продукты разложения нефти – кислоты и смолистые вещества, следует отметить, что они также являются загрязнителями. Тем самым происходит накопление трудно окисляемых продуктов, замедляется процесс миграции элементов [11].

При исследовании влияния нефти на почвах Южного Урала выявлено, что с ростом содержания привнесенного углерода происходит увеличение отношения C:N, чем ниже это отношение, тем выше подверженность органического вещества к минерализации [4].

В целом, для загрязненных ландшафтов характерны черные, серо-коричневые оттенки почв в биогенно-аккумулятивных горизонтах и темно-бурые – в нижних. Наблюдается наличие маслянистых радужных пленок в иллювиальных горизонтах, большая плотность, образование столбчатой структуры почв в нижней части почвенного профиля. Происходит образование ржаво-бурых пятен примазок Fe, Mn. В латеральном направлении наблюдается уменьшение содержания нефтяных углеводородов по мере удаления от эпицентра загрязнения, а в радиальном – по мере увеличения глубины профиля [10].

Библиографический список

1. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа // Академик. 2004. 415 с.
2. Байчоров Р.А. Действие нефти и нефтепродуктов на свойства почв и продуктивность растений // E-SCIO. 2020. 143–148.
3. Бачков А.П., Исламов Д.Р., Николаев А.Ю. Воздействие на окружающую среду при добыче нефти // Геология и нефтегазоносность западносибирского мегабассейна. 2014. 218–222.
4. Воеводина Т.С., Русанов А.М., Васильченко А.В. Влияние нефти на химические свойства чернозема обыкновенного Южного Предуралья // Вестник Оренбургского ГУ. 2015. № 10 (185). С. 157–161.
5. Геннадиев А.Н. Нефть и окружающая среда // Вестник московского университета сер. 5. География. 2009. №6. 30–39.
6. Геохимия техногенных ландшафтов: учеб. пособие // Составитель Н.А. Протасова. Издательско-полиграфический центр: ВГУ. 2009. 37 с.
7. Давыдова Н.Д. Техногенное вещество в степных ландшафтах // Сибирское отделение Российских академических наук. Новосибирск. Академическое издательство «Гео», 2018. 147 с.
8. Иванченко Е.А. Влияние нефтяного загрязнения на почвенные покровы // Научная и производственная деятельность. 2016. 124–128.
9. Касимов Н.С. Экогеохимия ландшафтов. М.: ИП Филимонов М.В., 2013. 208 с.
10. Середина В.П., Носова М.В. Экологическое состояние почв пойменных нефтезагрязненных ландшафтов // Природопользование и охрана природы. 2020. 222–226.
11. Теучеж А.А., Князева Т.В. Загрязнение почвенного покрова углеводородами // Экологический вестник Северного Кавказа. 2021. 56–60.

А.С. Соловьёва, Л.В. Рудакова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет,
614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29

A.S. Solovyova, L.V. Rudakova

Perm National Research Polytechnic Univer-
sity, 614990, Perm, Komsomolsky pr., 29

e-mail: alyona.solvyova@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ВЫБРОСОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Предприятия углеродоемких отраслей промышленности заинтересованы в выстраивании и достижении планов по снижению выбросов парниковых газов. Утилизация выбросов CO₂ при помощи фотосинтеза микроводорослей является перспективным направлением, которое может обеспечить длительную фиксацию углекислоты в биомассе и экономическую эффективность при производстве продуктов с добавленной стоимостью. В данной статье рассмотрены механизмы концентрирования углерода в клетке микроводорослей, особенности сред для культивирования, толерантность микроорганизмов к компонентам в смеси дымовых газов, критерии подбора штаммов и основные проблемы для внедрения технологии в практическое применение. Резюмирование результатов работы позволило обозначить основную задачу при внедрении технологии в практику: необходимо создать оптимальные условия системы, способствующие растворению CO₂ в такой форме и количестве, которые будут благоприятны для использования клетками микроводорослей.

Ключевые термины: углекислый газ; микроводоросли; поглощение CO₂; утилизация CO₂.

THE POTENTIAL USE OF MICROALGAE FOR CARBON DIOXIDE UTILISATION

Enterprises of carbon-intensive industries are motivated to make and attain plans to reduce greenhouse gas emissions. The utilization of CO₂ emissions by microalgae photosynthesis is a promising field that can provide long-term fixation of carbon dioxide in biomass and provide economic efficiency in the production of value-added products. The mechanisms of carbon concentration in the microalgae cell, peculiarities of culture media, tolerance of microorganisms to components in the fume gas mixture, criteria for strain selection, and main problems for introducing the technology into practical application are considered in this article. Summarizing the results of the research allowed us to identify the main challenge in introducing the technology into practice: it is necessary to provide optimal system conditions that facilitate the dissolution of CO₂ in such a form and amount that will be favorable for the use of microalgae cells.

Keywords: carbon dioxide; microalgae; CO₂ absorption; CO₂ utilization.

Экологизация производственной деятельности является приоритетным к реализации направлением для многих предприятий Российской Федерации. Интерес вызван изменениями в экологическом законодательстве страны [7], возникшими вследствие мер, принятых мировыми лидерами для решения глобальных экологических проблем, таких как изменение климата и недостаток энергетических ресурсов, а также доказанной эффективностью зеленых технологий на производствах. Механизмы углеродного регулирования мотивируют многие компании выстраивать планы по достижению углеродной нейтральности путем снижения выбросов парниковых газов [1, 8]. Речь идет, прежде всего, о наиболее углеродоемких отраслях промышленности – это энергетический сектор, нефтехимические предприятия и предприятия по производству цемента и литью стали. Для достижения целей декарбонизации большую значимость имеют технологии по улавливанию, хранению и утилизации углекислого газа.

В настоящее время на практике основными способами извлечения CO₂ из дымовых газов являются его абсорбция водой, метанолом или щелочными реагентами, адсорбция цеолитами,

каталитическое гидрирование, мембранные методы, электрохимический метод и ферментативная очистка. При этом стоит отметить, что способов утилизации извлеченного CO_2 , которые могли бы быть рентабельны для реализации в промышленных масштабах, не так много. Среди успешных направлений можно выделить: производство продуктов бытовой химии, пищевых добавок, сухого льда, средств пожаротушения, использование в медицине, авиамоделировании, сельском хозяйстве, при сварочных работах [2].

С позиции предприятия использование извлеченного из дымовых газов CO_2 для производства, к примеру, сухого льда является способом избавления от экономических санкций при углеродном регулировании, однако с точки зрения снижения количества поступающего в атмосферу CO_2 данные технологии утилизации не принесут должного результата. При использовании продукта будет выделяться CO_2 в объеме эквивалентном объему уловленного газа. Время захвата углекислоты слишком мало и в большинстве случаев приравнивается к времени доставки продукта от производителя к потребителю.

В литературных источниках в области декарбонизации атмосферы много внимания уделено методу биологического поглощения CO_2 при помощи фотосинтеза. В естественной среде биофиксация CO_2 происходит в процессе жизнедеятельности всех наземных растений и большого количества фотосинтезирующих микроорганизмов (например, микроводорослей). Скорость роста микроорганизмов намного выше, чем у наземных растений, вследствие чего их эффективность фиксации CO_2 в 10–50 раз превосходит эффективность фиксации высшими растениями [12]. Учитывая достаточную изученность процесса фотосинтеза и возможность получения из биомассы различных продуктов биотехнологии, данная стратегия является потенциально реализуемой и привлекательной.

Для внедрения в практику технологии утилизации выбросов CO_2 при помощи биомассы микроскопических водорослей необходимо прояснить основные механизмы концентрирования углерода в клетке микроводорослей, особенности сред для культивирования, толерантность микроорганизмов к сопутствующим компонентам в смеси дымовых газов, определить критерии подбора штаммов и обозначить основные проблемы для внедрения технологии. Для этих целей были проведены аналитические исследования научных публикаций, результаты которых приведены в данной статье.

Механизмы концентрирования углерода в клетках микроводорослей. Концентрирование углерода в биомассе микроводорослей осуществляется за счет превращения CO_2 в органические соединения. Основным модулем механизма концентрирования углекислого газа в микроводорослях является карбоксисома, объединяющая работу ферментов рибулозобисфосфаткарбоксилазы (РубисКО) и карбоангидразы. Микроорганизмы, содержащие карбоксисомы, обычно встречаются в средах с концентрацией CO_2 ниже, чем константа Михаэлиса для CO_2 в РубисКО.

Хорошо известны четыре пути фиксации CO_2 автотрофными микроорганизмами [11]:

- 1) Восстановительный пентозофосфатный цикл (Цикл Кальвина). Цикл Кальвина является наиболее распространённым механизмом фиксации CO_2 , характерен для микроводорослей, цианобактерий, водородных бактерий и других хемоавтотрофов;
- 2) Восстановительный цикл трикарбоновых кислот (цикл Арнона, обратный цикл лимонной кислоты). Цикл Арнона впервые был обнаружен у зеленой серной бактерии *Chlorobium thiosulfatophilum*, часто встречается у микроорганизмов, обитающих в экстремальных условиях, таких как высокая температура, кислотная среда и др.;

3) Восстановительный цикл ацетил-КоА (путь Вуда-Люнгдаля). Используя этот путь, автотрофные ацетогены и метаногены синтезируют уксусную кислоту и метан из CO_2 . Этот цикл действует в строго анаэробных организмах;

4) 3-гидроксипропионатный бицикл (цикл Фукса-Холо). Цикл Фукса-Холо обнаружен у некоторых зеленых несерных бактерий семейства *Chloroflexaceae*.

Среда культивирования. Культивирование биомассы микроводорослей реализуется в жидких питательных средах, содержащих соединения азота, фосфора, калия, серы и др. Растворенный в среде CO_2 является основным поставщиком углерода в клетку микроскопической водоросли, поэтому ее рост и развитие могут происходить только при достаточном количестве углекислого газа. В среднем на каждую тонну произведенной биомассы требуется до 2 т CO_2 , 100 кг N и 10 кг P. Также требуются большие объемы воды, более 1 м³ на 1 кг биомассы микроводорослей, в дополнение к достаточным условиям окружающей среды (свет, температура, pH и др.) [14].

Толерантность микроорганизмов к компонентам дымовых газов. Элементарным процессом, в котором образуется CO_2 , является процесс сжигания. Содержание CO_2 в промышленных дымовых газах составляет 5,0–25,0 % [13, 9]. В состав дымовых газов также входят другие соединения, такие как оксиды азота, оксиды серы, несгоревшие углеводороды, угарный газ, азот и кислород. Толерантность микроводорослей к некоторым из этих соединений уже была изучена [13]. Так, CO_2 является хорошо растворимым в водной среде соединением (1,7 г CO_2 /л) и благоприятно влияет на развитие микроводорослей, однако рост его концентрации сверх оптимальных пределов может препятствовать создавать препятствия, влияя на конкурентные отношения между видами; CO, соединения CH_4 и H_2 не оказывают влияния на развитие микроводорослей ввиду их низкой растворимости в среде (0,028 г CO/л, 0,024 г CH_4 /л, 0,0016 г H_2 /л); NO_x состоят на 95% из NO (0,032 г NO/л) и на 5% из NO_2 (213,0 г NO_2 /л) – при растворении любого из этих соединений в воде образуется азотная или азотистая кислота, которая способствует снижению pH, с другой стороны, присутствующие в среде ионы NO_3^- и NO_2^- могут стать дополнительным источником азота для микроводорослей; микроэлементы необходимы для роста биомассы (Zn, Fe, Mg, Co, Ni, Cu), их присутствие в составе газов может стать благоприятным фактором, однако наличие в высоких концентрациях Hg, Cr и Pb вызывает острую токсичность.

Выбор штамма микроводорослей. Основными критериями выбора штамма микроводорослей являются его доступность, высокий показатель потребления CO_2 , эффективность использования света, скорость роста, толерантность к примесям газового потока, возможность производить из биомассы продукты с высокой добавленной стоимостью, устойчивость к колебаниям температуры, pH и количеству питательных веществ. По данным [6] *Chlorella vulgaris* и *Scenedesmus obliquus* имеют потенциал для роста в среде с концентрацией CO_2 идентичной концентрации в дымовых газах тепловых электростанций. Для микроводорослей *Scenedesmus rubescens* оптимальная концентрация CO_2 соответствует 8 %, для *Chlorella vulgaris* в 2 раза меньше – 4 %. В исследованиях [14] высокий потенциал к поглощению CO_2 показали несколько видов водорослей, включая *Botryococcus braunii*, *Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis oculata* и *Scenedesmus dimorphus*. Согласно [10] наиболее продуктивными оказались штаммы *Scenedesmus almeriensis* и *Neochloris oleoabundans*. Для производства ценных продуктов в промышленных масштабах особый интерес представляют бентосные диатомовые водоросли: их характерной особенностью является способность эффективно поглощать свет, а высокое содержание кремния в составе увеличивает скорость оседания биомассы, что облегчает процесс ее извлечения [5].

Получение продуктов. Теоретически, каждый год микроводоросли могут преобразовывать более 9,0 % солнечной энергии и 513 тонн CO_2 в 280 тонн сухой биомассы на гектар [13]. Биомасса содержит белки, липиды и углеводы, которые могут быть переработаны в кормовые добавки, биотопливо и удобрение.

Проблемы внедрения. Микроводоросли и цианобактерии являются наиболее изученными водными организмами, однако их углеродконцентрирующий механизм обладает рядом недостатков: фермент РубисКО является чрезвычайно медленным ферментом, работающим лишь на 25% от своей каталитической эффективности, а процесс фотодыхания угнетает способность к фиксации углерода [9].

Для разработки технологии утилизации важно учесть следующие аспекты:

- доступная форма неорганического углерода зависит от pH среды: когда pH кислый, большая часть неорганического углерода присутствует в виде CO_2 , при щелочном pH неорганический углерод присутствует в виде HCO_3^- ;
- промышленные выбросы имеют высокую температуру и переменную скорость потока, что может негативно влиять на растворимость CO_2 в воде, снизить выживаемость микроорганизмов и их способность утилизировать CO_2 ;
- среды для культивирования микроводорослей имеют умеренную или высокую соленость, что снижает концентрацию растворенного CO_2 . Согласно исследованиям [13], перспективные подходы для решения этой проблемы включают процессы с участием микроводорослей с химическими абсорбентами;
- интенсивность фотосинтеза напрямую зависит от концентрации CO_2 , поэтому вопрос определения для каждой культуры оптимума содержания CO_2 является актуальным;
- для культивирования микроводорослей требуются большие объемы воды. Решением этой проблемы может стать выращивание микроводорослей в сточных водах.
- при подаче дымовых газов в систему культивирования (очистки), содержащийся в них CO_2 растворяется в воде не полностью, ввиду чего в выбросах может содержаться 50–70 % CO_2 от его начального объема [4].
- культивирование микроводорослей требует дополнительного искусственного освещения, поэтому в промышленных масштабах сопровождается высокими энергетическими затратами. Согласно исследованиям [3], использование прерывистого света в системе культивирования может существенно снизить затраты на энергопотребление.

Заключение. В целом способ утилизации выбросов CO_2 посредством культивирования микроводорослей в контролируемых системах является потенциально эффективным, экологичным и устойчивым. Исследования в этой области должны сосредоточиться на отборе штаммов, проектировании и разработке современных реакторов с низкими затратами на эксплуатацию и обслуживание. Важной задачей при реализации технологии становится создание благоприятных условий, способствующих растворению CO_2 , содержащегося в выбросах, в форме и количестве, оптимальных для использования клетками микроводорослей. С целью сбережения ресурсов и повышения экономической эффективности в технологию могут быть интегрированы системы эффективного охлаждения газов и поддержания рабочей температуры в месте культивирования, системы подачи сточных вод, системы искусственного энергосберегающего освещения. Биомасса водорослей, полученная после улавливания углерода, может быть использована для производства полезных продуктов, включая биотопливо, удобрения и кормовые добавки для здоровья.

Библиографический список

1. *Александрова Ж.П., Кат С.А.* Достижение углеродной нейтральности путем внедрения инструментов налогообложения // *Chronos*. 2021. Т. 6. № 12(62). С. 58–61.
2. *Ахметова В.Р., Смирнов О.В.* Улавливание и хранение диоксида углерода – проблемы и перспективы // *Башкирский химический журнал*. 2020. Т. 27. № 3. С. 103–115.
3. *Бирюков В.В., Мальцевская Н.В., Макеев П.П.* Двухчастотное микроимпульсное освещение при культивировании фототрофных микроорганизмов // *Биотехнология*. 2014. Т. 30. № 2. С. 57–61.
4. *Бирюков В.В., Мальцевская Н.В., Макеев П.П.* Энергоэффективная технология конверсии диоксида углерода с целью получения товарных продуктов // *Международная научно-практическая конференция «Биотехнология и качество жизни»: Материалы конференции, Москва, 18–20 марта 2014 года. Москва: Закрытое акционерное общество «Экспо-биохим-технологии», 2014. С. 444–445.*
5. *Геворгиз Р.Г., Железнова С.Н.* Эффективность фиксации углерода в биомассе *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin (Bacillariophyceae) в условиях накопительного культивирования // *Морской биологический журнал*. 2020. Т. 5. № 1. С. 12–19.
6. *Кулабухов В.Ю., Карякин Д.О., Мальцевская Н.В.* Перспективы использования микроводорослей для поглощения CO₂ из дымовых газов промышленных предприятий // *Экология и промышленность России*. 2016. Т. 20. № 9. С. 4–8.
7. *Мантуров Д.В.* Устойчивый экономический рост: аспекты гармонизации промышленной и экологической политики России // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2018. Т. 11. № 4. С. 132–140.
8. *Старова Е.В.* Новые правовые инструменты ограничения выбросов в атмосферный воздух // *Экологическое право*. 2020. № 2. С. 27–31.
9. *Ghosh A., Kiran B.* Carbon Concentration in Algae: Reducing CO₂ From Exhaust Gas // *Trends in Biotechnology*. 2017. Vol. 35. P. 806–808.
10. *Kiran B., Kumar R., Deshmukh D.* Perspectives of microalgal biofuels as a renewable source of energy // *Energy Conversion and Management*. 2014. Vol. 88. P. 1228–1244.
11. *Kumar M., Sundaram S., Gnansounou E. [et al].* Carbon dioxide capture, storage and production of biofuel and biomaterials by bacteria: A review // *Bioresource Technology*. 2018. Vol. 247. P. 1059–1068.
12. *Li M., Zhou M., Luo J. [et al].* Carbon dioxide sequestration accompanied by bioenergy generation using a bubbling-type photosynthetic algae microbial fuel cell // *Bioresource Technology*. 2019. Vol. 280. P. 95–103.
13. *Martins da Rosa G., Greque de Moraes M., Vieira Costa J. A.* Green alga cultivation with monoethanolamine: Evaluation of CO₂ fixation and macromolecule production // *Bioresource Technology*. 2018. Vol. 261, P. 206–212.
14. *Sepulveda C., Gómez C., Bahraoui N. [et al].* Comparative evaluation of microalgae strains for CO₂ capture purposes // *Journal of CO₂ Utilization*. 2019. Vol. 30. P. 158–167.

Т.В. Сорокина, А.Ю. Лукин, Н.В. Костылева

ФГБУ УралНИИ «Экология», 614039, г.
Пермь, Комсомольский пр-т, 61а

e-mail: info@ecologyperm.ru

T.V. Sorokina, A.U. Lukin, N.V. Kostyleva

Ural Environmental Research Institute,
614039, Perm, Komsomolsky prospect, 61a

К ВОПРОСУ О НОРМИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Приведены результаты анализа информационных источников для оценки видов физических воздействий на окружающую среду, а также результаты анализа нормативно-методической базы по различным видам физического воздействия с целью оценки возможности для проведения нормирования физического воздействия

Ключевые термины: физическое воздействие; окружающая среда; атмосферный воздух; предельно допустимый уровень физического воздействия на атмосферный воздух.

TO THE QUESTION OF REGULATION OF PHYSICAL IMPACTS ON THE ENVIRONMENT

The results of the analysis of information sources for assessing the types of physical impacts on the environment are presented, as well as the results of the analysis of the regulatory and methodological framework for various types of physical impacts in order to assess the possibility of establishing levels of physical impact for enterprises.

Keywords: physical impacts; environment; atmospheric air; maximum allowable level of physical impact on atmospheric air.

Физическое загрязнение атмосферного воздуха – это полноправный, совместно с химическим и биологическим загрязнением, фактор влияния на атмосферный воздух и окружающую среду в целом, который приводит к негативному воздействию на экосистемы, вводя в окружающую среду отдельные виды воздействия, изменяющие физические свойства атмосферы и окружающей среды в целом. Этот фактор способен приводить экологические системы в целом, отдельные организмы живой природы и человека к изменениям, деградации.

Физическое загрязнение атмосферного воздуха, как химическое и биологическое, может быть техногенным и антропогенным, а также естественным физическим загрязнением, происходящим за счет природных процессов.

Следует отметить, что физическое загрязнение, генерируемое природными процессами, в абсолютном большинстве случаев не оказывает на экосистемы значительного или разрушающего равновесие экосистемы воздействия, либо приводит к гибели экосистемы, так как экосистемы, реагируя на природные процессы, всегда имеют «запас прочности» в виде самовосстановления или перехода на новый уровень равновесия.

Более проблемным является антропогенное и техногенное воздействие, которое часто превышает возможности самовосстановления экологических систем, особенно, если эти системы уже находятся в состоянии изменения под воздействием химического или биологического загрязнения.

В настоящее время, в связи с ростом общей озабоченности относительно экологических проблем, всем видам воздействия на окружающую среду и на атмосферный воздух, в частности, уделяется всё большее внимание со стороны населения и правительства Российской Фе-

дерации, становятся более детальными и целенаправленными поиски и оценка факторов воздействия на окружающую среду и атмосферный воздух, проводятся исследования с целью внедрения дополнительных видов воздействия на атмосферный воздух, которым ранее уделялось недостаточное внимание, например, к физическим воздействиям на здоровье населения и окружающую среду, в том числе на биологические объекты (объекты живой природы).

Согласно Федеральному закону от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» под термином «физическое воздействие» [2] подразумевается «вредное воздействие шума, вибрации, ионизирующего излучения, температурного и других физических факторов, изменяющих температурные, энергетические, волновые, радиационные и другие физические свойства атмосферного воздуха, на здоровье человека и окружающую среду» [2]. Под термином «вредное физическое воздействие на атмосферный воздух» подразумевается «вредное воздействие шума, вибрации, ионизирующего излучения, температурного и других физических факторов, изменяющих температурные, энергетические, волновые, радиационные и другие физические свойства атмосферного воздуха, на здоровье человека и окружающую среду» [2]. Под термином «предельно допустимый уровень физического воздействия на атмосферный воздух» понимается «норматив физического воздействия на атмосферный воздух, который отражает предельно допустимый максимальный уровень физического воздействия на атмосферный воздух, при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду» [2]. Под термином «предельно допустимый норматив вредного физического воздействия на атмосферный воздух» следует понимать «норматив, который устанавливается для каждого источника шумового, вибрационного, электромагнитного и других физических воздействий на атмосферный воздух и при котором вредное физическое воздействие от данного и ото всех других источников не приведет к превышению предельно допустимых уровней физических воздействий на атмосферный воздух» [2].

Пунктом 5 Положения о предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, утвержденного постановлением Правительства РФ от 09.12.2020 № 2055 [3], установлено следующее: «...Предельно допустимые нормативы вредных физических воздействий на атмосферный воздух устанавливаются для каждого источника шумового, вибрационного, электромагнитного и других физических воздействий на атмосферный воздух, при котором вредное физическое воздействие от такого и от всех других источников не приведет к превышению предельно допустимых уровней физических воздействий на атмосферный воздух.

Предельно допустимые уровни физических воздействий на атмосферный воздух разрабатываются и утверждаются в соответствии с порядком, утверждаемым Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации» [1].

В приказе Минприроды России от 11.10.2018 № 510 «Об утверждении формы заявки на получение комплексного экологического разрешения и формы комплексного экологического разрешения (с изменениями на 23.06.2020)» в разделе 2.4 предусмотрены в составе таблиц раздела сведения об указании видов физических воздействий и сведения о нормативах физических воздействий [3].

Следует отметить, что в настоящее время воздействие на окружающую среду электромагнитных, акустических и радиационных полей приняло широкие масштабы. При этом следует отметить, что в информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ) технологические показатели физических воздействий в настоящее

время не приведены, что исключает установление технологических нормативов физического воздействия при технологическом нормировании.

Тем не менее, физические воздействия на атмосферный воздух регулируются достаточно большим количеством нормативных документов, в которых указаны требования к таким видам и уровням воздействия. Эти требования изложены в санитарных нормах и правилах, строительных правилах, документах Росстандарта и других ведомственных документах.

Однако все указанные нормативные документы ориентированы на здоровье человека, то есть по аналогии с нормативами предельно допустимых концентраций (ПДК), разработанными для токсического, химического и биологического воздействия, для физических факторов определены предельно допустимые уровни воздействия на человеческий организм, но не объекты живой природы.

Следует отметить, что воздействие физических факторов на объекты живой природы не просто многофакторно, как, например, шум, который вряд ли будет оказывать решающее воздействие на состояние нервной системы млекопитающих, но окажет воздействие на пути миграций, выбор ареала проживания, при том, что воздействие на растительность будет принципиально другим. Поэтому воздействие физических факторов мало и плохо изучено.

Из-за отсутствия технологических показателей в ИТС НДТ утверждение нормативов физических воздействий может выполняться только исходя из гигиенических показателей – уровней воздействия, ориентированных на человека, так как разработка экологических показателей – уровней воздействия на биологические объекты, исключая человека, требует многолетних и серьезных исследований из-за разнообразия ландшафтов, природных условий, разнообразия биоты на территории Российской Федерации.

В ходе работы авторами настоящей статьи проанализированы 86 информационных источников (публикации и учебные пособия) на предмет сведений о влиянии физических воздействий на окружающую среду. Выявлено что, в публикациях представлены в разном объеме сведения о семи видах физических воздействий: шумовое (акустическое), вибрационное, электромагнитное, световое, ультразвуковое, инфразвуковое и тепловое (термальное).

Больше всего информации в публикациях представлено о шумовом (акустическом) воздействии – 35 информационных источников, меньше всего об ультразвуковом и инфразвуковом воздействиях – по 11 информационных источников.

Из 86 информационных источников только в 23 источниках приведена информация о влиянии физических воздействий (в основном шума и электромагнитного излучения) на биологические объекты (растения, животные, микроорганизмы), а в остальных 63 информационных источниках представлена информация о влиянии физических воздействий исключительно на человека.

Кроме публикаций и учебных пособий также проанализированы нормативные, санитарные и методические документы, документы стандартизации – всего 212 документов, относящихся к физическим воздействиям. Из них в 93 документах дана информация по физическим воздействиям, которая может быть использована при нормировании физических воздействий.

При изучении нормативных документов, выявлено что, в основном, в документах речь идет о шести видах физических воздействий: шумовом (акустическом), вибрационном, электромагнитном, ультразвуковом, инфразвуковом и тепловом (термальном). Преобладают сведения и показатели по шумовому (акустическому) воздействию.

В настоящее время для проведения нормирования, аналогичного нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, имеется достаточная нормативно-методи-

ческая база только по шумовому воздействию, а именно: шумовые характеристики оборудования и машин и транспорта; методически обеспечен расчет и инструментальные замеры измерения уровня шума от оборудования и машин; установлены гигиенические нормативы по допустимому уровню шума на селитебных территориях; имеется нормативная база по методологии расчета (моделирования) уровней шума в расчетных точках селитебных территорий. Имеются достаточные технические и метрологические возможности в части инструментальных измерений; имеется методическая и метрологическая база для проведения контроля за уровнем шума, есть требования и рекомендации по разработке плана мероприятий и осуществления мероприятий по снижению шумового воздействия на селитебных территориях.

Таким образом, шумовое (акустическое) воздействие можно рекомендовать для нормирования, так как, для этого в настоящее время имеются все необходимые нормативные и прочие документы.

Если брать за эталон шумовое (акустическое) воздействие, то можно сделать вывод о том, что по другим видам физических воздействий, для проведения нормирования нормативно-методическая база развита недостаточно, нормирование по ним в настоящее время проводить невозможно, как ориентируясь на человека, так и ориентируясь на объекты живой природы.

Библиографический список

1. *О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух: постановление Правительства Российской Федерации от 09.12.2020 № 2055.* – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

2. *Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон от 04.05.1999 № 96–ФЗ (ред. от 11.06.2021).* – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

3. *Об утверждении формы заявки на получение комплексного экологического разрешения и формы комплексного экологического разрешения: приказ Минприроды России от 11.10.2018 (с изменениями на 23.06.2020).* – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

Р.А. Старков

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

R.A. Starkov

Perm State University, 614068, Perm, street
reva, 15

e-mail: starkovroman2409@gmail.com

ОБЩЕСТВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Приводятся формулировки понятия «экологический мониторинг» различными учёными, история развития экологического мониторинга, даётся характеристика общественному экологическому мониторингу. Особенное место уделено общественному мониторингу за состоянием атмосферного воздуха частицами PM 2,5 и PM 10.

Ключевые термины: экологический мониторинг; общественный мониторинг; атмосферный воздух; загрязнение атмосферного воздуха; взвешенные частицы PM 2.5 и PM 10.

PUBLIC MONITORING OF THE STATE OF ATMOSPHERIC AIR

The formulations of the concept of "environmental monitoring" by various scientists, the history of the development of environmental monitoring are given, a characteristic is given to public environmental monitoring. A special place is given to public monitoring of the state of atmospheric air by PM 2.5 and PM 10 particles.

Keywords: environmental monitoring; public monitoring; atmospheric air; air pollution; PM 2.5 and PM 10 particulate matters.

Мониторинг состояния окружающей среды представляет на сегодняшний день важнейшую информационную систему, состоящую из наблюдений, оценки и прогноза.

Понятие мониторинга окружающей среды было впервые введено Р. Манном в 1972 г. на Стокгольмской конференции ООН и с тех пор постоянно развивается и обсуждается на различных международных конгрессах и совещаниях. Он понимал мониторинг как систему постоянных наблюдений элементов окружающей среды во времени и пространстве, имеющую определённые цели и заранее подготовленную программу [12,13].

В концепции Ю.А. Израэля под мониторингом понимается система наблюдений, позволяющая выделить изменения состояния (и прежде всего загрязнение) биосферы под влиянием деятельности человека. Подобную систему он определил, как мониторинг антропогенных изменений окружающей природной среды [13].

И.П. Герасимов предложил своё определение, в котором обозначил мониторинг как систему наблюдений и контроля за состоянием окружающей среды с целью рационального использования природных ресурсов, охраны природы и обеспечения стабильного функционирования геосистем различного хозяйственного назначения [10].

В методических подходах А.Г. Емельянова отмечается, что основной целью мониторинга является предотвращение отрицательных последствий, связанных с хозяйственной деятельностью человека, однако объектами наблюдения чаще всего выступают отдельные компоненты природной среды: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы и биота, в ряде случаев – геосистемы и экосистемы [13].

Анализируя формулировки различных учёных, можно сделать вывод, что экологический мониторинг – это комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений условий

окружающей среды, где основную роль играет хозяйственная деятельность человека, а отдельными компонентами природной среды за которыми ведутся наблюдения, выступают атмосферный воздух, воды, почва и др.

Рассматривая историю развития мониторинга в мире, то потребность в наблюдениях за изменениями в окружающей среде появилась далеко в древности. Людям, связанным с наукой, удавалось предсказывать природные явления, к примеру, греческий философ Фалес Милетский мог предвидеть солнечное затмение, а вавилонские астрономы – затмение луны. Ученик Фалеса, Анаксимандр, и вовсе спрогнозировал землетрясение [1].

В средние века наблюдениями занимались лишь отдельные любители, а наиболее интересный и ценный материал дают летописи и дневники, где описывались различные стихийные явления. Позднее Средневековье – период, когда были изобретены основные метеорологические приборы: термометр и ртутный барометр [8].

В 18 веке с развитием морского флота также появляется необходимость в проведении наблюдений. Согласно Морскому уставу лейтенант должен был доносить капитану о переменах ветра, а штурман вести журнал с записями о течениях моря и ветрах, который впоследствии также передавал капитану. Это было сделано с целью обеспечения безопасности мореплавания и для дальнейшего определения оптимальных природных условий [9].

В современном мире двигателем в прогрессировании экомониторинга стала Стокгольмская конференция, которая была просто необходима для того времени, поскольку мир переживал масштабный экологический кризис [3,11,14]. Результатом развития идей экологического мониторинга стало широкое распространение в мире общественного экологического мониторинга.

Общественный экологический мониторинг является негосударственным видом мониторинга, цель которого – обнаружение проблем, сбор качественной информации и создание условий для обсуждения этих проблем в широком кругу и во всех компетентных структурах [4].

Принято выделять несколько направлений общественного экологического мониторинга за состоянием окружающей среды (рисунок).

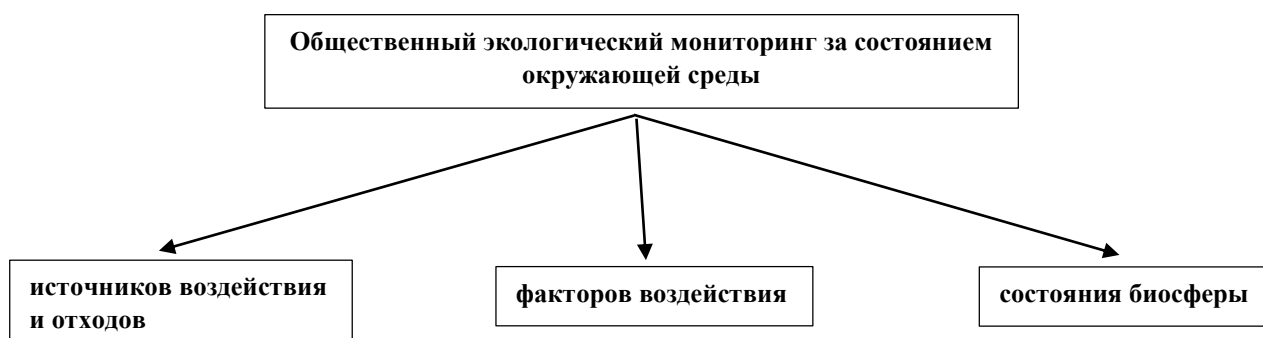


Рисунок. Классификация общественного экологического мониторинга [4]

Мониторинг источников воздействия и отходов. Объектами наблюдений и оценки выступают сбросы, выбросы, размещение и удаление отходов, использование ресурсов и готовой продукции. При правильной организации общественный экологический мониторинг источников воздействия может оказаться очень эффективным. Мощная приборная база далеко не обязательна: многие задачи могут решаться простейшими методами, в том числе и не требующими специального оборудования (фотодокументирование или визуальные наблюдения) [4].

Мониторинг факторов воздействия. Объекты – физические, химические и биологические факторы. Эффективность этого вида мониторинга велика, также требуется некоторое оборудование, зависящее от задач [4].

Мониторинг состояния биосферы. Это геофизический и биологический мониторинг. В задачи входит защита биоты в зонах интенсивного воздействия, однако эффективность общественного мониторинга невелика [4].

К основным задачам общественного экологического мониторинга относят: наблюдение за объектами, не входящих в программу мониторинга государственных природоохранных служб; привлечение внимания к проблемам, то есть это могут быть как обращения общественных организаций в органы власти, так и оказываемое давление на предприятия [2].

Широкое распространение получил общественный мониторинг атмосферного воздуха. Общественный мониторинг атмосферного воздуха – система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнения и за происходящими в нем природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха и его загрязнения [1]. Важным преимуществом является его независимость от государственных структур и ведомственных интересов, так как он в большей степени отражает экологические интересы населения [7].

В последнее время общественный мониторинг атмосферного воздуха стал направлен за наиболее опасными загрязнителями – взвешенными частицами РМ 2,5 и РМ 10. Опасность этих частиц для здоровья человека неоднократно доказана зарубежными и российскими учёными. Для Российской Федерации проблема учёта этих частиц в составе промышленных выбросов, их мониторинга в атмосферном воздухе и оценки их влияния на здоровье человека особенно актуальна. Отсутствует практика нормирования РМ 2,5 и РМ 10 в выбросах из-за устаревших расчётных подходов к определению масс выбросов [5].

Общественный мониторинг и доступность простых средств для измерения качества воздуха привели к возникновению альтернативной сети, позволяющей получить доступные и более детальные данные. Благодаря этому стали появляться и развиваться такие платформы как «CityAir», «Российские зеленые», «Эковизор» и многие другие платформы, позволяющие получать данные измерений содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе [6].

Проблема изучения состояния атмосферного воздуха актуальна. История развития системы мониторинга показывает, что для мирового общества важен вопрос, связанный с изменением окружающей среды, в частности атмосферного воздуха. Общественный экологический мониторинг состояния атмосферного воздуха – неотъемлемая часть экомониторинга, вовлекающий обычное население в решение экологических проблем своего региона, страны, путём наблюдений за изменением окружающей среды.

Библиографический список

1. *Апкин Р.Н., Минакова Е.А.* Экологический мониторинг: учебное пособие – 2-е изд., испр. и доп. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. 127 с.
2. *Босиков И.И., Цгоев Т.Ф.* Общественный экологический мониторинг. Цели, задачи и объекты наблюдений // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10-5. С.140–144.
3. *Брославский Л.И.* Государственный экологический мониторинг США // Журнал российского права. 2010. №4. С.105–113.
4. *Веницианов Е.В., Виниченко В.Н., Гусева Т.В.* Экологический мониторинг: шаг за шагом. М.: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2003. 252 с.

5. Загороднов С.Ю., Май И.В., Кокоулина А.А. Мелкодисперсные частицы (PM 2.5 и PM 10) в атмосферном воздухе крупного промышленного региона: проблемы мониторинга и нормирования в составе производственных выбросов // Гигиена и санитария. 2019. С. 142–147.
6. Кадочников А.А. Разработка системы сбора данных для мониторинга состояния атмосферного воздуха в Красноярском крае // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2021. Т. 27. № 2. С. 205–217.
7. Колесникова М. В. Общественный экологический контроль за охраной атмосферного воздуха // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 5-1. С.95–197.
8. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 752 с.
9. Сатаева Т.Ю. Становление и развитие правового регулирования организации и осуществления государственного экологического мониторинга в России // Журнал российского права. 2020. № 6. С.162–175.
10. Снытко В.А., Собисевич А.В. Вклад академика И.П. Герасимова в проблему мониторинга природной среды // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Том 28. 2017. № 1. С. 9–17.
11. Тихоцкая И.С. Экологические проблемы в Японии: между прошлым и будущим // Японские исследования. 2016. №1. С. 59–71.
12. Хаустов А.П. Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2019. 543 с.
13. Языков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов. Томск, 2003. 336 с.
14. Albert E. Utton, Protective Measures and the «Torrey Canyon», 9 B.C. L. Rev. 1968. Vol. 9. №3, Pp. 613–632.

Е.В. Ташкинов

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

E.V. Tashkinov

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: zafranceperm@mail.ru

ОПОЛЗНЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГОРОДЕ ПЕРМИ

В статье рассмотрена одна из опасных проблем г. Перми – это оползневые процессы. Оползни встречаются на берегах Данилихи, Егошихи, Ивы и других реках. В связи с ростом строительства домов на потенциальных оползневых склонах тема является актуальной. С помощью полученных данных было установлено 10 оползаний склонов за последние 14 лет, а также составлена картосхема инженерно-геологических процессов. В качестве примера, впервые был описан и исследован оползень по адресу: Фрезеровщиков, 86. Выявлены факторы образования данного оползания склона. Произведено сравнение оползня за период с 2016 года по 2020 год. Даны рекомендации по противооползневым мероприятиям.

Ключевые термины: оползень; склон; оползневые процессы; Пермь; строительство; техногенез; инженерно-геологические процессы.

LANDSLIDE PROCESSES IN THE CITY OF PERM

The article considers one of the dangerous problems of Perm – landslide processes. Landslides occur on the banks of Danilikha, Egoshikha, Iva and other rivers. Due to the increase in the construction of houses on potential landslide slopes, the topic is relevant. With the help of the data obtained, 10 slope landslides have been established over the past 14 years, and a cartography of engineering and geological processes has been compiled. As an example, a landslide was described and investigated for the first time at the address: Frezerovshchikov, 86. The factors of the formation of this slope landslide were identified. A comparison of the landslide for the period from 2016 to 2020 was made. Recommendations on anti-landslide measures are given.

Keywords: landslide; slope; landslide processes; Perm; construction; technogenesis; engineering-geological processes.

Введение

Актуальность темы исследования. В настоящее время развитие общества характеризуется все более нарастающими противоречиями между человеком и окружающей природной средой. В результате экономического развития уровень антропогенных нагрузок на биосферу приблизился к критическому и грозит необратимыми последствиями для мировой цивилизации в целом. Крупные аварии и катастрофы природного и техногенного характера в последние десятилетия оказали существенное влияние на жизнь и здоровье населения планеты, среду его обитания, последствия которых будут заметны ещё десятки и сотни лет.

Одними из опасных чрезвычайных ситуаций природного характера являются оползни. Оползни – это смещение горных пород со склонов, бортов карьеров, строительных выемок под действием веса грунта и объемных и поверхностных сил. Оползневые процессы характерны для геологической среды Перми. Их можно встретить на берегах реки Камы, Чусовой, Егошихи и других рек. Оползневые процессы существенно изменяют рельеф поверхности земли, нарушают устойчивость сооружений, зданий, дорог, каналов и целых комплексов сооружений, разрушают их, вызывая катастрофы с человеческими жертвами и большими материальными убытками. Все это говорит об актуальности исследований оползневых процессов.

Целью работы является выявление территорий подверженных оползневым процессам в г. Перми.

Объект исследования – оползневые процессы г. Перми.

Предмет исследования – исследование оползня у дома по улице Фрезеровщиков, 86.

Оползневые процессы в городе Перми

Для того, чтобы узнать сколько оползаний склонов в городе происходило, был сделан запрос в Главное управление МЧС по Пермскому краю. В ответе, который они прислали сказано, что никакой информации по обрушениям оползней у них нет. Поэтому были просмотрены все СМИ, форумы, статьи по данной тематике и проведён опрос жителей для поиска сползших склонов. По итогу были выделены десять оползней которые происходили за последние 14 лет (Табл. 1) [1,2,4-6,14,7,9,10].

Таблица 1

Оползни за период с 2007 по 2021 годы

№	Место (улица)	Дата	Масштаб*	Причина	Причиненный ущерб
1	Лифанова	2007	средний	Обильные осадки, крутой уклон склона	Засыпало дорогу
2	Гашкова 28 Б	2008	малый	Обильные осадки, нарушение естественного залегания склона при строительстве, инженерные просчёты	Трещины по всему многоквартирному дому и он начал проваливаться в лог
3	Куфониная 30, 32	2015	малый	Обильные осадки, грунтовые воды	Засыпало выход сточных вод
4	Фрезеровщиков 86	2015	средний	Обильные осадки, вибрации от транспорта, нарушение склона при строительстве, грунтовые воды	Повреждение дороги и засыпало ж/д (резервный путь)
5	Льва Шатрова 35	2016	малый	Сильный дождь, р. Егошиха	Трещины в фундаменте многоквартирного дома
6	51 км Западного обхода	22 июля 2017	малый	Сильный дождь	Повреждение дороги
7	Академика Курчатова (р. Данилиха)	24 августа 2017	малый	Порыв водопровода	Повреждение дороги
8	Уральская 119	28 июля 2019	малый	Сильный дождь	Повреждение дороги
9	Соликамская 54	13 ноября 2019	малый	Сильный дождь, вывод канализации в лог	Засыпало частный дом и придомовой участок
10	Бульвар Гагарина 30 Б	29 апреля 2021	малый	Порыв теплотрассы, крутой уклон склона	Повреждение дороги и теплотрассы

*Примечание для таблиц. Масштаб оползней: грандиозные – 400 га и более, очень крупные – 200–400 га, крупные – 100–1200 га, средние 50–100 га, мелкие – 5–50 га и очень мелкие – до 5 га [3].

Также оползни были и ранее, но по ним не удалось найти подробную информацию: Егошихинское кладбище (2 оползня), Серебрянский проезд 19, Николая Островского 111, Чернышевского 11 А, Земкова 38, Лянгасова/Целинная (3 оползня), Тракторная 17, Кутузова 19 (2 оползня), Рабкоровская, Язьвинская улицы [4].

Проанализировав рельеф г. Пермь, информацию учёных и СМИ были выделены девять участков где возможно оползание склонов в ближайшем будущем (Табл. 2) [1,4,6,7]. Преимущественно оползание склона возникает при строительстве жилых домов на краю склонов так как нарушается естественное залегание склона и идёт большое давление от дома на склон.

Предполагаемые места будущих оползней

№	Место	Масштаб* (предполагаемый)	Предполагаемая причина обрушения
1	Весёлая 1, 18	малый	Нарушение естественного залегания склона при строительстве, обильные осадки, вибрации от транспорта
2	Фрезеровщиков 86 (оползание уже идёт)	средний	Обильные осадки, вибрации от транспорта, нарушение склона при строительстве, грунтовые воды
3	Ким 5, 14, Ивановская 19, Чехова 2.	малый	Обильные осадки, вибрации от транспорта
4	Склон мкр. Вышка 1 (Соликамская, Мостовая)	средний	Обильные осадки, вывод канализации в лог
5	Долина реки Малая Язовая (Гашкова 28 А, 41, 41 А, 41/1, 45	малый	Нарушение естественного залегания склона при строительстве, обильные осадки
6	Народовольческая 46	малый	Обильные осадки
7	Моторостроителей 19,21	малый	Обильные осадки
8	Долина ручья Гремячий (мкр. Гайва)	средний	Обильные осадки, вывод канализации в долину
9	Бульвар Гагарина 26, 30 Б	малый	Обильные осадки, вибрации от транспорта

С помощью данных ОАО ВерхнекамГИСИЗ, СМИ и собственных данных была построена картосхема инженерно-геологических процессов (Рис. 1) [1,2,4-10]. На неё были нанесены оползни уже сползшие и оползни близкие к оползанию. Показаны участки рельефа с уклоном поверхности 8–12% и более 12% так как именно на них наиболее вероятны оползания склонов. Такими участками являются склоны рек Егошихи, Данилихи, Ива, Малая Язовая, Язовая, Резвянка, Амбарка и ручей Гремячий.

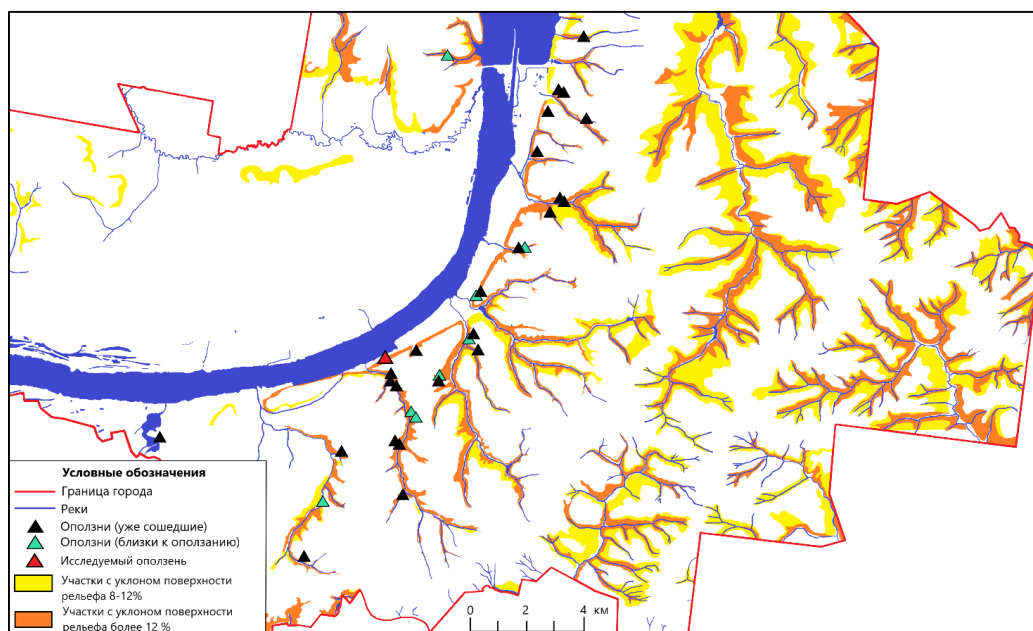


Рис. 1. Инженерно-геологические процессы в г. Перми (фото автора)

Исследование оползня

Для примера рассмотрим оползень, который находится рядом с жилым домом по улице Фрезеровщиков, 86. Оползень является актуальным для изучения, потому что расположен рядом с жилым домом и железной дорогой, представляя угрозу.

Проведя исследование можно сделать следующие выводы.

В плане оползень представляет собой амфитеатр (Рис. 2), в III надпойменной террасе р. Кама, длиной около 110 м, шириной до 65 м. Площадь оползня составляет 4000 м² и с каждым годом увеличивается. В высоту оползень около 20 м считая от главного уступа и 4 метра у подошвы.

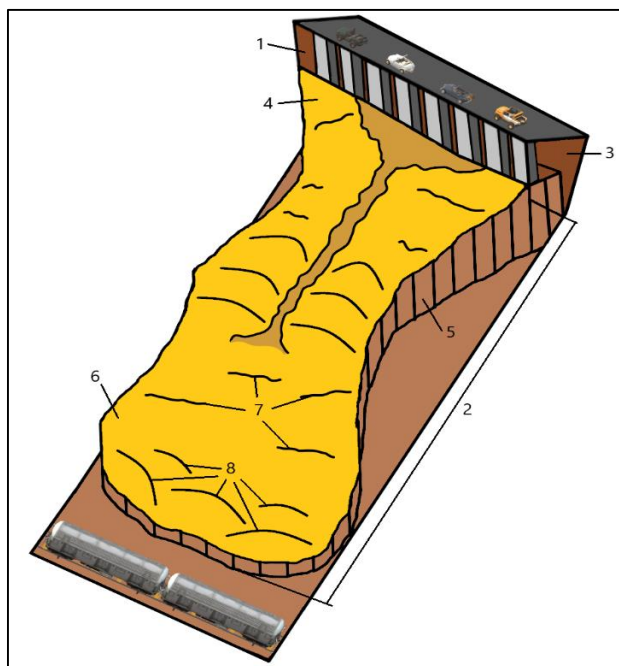


Рис. 2. Вид оползня сверху. 1 – часть оползня под дорогой; 2 – поверхность скольжения; 3 – уступ главный; 4 – вершина оползня; 5 – тело оползня; 6 – подошва оползня; 7 – трещины поперечные; 8 – неровности рельефа (фото автора).

1. Данный оползень образовался благодаря таким факторам как: нарушение залегания пород и потеря их устойчивости из-за строительства дома, дороги и коммуникаций; вибрации от железнодорожных составов и машин, проходящих вблизи оползня; потеря растительности, которая удерживала верхний слой земли и не давала воде размывать породы; выходы грунтовых вод, которые размывают породы; большое количество осадков.

2. Тип строения оползня асеквентный – поверхность скольжения его вогнутая. Оползень относится к движущимся, т. е. процесс установления равновесия продолжается, скорость смещения – медленная.

3. Оползень относится к детрузивным.

4. По глубине захвата пород оползневыми деформациями – мелкий (<5 м).

5. Скорость движения оползня – 1,5 м/г (очень медленная).

6. Тело оползня сложено красно-бурыми суглинками и глинами.

7. Необходимо провести противооползневые мероприятия, т.к. оползень стремится к железной дороге и начинается разрушение дороги у дома (Рис. 3). Расстояние от языка оползня до забора железной дороги составляет 5 м. Высота языка достигает до 4 м.



Рис. 3. Слева – подошва оползня, справа – трещина дороги (фото автора)

Заключение

В ходе работы рассмотрена история оползаний в г. Перми и спрогнозированы будущие. Оползни нанесены на картосхему. Исследован оползень у дома по адресу Фрезеровщиков, 86.

Считаю целесообразным, проведение противооползневых мероприятий в соответствии с наступающими стадиями и фазами развития оползневого процесса, т.к. оползень стремится к дому, что в последующем может привести к разрушению дороги, а обвалившиеся породы оползня съезжают вниз к железнодорожным путям, что может привести к аварии.

Все вышеперечисленное заставляет уделять внимание изучению оползневых явлений, учитывать их распространение и возможность образования при планировании размещения различных видов строительства, постоянно оценивать степень их опасности при проектировании и строительстве сооружений и в хозяйственном использовании территорий. В г. Перми по берегам реки Камы и других рек оползни распространены достаточно широко и могут представлять опасность для предприятий, автодорог, жилых домов. Для того чтобы избежать катастрофы, нужно предпринять меры для предотвращения дальнейшего развития оползней.

Библиографический список

1. *Безопасность* возведения ЖК «Красная горка» [электронный ресурс] // Информационный общественно-политический портал – «Новости Перми» URL: https://www.perm-news.ru/novosti/society/2016/04/26/bezopasnost_vozvedeniya_zhk_krasnaya_gorka_vyzvala_voprosy/ (дата обращения: 27.02.22).
2. *В Перми* из-за потока нечистот произошел оползень [электронный ресурс] // Телекомпания – «Рифей-Пермь» URL: https://rifey.ru/news/perm/show_id_81638 (дата обращения: 01.02.22).
3. *Классификация оползней* [электронный ресурс] // Информационный сайт – «Познайка.Орг» URL: <https://poznayka.org/s92805t1.html> (дата обращения: 02.02.22).
4. *Материалы* по обоснованию проекта генерального плана г. Перми. МАУ «Бюро городских проектов» ОАО ВерхнекамТИСИЗ. 146 с. <https://permgenplan.ru/wp-content/uploads/2021/04/Материалы-по-обоснованию-Генерального-плана-города-Перми.-Том-1.pdf> (дата обращения: 27.01.22).
5. *Оползень* на улице Льва Шатрова [электронный ресурс] // Информационный портал – «59.ru» URL: <https://59.ru/text/house/2019/08/02/66184210/> (дата обращения: 01.02.22).
6. *Опубликована* карта домов, которые стоят в Перми на неустойчивом грунте [электронный ресурс] // Информационное агенство– «Текст» URL: режим доступа:

<https://www.chitaitext.ru/novosti/opublikovana-karta-domov-kotorye-stoyat-v-permi-na-neustoychivom-grunte/> (дата обращения: 03.02.22).

7. *Отчёт* о выполнении работ «Научно–исследовательские работы по проведению комплексного обследования территорий на реках Егошиха и Данилиха г. Перми с подготовкой эколого–экономического обоснования создания особо охраняемых природных территорий». Рук. Бузмаков С.А., 2021. 364 с.

8. *Пермский форум* [электронный ресурс] // Информационный портал – «Терон» URL: <https://teron.online/index.php?showtopic=2144974> (дата обращения: 03.02.22).

9. *После ливня* в Перми начал обрушаться Красавинский мост [электронный ресурс] // Информационный портал – «АиФ.ru» URL: https://perm.aif.ru/incidents/posle_livnya_v_permi_nachal_obrushatsya_krasavinskiy_most?utm_source=aif&utm_medium=free&utm_campaign=main (дата обращения: 01.02.22).

10. *После сильного ливня* на склоне Северной дамбы провалился асфальт и размыло грунт [электронный ресурс] // Информационный портал – «59.ru» URL: <https://59.ru/text/gorod/2019/07/29/66177235/> (дата обращения: 01.02.22).

Л.А. Титова, Е.А. Дзюба

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Titova L.A., E.A. Dziuba

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: lara_ber02@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

В сообщении приводится описание распространенности месторождений нефти на территории Пермского края, территориальное деление на природные районы и распространение месторождений на них. Указываются основные свойства нефтей и их характеристики в природных районах Пермского края. Рассматриваются последствия воздействия нефти на компоненты природной среды.

Ключевые термины: нефть; трансформация экосистем; нефтяные месторождения; антропогенная трансформация; деградация; Пермский край.

IMPACT OF OIL PRODUCTION ON THE NATURAL FEATURES OF THE TERRITORY OF THE PERM REGION

The article discusses a description of the prevalence of oil deposits in the Perm Territory, territorial division into natural areas and the distribution of deposits on them. The main properties of oils and their characteristics in the natural areas of the Perm Region are indicated. The consequences of the impact of oil on the components of the natural environment are considered.

Keywords: oil; ecosystem transformation; oil fields; anthropogenic transformation; degradation; Perm Krai.

Пермский край является промышленным регионом. Одной из самых значительных отраслей хозяйственной деятельности является нефтедобыча. В настоящее время нефтедобыча осуществляется практически на всей территории Пермского края. Территория региона очень разнообразна по природным условиям. В восточной части горы, в западной и центральной равнины и низменности. Такие же значительные различия есть между северной и южной частью края. На юге есть территории, представленные степной растительностью. По природному районированию [4] территория Пермского края делится на 6 природных районов: Северный Урал, Западный Урал, Средняя тайга, Южная тайга, Хвойно-широколиственные леса, Кунгурская лесостепь. Эти районы отличаются между собой биоклиматическими условиями. В свою очередь это связано и с различием в геологических особенностях территории, что влияет на распространение месторождений нефти по территории.

Основная концентрация месторождений нефти находится в южной и центральной частях края (в районах хвойно-широколиственных лесов, южной тайги и северной тайги). Здесь расположены крупнейшие месторождения нефти Пермского края, например, Пихтовое месторождение, расположенное в районе южной тайги недалеко от поселка Никулино и села Челва, Кокуйское месторождение, расположенное в районе хвойно-широколиственных лесов в Кунгурском и Ординском муниципальных районах, юго-западнее г. Кунгура [6].

Различие в природных особенностях обуславливает и различия в физико-химических свойствах нефтей края. В каждом районе нефти имеют различные физико-химические свойства, цвет, ценность. На территориях Пермского края нефти можно разделить по физико-химическим свойствам (таблица), они имеют следующие характеристики: от очень тяжелых, с

плотность близкой к 1 г/м^3 , с большим содержанием серы (около 5%) и сильной вязкостью до очень легких с полностью ниже к 1 г/м^3 , небольшим содержанием серы (от 0-0,31%). Разнообразие свойств нефтей зависит от распространения природном районе, тектоники и от глубины залегания нефти. На территории края свойства нефти изменяются с северо-востока на юго-запад.

Таблица

**Характеристика основных свойств нефти в пределах природных районов
Пермского края**

Природный район	Плотность нефти, г/см ³	Содержание серы, %	Газонасыщенность, м ³ /т
Средняя тайга	0,825-0,850	0,0-0,9	210-300
Южная тайга	0,830-0,865	0,5-1,5	150-200
Широколиственно-хвойные леса	0,900-0,920	2,0-3,4	10-50
Кунгурская лесостепь	0,850-0,900	1,5-2,5	50-200

Д.Н. Андреев и А.И. Шатрова [2] проанализировали распространение месторождений по территории края. Крупными добывающими предприятиями Пермского края являются: ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», имеющие 75 лицензий на добычу углеводородного сырья (нефть, газ), ООО «УралОйл», имеющий в своем распоряжении 37 лицензий на добычу углеводородного сырья, также ЗАО "Уралнефтесервис" – 8 лицензий [2]. Деятельность нефтедобывающих предприятий обуславливает существенное воздействие на природные компоненты.

Наибольшую экологическую опасность приносят аварийные ситуации: фонтанирование скважин, образование грифов, утечки загрязнителей из резервуаров, при взрывах трубопровода, пожарах. Геохимическая трансформация природной среды начинается уже на этапе бурения скважин [8].

Своеобразие экологических проблем, возникающих при добыче нефти, обусловлено тремя группами факторов: спецификой состава и свойств добываемой пластиковой жидкости, технологией ее извлечения, особенностями географических условий района добычи [8]. Нефтяное загрязнение приводит к общей деградации природной среды, во время и после прекращения деятельности предприятия. При нефтяном загрязнении происходит смена фитоценоза, которая проявляется снижением биоразнообразия, уменьшением проективного покрытия, появляются синантропные виды [1].

Этапы преобразования нефти:

Выделяется несколько этапов преобразования нефти в природной среде (рисунок).

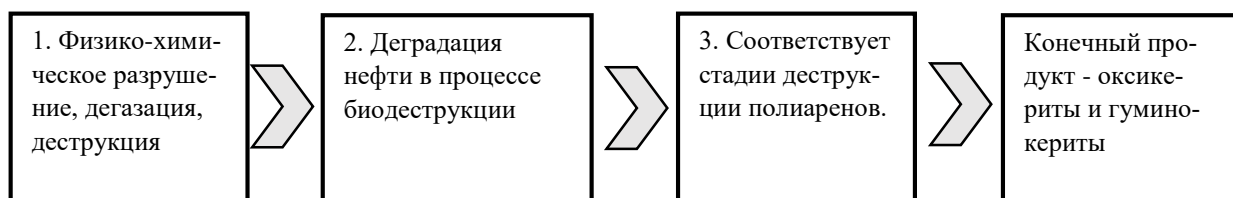


Рисунок. Этапы преобразования нефти [8].

Первый этап – физико-химическое разрушение, дегазация, вынос нефти, ультрафиолетовая деструкция. На следующих этапах деградации нефти в процессе биодеструкции включается уже десятки микроорганизмов. Третий этап соответствует стадии деструкции полиаренов. Конечный продукт – оксикериты и гуминокериты [8].

Поступление нефти в почву ведет к инактивации фосфогидролаз, уменьшению содержания подвижных фосфатов, что ухудшает передвижение фосфора в пищевых цепях, фосфорное питание растений и обеспеченность их доступными формами соединений фосфора. В нефтезагрязненных почвах интенсивнее идут процессы, направленные на восстановление сульфитов и сульфатов по сравнению с окислением соединений серы. Это может привести к уменьшению содержания сульфатной формы серы, используемой растениями в питании, и накоплению восстановленных соединений [9].

Физическое состояние почв, переживших стадию техногенного галогенеза, увеличивается дисперсность почв и одновременно появление глинистости при их высыхании, изменяется объемная масса, почвы становятся очень плотными, иногда слитыми; во влажном горизонте почвы становятся вязкими [8].

Основными техногенными факторами, определяющими трансформацию природной среды при эксплуатации нефтяного месторождения, считаются механические нарушения биогеоценотического покрова, перераспределение стока воды, загрязнение атмосферы, поступление нефтепродуктов и соленых вод [3].

Нефть и нефтепродукты являются наиболее опасными загрязнителями водной среды, которые затрудняют все виды водопользования, оказывают отрицательное воздействие на трофические связи и круговороты веществ, загрязняют берега рек и озер, побережья морей и океанов – места обитания многих растений и животных, приводят к ухудшению физических (цвет, pH, вязкость) и органолептических (вкус, запах) свойств воды [5].

При загрязнении почвы нефтью наряду со снижением надземной биомассы исследователи наблюдали и уменьшение высоты растений, снижение длины листьев в длину и ширину, замедление развития растений. Среди причин, оказывающих отрицательное воздействие на животных при использовании нефтяных месторождений, можно выделить следующие: создание искусственных препятствий на миграционных путях, шум транспортных средств, бесконтрольный отстрел диких животных, а также сокращение пастбищных площадей в результате развития эрозийных и криогенных процессов, механического повреждения растительного покрова и пожаров, загрязнение атмосферы и грунтовой среды и т.п. [7].

Загрязнение нефтью влияет на весь комплекс природной среды, так воздействие на почвы, определяет ее плодородные и экологические функции, загрязнения поверхностных и подземных вод при эксплуатации нефтяных месторождений затрудняют все виды водопользования, оказывают отрицательное воздействие на трофические связи и круговороты веществ. Трансформацию наземных экосистем при эксплуатации нефтяного месторождения, считаются механические нарушения биогеоценотического покрова, загрязнение атмосферы, воздействие на животный мир.

В заключение стоит отметить, что природная среда края подвержена воздействию от добычи нефти, и в свою очередь нефтедобыча во многом определяет геоэкологические особенности территории. Но это воздействие во многом зависит от физико-химических свойств нефтей.

Библиографический список

1. Андреев Д.Н., Дзюба Е.А., Хотьановская Ю.В. Биотический мониторинг в карстовом районе нефтедобычи (Пермский край) // Антропогенная трансформация природной среды. 2017. № 3. С. 87–89.

2. *Андреев Д.Н., Шатрова А.И.* Нефтепромысловые объекты в Пермском крае. Антропогенная трансформация природной среды. №5. 2019. с. 3–7.
3. *Бузмаков С.А.* Методы геоэкономических исследований нефтепромысловой трансформации наземных экосистем // Географический вестник. 2005. № 1-2. С. 138–148.
4. *Бузмаков С.А.* Сеть особо охраняемых природных территорий Пермского края // Географический вестник. 2020. 3(54). С. 135–147.
5. *Коришунтова Т.Ю., Логинов О.Н.* Нефтяное загрязнение водной среды: особенности, влияние на различные объекты гидросферы, основные методы очистки // Экобиотех. 2019. Т. 2. № 2. С. 157–174.
6. *Лукойл.* Пермская нефть. URL: <https://permneft-portal.ru/infogr/> (дата обращения; 12.03.22)
7. *Пендин В.В., Ганова С.Д.* Влияние объектов транспортировки углеводородов на растительный и животный мир // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2004. № 6. С. 73–76.
8. *Солнцева Н.П.* Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1998. 367 с.
9. *Халимов Э.Н., Левин С.В., Гузев В.С.* Экологические и микробиологические аспекты повреждающего действия нефти на свойства почвы // Вестн. МГУ. Почвоведение. 1996. № 2. С. 59–64.

Х.В.Устинова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: xristi555@mail.ru

H.V. Ustinova

Perm State University,
614068, Perm, street Bukireva, 15

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПЕРМСКОГО КРАЯ

В сообщении проанализированы водные ресурсы, их значение для человечества и мира в целом. Приводится краткое изложение проблемы загрязнения поверхностных вод, источники и виды загрязнения. Рассматривается законодательная база охраны водных объектов и их ресурсов. Приводится характеристика водных ресурсов Пермского края, степень их загрязненности и основные мероприятия, направленные на их сохранения. Основные из которых: законодательные, санитарно-технические, механическая и биологическая очистка, обеззараживание сточных вод и обезвреживание осадков очистных сооружений.

Ключевые термины: водные ресурсы; водные объекты; загрязнение; реки; охрана водных ресурсов; Водный Кодекс.

USE AND POLLUTION OF WATER RESOURCES OF PERM KRAI

The report analyzes water resources, their importance for humanity and the world as a whole. A summary of the problem of surface water pollution, sources and types of pollution is provided. The legislative framework for the protection of water bodies and their resources is being considered. The characteristics of the water resources of the Perm Region, the degree of their contamination and the main measures aimed at their conservation are given. The main ones are: legislative, sanitary, mechanical and biological treatment, disinfection of wastewater and neutralization of sewage treatment plants. Keywords: water resources; water bodies; pollution; rivers; protection of water resources; Water Code.

Природные ресурсы – совокупность объектов и систем живой и неживой природы, компоненты природной среды, окружающие человека и используемые им в процессе общественного производства для удовлетворения материальных и культурных потребностей человека и общества [5].

Водные ресурсы являются важной составляющей всех ресурсов природы в целом. Водные ресурсы подразделяются на поверхностные и подземные воды (рис.1). Динамические запасы водных ресурсов России составляют 4 258,6 км³ в год (более 10% мирового показателя), что делает Россию второй страной в мире по валовому объему водных ресурсов после Бразилии [2].

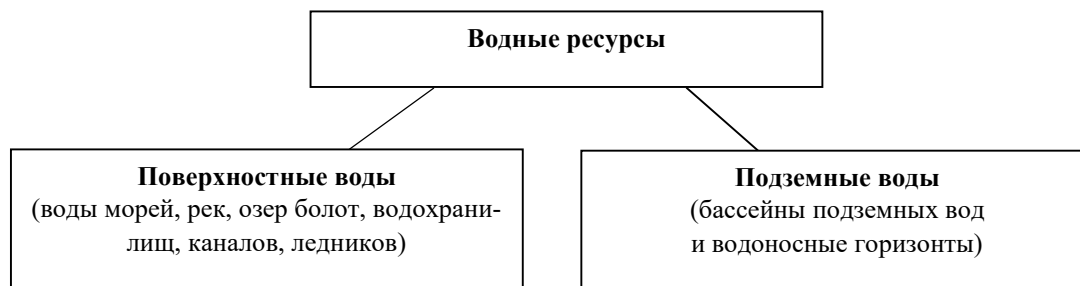


Рис. 1. Водные ресурсы

Россия имеет самую широко развитую сеть водных путей. Их протяженность составляет 101 тыс. км. Водный транспорт во многих странах заменяет автомобильный и железнодорожный, тем самым предоставляя возможность в передвижении пассажиров и в перевозке грузов в другие государства [9].

Получение энергетических ресурсов важная составляющая человеческой жизни. Россия насчитывает около 200 ГЭС, благодаря которым мы получаем 18% электроэнергии. Засушливые страны Земли постоянно нуждаются в искусственном орошении для повышения урожая. Болота помогают тем, что удерживают углекислый газ и увлажняют воздух окружающих территорий, а также они дают ресурс, благодаря которому человек получает лекарственные препараты, различные удобрения, биологические ресурсы, энергию и топливо [3,9].

Глобальная проблема, которой подвергаются поверхностные воды – загрязнение, одной из причин которого являются различные отрасли промышленности (рис.2) [1].

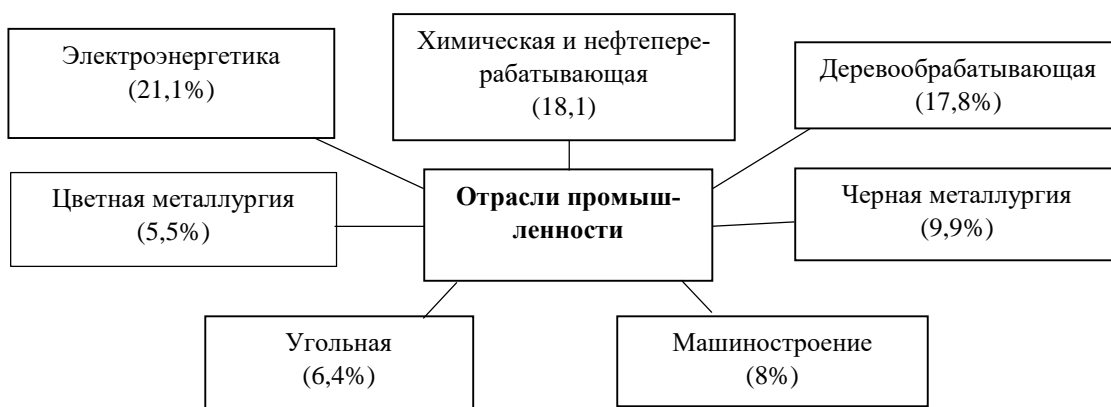


Рис. 2. Отрасли промышленности, загрязняющие воды

Загрязняющие вещества в различных состояниях попадают в водную среду через атмосферу с осадками и в процессе сухого выпадения, через водосборную территорию с поверхностным, внутрипочвенным и подземным водным стоком. Существует несколько видов загрязнения поверхностных вод (рис.3) [4,7].

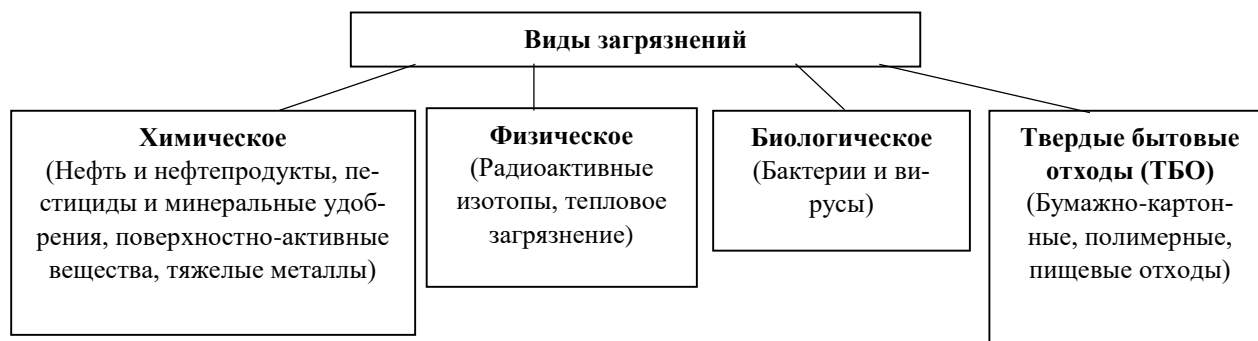


Рис. 3. Виды загрязнений поверхностных вод

Основой нормативно-правовых документов в области охраны водных ресурсов является Водный Кодекс Российской Федерации, другие федеральные законы и принимаемые соответствия с ними законы субъектов Российской Федерации. В настоящее время отношения в области санитарной охраны водных объектов регулируются также Федеральным Закон «Об охране окружающей среды» (№ 7-ФЗ от 10.01.2002) [2,10].

Водные ресурсы Пермского края – это часть мировых запасов воды. Территория Пермского края расположена в бассейне р. Камы и покрыта густой гидрографической сетью. В крае насчитывается более 29 тыс. рек. Густота речной сети колеблется в широком диапазоне: на севере края 0,3-0,4 км/км², а в южных районах достигает 1 км/км², составляя в среднем по краю 0,5 – 0,6 км/км² [8].

Водные ресурсы региона как и все другие подвергаются загрязнению. Главными факторами загрязнения водных ресурсов региона являются объемы сбросов сточных вод и содержащиеся в них тяжелые металлы. По данным исследований Пермского ЦГМС среднегодовые концентрации тяжелых металлов в поверхностных водах превышали допустимые нормы и неблагоприятное экологическое состояние водных ресурсов было отмечено в Чердынском, Красновишерском, Гайнском, Октябрьском, Кунгурском, Горнозаводском районах и г. Александровске. В остальных районах и городах Пермского края наблюдалось допустимое или благоприятное экологическое состояние водных ресурсов [6].

В Пермском крае существует несколько мероприятий по санитарной охране водных объектов (Рис.4) [4].

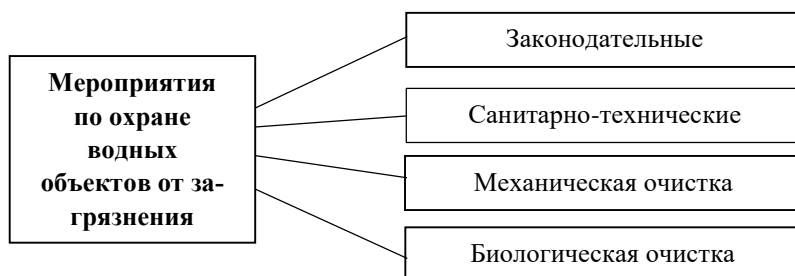


Рис. 4. Мероприятия по охране водных объектов Пермского края от загрязнения

Проведенный обзор позволяет сформулировать следующие выводы. При изучении и анализе источников и видов загрязнения стало очевидным, что в большей степени на это повлияло усиление антропогенного фактора на окружающую среду. Вода большинства водных объектов не соответствует нормативным требованиям по качеству воды, а мероприятия, направленные на очистку таких вод широко применяются в нашем регионе.

Библиографический список

1. *Владимиров А.М. Орлов В.Г.* Охрана и мониторинг поверхностных вод суши. Учебник. СПб.: РГГМУ, 2009. 220 с.
2. *Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году».* М.: НИИ-Природа, 2019. 290 с.
3. *Затеев Б.В.* Введение в специальность гидроэлектроэнергетика: учебное пособие. Саяногорск: СШФ СФУ, 2007. 156 с.
4. *Игнатьева Л.П., Потапова М.О.* Санитарная охрана водных объектов: учебное пособие; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра коммунальной гигиены и гигиены детей и подростков. Иркутск: ИГМУ, 2016. 97 с.
5. *Калинин В.М.* Экологическая гидрология: Учебное пособие. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2008. 148 с.

6. *Минкина А.М.* Методический подход к оценке экологического состояния водных ресурсов (на примере Пермского края) //Астраханский вестник экологического образования. 2020. №5 (59). С. 114–125.

7. *Никифоров А.Ф., Кутергин А.С., Семенищев В.С., Никифоров С.В.* Экологические основы охраны водных ресурсов: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 192 с.

8. *Торопов Л.И.* Оценка полиметаллического загрязнения водных ресурсов Пермского края // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. №11. С. 159–160 с.

9. *Водные ресурсы* // ВОДА РОССИИ. URL: https://water-rf.ru/Вода_России (дата обращения: 07.01.22).

10. *Водный кодекс* Российской Федерации. Росгидромет. URL: <https://www.meteorf.ru/documents/6/30/6/> (дата обращения: 25.01.22).

Д.А. Филатова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

D.A. Filatova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: dashyl4is@yandex.ru

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

В сообщении рассматривается сущность концепции устойчивого развития, специфика её реализации в современных городах. Приводится краткое изложение истории формирования данной концепции, выявление предпосылок, необходимых для перехода на этот путь, её цели и индикаторы. Здесь же рассматриваются в качестве примеров некоторые города на международном и российском уровнях, анализ которых позволил выявить проблемные зоны, требующие корректирующих мер для обеспечения устойчивого развития этих городов.

Ключевые термины: устойчивое развитие; цели устойчивого развития; городская среда; качество жизни.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MODERN CITIES

The report examines the essence of the concept of sustainable development, the specifics of its implementation in modern cities. A brief summary of the history of the formation of this concept, the identification of prerequisites necessary for the transition to this path, its goals and indicators are given. Here, some cities at the international and Russian levels are considered as examples, the analysis of which made it possible to identify problem areas that require corrective measures to ensure the sustainable development of these cities.

Keywords: sustainable development; sustainable development goals; urban environment; quality of life.

Устойчивое развитие – это развитие, при котором текущая деятельность и удовлетворение потребностей современного общества осуществляются без ущерба для последующих поколений. Это предполагает комплексный подход, когда невозможно рассматривать решение одной проблемы, не учитывая другие концепции. Оно отражает неразрывную взаимосвязь экологии, экономики и общества. Системное внедрение понятия устойчивого развития началось со Стокгольмской конференции в 1972 году [1].

Переход на путь устойчивого развития оказался весьма трудным, большинство стран к этому не были готовы, хотя практически никто и не был против. Сама идея устойчивого развития специфична, к ней трудно сразу привыкнуть: ведь от человека требуется понимание того, что потребление не может быть бесконечным и что нужно думать об обеспечении потребностей всех будущих поколений. Идея устойчивого развития вызывает противоречия в стратегии и тактике действий [13].

В 2015 году на генеральной ассамблее ООН 196 стран приняли 17 глобальных целей устойчивого развития, осуществление которых должно произойти к 2030 году. Среди них: ликвидация нищеты; хорошее здоровье и благополучие; качественное образование; чистая вода и санитария; недорогостоящая и чистая энергия; достойная работа и экономический рост; индустриализация, инновации и инфраструктура; уменьшение неравенства; устойчивые города и сообщества; ответственное потребление и производство и т.д. [1].

В области устойчивого развития города на одном из первых мест стоит задача создания здоровой, экологически чистой городской среды. Эта среда обеспечивает человеку высокое

качество жизни, широкие возможности для его развития. Также важно сделать города инклюзивными, то есть удобными для всех жителей, сделать их безопасными, гибкими и адаптивными. Устойчивое проектирование и строительство – это основные инструменты, помогающие сформировать устойчивый и здоровый город [13].

Важным вопросом в обеспечении устойчивого развития городов является определение показателей развития. Существует широкий спектр разнообразных индикаторов, к примеру: общие индикаторы развития города (численность населения, площадь, транспортные сети и т.д.); индикаторы городских потоков (характеристика потребления энергии, товаров, ввозимых и вывозимых из города, и т.д.); индикаторы качества городской среды (отходы, качество водной и воздушной сред и т.д.), ИЧР и др. [1,13].

Начиная с 1972 года на международном уровне в рамках устойчивого развития было принято множество соглашений, договоров, программ. Был проведен ряд конференций, конгрессов, среди которых можно выделить следующие ключевые события:

Конференция ООН по проблемам окружающей среды человека в 1972 г. (также известная как Стокгольмская конференция), на которой была создана ЮНЕП – Программа ООН по окружающей среде. Непосредственным итогом работы конференции явилось принятие большого числа документов, среди которых особое место занимает Декларация об окружающей человека среде. Этот документ можно считать источником международного экологического права – её положения в дальнейшем были отражены во многих документах [17].

В 1987 г. Комиссией Брундтланд был опубликован доклад «Наше общее будущее». Именно с этого момента термин «устойчивое развитие» получил широкое распространение [1].

В 1992 г. в Рио-де-Жанейро прошла Конференция ООН по окружающей среде и развитию, где была признана глобальная угроза деградации окружающей среды. Там же была принята «Повестка дня на XXI век» – программа достижения устойчивого развития с социальной, экономической и экологической точек зрения [1,13].

В России же первые попытки законодательного закрепления некоторых положений устойчивого развития были предусмотрены в специальных Указах. В Указе Президента РФ – от 4 февраля 1994 г. «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития», в котором шла речь о разработке проекта концепции перехода РФ на модель устойчивого развития, обеспечивающей сбалансированное решение задач социально-экономического развития на перспективу и сохранения благоприятного состояния окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения жизненных потребностей населения [14]. И в Указе Президента РФ от 01.04.1996 г. № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию», где предлагается переход на концепцию устойчивого развития, описаны этапы, критерии, направления и основные задачи, необходимые для достижения цели [15].

Также был задействован Федеральный закон от 10.01.2002 г № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды", он определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сохранение биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, обеспечение экологической безопасности и т.д. [16].

Существуют различные рейтинги в сфере устойчивости. В пятерку лидеров в мировом рейтинге устойчивых умных городов за 2020 год входят: Сингапур, Хельсинки, Цюрих, Окленд и Осло. Сингапур занимает первое место, государство заботится о создании комфортной среды обитания для своих граждан и об их здоровье. В этом городе ИЧР очень высокий [18,19].

Также хорошие показатели у Осло. В 2019 году он был удостоен премии как наиболее развитый европейский город в рамках концепции устойчивого развития. Это также город с лучшими показателями по выбросам углекислого газа (CO₂), в основном из-за использования гидроэлектроэнергии для питания железных дорог на базе общественного транспорта [18].

Цюрих набирает высокие баллы в области здравоохранения, а также работы и образования. В городе наблюдается очень высокий ИЧР [19]. Процентная доля городских зеленых насаждений в городе составляет 49% [3].

Что касается России, то для неё характерна высокая степень как межрегионального, так и внутри-регионального неравенства городов с точки зрения социально-экономического развития и уровня комфортности городской среды [9]. Согласно результатам Индекса качества городской среды за 2020 год, только в четвертой части российских городов среду проживания можно считать благоприятной [4].

Исходя из анализа Рейтинга устойчивого развития городов России за 2019 год, в пятерку лидеров вошли такие города, как: Москва, Краснодар, Тюмень, Санкт-Петербург, Калининград [9].

Лидерские позиции в рейтинге Москвы и Санкт-Петербурга объясняются экономическими и административными ресурсами [9]. В этих городах лучшие возможности получения качественного образования. В них расходы на развитие человеческого капитала больше, чем в других городах. Однако оценка загрязнения воздуха в Москве и Санкт-Петербурге характеризует их как города с очень высокими показателями выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ, администрации городов активно пытаются решать эту проблему [9].

Традиционно входит в число лидеров всех ключевых российских рейтингов городов - Тюмень [6]. Она отличается динамикой экономического развития и демонстрирует высокие показатели развития городской инфраструктуры [8]. Город имеет как сильные, так и слабые стороны. В Тюмени необходимо более тщательно подходить к вопросам благоустройства и озеленения территории, чтобы сформировать устойчивый экологический каркас города [2].

В городах Пермского края также реализуется концепция устойчивого развития. В 2021 году в Перми был принят «План мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития муниципального образования город Пермь до 2030 года на период 2022-2026 годов», целью которого является повышение качества жизни населения на основе инновационного развития экономики города Перми. В последнее время большое внимание в городе уделяется благоустройству и озеленению улиц [10]. Исходя из данных Индекса качества городской среды за 2020 г. в Перми городская среда считается неблагоприятной, так как Пермь набирает 179 баллов, а индекс неблагоприятной городской среды города находится в диапазоне от 0 до 180 баллов [11]. Жители города ниже всего оценивают следующие критерии: жилье и прилегающие пространства, общественно-деловая инфраструктура и прилегающие пространства, социально-досуговая инфраструктура и прилегающие пространства, на это следует обратить внимание Администрации города [5].

В Березниках в 2017 году была утверждена программа «Формирование современной городской среды на территории муниципального образования «Город Березники» на 2018-2022 годы». Стратегическая цель развития города заключается в непрерывном повышении благосостояния и стабильном улучшении качества жизни населения города, за счёт повышения уровня благоустройства дворовых и общественных территорий (парки, скверы, зоны отдыха и др. общественные территории и т.д) [7].

В Соликамске также реализуется концепция устойчивого развития. Для достижения общей цели с учетом влияния объективных демографических факторов городское население

должно оставаться не менее 90 тыс. человек к 2030 году. Для этого предусмотрен стратегический план развития, включающий в себя строительство школ, спортивных площадок, реконструкцию исторических зданий, озеленение территорий и т.д. [12].

Проведенный обзор позволяет сформулировать следующие выводы. Концепция устойчивого развития – это сложный и многозадачный процесс, который требует всеобщего человеческого взаимодействия для достижения своих целей. Необходимость в стратегии и ее разработке является важным показателем хорошего уровня городского управления, что свидетельствует об уверенности в будущем. Концепция активно применяется в современных городах. В городах Европы есть все возможности для её реализации, осуществление в России же пока далеко от идеала, так как есть затрудняющие факторы. Для обеспечения большей эффективности каждое государство должно разработать собственную национальную нормативную базу концепции устойчивого развития, благодаря которой страна сможет повысить качество жизни граждан.

Библиографический список

1. Данилов-Данильян В. И., Пискулова Н. А. Устойчивое развитие. М.: Издательство «Аспект Пресс», 2015. 336 с.
2. Емельянова Е. В., Евтушкова Е. П. Электронный реестр зеленых насаждений города Тюмени // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. 2019. С. 383–389.
3. Индекс городских зеленых насаждений [Электронный ресурс]: Режим доступа/ <https://www.hugsi.green/ranking/?All/> (дата обращения: 09.02.22).
4. Индекс качества городской среды. URL: <https://индекс-городов.рф/#/results/> (дата обращения: 09.02.22).
5. Индекс качества городской среды Пермь. URL: <https://индекс-городов.рф/#/results/> (дата обращения: 09.02.22).
6. Индекс цифровизации городского хозяйства «IQ городов». URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/minstroy-rossiipredstavil-pervyy-indeks-iq-gorodov-/> (дата обращения: 09.02.22)
7. Постановление № 2127 от 01.09.2017 Об утверждении муниципальной программы города Березники «Формирование современной городской среды на территории муниципального образования «Город Березники» на 2018-2022 годы». URL: <https://admbkr.ru/postanovleniya/postanovlenie-2127-ot-01-09-2017/?ysclid=l1zb7q6ztr> (дата обращения: 09.02.22).
8. Рейтинг качества жизни. URL: http://www.fa.ru/Documents/96_LQ_2020_06.pdf/ (дата обращения: 11.02.22).
9. Рейтинг устойчивого развития городов РФ 2020. URL: <https://www.agencysgm.com/upload/iblock/513/51385c0f0ec17be0a989b7f371e928ca.pdf/> (дата обращения: 12.02.22).
10. Решение Пермской городской Думы от 26.10.2021 № 232 «Об утверждении Плана мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития муниципального образования город Пермь до 2030 года на период 2022-2026 годов». URL: https://www.gorodperm.ru/upload/pages/17813/dat_1635835156890.docx?ysclid=l1zbbvz0rv (дата обращения: 12.02.22).
11. Руководство по определению первоочередных направлений развития городской среды с помощью индекса качества городской среды. URL: https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/133/rukovodstvo_index_compressed.pdf/ (дата обращения: 12.02.22).

12. *Стратегия социально–экономического развития соликамского городского округа до 2030 года*. URL: [http://adm.solkam.ru/upload/medialibrary/000/Стратегия%20социально-экономического%20развития%20Соликамского%20городского%20округа%20до%202030%20года%20\(актуализированная%20на%2001.06.2016г.\).pdf](http://adm.solkam.ru/upload/medialibrary/000/Стратегия%20социально-экономического%20развития%20Соликамского%20городского%20округа%20до%202030%20года%20(актуализированная%20на%2001.06.2016г.).pdf) (дата обращения: 12.02.22).
13. *Тетиор А.Н.* Устойчивое развитие города. М.: Олимп, 1999. 173 с.
14. *Указ Президента РФ от 04.02.1994 N 236 «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития»*. URL: <https://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-04021994-n-236/> (дата обращения: 12.02.22).
15. *Указ Президента РФ от 01.04.1996 N 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию»*. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=233558#jaFTywSamZ5gyWT61/> (дата обращения: 08.02.22).
16. *Федеральный закон от 10.01.2002 г № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297/> (дата обращения: 05.02.22).
17. *Цвериганашивили И.А.* Стокгольмская конференция 1972 г. и её роль в становлении международного экологического сотрудничества // Вестник Нижегородского университета им. НИ Лобачевского. 2016. №. 1. С. 89–94.
18. *European Green City Index*. URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:fddc99e7-5907-49aa-92c4-610c0801659e/european-green-city-index.pdf> (дата обращения: 05.02.22).
19. *Smart City Index 2020*. URL: https://ict.moscow/static/pdf/files/smartcityindex_2020.pdf (дата обращения: 05.02.22).

А.В. Хаматова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.V. Khamatova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ И УГЛЕВОДОРОДОВ НА ИНФУЗОРИИ

В статье отмечена актуальность использования при биотестировании метода с применением инфузорий. Также описано современное состояние изученности влияния нефти и нефтепродуктов на свободноживущих инфузорий: приведены тезисы различных ученых и исследователей по теме влияния нефти и нефтепродуктов на инфузории. Также описан токсикологический эффект нефти и нефтепродуктов на инфузории. Установлено, что простейшие более устойчивы к загрязнению почвы нефтью по сравнению с другими группами беспозвоночных. Инфузории постоянно присутствуют в загрязненной нефтью почве и характеризуются разнообразным видовым составом. В работе приведены современные методики определения влияния нефтяного загрязнения на жизнедеятельность почвенного микробиоценоза, в том числе и инфузорий: стандарты, рекомендации, а также методическое пособие. Ключевые термины: инфузории; токсикологический эффект; нефть; нефтепродукты; углеводороды; нефтяное загрязнение; токсичность; концентрация.

INFLUENCE OF PETROLEUM PRODUCTS AND HYDROCARBONS ON INFUSORIA

The article notes the relevance of using the method with the use of ciliates in biotesting. The current state of knowledge of the influence of oil and oil products on free-living ciliates is also described: the abstracts of various scientists and researchers on the topic of the influence of oil and oil products on ciliates are given. The toxicological effect of oil and oil products on ciliates is also described. It has been established that protozoa are more resistant to soil pollution by oil compared to other groups of invertebrates. Ciliates are constantly present in oil-contaminated soil and are characterized by a diverse species composition. The paper presents modern methods for determining the impact of oil pollution on the vital activity of soil microbiocenosis, including ciliates: standards, recommendations, as well as a methodological guide.

Keywords: ciliates; toxicological effect; oil; oil products; hydrocarbons; oil pollution; toxicity; concentration.

Введение

В настоящее время в связи с многочисленными техногенными авариями, производственной и сельскохозяйственной деятельностью человека, большое количество загрязняющих веществ органического и неорганического происхождения поступает со сточными водами в природные биоценозы.

В процессе самовосстановления экосистем принимают участие простейшие, среди которых важную роль играют инфузории, являющиеся биоиндикаторами качества природных и сточных вод [5].

Актуальность темы. Инфузории (Ciliophora) – это неотъемлемый компонент естественных и антропогенных биогеоценозов: участвуют в процессах продукции и деструкции органического вещества на первых трофических уровнях, выделяют биологически активные вещества, стимулирующие деятельность микроорганизмов, принимают участие в процессах почвообразования, в очистке сточных вод и т. д. Также известно, что почвенные инфузории могут принимать активное участие в деградации нефти поэтому их изучение особенно важно для науки. поэтому их изучение особенно важно для науки.

По токсикологическому воздействию на организмы нефть и нефтепродукты значительно отличаются друг от друга. Это объясняется различным процентным содержанием в них химических соединений (углеводородов, асфальтенов, металлов и др.), а также зависит от уровня организации животного, продолжительности воздействия токсиканта, гидрометеорологических и природно-климатических условий.

Токсикологический эффект данных поллюгантов проявляется на клеточном (фагоцитоза, скорости пульсации сократительных вакуолей и образования пищеварительных вакуолей), на организменном (измельчение клеток, нарушение процесса размножения) и на популяционном (падение численности особей, преобладание в популяции самок, снижение видового биоразнообразия) уровнях (Гусев и др., 1981; Воропаева и др., 1990; Расулова, 1999; Духин, 2002; Михеева, 2002) [8].

Основная часть

Простейшие, по сравнению с другими группами беспозвоночных, относительно более устойчивы к нефтяному загрязнению. Так, в почве, загрязненной токсикантом, инфузории характеризуются разнообразным видовым составом (*Paramecium*, *Uronema*, *Vorticella*, *Dileptus*, *Euplotes*, *Colpoda* и др.). Цилиаты вместе с нефтеокисляющими микроорганизмами, водорослями и другими простейшими способны ускорять процесс деградации нефти в почве (Борисович, 1985; Алекперов, 1992) [11].

Нефтеокисляющая микрофлора присутствует во всех почвенных микробоценозах и является неотъемлемой частью пула сапрофитных микроорганизмов. Однако при наличии нефти и / или нефтепродуктов в почве нефтеокисляющие микроорганизмы используют их как предпочтительный субстрат и источник энергии, тем самым занимая особую эколого-трофическую нишу в почвенном микробоценозе. Поступление дополнительной нефти является селективным фактором для преимущественного развития данной трофической группы микроорганизмов [7]. По мере разложения нефти в почве общее содержание микроорганизмов приближается к фоновым значениям. Однако количество нефтеокисляющих бактерий еще длительное время значительно превышает те же группы в незагрязненных почвах [1].

Таким образом, численность и соотношение эколого-трофических групп в микробоценозе могут свидетельствовать об уровне негативного воздействия на биоценоз на загрязненной территории. Анализ состояния микробоценозов является неотъемлемой частью комплексного нефтеэкологического мониторинга [10].

Современное состояние изученности влияния нефти и нефтепродуктов на свободноживущих инфузорий. Длительное воздействие нефтяных углеводородов вызывает негативные физиологические, биохимические и генетические последствия. Сведения о взаимодействии простейших с нефтью и ее производными ограничены. Миронов и Авдеева (1973, 1983) отмечают способность морских инфузорий *Euplotes vannus* (*Poligymenophora*) и *Diophrys appendiculata* нормально развиваться в воде, содержащей нефть до 0,1 мл/л. Высокие концентрации нефти (1,0-0,1 мл/л) ингибируют процесс деления цилиат и приводят к их гибели. Гроздов (1988) указал на высокую токсичность нефилтрованных буровых растворов на брюхоночных инфузорий, при воздействии которых наблюдается явление инверсии токсичности (парадоксальный эффект). Подобная ответная реакция цилиат отмечена при влиянии на клетки газоконденсата (Кошелева и др., 1997) [4]. Асадуллаева (1998) отметила, что даже незначительные концентрации нефти (0,01 мл/л) негативно влияют на процесс колонизации инфузорий. Наиболее чувствительный вид- *Strombidium conicum* (*Poligymenophora*). По данным Краюшкиной (2001) пресноводные инфузории *Paramecium caudatum* (*Oligohymenophora*) не реагируют на содержание нефтепродуктов. Это утверждение вызывает сомнение. Rogerson A.,

Berger J. (1980, 1981) в ходе исследований пришли к выводу, что присутствие эмульгированной нефти не влияет на размножение простейших, отмечается лишь слабо выраженная тенденция к увеличению размеров клеток в ее присутствии [11].

Современные методики проведения исследований. Определение влияния нефтяного загрязнения на жизнедеятельность почвенного микробиоценоза проводится в соответствии со следующими нормативными и методическими документами:

1. ГОСТ Р 57166-2016. Определение токсичности по выживаемости пресноводных инфузорий (*Paramecium caudatum* Ehrenberg). Настоящий стандарт распространяется на природные пресные воды (поверхностные и подземные), дехлорированные питьевые воды (централизованных систем и нецентрализованного питьевого водоснабжения), сточные воды (в том числе очищенные) с минерализацией не более 3 г/дм, водные растворы веществ, буровые растворы, а также водные вытяжки донных отложений, твердых промышленных отходов, грунтов и почв и устанавливает метод лабораторного биологического тестирования для определения их токсичности с использованием пресноводных инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg по выживаемости тест-организмов при тестировании в условиях переменного воздействия света и постоянной температуры [2].

2. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест.

Настоящий документ является нормативно-методической базой для осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора за санитарным состоянием почв населенных мест, сельскохозяйственных угодий, территорий курортных зон и отдельных учреждений [6].

3. Р 52.24.690-2006. Оценка токсического загрязнения вод водотоков и водоемов различной солености и зон смешения речных и морских вод методами биотестирования.

Настоящие рекомендации устанавливают методы биотестирования и требования к порядку проведения и оценке токсического загрязнения вод водотоков и водоемов различной солености и зон смешения речных и морских вод в составе системы мониторинга поверхностных вод суши (ПВС) [11].

4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева, МГУ, Москва, 1991. 304 с [3].

В пособии рассматриваются прямые микроскопические методы для наблюдения и учета микроорганизмов в почве, методы определения биологической активности почвы. Описываются методы изучения динамики микробных популяций в почве, определения кинетики роста почвенных микроорганизмов. Приводятся методы изучения микроорганизмов ризосферы и ризопланы, изучения клубеньковых бактерий, франкий и микоризы.

Влияние нефтепродуктов на инфузорию-туфельку (*P. caudatum* Ehrenberg), а также инфузорий *C. taupasi* Ehrenberg и *V. convallaria* Linnaeus.

В эксперименте, проведенном в рамках написания автореферата Приходько А.В. [8] для выяснения влияния нефтепродуктов на популяции инфузорий *Paramecium caudatum*, *Colpoda taupasi* и *Vorticella convallaria* подготавливали растворы с содержанием нефтепродуктов: 0,05 мг/дм³, 0,3 мг/дм³, 25 мг/дм³, 50 мг/дм³. Содержание 0,05 мг/дм³ соответствует значению предельно допустимой концентрации нефтепродуктов для водоемов рыбохозяйственного значения, а содержание 0,3 мг/дм³ соответствует концентрации нефтепродуктов в сточных водах из аэротенков. В ходе исследования установили, что под воздействием 0,05 мг/дм³ нефтепродуктов (углеводородные пленки и эмульсии) парамеции сохраняют свою жизнеспособность, а кольподы и перитрихи образуют цисты покоя.

Авторами было выявлено, что углеводородные пленки нефтепродуктов обволакивают клетки инфузорий, закупоривают выделительные поры сократительных вакуолей, через которые осуществляется отток избытка жидкости с продуктами обмена из живых клеток. В результате нарушается осморегуляция клеток, увеличиваются размеры сократительных вакуолей, прекращается их пульсация, и в дальнейшем происходит гибель клеток.

Влияние нефтепродуктов. В работе Габышевой А.Н., Сон В.В. Инфузории как тест-объекты для определения качества среды [4] описаны результаты эксперимента, где изучается воздействие растворов от горюче-смазочных материалов на биотест-объекты инфузории.

В ходе эксперимента в микроаквариумы 1 мл. с инфузориями были добавлены загрязняющие водоемы и почву вещества такие как: керосин, бензин и машинное масло. В результате, при добавлении керосина время гибели инфузорий составляет 28 мин. 32 сек., машинного масла – 7 мин. 15 сек., а при добавлении бензина тест-объект инфузория-туфелька моментально прекращает жизнедеятельность [4].

При исследовании Щавелевой А.Д. [11] токсического влияния дизельного топлива (ДТ) на динамику роста популяций данного вида цилиат выявили следующие закономерности их развития. В присутствии топлива проявляется явление инверсии токсичности, которое отчетливо прослеживается уже в первый час развития инфузорий. Так, в случае с низким содержанием топлива (0,005 мл/л) число цилиат снижается на 42%; с высоким содержанием (15 мл/л) – лишь на 33%. Далее наблюдается ингибирование репродуктивных процессов клеток, происходящих уже через 4 часа при выращивании инфузорий в среде с концентрацией ДТ 0,005 мл/л и лишь через 5 часов – с концентрацией 15 мл/л. В варианте с концентрацией токсиканта 0,001 мл/л через 9 часов регистрируется гибель клеток [11].

Динамика развития популяции инфузорий *Spirostomum minus* Ehrenberg, *Coleps hirtus* Mtzsch, *Paramecium caudatum* Ehrenberg, *Stentor polymorphus* Muller при нефтяном загрязнении.

Были проанализированы различные эксперименты и исследования по изучению токсического воздействия нефти на динамику роста инфузорий.

Эксперимент, описывающий влияние нефтепродуктов на динамику популяций инфузорий *Stentor polymorphus* Muller был также проведен Анной Дмитриевной Щавелевой в рамках написания автореферата на соискание научной степени [11]. Эксперимент заключался во внесении в среду обитания нефтепродуктов в различных концентрациях и наблюдение за поведением инфузорий. Были получены следующие результаты: через 3 часа после внесения нефти (25 мл/л) в экспериментальную среду погибает 70% клеток, что свидетельствует о высокой чувствительности стенторов к данному индуцирующему фактору. Кроме того, в этом же варианте на протяжении 12 часов регистрируется стабильно низкая численность инфузорий. В серии экспериментов с низкими концентрациями нефти (0,001 мл/л) максимальная численность инфузорий данного вида наблюдается через 4 часа. Число клеток *Stentor polymorphus* увеличивается на 78%. Далее регистрируется спад численности клеток.

Данное явление связано с тем, что вновь поделившиеся цилиаты обладают более тонкой пелликулой, сквозь которую нефтяные углеводороды и другие токсичные компоненты нефти быстрее и легче диффундируют внутрь клетки.

Диаграмма, где прослеживается зависимость численности клеток инфузорий в растворе и концентрации нефти представлена на рисунке.

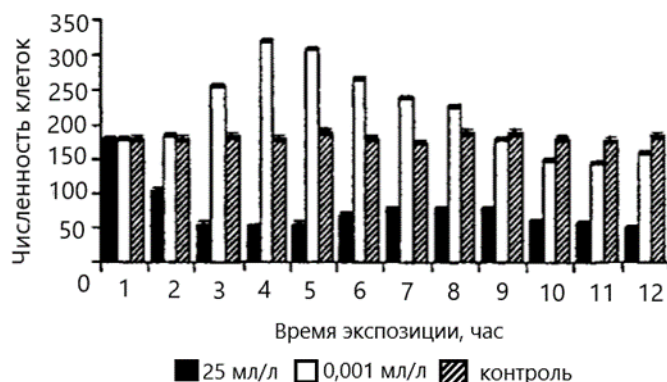


Рисунок. Динамика численности клеток *Stentor polymorphus* Muller в популяциях культивируемых при различных концентрациях нефти [11].

Выводы

1. Выявлено, что для разных видов цилиат нефть отличается по степени токсичности. Более токсично нефтяное загрязнение для популяции инфузорий *Coleps hirtus* (гибель 100 % клеток происходит на 15 сутки экспозиции), менее – для популяции *Paramecium caudatum* (56 сутки). Для простейших дизельное топливо токсичнее нефти. В присутствии нефтепродукта проявляется явление инверсии токсичности (с уменьшением концентрации токсичность для организмов увеличивается).

2. Установлено, что низкие концентрации нефти – 1 мл/л (*Stentor polymorphus*, *Coleps hirtus*); 0,1 мл/л (*Spirostomum minus*, *Paramecium caudatum*); 0,5 мл/л (*Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum*); 0,05-0,001 мл/л (*Stentor polymorphus*, *Paramecium caudatum*) оказывают стимулирующее действие в течение – 6-9 сут на жизнедеятельность инфузорий, используемых в эксперименте.

3. При влиянии нефти и нефтепродуктов адаптация простейших не происходит. Токсический эффект биологически активных соединений, нефти и дизельного топлива проявляется на следующих уровнях: -клеточном (изменение частоты пульсации сократительных вакуолей, диаметра пищеварительных вакуолей и др.), -организменном (укрупнение клеток при воздействии фитонцидов, измельчение цилиат при нефтяном загрязнении), -популяционном (колебания численности клеток).

Библиографический список

1. Бузмаков С.А., Егорова Д.О. Оценка состояния микробоценоза на подфакельных территориях нефтяных месторождений // Экология. Естественные науки. 2016 № 2 (55). С. 7–17.
2. ГОСТ Р 57166-2016. Определение токсичности по выживаемости пресноводных инфузорий (*Paramecium caudatum* Ehrenberg). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200140393> (дата обращения: 15.02.22).
3. Залялетдинова Н.А., Карташев А.Г. Влияние экологических факторов на сообщества почвенных инфузорий. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. 140 с.
4. Кошелева В.В., Мигаловский И.П., Новиков М.А. Реакции гидробионтов на загрязнение среды при разработке нефтегазовых месторождений шельфа Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. 92 с.

5. *Макрушин, А.В.* Биологический анализ качества вод. Спб.: Изд-во Зоологический институт РАН, 1974. 59 с.
6. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003852> (дата обращения: 15.02.22).
7. *Оборин А.А.* Нефтегазопроисковая геомикробиология. Екатеринбург: Уральское отд-е РАН, 1996. 408 с.
8. *Приходько А.В.* Морфо-экологические особенности инфузории из природных и антропогенных биоценозов Амурской области: Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук. Хабаровск, 2009. 21 с.
9. Р 52.24.690-2006. Оценка токсического загрязнения вод водотоков и водоемов различной солености и зон смешения речных и морских вод методами биотестирования. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200070999> (дата обращения: 15.02.22).
10. *Рогозина Е.А.* Некоторые теоретические аспекты восстановления нефтезагрязненных почвенных экосистем // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2007. № 2. С. 16.
11. *Щавелева А.Д.* Влияние некоторых антропогенных факторов и биологически активных веществ на жизнедеятельность пресноводных инфузорий: Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук. Владивосток, 2004. 18 с.

А.П. Хаустов, М.М. Редина
ФГАОУ ВО «Российский университет
дружбы народов»
117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
khaustov-ap@rudn.ru

A.P. Khaustov, M.M. Redina
People's Friendship University of Russia,
117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6

НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ДИНАМИКЕ СТРУКТУРНЫХ ПЕРЕХОДОВ В ГЕОЭКОСИСТЕМАХ

Исследуются особенности распределения полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), как геохимических маркеров массопереноса в структурах «снег – почвы – растения». Опытный импактный полигон – территория с интенсивным транспортным прессом: кампус РУДН с прилегающим лесопарком (г. Москва). Пространственная изменчивость комплекса ПАУ в средах и при структурных (межсредовых) переходах хаотична по своей природе и подвергается влиянию техногенеза. Рассчитаны выбросы ПАУ от сгорания топлива, истирания автошин и асфальта. Такое «наложение» загрязнения от внешних источников способствует интенсивной хаотизации структурных переходов в геосистеме. Оценена роль экстенсивных параметров: приращений энтропии, энергии Гиббса, энтальпии в средах и различных типах структурных переходов. Акцентируется волновая природа воздействия автотранспортных средств (АТС) как источника загрязнения. Активность трансформации ПАУ в фазовых переходах оценивается по зависимости приращения структурной энтропии от коэффициентов транслокации во взаимодействующих компонентах. Выявлена ведущая роль ризосферы в структуризации потоков ПАУ. На основании изменчивости термодинамических параметров введено понятие структурной проточности систем и проведена классификация объектов наблюдений. Это позволяет объективизировать процедуру оценок антропогенных нагрузок.

Ключевые термины: геоэкосистема; структурный переход; полициклические ароматические углеводороды; энтропия; энергия Гиббса; термодинамическая проточность системы.

NEW CONCEPTS ON THE DYNAMICS OF STRUCTURAL TRANSITIONS IN GEOECOSYSTEMS

The features of the distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) as geochemical markers of mass transfer in the structures of "snow – soil – plants" are investigated. The experimental impact test site is an area with an intensive transport press: the RUDN campus with an adjacent forest park (Moscow). The spatial variability of the PAH complex in media and during structural (inter-environmental) transitions is chaotic in nature and is influenced by technogenesis. PAH emissions from fuel combustion, tire abrasion and asphalt are calculated. Such an "overlay" of pollution from external sources contributes to the intensive chaoticization of structural transitions in the geosystem. The role of extensive parameters is estimated: entropy increments, Gibbs energy, enthalpy in media and various types of structural transitions. The wave nature of the impact of motor vehicles as a source of pollution is emphasized. The efficiency of PAH changes in phase transitions is estimated by the dependence of the increment of structural entropy on the translocation coefficients in the interacting components. The leading role of the rhizosphere in the structuring of PAH flows is revealed. Based on the variability of thermodynamic parameters, the concept of structural flowability of systems is introduced and the classification of observational objects is carried out. This makes it possible to objectify the procedure for assessing anthropogenic loads.

Keywords: geoecosystem; structural transition; polycyclic aromatic hydrocarbons; entropy; Gibbs energy; thermodynamic flowability of a system.

Объекты исследования – структурные переходы веществ между компонентами геоэкосистем – рассматриваются на примере массопотоков полициклических ароматических углеводородов (ПАУ)⁸⁵ в геоэкосистеме с интенсивной автотранспортной нагрузкой: кампус РУДН

© Хаустов А.П., Редина М.М., 2022

⁸⁵ Рассмотрен комплекс ПАУ: нафталин (Naph), флуорен (Flourene), фенантрен (Phen), антрацен (An), флуорантен (Flu,) пирен (Py), бенз(а)антрацен (BaA), хризен (Chr), бенз[б]флуорантена (BbFlu), бенз[к]флуорантен (BkFlu), бенз[а]пирен (BaP), дибенз[а, h]антрацена (DBa), бенз[ghi]перилена (Bghi), индено[1,2,3-cd]пирена (IP)

с прилегающим лесопарком (г. Москва) [1, 5-7]. Потоки в системе «атмосфера–почвы–растения» идентифицируются на основе оценки изменений энтропии ΔS , энергии Гиббса ΔG , энтальпии $\Delta H_{\text{газ}}$ и $\Delta H_{\text{тв}}$, токсичности комплекса ПАУ по данным с 33 точек наблюдения.

Среди изученных нами источников образования твердых частиц (ТЧ) от эксплуатации транспорта в районе опытного полигона [3, 7] преобладает истирание асфальта шинами. На образующиеся ТЧ сорбируются продукты сгорания топлива, в том числе ПАУ. Среди ПАУ преобладают газообразные вещества в составе отработанных газов ДВС (53,6%) и ПАУ на ТЧ от истирания дорожного полотна (42,9%). Суммарный максимальный выброс ПАУ для 5 расчетных участков с интенсивностью более 35 млн. АТС в год составил 216,3 кг/год. Для площади 114 га, если принять условия максимизации осаждения, модуль нагрузки по ПАУ составит 0,19 г/м²·г. Для ТЧ суммарное количество выбросов от всех АТС составило 320,7 т/год или по величине модуля 0,28 кг/м² год. Этот входной поток подвергается дальнейшей структуризации в изучаемой геоэкосистеме.

Согласно современным представлениям нелинейной термодинамики И. Пригожина эволюция открытых неравновесных систем трактуется как эволюция от хаоса к порядку. Следуя аксиоматике А.Н. Панченкова [3], хаос – это «наполняющая пространство неразрывная сплошная среда»; хаос = «чистый хаос + структура» и «структура хаоса – оптимальная структура». Приведенные аксиомы и постулаты принципиально отличны от традиционных, новы и требуют подтверждения эмпирическими данными.

Важно, что хаос – это сплошная (не дискретная, как принято в классической механике) непрерывно изменяющаяся среда, в которой реализовано свойство систем: «повторение без повторений». Ключевую роль в Гамильтоновой механике играет импульс. Отсюда – энтропийное многообразие, или многообразие фазового пространства, на котором поддерживается глобальная симметрия (закон сохранения энтропии по А.Н. Панченкову). Энтропию импульса он рассматривает как ресурсы системы, необходимые для ее строительства, развития и жизнеобеспечения.

По нашему мнению, эволюция систем определяется временем воздействия (взаимодействия) внешних и внутренних импульсов энергии или самоорганизацией. В приложении к живым системам, согласно Л. Больцману, этот постулат можно сформулировать так: любая живая система стремится к некоторому максимально высокому уровню энтропии (эктропии), после которого наступает ее разрушение

А.Н. Панченков считает, что состояние хаоса поддерживает фундаментальный принцип оптимальности взаимодействия компонентов системы. Откуда *структура хаоса оптимальна*. Методом группировок ПАУ при структурных переходах нами подтверждено это фундаментальное положение.

Структурирование системы достигается комплексом свойств, а идентификация потоков энергии и вещества – *многомерностью параметров или фазовых переменных*. Именно по многомерной вариации переменных во времени и пространстве оценивается эволюция систем, а не по отдельным показателям. Многомерность процессов в системе определяет структурные изменения (траектории), хаотичность и возникновение странных аттракторов, или точек перестроек взаимодействия компонентов системы. Под *структуризацией* системы мы понимаем образование форм движения и накопления углеводородов (или других веществ), а также промежуточных соединений в компонентах взаимодействующих сред, или формостроительные процессы различной специализации от микро- до макроформирований.

Продвижение пула из 14 ПАУ во взаимодействующих средах при активных транспортных нагрузках происходит при следующей оптимальной схеме структуризации (осредненные данные):

- «снег–почва»: BaA > Bghi > BaP > BbFku > An > BkFlu;
- «почва–корни»: Naph > Fluorene;
- «корни–стебли»: Phen >> Fluorene > An.

При анализе техногенных нагрузок на природные объекты структурная энтропия может рассматриваться как условный фон, или срез состояния системы (инвариант, многомерное поле и т.д.), на который воздействует техногенные импульсы (или их совокупность), рассредоточенный или сконцентрированный во времени и пространстве.

Проведенные впервые термодинамические оценки миграции и структуризации ПАУ непосредственно на объектах позволяют дополнить аксиомы А.Н. Панченкова следующим отображением: **«чистый (естественный) хаос + структура» + «техногенный хаос + техногенная структура» = «наполняющая пространство хаотически техногенная среда с различной степенью трансформации».**

Почвы – сплошная хаотическая среда с выраженной сезонностью расхода и поступления вещества и энергии. Это естественные ресурсы почвенной системы с ярким проявлением *импульсно-резонансных процессов*, на которые накладывается более короткопериодные импульсы от АТС, что приводит к искажению естественных флуктуаций массопотоков в структурных переходах «атмосфера–почвы–корни–стебли растений».

Импульсно-резонансные процессы формируют (первичный) геометрический объект – фазовое пространство, которое перераспределяет потоки вещества и энергии в системе и, как следствие, *структурную биодоступность* веществ в экосистеме. Это свойство можно представить как «меру совершенства хаотической сплошной среды и ее структур». Биодоступность в почвенно-растительной системе может быть рассмотрена с синергетических позиций, в основе которых лежит выделение *параметров порядка*. Это небольшое число параметров геосистемы, к которым в процессе эволюции подстраиваются другие параметры (переменные). Независимо от знака энтальпии, при растворении веществ происходит снижение производства энергии Гиббса за счет возрастания энтропии. Вполне естественно, что таким параметрами порядка массопереноса являются энергетические, обеспечивающие структурное взаимодействие компонентов геосистемы.

Если оценивать интенсивность переходов потока ПАУ по транслокационным коэффициентам (ТК), то *отсутствие перехода* в системе «почва – корни» отмечено в 24% случаев; возможен переход в 40%; выражен в 36% наблюдений. В системе «корни–стебли» это соотношение резко изменяется: 6, 64 и 30% соответственно. Для снега это 63, 16 и 21%. Приведенные цифры вполне реалистичны; они свидетельствуют о сохраненном потенциале самоочищения в системе «почвы – растения» в условиях высоких нагрузок АТС.

В то же время, изменения структурных соотношений указывают на ведущую роль хаотической структуризации массообмена под действием техногенеза.

Ритмы и резонансы в контактирующих средах *создают морфологическую волну, что существенно изменяет время эволюции природных систем*. Это принципиальный вывод, позволяющий интерпретировать многие процессы концентрирования веществ в средах и превращения энергии с термодинамических позиций. Разнообразие временных интервалов, за которые

достигается максимальное накопление ПАУ, синергизм образования градиентов концентраций при взаимодействии сред создают *структурное неравновесие*, обязательное для всех природных систем.

Почвы имеют свои пределы насыщения ПАУ, хотя их способности к «переработке» поллютантов выше, чем у прочих сред в силу компонентного разнообразия. Максимум депонирования, помимо липофильности ПАУ, контролируется эффективным диаметром минеральной матрицы. Ризосфера – специфическая подсистема, контролирующая избирательные поступления ПАУ из почв в стебли; своего рода «фильтр», регулирующий массопотоки в стебли.

Для определения роли ведущих параметров миграции ПАУ (ΔG , ΔH , $\Delta H_{\text{газ}}$, ΔS , $\lg K_{ow}$) в процессах структуризации рассчитывались коэффициенты корреляции индивидуальных ПАУ. Активность влияния физико-химических параметров определялась: для *процессов накопления* – по количеству их значимых корреляционных связей с концентрациями в средах; для *миграции* ПАУ – по количеству значимых корреляционных связей с разницей концентраций в контактирующих средах.

Для почвы выявлено относительно небольшое влияние термодинамических параметров на накопление ПАУ. Лидируют с частотами 18% (по 6 проявлений на 33 объектах) $\lg K_{ow}$ и ΔG . Стабильность почв можно объяснить их многокомпонентностью состава, соотношениями органической и механической матриц. Динамические режимы почв не характерны и, даже крайне отличны от других сред. Например, снега, где ярко выражена неоднородность частот значимых связей у параметров. Тем не менее, почва – активная базисная среда, что подтверждается высокими параметрами частот переходов в системе передающего ПАУ импульса «почва – корень». Вопрос в том, какие полиарены из набора ПАУ будут включены в трофическую цепь и подвержены метаболизму; какие из них будут связаны почвами и в каких формах, какой пул из них будет задержан ризосферой и что уйдет в стебель?

В корнях количество значимых связей заметно больше; лидируют $\lg K_{ow}$ и ΔG , хотя существенно влияние $\Delta H_{\text{ТВ}}$ и ΔS (73 и 64%). Роль $\Delta H_{\text{газ}}$ заметно ниже (лишь 12% случаев). Эти данные убедительно указывают на доминирующую роль ризосферы в перераспределении функций структуризации вещества по сравнению с другими средами.

Для стеблей характерно примерно одинаковое распределение ведущих параметров, у корней отмечается ослабление роли параметра энтальпии. Специфической средой по соотношению вкладов параметров является снег, в котором четко определены лидирующие позиции производства энтропии как общей меры энергии, затем функции производства тепловой энергии, $\lg K_{ow}$ и ΔG . Интересно, что для всех сред влияние $\Delta H_{\text{газ}}$ самое незначительное, а в снегу вообще нулевое.

Связи между приращениями ΔS и коэффициентами ТК представлены на рисунке.

Зависимости объективно идентифицируют связи приращения хаоса (максимум хаотического разнообразия флуктуаций импульсов) или структурное разнообразие как функцию накопления и миграции поллютантов [4]. Нелинейный характер зависимостей накладывает ограничение на теорему И. Пригожина о минимизации приращений и скорости в условиях «текущей» стационарности режима открытых систем. То же можно отнести и к условиям и максимизации ΔS на выходе систем (стеблях).

Для большинства точек коэффициент перехода «снег–почва» (кроме явно антропогенно нагруженных по периметру территории) $TK \leq 1$, т.е. накопление ПАУ не происходит. Значения ΔS для большинства точек отрицательно, что свидетельствует о стабилизации локальных потоков ПАУ, но в большей степени – об отсутствии интенсивного взаимодействия сред. Чем

меньше ΔS , тем более система организована (принцип Пригожина–Гленсдорфа). С этих позиций большую часть рассмотренных ПАУ можно было бы отнести к инертным компонентам, однако, как показано выше, это далеко не так. Поэтому ниже вводится обобщенное понятие движущих процессов миграции ПАУ в условиях антропогенеза на основании *проточности систем*⁸⁶. Понятие проточности в почвоведении упрощено и не позволяет вскрыть причину структурных и фазовых переходов вещества.

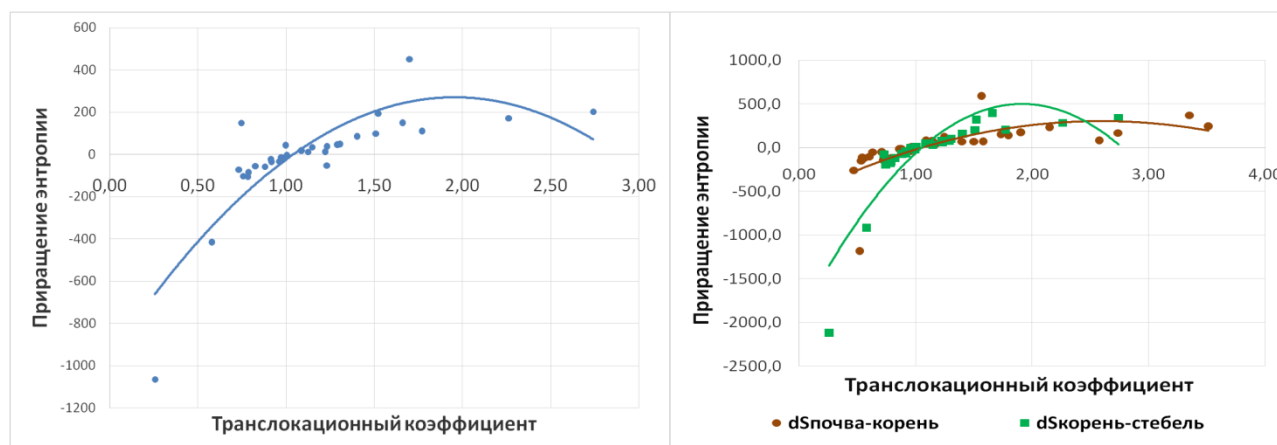


Рисунок. Зависимости приращений энтропии от коэффициентов накопления ПАУ при структурных переходах на барьерах: «снег-почва» (слева), «почва-корень» и «корень-стебель» (справа)

С термодинамических позиций формации «вода–почвы–растения» можно трактовать как *суперпроточные системы*, где реализуется конечный принцип: чем больше вещества и энергии поступило в открытую систему из внешнего источника, тем более значительные количества энергии и *вещества преобразуются* при минимальном поглощении энергии и минимальной синергетичности процессов. Термодинамический поток – это своего рода вектор состояния системы. По мере ее эволюции происходит насыщение, с поглощением все меньших количеств энергии. Такие эффекты свидетельствуют о максимизации внутренних резервов системы, например, для самоочищения, или биодоступности. На этом эффекте базируется самоорганизация естественных систем.

Классификация структурных переходов по комплексу термодинамических параметров однозначно указывают на хаотическую и нелинейную природу исходных данных в структурных переходах между компонентами экосистемы. Территориально точки не представлены выраженными закономерностями. Отрицательные потоки энергии (негэнтропия) для слабопроточных и нейтральных условий несоизмеримо больше по абсолютным значениям и числу проявлений на рассматриваемом полигоне.

Таким образом, эмпирическим классифицирование показано, что каждая точка нашего импактного полигона с позиций структурных переходов представляет *индивидуальное динамическое образование (образ)*. По А.Н. Панченкову [3], это «наполняющая пространство неразрывная сплошная хаотическая среда» и «структура хаоса». Аксиоматика подтверждена распределением концентраций ПАУ, выраженных через значения коэффициентов транслокации

⁸⁶ Понятие «проточность» системы в почвоведении рассматривается как наличие возможности удаления легкорастворимых компонентов за пределы почвы в результате вертикального и/или горизонтального промывания (по Глазовской М.А., 1997 [2]).

по площади кампуса. Классификация по степени проточности наглядно указывает на реализацию принципа Л. Больцмана «уменьшение потока негэнтропии достигается при увеличении разнообразия воспроизводимых объектов». К сказанному добавим, что первостепенную роль в этом процессе играют структурные связи.

Наименьшая проточность по эмпирическим данным присуща структурному переходу «снег–почвы». Большинство точек отнесено к слабопроточным системам с наивысшими отрицательными показателями термодинамических процессов. Вполне естественно возрастание токсичности порций талой воды, переходящей в почву, за счет увеличения присутствия многокольцевых ПАУ. Происходит также уменьшения тепла (максимальные отрицательные значения энтальпии) за счет его расхода на необратимый рост энтропии и перехода из слабопроточной неструктурированной системы в проточную с более устойчивой структуризацией. Такой эффект локален и наблюдается в 3–4 точках быстрой инфильтрации талой воды в почвы. Реализован принцип: проточность структур определяет динамику накопления веществ, в том числе токсичных. Здесь же ярко проявляется тезис Г. Хакена о том, что долгоживущие системы подчиняют себе короткоживущие. Почвы, по сравнению со снегом, создают такие неравновесные локальности, в которых даже кратковременное текущее равновесие структурных преобразований потоков ПАУ является парадоксом.

На импактных полигонах аппарат нелинейной термодинамики позволяет выявить *отсутствие стационарных режимов* структурного преобразования веществ, а также бифуркации траекторий эволюции. В отличие от распространенного выборочного метода отбора проб исследования по равномерной сетке дают более репрезентативные результаты о структурных переходах веществ в средах.

Библиографический список

1. Боева Д.В., Хаустов А.П. Оценка влияния автотранспорта на территорию кампуса Российского университета дружбы народов // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 4. С. 419–430. DOI 10.22363/2313-2310-2018-26-4-419-430.
2. Глазовская М.А. Методические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М.: Изд-во Моск.ун-та, 1997. 102 с.
3. Панченков А.Н. Трактат: Энтропийный Мир. Третий мемуар: Виртуальный мир: Постмодернизм и Аналитическое Естествознание. 2009. URL: <http://entropyworld.narod.ru/memoir4-4.pdf> (дата обращения: 15.02.22).
4. Хаустов А.П. Геохимические барьеры как форма самоорганизации естественных геосистем // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25. No 3. С. 396–413. DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-3-396-413.
5. Khaustov A., Redina M. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the snow cover of Moscow (case study of the RUDN University campus) // Polycyclic Aromatic Compounds. 2021. Т. 41. №. 5. С. 1030–1041.
6. Khaustov A., Redina M. Justification of geochemical markers of the soil–plant system state for a local model of traffic pressure // Arabian Journal of Geosciences, 2021, 14(24). DOI: 10.1007/s12517-021-08868-5.
7. Khaustov A.P., Kenzhin Zh.D., Redina M.M., Aleinikova A.M. Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Soil–Plant System as Affected by Motor Vehicles in Urban Environment // Eurasian Soil Science, 2021, Vol. 54, No. 7, pp. 1107–1118. DOI: 10.1134/S1064229321070061

Д.В. Хурт

Тюменский государственный университет,
625003, г. Тюмень ул. Володарского, 6

D.V. Khurt

Tumen State University, 625003, Tumen, street
Volodarskogo, 6

KhurtDiana@yandex.ru

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ДЫХАНИЯ ПОЧВ ПЕСЧАНЫХ ДЮН СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ЛАБОРАТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

В лабораторных экспериментах изучено базальное дыхание и субстрат-индуцированное дыхание песчаных почв естественного песчаного массива, расположенного в Надымском районе Ямало-Ненецкого АО. В зависимости от морфологической приуроченности и состояния растительного покрова интенсивность выделения CO_2 из отобранных образцов существенно варьировала. Максимальные значения отмечены для почв стабилизированных участков дюн, поросших смешанным сосново-лиственничным лесом, минимальные – для песчаных субстратов наветренных склонов активных дюн.

Ключевые термины: почва; песчаный массив; базальное дыхание; субстрат-индуцированное дыхание; Западная Сибирь.

ASSESSMENT OF RESPIRATION INTENSITY OF SOILS OF SAND DUNES OF NORTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA IN LABORATORY EXPERIMENTS

Basal respiration and substrate-induced respiration of sandy soils of a natural sand massif located in the Nadym region of Yamalo-Nenets autonomous okrug were studied in laboratory experiments. Depending on the morphological confinement and the state of the vegetation cover, the intensity of CO_2 release from the samples taken varied significantly. The maximum values were recorded for soils in stabilized areas of dunes overgrown with mixed pine-larch forest, while the minimum values were recorded for sand substrates on windward slopes of active dunes.

Keywords: soil; sand dunes; basal respiration; substrate-induced respiration; Western Siberia.

Важным компонентом почвы являются почвенные микроорганизмы, которые весьма «чувствительны» к изменениям окружающей среды, в том числе и разным антропогенным воздействиям [1, 3]. Вследствие того, что выделение CO_2 из почв происходит в основном в результате деятельности микробиома, почвенное дыхание может служить характеристикой интенсивности протекающих в почве биохимических процессах [2].

Песчаные массивы с грядовыми формами мезорельефа встречаются на любой относительно свободной от растительности территории с достаточным запасом песка. За пределами засушливых регионов активные песчаные дюны широко представлены в прибрежных областях, а также встречаются в увлажнённых тундровых и северотаежных ландшафтах высоких широт Северного полушария. Самые известные пески Западной Сибири отмечены на территории Ямало-Ненецкого АО [4].

Песчаные дюны вследствие нестабильности условий являются прекрасными объектами для изучения первичных сукцессий микробиома почв. Микроорганизмы, наряду лишайниками, мхами и высшими растениями являются важными первичными продуцентами в засушливых районах, включая фиксацию углерода и азота [10]. Особенности формирования растительного покрова и микробиома почв и во много зависят от микроклимата различных морфологических особенностей песчаных арен [6].

Целью настоящей работы являлось исследование интенсивности микробиологической активности в процессе лабораторного инкубирования песчаных субстратов различных морфологических сайтов естественного песчаного массива с расчетами базального и субстрат-индуцированного дыхания.

Песчаный массив расположен на второй и частично первой надпойменных террасах в нижнем течении реки Надым (центральная точка имеет координаты N65,356081° E72,965710°). Территория массива разделена нами на шесть сайтов: полигоны междюнных понижений (1), наветренные (2) и подветренные (3) склоны дюн, вершины дюн (4), анклавы молодого смешанный березово-сосново-лиственничный леса (5), а также смешанный сосново-лиственничный лес в фазе климакса (6).

В июне 2021 года нами были отобраны пробы субстратов в четырехкратной повторности с интервала 0 – 5 см на территории каждого сайта. Всего отобрано 24 пробы, по 4 с каждого сайта. Статистическая обработка полученных материалов проводилась с использованием Statistica 10.0.

Определение микробиологической активности почв проводилось инкубационными экспериментами в лабораторных условиях двумя методами – расчеты базального дыхания и субстрат-индуцированного дыхания (СИД) [9]. Базальное дыхание определялось после суточной инкубации почв с добавлением влаги [7]. Каждая проба после процедуры пробоподготовки была разделена на три образца для индивидуального анализа. Результаты расчетов объема выделенного углекислого газа при изучении микробиологической активности песчаных субстратов представлены в таблице.

Таблица

Статистические характеристики базального дыхания и субстрат-индуцированного дыхания (СИД) в инкубационных экспериментах с песчаными субстратами различных сайтов песчаного массива

Сайты	Параметры, (мкг С/м ³)/час			
	Базальное дыхание (n = 12)		СИД (n = 12)	
	Mean±ME	SD	Mean±ME	SD
Полигон	0,032±0,024	0,009	0,335±0,025	0,086
На ветру	0,018±0,003	0,009	0,215±0,020	0,070
Вершина	0,022±0,003	0,010	0,293±0,016	0,054
Под ветром	0,141±0,003	0,011	0,659±0,052	0,180
Анклавы	0,194±0,002	0,006	1,115±0,030	0,106
Лес	0,308±0,012	0,043	1,933±0,029	0,101

Примечание: «Mean±ME» – среднее значение ± ошибка; «SD» – стандартное отклонение

Результаты определения базального дыхания различных сайтов песчаного массива показали, что наибольшая интенсивность базального дыхания выявлена в пробах, отобранных в смешанном сосново-лиственничном лесу в фазе климакса. Далее в порядке убывания следуют анклавы молодого леса, подветренные склоны дюн, полигоны междюнных понижений, вершины дюн и минимальные значения на наветренных склонах дюн (таблица).

Распределение интенсивности субстрат-индуцированного дыхания полностью совпадает с базальным дыханием, наибольшие значения зафиксирована в лесных почвах, наименьшие – на наветренных склонах дюн (таблица).

Дендрограмма кластерного анализа показала явное обособление кластера климаксового леса от остальных сайтов (рисунок). Это вероятно обусловлено тем, что лес в настоящее время расположен на стабилизированных дюнах, в то время как остальные сайты приурочены к зоне

активных дюн. Внутри основного кластера сайтов активных дюн одну группу образуют полигоны междюнных понижений, вершины и наветренные склоны дюн, другую – анклавы молодого леса и подветренные склоны дюн. По всей видимости близость этих анклавов обусловлена особенностями растительного покрова. Так, наиболее развит растительный покров на территории анклавов и подветренных склонов дюн, включающих древесные и травянистые растения, а также фрагментарный мохово-лишайниковый покров. В то время как на междюнных полигонах и вершинах дюн растительность состоит практически из травянистых растений, а на наветренных склонах растения отсутствуют полностью [5].

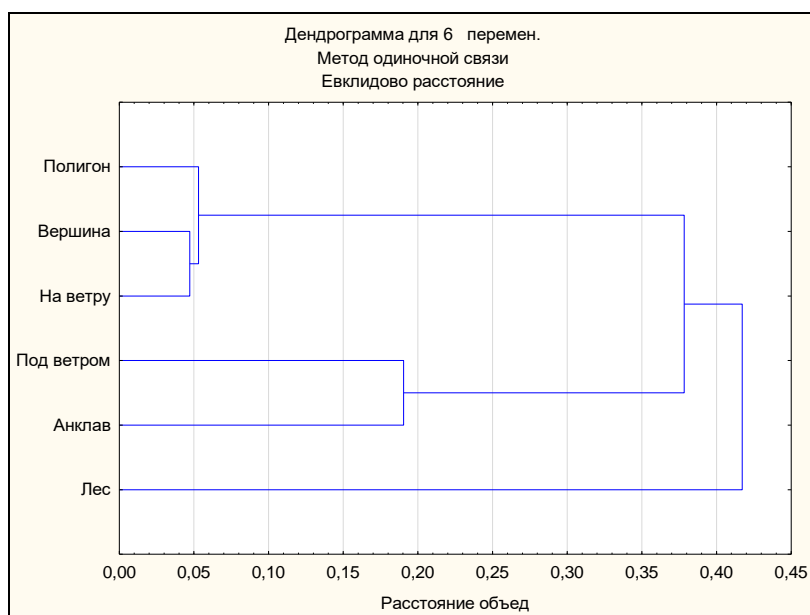


Рисунок. Дендрограмма кластерного анализа интенсивности базального дыхания в инкубационных экспериментах с песчаными субстратами различных сайтов песчаного массива

Таким образом, изучение интенсивности почвенного дыхания различных морфологических сайтов естественного песчаного массива, расположенного в северной тайге Западной Сибири показало, что наиболее благоприятные условия для микробиомов почв складываются на участках с полноценной растительностью, состоящей из древесных и травянистых растений, а также с мохово-лишайниковым покровом.

Библиографический список

1. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2003. 223с.
2. Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Демкина Т.С. Оценка устойчивости микробных комплексов почв к природным и антропогенным воздействиям. Почвоведение. М.: Наука, 2002. № 5. 126с.
3. Добровольский Г.В. Экологическая роль почвы в биосфере и в жизни человека. Доклады по экологическому почвоведению. М.: Институт экологического почвоведения МГУ, 2007. № 6. Т. 2. С. 1–16.
4. Зыкина В.С., Зыкин В.С., Вольвах А.О. и др. Строение, криогенные образования и условия формирования верхнечетвертичных отложений Надымского Приобья // Криосфера Земли,

2017. Т. XXI. № 6. 14–25 с. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32261630_96113259.pdf (дата обращения: 11.02.22).

5. Сизов О.С., Лоботросова С.А. Особенности восстановления растительности в пределах участков развееваемых песков северотажной подзоны Западной Сибири // Криосфера Земли, 2016. Т. XX. № 3. 3–13 с. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_27020549_60841653.pdf (дата обращения: 11.02.22).

6. Соромотин А.В., Эзау И.Н., Сизов О.С., Лоботросова С.А., Франк К.А. Микроклиматические особенности песчаных дюн северной тайги Западной Сибири // Научно–технический журнал Метеорология и гидрология. М.: Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета», 2021. № 8. С. 88–100.

7. Сушко С.В., Ананьева Н.Д., Иващенко К.В., Васенев В.И., Саржанов Д.А. Микробное дыхание почв в полевых и лабораторных условиях // Агрофизика. №4. 2016. 17–23 с. URL: https://agrophys.ru/Media/Default/JournalAgrophysica/Agrophysica4-2016/Full_text/Sushko.PDF (дата обращения 09.02.22).

8. Федорец Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. М.: Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2009. 84 с.

9. Anderson J.P. E., Domsch K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil Biology & Biochemistry. 1978. 215–221pp.

10. Housman D, Powers H, Collins A, Belnap J. Carbon and nitrogen fixation differ between successional stages of biological soil crusts in the Colorado Plateau and Chihuahuan Desert // J Arid Environ. Volume 66. Issue 4. 2006. 620–634 pp.

А.А. Чабина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.A. Chabina

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: alena.chabina@mail.ru

РАЗВИТИЕ СЕТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» НА ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье рассматривается нефтепромысловая деятельность ООО «Лукойл-Пермь» на месторождениях, расположенных в пределах территории биологических заказников Пермского края – Очёрского, Тулвинского, Позжвинского, Большеусинского, Октябрьского, Уинского, Южного, Капкан Горы и Соликамского. С целью визуализации данных создан картографический материал в программе ArcGIS с указанием границ заказников и нефтепромысловых объектов, а также рекомендуемых площадок наблюдений с учетом принципов их размещения. Приводятся таблицы с пространственной статистикой нефтепромысловых объектов в границах заказников, что в дальнейшем структурировано в качестве обзорных карт, которые содержат градацию нефтепромысловых объектов по их количеству на том или ином месторождении в пределах биологических заказников. Кроме того, приведены границы ЦДНГ.

Ключевые термины: биологические заказники регионального значения; месторождения нефти; нефтепромысловые объекты; техногенное воздействие; площадки наблюдения.

DEVELOPMENT OF A NETWORK OF ENVIRONMENTAL OBSERVATIONS OF LUKOIL-PERM LLC ON THE TERRITORY OF DEPOSITS WITH SPECIAL CONDITIONS OF ECONOMIC ACTIVITY

The article discusses the oilfield activities of Lukoil-Perm LLC in the fields located within the territory of the biological reserves of the Perm Region – Ochersky, Tulvinsky, Pozhvinsky, Bolsheusinsky, Oktyabrsky, Uinsky, Yuzhny, Kapkan Gora and Solikamsky. In order to visualize the data, cartographic material is being created in the ArcGIS program, indicating the boundaries of reserves and oilfield facilities, as well as recommended observation sites with an emphasis on the principles of their placement. Tables with spatial statistics of oilfield objects within the boundaries of reserves are given, which are further structured as overview maps. They contain a gradation of oilfield facilities according to their number at a particular field within biological reserves. In addition, the boundaries of the CDNG are indicated.

Keywords: biological reserves; oil fields; oilfield facilities; technogenic impact; recommended observation sites.

Деятельность по разведке и добыче углеводородного сырья ООО «Лукойл-Пермь» осуществляется на месторождениях в пределах территории биологических заказников регионального значения, расположенных в Пермском крае. Заказники расположены на территории Пермского края неравномерно и в основном сосредоточены в южной части подтаёжной подзоны с преобладанием пихтово-еловых и хвойно-широколиственных коренных лесов с широким распространением серых лесных, дерново-подзолистых и чернозёмных почв. Нефтедобыча на особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ) регионального значения влечёт за собой обязательства по рациональному использованию природных ресурсов и сохранению сосредоточенного на данных территориях биологического разнообразия [3, 4].

По состоянию на январь 2022 года на территории Пермского края организовано 20 биологических охотничьих заказников регионального значения. При этом нефтедобыча осуществляется на территории 10 из них. Согласно постановлению Правительства Пермского

края от 29 декабря 2021 года № 1096-п «для контроля за состоянием основных компонентов природной среды (атмосферы, гидросферы, растительного и почвенного покрова и животного мира) в течение всего периода эксплуатации месторождения осуществляется комплексный экологический мониторинг» [9]. В настоящее время экологический мониторинг осуществляется лишь в биологическом охотничьем заказнике «Березниковский», где расположено Шершне-вское месторождение нефти (ЦДНГ-11) [7].

Данная работа направлена на выявление нефтепромысловых объектов на месторожде-ниях в границах 9 заказников – Очёрский, Пожвинский, Соликамский, Большеусинский, Ок-тябрьский, Тулвинский, Уинский, Южный и Капкан Гора. Для визуализации выявленных дан-ных о нефтяных объектах создавались картографические материалы в программе ArcGIS в модуле ArcMap с использованием космического снимка, являющегося основой (растровой подложкой). Снимки выгружались из программы SAS.Планета.

Каждому биологическому заказнику присваивался свой картографический материал, со-держащий информацию о количестве нефтепромысловых объектов, рекомендуемых площад-ках наблюдения и границах заказников. В связи с большим количеством объектов, распо-ложенных на достаточно большом расстоянии друг от друга, для Уинского и Большеусинского заказников в работе использовалось несколько карт в целях наиболее точной оцифровки нефтепромысловых объектов и рекомендуемых площадок наблюдения.

Добавление на карту нефтяных объектов осуществлялось в соответствии с топографиче-ским снимком, где площадки наблюдений отмечались по понижению рельефа местности на той или иной территории. По данному принципу размещения наблюдательных площадок при-оритетное значение имеет близость водного объекта, поскольку перемещение нефтяного за-грязнения осуществляется по рельефу. Кроме того, установление площадок наблюдения зави-сит от типа растительного сообщества и осуществляется на территории, менее подверженной преобразованию (лесные растительные сообщества) [8].

В зависимости от типа нефтепромыслового объекта количество площадок наблюдения варьирует: для скважин устанавливается одна площадка наблюдения на расстоянии 50 м., для дожимных насосных станций (ДНС) и установок предварительной подготовки нефти (УППН) – 3 площадки наблюдения на расстоянии 50, 100 и 200 м от объекта соответственно.

При создании картографического материала учитывались все вышеуказанные прин-ципы, площадки размещались на достаточном расстоянии от дорог и, в основном, в лесных растительных сообществах [4, 5].

В табл. 1 представлена пространственная статистика нефтепромысловых объектов в гра-ницах биологических заказников.

Таблица 1

**Пространственная статистика нефтепромысловых объектов
в границах биологических заказников**

<i>Названия заказни- ков</i>	<i>Количество нефте- промысловых объек- тов (по месторожде- ниям)</i>	<i>Количество реко- мендуемых площа- док наблюдения</i>	<i>ЦДНГ</i>	<i>Названия месторождений</i>
1	2	3	4	5
Уинский	12	24	1	Софьинское
	1	1	6	
	7	11	6	Таныпское

Окончание таблицы 1

	2	4	10	Лесное
	1	1	6	
	3	3	10	
Октябрьский	21	35	1	Поспеловский участок
Пожвинский	11	21	4	Пихтовое
Большеусинский	6	8	9	Кустовское
	2	4	9	Кирилловское
Тулвинский	6	8	6	Батырбайское
Соликамский	5	9	12	Мысыинское
Очёрский	5	7	4	Очёрское
Капкан Гора	2	2	1	Капканское
	2	6	6	
Южный	2	2	9	Кирилловское
ИТОГО	88	146	1, 4, 6, 9, 10, 12	Софьинское, Таныпское, Лесное, Тартинское, Поспеловский участок, Пихтовое, Кустовское, Батырбайское, Мысыинское, Очёрское, Капканское, Кирилловское

Согласно табл. 1 в Уинском биологическом охотничьем заказнике представлено 4 месторождения с общим количеством нефтепромысловых объектов 26 и площадок наблюдения – 45, Октябрьском – 21 объектов и 35 площадок наблюдения, Пожвинском – 11 объектов и 21 площадка наблюдения, Большеусинском – 2 месторождения с общим количеством объектов – 8 и площадок наблюдения – 12, в Тулвинском – 6 объектов и 8 площадок наблюдения, Соликамском – 5 объектов и 9 площадок наблюдения, Очёрском – 5 объектов и 7 площадок наблюдения, Капкан Горе – 4 объекта и 8 площадок наблюдения, Южном – 2 объекта и 2 площадки наблюдения. Общее количество нефтепромысловых объектов – 88, рекомендуемых площадок наблюдения 146.

В табл. 2 представлено распределение нефтепромысловых объектов по цехам добычи нефти и газа (ЦДНГ). Так, в границах ЦДНГ-1 размещено 35 объектов, ЦДНГ-4 – 16, ЦДНГ-6 – 17, ЦДНГ-9 – 10, ЦДНГ-10 и ЦДНГ-12 – по 5 [2, 3, 5].

Таблица 2

Пространственная статистика нефтепромысловых объектов в границах ЦДНГ

ЦДНГ	Количество нефтепромысловых объектов в пределах ЦДНГ	Заказники, охватываемые нефтепромысловыми объектами (с привязкой к ЦДНГ)	Месторождения, охватываемые нефтепромысловыми объектами (с привязкой к ЦДНГ)
1	2	3	4
1	35	Октябрьский, Капкан Гора, Уинский	Поспеловский участок, Капканское, Софьинское
4	16	Пожвинский, Очёрский	Пихтовое, Очёрское
6	17	Тулвинский, Капкан Гора, Уинский	Батырбайское, Капканское, Софьинское, Лесное, Таныпское
9	10	Южный, Большеусинский	Кирилловское, Кустовское
10	5	Уинский	Тартинское, Лесное
12	5	Соликамский	Мысыинское
ИТОГО	88		

Таким образом, в соответствии с пространственной статистикой, представленной в табл. 1 и табл. 2, полученные в ходе выполнения работы данные структурированы в качестве обзорных карт (рис. 1, 2).

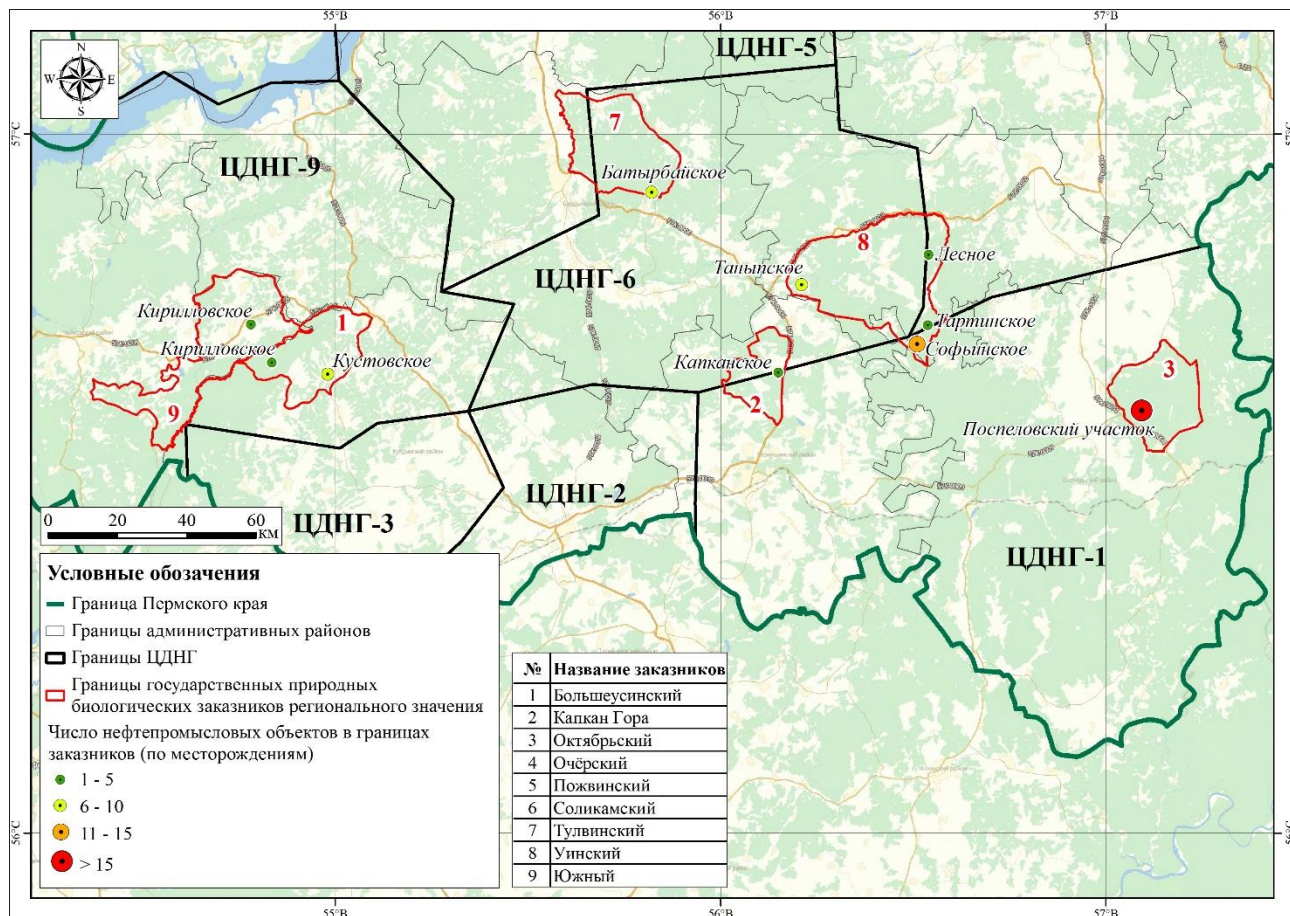


Рис. 1. Обзорная карта нефтепромысловых объектов в границах биологических заказников (по месторождениям) в южной части Пермского края

На обзорной карте (рис. 1) представлено количество нефтепромысловых объектов в границах заказников (по месторождениям) в южной части Пермского край, в их число входят Большеусинский, Капкан Гора, Октябрьский, Тулвинский, Уинский и Южный заказники.

На обзорной карте (рис. 2) отмечено количество нефтепромысловых объектов в границах заказников (по месторождениям) в северной части Пермского края, к которым относятся Очёрский, Пожвинский и Соликамский заказники.

Созданный картографический материал будет использован для разработки программы мониторинга для ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» с целью осуществления контроля над компонентами окружающей среды территории биологических охотничьих заказников, в пределах которых размещаются месторождения нефти, для поддержания их в нормативном состоянии и предотвращения нефтяного загрязнения.

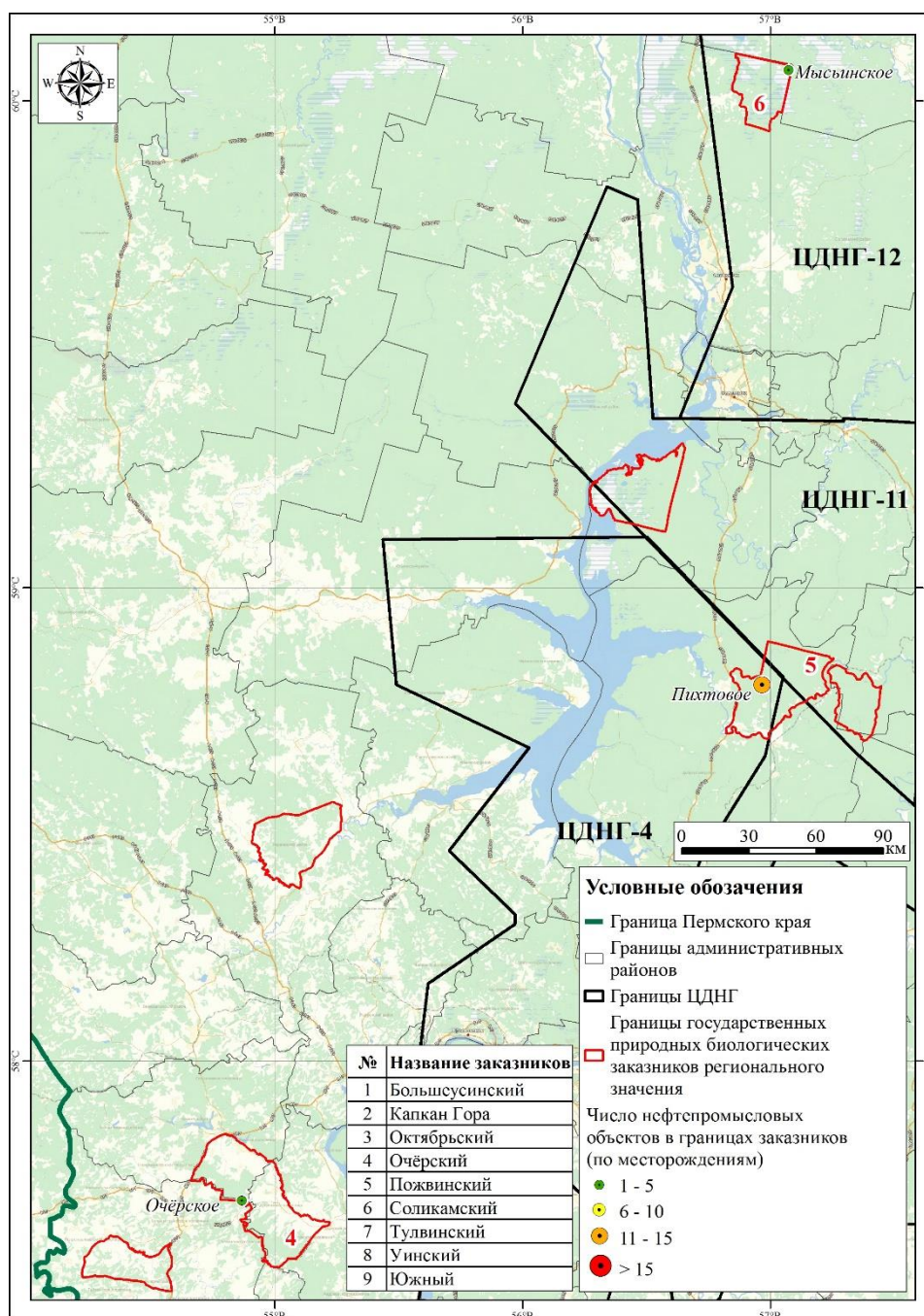


Рис. 2. Обзорная карта нефтепромысловых объектов в границах биологических заказников (по месторождениям) в северной части Пермского края

Библиографический список

1. Андреев Д.Н., Дзюба Е.А., Хотяновская Ю.В. Биотический мониторинг в карстовом районе нефтедобычи (Пермский край) // Антропогенная трансформация природной среды. 2017. № 3. С. 87–89.
2. Андреев Д.Н., Шатрова А.И. Мониторинг особо охраняемых природных территорий // Проблемы антропогенной трансформации природной среды. 2019. С. 38–41.
3. Атлас Пермского края. Под ред. Тартаковского А.М. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. 124 с.
4. Безродный Ю.Г., Новикова В.В., Дорошев В.В., Делия С.В. Решение проблем, связанных с освоением лицензионных участков углеводородов на особо охраняемых природных территориях, и охрана биоразнообразия // Нефтяное хозяйство. 2018. № 1. С. 92–96.

5. Бузмаков С.А. Сеть особо охраняемых природных территорий Пермского края // Географический вестник. 2020. № 3(54). С. 135–148.
6. Бузмаков С.А., Зайцев А.А., Санников П.Ю. Актуальное состояние сети ООПТ Пермского края // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 55–58.
7. Гатина Е.Л. Техногенная трансформация видового разнообразия растительных сообществ в условиях нефтедобычи (на примере Пермского края): Автореф. дис. канд. биол. Наук. Пермь, 2010. 20 с.
8. Овеснов С.А., Бузмаков С.А., Кувшинская Л.В. К вопросу об организации и ведении импактного биомониторинга // Вестник Пермского университета. 2000. № 2. С. 72–79.
9. Постановление Правительства Пермского края от 29 декабря 2021 года № 1096-п «О внесении изменений в постановление Правительства Пермского края от 28 марта 2008 г. № 64-п «Об особо охраняемых природных территориях регионального значения, за исключением биологических охотничьих заказников» и о признании утратившими силу отдельных постановлений Правительства Пермского края». URL: <https://priroda.permkrai.ru/upload/iblock/67d/gf0ylos110csl9qcaaqm055jehu5y68g.pdf> (дата обращения: 14.02.22).

В.С. Чайникова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: chaynikova.vika.00@mail.ru

V.S. Chaynikova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОАО «СОЛИКАМСКИЙ МАГНИЕВЫЙ ЗАВОД» НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В сообщении рассматривается воздействие ОАО «Соликамский магниевый завод» на окружающую среду. Приводятся сведения о количествах выбросов, сбросов и отходов, а также наименования основных загрязняющих веществ. Помимо данных о загрязняющих веществах в статье рассмотрены меры по предотвращению негативного воздействия, которые принимает предприятие.

Ключевые термины: ОАО «Соликамский магниевый завод»; негативное влияние; загрязняющие вещества; снижение негативного воздействия.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF JSC «SOLIKAMSK MAGNESIUM PLANT» ON THE ENVIRONMENT

The report examines the impact of JSC «Solikamsk Magnesium Plant» on the environment. Information is provided on the quantities of emissions, discharges and waste, as well as the names of the main pollutants. In addition to the data on pollutants, the article considers measures to prevent negative impacts that the company takes.

Keywords: JSC «Solikamsk Magnesium Plant»; negative impact; pollutants; reduction of negative impact.

Соликамский городской округ имеет большой потенциал в промышленной отрасли, в районе развита такая промышленность, как целлюлозно-бумажная, металлургическая и химическая, также добыча нефти и нефтяного газа. Основу промышленного производства составляет обрабатывающая промышленность, ключевые отрасли которой – химическая, металлургическая и целлюлозно-бумажная [10].

Главным предприятием в металлургической промышленности округа является **ОАО «Соликамский магниевый завод»** (СМЗ), это один из первых крупных магниевых заводов в мире.

Основной продукцией является магний и его сплавы, литий, титан, соединения ниобия, тантала и циркония. Предприятие выпускает более 60% магния, который уходит на российский рынок [8].

Выпускаемая продукция имеет следующие области применения: автомобильная промышленность, аэрокосмическая промышленность, электроника, инструментальная промышленность, нефтегазовая промышленность, фармацевтика, черная и цветная металлургия [6].

В результате производства предприятие оказывает негативное влияние на атмосферу, гидросферу. В процессе производства продукции происходит выброс, сброс загрязняющих веществ (ЗВ), а также образовании отходов. Поэтому для того, чтобы принимать какие-либо меры, заводу необходимо постоянно проводить учет количества веществ.

Загрязнение атмосферы. В процессе производства в атмосферный воздух поступает 52 загрязняющих вещества. Общий выброс загрязняющих веществ в атмосферу в 2020 году составил 670,575 тонн, в 2019 г. – 700,98 тонн [5].

Стоит отметить, что по данным городской лаборатории атмосферного воздуха превышений по хлору и гидрохлориду в жилой части города в течение года не отмечалось [6].

Аварийных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на заводе не было [6].

Таким образом, присутствуют загрязняющие вещества, которые превышают предельно допустимый выброс это:

- марганец и его соединения (0,007 тонн, ПДВ = 0,00205 тонн), относится ко 2 классу опасности высокоопасных веществ;
- натрия хлорид (0,002 тонн, ПДВ = 0,0009 тонн) – 3 класс опасности умеренно опасных веществ. Хлорид натрия не является опасным веществом для человека;
- стронций карбонат (0,006 тонн, ПДВ = 0,001 тонн) – 3 класс опасности умеренно опасных веществ;
- пыль стеклопластика (0,0002 тонн, ПДВ = 0,00002 тонн) – 3 класс опасности, накапливаясь в организме, пыль вызывает различные поражения системы дыхания;
- помимо этого, представлены вещества, у которых фактический валовый выброс равен ПДВ: сера элементарная (0,004 тонн) – 3 класс опасности. При повышении уровня оксидов серы в воздухе учащаются заболевания дыхательных путей;
- керосин (0,148 тонн) – 4 класс опасности, малоопасные вещества [5].

Так как ОАО «СМЗ» в 2000 году вступил в экологическую политику, а целью в этом направлении является снижение негативного воздействия на окружающую среду, соблюдение требований при производстве магния и его сплавов, флюсов, удобрений, губчатого титана, редкоземельных металлов, химическом производстве, то предприятие выполняло требования, а также определенные мероприятия, которые при сравнении результатов выбросов за 2019 год с выбросами 2020 года показали снижение количества некоторых загрязняющих веществ [1, 5].

Снижение выбросов наблюдалось у следующих веществ, которые представлены в таблице.

Таблица

Снижение выбросов загрязняющих веществ атмосферы от ОАО «СМЗ» [5]

<i>Наименование вещества</i>	<i>Масса снижения, т</i>	<i>Класс опасности</i>
Хлор	0,538	2
Гидрохлорид	0,251	2
Фосген	0,001	3
Диоксид серы	0,165	3
Оксид магния	0,0001	4
Азота диоксид	0,00004	3
Углерод (сажа)	0,0001	3
Оксид углерода	0,001	4
Керосин	0,00002	4

Загрязнение гидросферы. С учетом приема сточных вод ООО «Водоканал» в канал транспортировки сточных вод сброс нормативно-очищенных сточных вод составил в 2020 году – 9522,231 тыс. м³. Количество загрязняющих веществ, сброшенных со стоками, составило 46,3 тыс. тонн. Увеличение массы сброшенных загрязняющих веществ в 2020 году составило 0,828 тыс. тонн (1,8%).

Предприятие уложилось в утвержденные нормативы допустимого сброса загрязняющих веществ в водоем.

Сброс ЗВ в 2020 году составил 46297,7198 т. Стоит отметить, что при сравнении количества сбросов за два отчетных года (2020 и 2019 гг.), в 2020 году произошел как рост, так и снижение массы ЗВ. Например, самое высокое увеличение составило 1021,373 т. у хлорида-аниона (2019 г. – 11553,970 т., 2020 г. – 12575,343 т.), самое большое снижение – 957,724 т. – кальций растворимый (2019 г. – 6806,423 т., 2020 г. – 5848,699 т.). Увеличение массы сброшенных загрязняющих веществ в 2020 году составило 827,6 тонн (1,8%) [4].

Отходы. СМЗ на своем заводе так же перерабатывает около 95 % всех отходов. Именно поэтому в течение последних лет на заводе создано объемное производство гранулированных и дробленых продуктов, которые содержат хлориды калия и магния. Данные продукты имеют широкий спрос, как в металлургии, так и в сельском хозяйстве. Благодаря такому производству завод перестал вывозить отработанный электролит магниевое производства в отвалы [7].

В 2020 году на предприятии образовалось 13,2 тыс. тонн отходов, что на 470 тонн меньше, чем в 2019 году.

На полигоне ТПО в 2020 году было размещено 4277,5 тонн отходов, что на 86 тонн больше, чем в 2019 году.

В 2020 году 86% от объема отходов магния, образовавшегося при электролизе, были использованы для получения флюса хлоркалийевого с целью дальнейшей его реализации.

Помимо размещения отходов на полигонах, предприятие направляет их на утилизацию в другие организации [6].

Мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду. На ОАО «СМЗ» расположено 122 источника выбросов, из которых 33 имеют пылегазоочистное оборудование. Для снижения концентрации выбросов на предприятии осуществляется процесс очистки на источнике на каждой стадии [5].

Согласно условиям водопользования выполняется план водоохраных мероприятий на период 2017-2023 гг. В соответствие с этим планом проводились следующие мероприятия:

- реконструкция и капитальный ремонт локальных очистных сооружений;
- чистка и ремонт колодцев самотечной ливневой канализации, ливневых водоотводных канав, ремонт оголовков колодцев ливневой канализации;
- содержание в работоспособном состоянии пруда-отстойника и канала транспортировки сточных вод и прилегающих дорог;
- проведение мероприятий по благоустройству пруда-отстойника;
- мониторинг водного объекта (наблюдения за морфометрическими особенностями, качественными показателями состояния поверхностных водных объектов) [2].

Помимо принятия мер по атмосфере и гидросфере, предприятие так же модернизирует систему мер по снижению отходов.

ОАО «СМЗ» на собственном производстве утилизирует (использует) следующие виды отходов, образующихся в результате основной и вспомогательной деятельности:

- отходы (осадок) при обезвоживании и хлорировании карналлита в производстве металлического магния;
- отходы очистки магний-сырца рафинированием оксидно-хлоридным флюсом при производстве рафинированного магния и сплавов на его основе;

- лом и отходы, содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусков, несортированные;
- лом и отходы стальные несортированные;
- лом и отходы алюминия несортированные;
- лом и отходы чугуны несортированные;
- спецодежда из натуральных волокон, утратившая потребительские свойства, пригодная для изготовления ветоши [3].

У завода имеется, как было сказано ранее, свой полигон отходов. Перечень отходов составляют тканые материалы, а также осадок при утилизации хлора и хлорсодержащих газов, образующихся в производстве магния и титана, осадок очистки сточных вод производства карбонатов редкоземельных металлов кальцинированной содой.

На предприятии происходит мониторинг состояния окружающей среды, который заключается в контроле за выбросами отходящих газов, осуществляемый 5 раз в сутки. В результате устанавливаются максимально разовая и среднесуточная концентрации. А также мониторинг водного объекта (наблюдения за морфометрическими особенностями, качественными показателями состояния поверхностных водных объектов).

Вывод. Предприятие является передовым в направлении снижения негативного влияния. ОАО «СМЗ» в области экологической политики выполняет поставленную цель – снижение негативного влияния на окружающую среду – принятием мер по сокращению объемов загрязняющих веществ, а также постоянным мониторингом состояния окружающей среды. Как было показано на сравнении данных за несколько отчетных периодов, мероприятия позволяют снижать количество ЗВ.

Библиографический список

1. *Годовой отчет* открытого акционерного общества «Соликамский магниевый завод». Соликамск. 2019. 91 с.
2. *Общие сведения* о предприятии и разработчике проекта НДС. 2018. 18 с.
3. *Отходы. ПНООЛР*. 2019. 63 с.
4. *Пояснительная записка* к годовому отчету 2ТП – Водхоз по ОАО «Соликамский магниевый завод» за 2020 г. 2020. 2 с.
5. *Проект ПДВ* ОАО «СМЗ». Соликамск. 2020. 20 с.
6. *Состояние и охрана* окружающей среды ОАО «Соликамский магниевый завод» за 2020 год. 2020. 3 с.
7. *Цурика А.А., Чуб А.В.* Краткая история развития Соликамского магниевого завода и его роль в регионе // *Металлургия цветных металлов*. Издательство: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург). Екатеринбург, 2018. С. 93–96.
8. *Оксид углерода*. URL: <http://auagroup.kz/terms> (дата обращения: 28.02.2022).
9. *Паспорт безопасности*. URL: <https://www.carlroth.com/medias> (дата обращения: 28.02.2022).
10. *Соликамский городской округ*. URL: https://kontrol.zsperm.ru/s6/Predstavitelnie_organ/Solikamsk.php (дата обращения: 28.02.2022).

В.Н. Чекменев

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

V.N. Chekmenev

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: vlad_chekmenev@mail.ru

МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОСИНСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

Статья посвящена экологическому анализу и исследованию состояния здоровья в Осинском районе. Приведены данные по состоянию почв, поверхностных и подземных вод и техногенной нагрузки на данной территории. Проанализирована информация о заболеваемости и выявлена существенные риски для населения вблизи мест нефтедобычи. Составлена карта техногенной нагрузки и медико-демографическая.

Ключевые термины: Осинский район; окружающая среда; загрязняющие вещества; здоровье населения; нефтедобыча.

MEDICAL AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF OSINSKY CITY DISTRICT

The article is devoted to ecological analysis and research of the state of health in the Osinsky district. New data on the state of soils, surface and underground waters and technogenic load in the given territory are given. Information on morbidity was analyzed and significant risks for the population near oil production sites were identified. A map of technogenic load and medical and demographic has been compiled.

Keywords: Osinsky district; environment; pollutants; public health; oil productions.

Введение

Осинский городской округ принадлежит к числу аграрно-индустриальных районов Пермского края. В округе представлены практически все виды экономической деятельности, основными из которых являются: добыча топливно-энергетических полезных ископаемых, обрабатывающие производства, сельское хозяйство, строительство. Основу техногенной нагрузки составляет добыча нефти на Осинском месторождении нефти и на других месторождениях (Горское, Баклановское, Рассветное). В прилегающих к месторождению районах получила развитие нефтедобывающая промышленность. Основными источниками загрязнения окружающей среды на объектах нефтедобычи являются: установки подготовки нефти, дожимные насосные станции, установки предварительного сброса воды, кустовые насосные станции, факельные установки. [5]. Актуальность работы обосновано тем, что Осинский район является территорией, в которой непосредственно нефтедобыча формирует неблагоприятные санитарно-гигиенические условия проживания и создает риски для здоровья населения. Цель данного исследования – экологическая и медико-демографическая оценка Осинского городского округа.

Методика и материалы

Для анализа состояния окружающей среды и медико-демографической информации был использован комплекс современных статистических санитарно-гигиенических и эпидемиологических данных.

Экологическая оценка базировалась на концепции антропогенной трансформации природной среды. Для анализа состояния экосистем Осинского городского округа, были изучены

все компоненты окружающей среды. Информация для изучения объектов природной среды и здоровья населения была получена из Государственных докладов о состоянии и об охране окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае за период 2016-2022 гг.

Характеристика техногенной нагрузки и ее влияние на окружающую среду

В Пермском крае, где ежегодно добывается порядка 16 млн тонн нефти, нефтедобывающие предприятия зачастую расположены в непосредственной близости к населенным пунктам [3]. Так, в зонах влияния объектов нефтедобычи находятся порядка 6 районов. Одним из таких районов является Осинский городской округ, большую часть которого занимает Осинское нефтяное месторождение, которое является одним из главных источников негативного воздействия на окружающую среду. На Осинском нефтяном месторождении в 1969г. были проведены 2 подземных ядерных взрыва в водонасыщенной продуктивной части разреза карбонатных отложений [5].

На Осинском месторождении проводились исследования атмосферного воздуха с 1999-2013 гг. Концентрации ароматических (бензол, толуол, ксилол) и предельных углеводородов, диоксидов серы и азота, сероводорода и фенола на протяжении всего периода наблюдений не превышали ПДК. Только в 1999 г. наблюдалось превышение в 1,4 раза ПДК сероводорода вблизи УППН «Оса». Также были изучены поверхностные воды на территории Осинского месторождения с 2004-2012 гг. В целом, содержание хлоридов в водотоках в основном не превышает ПДК за исключением р. Осинки в районе д. Устиново. Кроме того, существенное влияние ПЯВ оказали на подземные воды.

Согласно анализу докладов о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края за 2016-2020 гг., по антропогенной нагрузке на атмосферный воздух относится к низкому (менее 8500 т/год), по уровню техногенной нагрузки, характеризующийся образованием отходов – умеренному (6000 т/год в среднем за последние 5 лет). Исследования почв на состав химического загрязнения, основывалась на оценки содержания тяжелых металлов (ТМ) в почве, которые являются маркерными веществами и позволяют оценить геохимическую обстановку территории. Оценка состояния почв по химическому загрязнению показала, что содержание следующих ТМ: Cu (21 мг/кг), Cd (1 мг/кг), Zn (37 мг/кг), Pb (10 мг/кг) превышений ПДК/ОДК не отмечается. Характеристика уровня загрязнения поверхностных водных объектов основывалась на значениях УКИЗВ крупной водной артерии Воткинского водохранилища. В районе г. Осы, в Воткинском водохранилище вода относится к 3 «Б» классу (очень загрязненная). Таким образом, основным фактором влияющим на трансформацию экосистем и здоровье населения в Осинском районе будет являться нефтедобыча на Осинском месторождении [4].

Влияние на здоровье человека

По данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» (2016-2020 гг.) рождаемость в Осинском районе составляет – 13 на 1000 населения (в Пермском крае – 11 на 1000 населения); смертность – 14 на 1000 населения (в Пермском крае – 13 на 1000 населения) [2]. Согласно этим данным в районе складывается относительно благополучная обстановка по рождаемости, но при этом наблюдается повышенная смертность по сравнению среднекраевыми данными. Также в районе существуют риски, связанные с повышенной заболеваемостью органов дыхания у детского населения, с превышением среднекраевого показателя в 1,4 раза, но у взрослого населения этот показатель находится на уровне среднекраевых значений. Уровень заболеваемости детей бронхиальной астмой превышал среднекраевой уровень от 1,1 до 2,7 раз (рисунок). Установлено, что острые реакции у населения могут проявляться только в

связи с загрязнением атмосферы бензолом. Повышенная заболеваемость у детей может объясняться тем, что у них не до конца сформирована иммунная система и они более чувствительно реагируют на загрязнение атмосферного воздуха [2].

Анализ статистики по заболеваниям системы кровообращения, болезням с повышенным

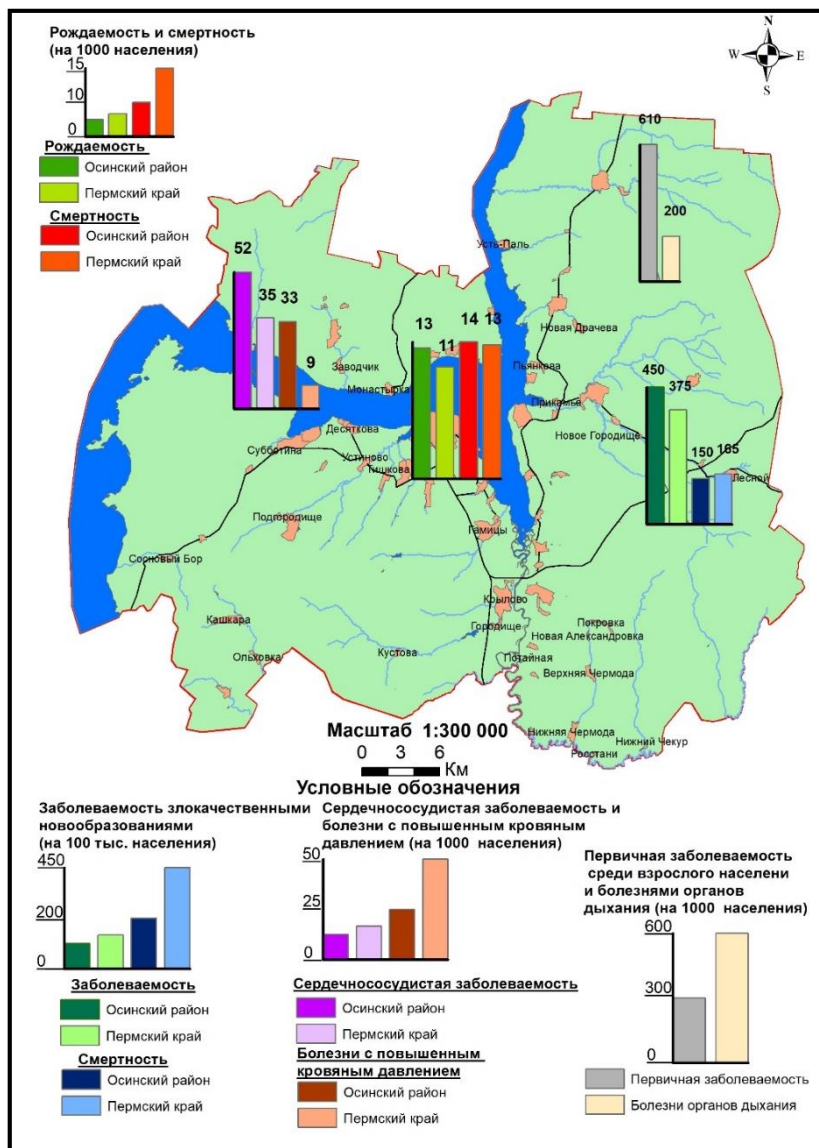


Рисунок. Медико-демографическая карта Осинского района по данным за 2016-2020 гг.

кровяным давлением, позволил установить, что в Осинском районе формируется неблагоприятная обстановка. Заболеваемость с повышенным кровяным давлением выше среднекраевого уровня в 3,6 раза; сердечнососудистая заболеваемость выше в 1,5 раза. Повышенное кровяное давление является одним из факторов риска развития ишемической болезни сердца, сердечной и почечной недостаточности, приводит к развитию нарушений зрения и к тяжелым цереброваскулярным последствиям. Работы посвященные изучению здоровья населения в нефтедобывающих районах, связанных с использованием питьевых вод, свидетельствуют о том, что для жителей изучаемой территории существует опасность развития патологии со стороны сердечно-сосудистой системы, системы крови. Следует отметить, что проведенные исследования

выявили также достаточно высокие (сигнальные) показатели риска развития патологии со стороны костной системы. У работников, занятых добычей и переработкой нефти, в современных условиях распространенность артериальной гипертензии может составлять 43,2%; ишемической болезни сердца – 1,1%; [1, 6, 7].

Ретроспективный анализ распространенности новообразований среди всего населения показал, что Осинский район входит в число регионов Пермского края, в которых уровень заболеваемости превышает среднекраевой, кратность превышения составляет 1,2 раза. При этом смертность находится на значениях ниже среднекраевого уровня. Повышенная заболеваемость может быть связана с загрязнением окружающей среды в зонах размещения мощностей по добыче и первичной переработке нефти комплексом органических соединений, в том числе алифатическими углеводородами, бензолом, фенолом, формальдегидом, ацетальдегидом, которое формирует неприемлемые риски для здоровья населения и более высокие существующие и прогнозируемые уровни заболеваемости новообразованиям [9].

Выводы

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о том, что в Осинском районе формируется неблагоприятная медико-экологическая обстановка по некоторым показателям, которая выражается в повышенном уровне заболеваемости органов дыхания, заболеваниях системы кровообращения, болезнями связанных с повышенным кровяным давлением и новообразованиями и загрязнением отдельных компонентов окружающей среды. Реализация комплекса санитарно-гигиенических мероприятий, включающих снижение выбросов и сбросов на источниках воздействия, улучшение качества среды обитания и медико-профилактические программы для населения, подвергающегося длительному негативному влиянию, позволяют минимизировать риски для здоровья до допустимых, (приемлемых) уровней.

Библиографический список

1. Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Бакиров А.Б., Гимранова Г.Г., Даукаев Р.А., Аллаярова Г.Р., Рахматуллин Н.Р., Егорова Н.Н., Бактыбаева З.Б. Эколого-гигиеническая оценка риска здоровью населения нефтедобывающих территорий, связанного с употреблением питьевых вод // Медицина труда и экология человека. 2016. №2 (6). С. 25–31.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2016-2020 гг. Официальный сайт «Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю». URL: <http://59.rospotrebnadzor.ru> (дата обращения: 28.02.2022).
3. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов в Российской Федерации в 2019 году. Под редакцией Киселев Е.А., Аксенов С.А., Данилов А.П. М., 2020. 494 с.
4. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края за 2016-2020 гг. Официальный сайт «Природа Пермского края». URL: <http://www.permecology.ru> (дата обращения: 28.02.2022).
5. Копылов И.С. Геоэкология, гидрогеология и инженерная геология Пермского края. Пермь, 2021. 501 с.
6. Май И.В., Клейн С.В., Вековщина С.А. Гигиеническая оценка канцерогенного риска и онкологической заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния мест складирования отходов горнорудного комбината // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. 2018. № 5(302). С. 40–47.

7. Уразаева Э.Р., Гимранова Г.Г., Гимаева З.Ф., Каримова Л.К., Бакирова А.Э. Состояние сердечно-сосудистой системы у работников, занятых добычей и переработкой нефти, по результатам функциональных методов исследования // Медицина труда и экология человека. 2015. № 4. С. 218–223.

8. Чайкин С.А. Анализ состояния атмосферного воздуха и поверхностных вод для оценки трансформации экосистем на территории староосвоенных месторождений Пермского края // Географический вестник. 2012. №3 (22). С. 80–93.

9. Чиркова А.А. Обоснование системы санитарно-гигиенических мероприятий по снижению рисков здоровью населения в районах интенсивной нефтедобычи: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Пермь, 2012. 25 с.

А.К. Черезова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.K. Cherezova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

СОСТАВ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ «УРАЛОРГСИНТЕЗ»

В сообщении рассматривается разнообразие отходов, образуемых на предприятии «Уралоргсинтез». Приводятся сведения о местах образования накопления отходов и их транспортировке.

Ключевые термины: отходы нефтепереработки; отходы предприятия; «Уралоргсинтез».

THE COMPOSITION OF THE WASTE OF THE URALORGSINTEZ ENTERPRISE

The report discusses the variety of waste generated at the Uralorgsintez enterprise. Information is provided about the places of waste accumulation and their transportation.

Keywords: oil refining waste; enterprise waste; Uralorgsintez.

Акционерное общество «Уралоргсинтез» расположено на Западном Урале, в Ольховском сельском поселении Чайковского муниципального района Пермского края. Основной производственной деятельностью предприятия является переработка углеводородного сырья [1].

Производственный комплекс АО «Уралоргсинтез» включает следующие производства: переработка широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) на газофракционирующей установке (ЦГФУ), производство изобутилена дегидрированием изобутана, производство метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ), производство бензола из бензола сырого каменноугольного и пироконденсата, производство бензиновых компонентов и ароматических фракций. Предприятие состоит из основного производства (цеха производства непредельных углеводородов; переработки ароматических углеводородов и производства эфиров; производства ароматических углеводородов; газовый цех.), второстепенного производства, а также организации (арендаторов) и структурных подразделений некоторых предприятий, которые осуществляют производственную деятельность на промплощадке АО "Уралоргсинтез" [1].

На территории предприятия находятся также самостоятельно эксплуатируемые объекты размещения отходов: полигон захоронения токсичных отходов ПО-1; открытый полигон захоронения производственных отходов (свалка); шламонакопитель канализационных очистных сооружений; песковые площадки канализационных очистных сооружений.

В процессах деятельности предприятия «Уралоргсинтез» образуется огромное количество разнообразных отходов [1-2]:

При анализе таблицы можно выделить, что основное количество отходов предприятия относится к 4 классу опасности (около 28%), остальные классы отходов распределяются по около 23% – 3 класс опасности, около 5% – 2 класс и 3% – 1 класс.

Классификация отходов

<i>Наименование объекта накопления отходов, месторасположение</i>	<i>Наименование отхода</i>	<i>Класс опасности</i>	<i>Производственная деятельность</i>
ЦСХ Металлический склад №1 для накопления отходов 1 класса опасности	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	1	Замена люминесцентных ламп
	Отходы термометров ртутных	1	Замена отработанных термометров
	Светильники со светодиодными элементами в сборе, утратившие потребительские свойства	4	Обслуживание и ремонт технологического оборудования
ЦСХ Металлический склад № 2 для накопления отходов 2,3,4 классов опасности	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом	2	Замена по истечению эксплуатационного срока использования
	Аккумуляторные батареи источников бесперебойного питания свинцово-кислотные, утратившие потребительские свойства, с электролитом	2	Замена по истечению эксплуатационного срока использования
	Химические источники тока марганцово-цинковые щелочные неповрежденные отработанные	2	Замена по истечению эксплуатационного срока использования
	Отходы минеральных масел моторных	3	Техобслуживание автотранспортной техники
	Отходы минеральных масел промышленных	3	Ремонт и техобслуживание оборудования
	Приборы КИПиА и их части, утратившие потребительские свойства	4	Замена приборов КИПиА, утративших потребительские свойства
ЦСХ Помещение для накопления отходов 3 класса опасности	Лом и отходы медных изделий без покрытий незагрязненные	3	Замена проводов
ЦСХ Металлический склад № 7 для накопления отходов 3, 4 класса опасности	Тара из черных металлов, загрязненная лакокрасочными материалами (содержание 5% и более)	3	Ремонтные работы – тара из-под краски
	Покрышки пневматических шин с тканевым кордом отработанные	4	Техобслуживание автотранспорта
ДП-10 Площадка для накопления отходов 2 класса опасности	Кислота серная отработанная процесса алкилирования углеводов	2	Замена отработанного катализатора
Отделение ИФ-2 Площадка для накопления отходов 3 класса опасности	Катализатор на основе оксида алюминия с содержанием хрома менее 27% отработанный	3	Производство непредельных углеводов – дегидрирование изобутана

Продолжение таблицы

Площадки для накопления отходов 3,4,5 класса опасности с контейнерами ОПП, расположенные около зданий подразделений и наружных установок	Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные	3	Техобслуживание автотранспорта
	Тара из черных металлов, загрязненная лакокрасочными материалами (содержание менее 5%)	3	Ремонтные работы –тара из-под краски
	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	4	Уборка офисных и бытовых помещений
	Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	4	Техобслуживание оборудования и автотранспортной техники – протирка деталей
	Отходы резиноасбестовых изделий незагрязненные	4	Техобслуживание автотранспорта
	Отходы шлаковаты незагрязненные	4	Изоляционные работы
	Песок, загрязненный нефтью и нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	4	Ликвидация проливов
	Сальниковая набивка асбестографитовая, промасленная (содержание масла менее 15%)	4	Обслуживание и ремонт технологического оборудования
Площадки для накопления отходов 3 класса опасности, расположенных на наружных установках	Шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов	3	Эксплуатация емкостей и трубопроводов
Площадки для накопления отходов 3 класса опасности	Отходы минеральных масел промышленных	3	Обслуживание технологического оборудования
	Отходы минеральных масел турбинных	3	Замена отработанных масел турбинных
ОРВ Помещение для накопления отходов 3 класса опасности	Отходы минеральных масел промышленных	3	Обслуживание технологического оборудования
	Отходы минеральных масел турбинных	3	Замена отработанных масел турбинных
РМЦ Помещение для накопления отходов 3,4 класса опасности	Отходы минеральных масел промышленных	3	Обслуживание технологического оборудования
	Отходы минеральных масел моторных	3	Техобслуживание автотранспортной техники
	Смазочно-охлаждающие жидкости на водной основе, отработанные при металлообработке	4	Замена СОЖ, утратившей свои потребительские свойства, на металлообрабатывающих станках
Склад СИЗ в здании П 10/1 Помещение для накопления отходов 4,5 класса опасности	Противогазы в комплекте, утратившие потребительские свойства	4	Истечение эксплуатационного срока
	Обувь кожаная рабочая, утратившая потребительские свойства	4	Замена изношенной спецодежды

Здание АТС-КВАНТ Помещение для накопления отходов 4 класса опасности	Системный блок компьютера, утративший потребительские свойства	4	Истечение эксплуатационного срока
	Принтеры, сканеры, многофункциональные устройства (МФУ), утратившие потребительские свойства	4	Истечение эксплуатационного срока
	Мониторы компьютерные жидкокристаллические, утратившие потребительские свойства	4	Истечение эксплуатационного срока
	Клавиатура, манипулятор "мышь" с соединительными проводами, утратившие потребительские свойства	4	Истечение эксплуатационного срока
	Картриджи печатающих устройств с содержанием тонера менее 7% отработанные	4	Истечение эксплуатационного срока

Основной объем отходов около 41% относится к 5 классу опасности, данные отходы представляют различный лом (бетонных, железных, стеклянных изделий, кирпича и т.п.) с предприятия, отработанная спецодежда и каски, отходы картона, бумаги незагрязненные, отходы незагрязненных тар из дерева и полиэтилена, обрезь натуральной чистой древесины, отходы изолированных проводов и кабелей, а также смет с территории и пищевые отходы кухонь [1].

Наиболее интересными для изучения для меня катализатор на основе оксида алюминия с содержанием хрома менее 27% 3 класса опасности и кислота, серная отработанная процесса алкилирования углеводородов 2 класс опасности. Катализатор используется при производстве непредельных углеводородов – дегидрирование изобутана, после 70% отработанного катализатора реализуется как товарная продукция «Катализатор дегидрирования низших парафинов отработанный ТУ 2173-041-48418772-2006», 30% вывозится на полигон токсичных отходов. Кислота же используется в очистке бензола от микропримесей, отработанная кислота далее отдается по договору сторонней организации в качестве ресурса [2].

На предприятии осуществляют временное складирование (накопление) отходов и маркировку мест временного складирования образующихся отходов в местах образования отходов с учетом их вида, физико-химических свойств, свойств опасности, надежности тары, ресурсных характеристик и др., отраженных в Технологическом регламенте [2].

Места временного складирования отходов покрыты из не разрушаемого и непроницаемого для токсичных веществ материала, так же имеют удобный подъезд автотранспорта для вывоза отходов и защищают массу отходов от воздействия атмосферных осадков и ветра (крышки контейнеров, ограждения и упаковки) [1].

Транспортирование отходов из мест накопления отходов в подразделениях на централизованные объекты накопления организует начальник подразделения. Передача отходов на утилизацию, обезвреживание или размещение в окружающей среде осуществляется только на основании договора с организацией, имеющей лицензию на осуществление деятельности по обращению с отходами [1].

Библиографический список

1. *Инструкция* о порядке обращения с отходами производства и потребления в АО «Уралоргсинтез» О-60. URL: <https://uos.ru/?ysclid=I20r7m75ib> (дата обращения: 10.03.2022).
2. *Проект* нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) АО «Уралоргсинтез» URL: <https://uos.ru/?ysclid=I20r7m75ib> (дата обращения: 10.03.2022).

О.А. Чудинова, Е.А. Дзюба

Пермский государственный национальный
исследовательский университет
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

O.A. Chudinova, E.A. Dziuba

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: chudinovy@yandex.ru

СХЕМА БИОТЕСТИРОВАНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ НА БАЗЕ ЛАБОРАТОРИИ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ПЕРМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

В данной статье рассматривается схема биотестирования нефтезагрязненных почв, основанная на свойствах и специфике нефтяного загрязнения. В качестве тест-объектов в биотестировании почв рассмотрены: *Daphnia magna* (рачки дафнии), *Chlorella vulgaris* (водоросль хлорелла), *Lepidium sativum* (кресс-салат), *Avena sativa* L. (овес), *Lemna minor* (ряска), *Triticum vulgare* (пшеница мягкая), *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), *Picea obovata* (ель). Предложена схема биотестирования загрязненной почвы и почвы, в которую внесены нефтепродукты. Получена схема биотестирования, которая будет использоваться для дальнейшей работы в этом направлении.

Ключевые термины: нефть; нефтепродукты; биотестирование; тест-объект; загрязнение почв.

SCHEME OF BIOTESTING OF OIL-CONTAMINATED SOILS ON THE BASIS OF THE LABORATORY AND NATURE PROTECTION OF PERM STATE UNIVERSITY

This article discusses the scheme of biotesting oil-contaminated soils based on the properties and specifics of oil pollution. As test objects in soil biotesting, the following were considered: *Daphnia magna* (daphnia crustaceans), *Chlorella vulgaris* (chlorella algae), *Lepidium sativum* (watercress), *Avena sativa* L. (oats), *Lemna minor* (duckweed), *Triticum vulgare* (soft wheat), *Pinus sylvestris* (common pine), *Picea obovata* (spruce). The scheme of biotesting of polluted soil and soil in which petroleum products are introduced is proposed. A biotesting scheme has been obtained, which will be used for further work in this direction.

Keywords: oil; oil products; biotesting; test object; soil pollution.

Нефтепродукты широко используются во многих отраслях промышленности и являются одним из наиболее распространенных источников загрязнения окружающей среды. Эти продукты классифицируются по их физико-химическим свойствам, таким как температура кипения, плотность и вязкость [18]. Попадая в почву, нефть оказывает токсическое воздействие на растения и животных, подавляет активность почвенной микробиоты и нарушает баланс почвенных ферментов. В свою очередь до сих пор остаются актуальными вопросы нормирования нефтяного загрязнения [7]. В этой связи остро стоит проблема диагностики токсического влияния нефтяных углеводородов на многоуровневую экосистему почв [10]. В целом при нефтяном загрязнении происходит антропогенная трансформация природной среды [4].

Загрязнение окружающей среды нефтью в первую очередь оценивается путем измерения химических концентраций нефтепродуктов в твердой или водной фазе. Результаты химических анализов нефтяных соединений не соответствуют непосредственно их вредному воздействию на окружающую среду для почвенной флоры и фауны, поскольку взаимодействия между нефтяными соединениями и образованием их метаболитов в почвенных матрицах не измеряются при химических оценках. Такого рода эффекты сложных химических смесей в почве могут быть оценены с помощью биоанализов [18].

При всей важности проведения оценки качества среды на всех уровнях с применением различных подходов приоритетной является биологическая оценка. В различных областях промышленности возникает все большая потребность в проведении разнообразных биологических тестов, связанная с нарастанием экологических проблем [5]. Реакция биоты на загрязнение среды это один из самых объективных маркеров при оценке антропогенной трансформации [1].

Для оценки качества окружающей среды, в том числе почв, широко используются методы биотестирования. Например, при комплексной оценке трансформации среды на территориях месторождений С.А. Бузмаков и др. рекомендуют применение биотестирования [2], используя тест-объекты различных систематических групп.

Биотестирование – это биологический метод, основанный на оценке изменения параметров организмов, популяций и сообществ (например, скорости роста, уровня биомассы, ферментативной активности), которые культивируются в лабораторных условиях и интродуцируются в тестируемую среду [16].

Организмы, применяемые в биотестировании, принято называть тест-организмами или тест-объектами. В качестве тест-организмов могут выступать: микроорганизмы, водоросли, беспозвоночные, позвоночные, в последние годы все больше внимания привлекают высшие растения, поскольку они позволяют получить дополнительно большой объем информации о тестируемой среде. Причем для каждого тест-организма предлагается оценивать разные тест функции [13].

Биологические методы, основанные на ответной реакции живых организмов на негативное воздействие загрязняющих веществ, способны дать достоверную информацию о качестве компонентов окружающей среды, в том числе почв. Часто применяется биотестирование для лабораторного определения токсичности пробы (воды, почвы, донных осадков и др.) для данной культуры организмов. Для экспресс-диагностики состояния, хозяйственной пригодности почв и ее продуктивности широко используют показатели реакции проростков семян тест-растений, которые позволяют быстро оценить фитотоксические свойства почвы [12].

Нефтяное загрязнение оказывает значительное влияние на почвы, именно поэтому важными становятся исследования по токсичности нефтезагрязненных почв. Фитотоксичность почвы – это общий показатель, который может быть использован для характеристики воздействия почвы на высшие растения. Если в почве есть токсичные вещества, они могут повлиять на прорастание семян или развитие растений [3, 19].

Одним из основных критериев токсичности почвы является оценка динамики прорастания семян и количества проросших семян за определенный промежуток времени [19].

Для выявления токсичности почвы и водной среды используются фитотесты, при которых растения способны реагировать на экзогенные химические воздействия, которые фиксируются параметрами прорастания семян, скоростью роста корней и побегов, т.е. выступают индикаторами токсичности почвы [19].

И.С. Захаров [9] предложил структурную схему биотестирования водных сред (рис.1.), эта схема так же является и общей схемой для биотестирования почв.

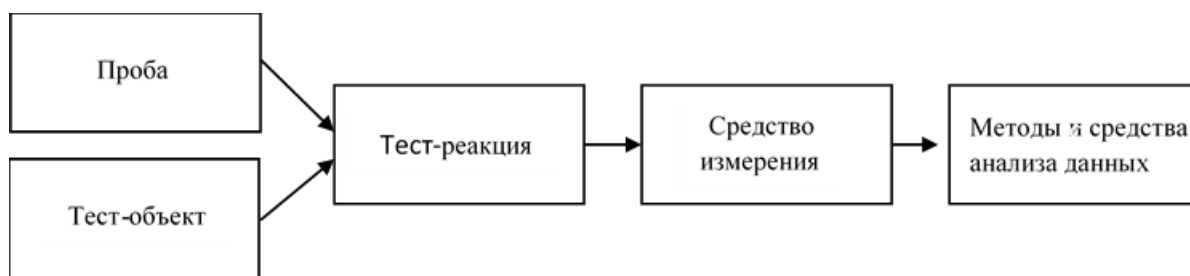


Рис.1. Структурная схема биотестирования [9].

Для биотестирования почв используют либо пробы уже загрязненной почвы, либо в чистую почву добавляют нефтепродукты.

Схема биотестирования состоит из следующих пунктов [8]: выбор тест-объектов, отбор проб, проведение анализов, получение первичных данных и их обработка, проведение геохимического анализа, обобщение результатов биотестирования, заключение о качестве почв.

Выбор тест-объектов. При определении степени токсичности почв методами биотестирования большое значение имеет чувствительность к токсикантам подопытных организмов. Наиболее корректный результат достигается при использовании нескольких тест-объектов из разных систематических групп. В нормативных документах рекомендовано использовать минимум два тест-организма [11].

Для биотестирования почв рекомендуется использовать *Chlorella vulgaris*, *Daphnia magna*, а также высшие растения, т.к. для них почва является естественной средой. Например, для исследования токсичности почв предлагается использовать кресс-салат, овес и пшеницу, так как они обладают повышенной чувствительностью к загрязнению почвы. На кафедре биогеоценологии Пермского государственного университета для биотестирования почв также предлагают ель и сосну. Широко используется для биотестирования нефтезагрязненных почв ряска малая, которая наиболее чувствительна к токсикантам по сравнению с другими видами рясковых.

В данной работе предлагается использовать для загрязненной почвы: *Chlorella vulgaris* (водоросль хлорелла), *Daphnia magna* (рачки дафнии), *Avena sativa* L. (овес), *Lepidium sativum* (кресс-салат), *Lemna minor* (ряска). Для почвы, в которую внесены нефтепродукты: *Chlorella vulgaris* (водоросль хлорелла), *Daphnia magna* (рачки дафнии), *Lepidium sativum* (кресс-салат), *Triticum vulgare* (пшеница мягкая), *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), *Picea obovata* (ель).

Отбор почв. Отбор проб почв, их транспортировка и хранение осуществляют в соответствии со следующими документами [14]:

- ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»;
- ГОСТ 17.4.4.02-84 «Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»;
- ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб»;

Масса пробы должны составлять не менее 1 кг. Пробы необходимо зарегистрировать в журнале регистрации с указанием количества емкостей и номера акта отбора проб.

Почвы просушиваются до воздушно-сухого состояния, перетираются в ступке и перемалываются в аналитической мельнице [8].

Водную вытяжку из почвы для биотестирования готовят в соотношении 1 часть почвы и 4 части дистиллированной воды. Количество почвы должно быть достаточным для получения объема экстракта, необходимого при выполнении всех процедур биотестирования [8].

Проведение анализов. Биотестирование проводится соответственно методикам:

- **Тест-объект *Chlorella vulgaris*.** ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 (ПНД Ф Т 16.1:2:3:3.7-04). Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) [14].

- **Тест-объект *Daphnia magna*.** ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06 (ПНД Ф Т 16.1:2:3:3.9-06). Методика определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia magna* Straus [15].

- **Тест-объект *Avena sativa* L., *Lepidium sativum*, *Triticum vulgare*.** Оценку всхожести семян определяют по ГОСТ 12038-84. ФР.1.39.2006.02264 «Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно-загрязненных почв» [6,17].

- **Тест-объект *Lemna minor*.** Используется методика Цаценко Л.В.

- **Тест-объект *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*.** Используются семена ели и сосны. Оцениваем длину стебля, корня и биомассу.

Для биотестирования чистых почв вносим нефтепродукты разной концентрации. Например, 1, 2, 50, 200 г/кг.

Получение первичных данных и их обработка. После получения первичных данных необходимо провести их корреляционный анализ. Если полученные результаты не вызывают вопросов, то можно обойтись без проведения дополнительных исследований. А если нет однозначности в полученных результатах, то необходимо провести дополнительный анализ почв [8].

Полученные данные заносятся в Microsoft Excel.

Проведение геохимического анализа. Определение актуальной и потенциальной pH на многопараметровом приборе Multi 350i, определение содержания углерода (гумуса) методом титрования, определение валового содержания тяжелых металлов на волнодисперсионном ренгеннофлуоресцентном спектрофотометре «СПЕКТРОСКАН МАКС G», определение валового содержания, содержания подвижных, водорастворимых и кислоторастворимых форм тяжелых металлов на вольтамперметрическом анализаторе Та-Lab, определение содержания сульфатов, нитратов и нитритов на спектрофотометре NachLange [8].

Обобщение результатов биотестирования, заключение о качестве почв. В результате работы мы обобщаем все полученные данные: влияние загрязнителя на тест-объект, корреляционный анализ между результатами биотестирования и геохимическим анализом. В результате нашей работы мы сможем дать заключение о качестве почвы, а также пояснительную записку о возможных влияющих факторах (рис. 2).

В ходе работы с учетом технических возможностей лаборатории экологии и охраны природы были выделены перспективные методики и тест-объекты для биотестирования нефтезагрязненных почв: *Chlorella vulgaris* (водоросль хлорелла), *Daphnia magna* (рачки дафнии), *Avena sativa* L. (овес), *Lepidium sativum* (кресс-салат), *Lemna minor* (ряска). Для почвы, в которую внесены нефтепродукты: *Chlorella vulgaris* (водоросль хлорелла), *Daphnia magna* (рачки дафнии), *Lepidium sativum* (кресс-салат), *Triticum vulgare* (пшеница мягкая), *Pinus sylvestris* (сосна обыкновенная), *Picea obovata* (ель), т.к. они наиболее чувствительны к

токсикантам. Мы составили план биотестирования нефтезагрязненных почв, который будем использовать для дальнейшей работы в этом направлении.

С учетом технических возможностей лаборатории, мы выделил перспективные тест-объекты для биотестирования нефтезагрязненных почв: высшие растения, ракообразные, водоросли. В процессе работы была составлена схема биотестирования нефтезагрязненных почв, которая может быть использована для дальнейшей работы в этой области.

Библиографический список

1. Андреев Д.Н., Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация лесных экосистем по геохимическим и фотосинтетическим параметрам // Антропогенная трансформация природной среды. 2021. Т. 7. № 2. С. 49–57. DOI: 10.17071/2410-8553-2021-2-49-57
2. Бузмаков С.А., Санников П.Ю., Сивков Д.Е., Дзюба Е.А., Хотяновская Ю.В., Егорова Д.О. Разработка геоинформационных систем для управления окружающей средой и экологической безопасностью в районах эксплуатируемых нефтяных месторождений // Антропогенная трансформация природной среды. 2021. Т. 7. № 1. С. 102–127. DOI: 10.17072/2410-8553-2021-1-102-127
3. Бузмаков С.А. Загрязнение почв при углеводородных миграциях в карстовых районах // Антропогенная трансформация природной среды. 2019. № 5. С. 21–30.
4. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. 2012. № 4 (23). С. 46–50.
5. Валиуллина А.М. Биотестирование как метод экологического мониторинга // Научно-практические исследования. 2020. № 8-3(31). С. 32–34.
6. ГОСТ 12038-84 «Методы определения всхожести семян». М., 1985. 57 с
7. Дзюба Е.А. Нормативы допустимого остаточного содержания нефти и продуктов её трансформации в почвах Пермского края и других регионах России // Антропогенная трансформация природной среды. 2019. № 5. С. 31–37.
8. Дзюба Е.А. Рекомендации по применению биотестирования почв при оценке состояния окружающей среды на базе лаборатории экологии и охраны природы ПГНИУ // Антропогенная трансформация природной среды. 2015. № 1. С. 39–46.
9. Захаров И.С., Алешин И.В. Методы и средства микробиотестирования токсичности водных сред // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2015. Т. 8. № 2. С. 75–95.
10. Киреева Н.А., Кабиров Т.Р., Дубовик И.Е. Комплексное биотестирование нефтезагрязненных почв // Теоретическая и прикладная экология, 2007. №1. С.12–17.
11. Маячкина Н.В., Чугунова М.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки // Вестн. Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. Биология. 2009. №1. С. 84–93.
12. Методы диагностики нефтезагрязненных почв / И. А. Дегтярева, И. А. Шайдуллина, А. Я. Давлетшина [и др.] // Нефтяное хозяйство. 2018. № 8. С. 106–109. DOI 10.24887/0028-2448-2018-8-106-109.
13. Олькова А.С. Биотестирование в научно-исследовательской и природоохранной практике России // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134. № 6. С. 614–622.
14. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. М., 2014. 36 с.

15. ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06 (ПНД Ф Т 16.1:2:3:3.9-06). Токсикологические методы. Методика определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia magna* Straus. Красноярск: Изд-во Красноярского государственного университета, 2006. 46 с.
16. Селивановская С.Ю., Галицкая П.Ю. Биологические методы в оценке токсичности отходов и почв. Казань: Казан. ун-т, 2011. 96 с.
17. ФР. 1.39.2006.02264. Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв. СПб., 2009. 22 с.
18. *Comparisons of terrestrial and aquatic bioassays for oil-contaminated soil toxicity* / Vaajasaari Kati; Joutti Anneli; Schultz Eija; Selonen Salla; Westerholm H. // *Journal of Soils and Sediments*. 2002, Vol/ 2, № 4, P. 194–202.
19. *The Usage of Plant Test Systems for the Determination of Phytotoxicity of Contaminated with Petroleum Products Soil* / L. Cherniak, O. Mikhayev, S. Madzhd [et al.] // *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22. № 6. P. 66–71. DOI 10.12911/22998993/137363

УДК 502.753:630*311(1-924.93)

А.А. Алейников

Центр по проблемам экологии
и продуктивности лесов РАН

117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 84/32

A.A. Aleinikov

Center for Ecology and Forest Productivity
of the RAS

117997, Moscow, Trade Union street, 84/32

e-mail: aaacastor@gmail.com

О НЕОБХОДИМОСТИ СОХРАНЕНИЯ НЕНАРУШЕННЫХ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ С УЧАСТИЕМ КЕДРА СИБИРСКОГО (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) В ПЕРМСКОМ КРАЕ

В статье рассматривается кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) – один из важнейших и уязвимых видов деревьев, который в Европейской части России встречается только в Пермском крае и республике Коми. Западная граница современного ареала сформировалась в результате традиционного природопользования. Начиная со второй половины 19 века многими авторами отмечается варварское отношение местного населения, которое вырубало деревья ради сбора орехов. В 20 веке распространение кедра продолжает сокращаться в связи масштабными лесозаготовками и пожарами, при том что естественное возобновление кедра после пожаров и рубок затруднено. В результате, в некоторых лесничествах Пермского края, доля лесов с участием кедра сибирского уже составляет менее 1%. Ненарушенные темнохвойные леса с участием кедра сибирского (более 10%) в составе должны быть выделены в качестве лесов высокой природоохранной ценности.

Ключевые термины: биоразнообразие; рубки; пожары; традиционное природопользование; леса высокой природоохранной ценности; Северный Урал.

THE NEED FOR CONSERVATION OF PRIMARY DARK-CONIFEROUS FORESTS WITH THE SIBERIAN PINE (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) IN THE PERM REGION

This paper addresses the Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) is one of the most vulnerable tree species found in the European part of Russia, only in the Perm Krai and the Komi Republic. The western boundary of the modern range was formed because of traditional land use. Since the second half of the 19th century, many authors have noted the barbaric attitude of the local population, which cut down Siberian pines to collect nuts. In the 20th century, large-scale logging and fires reduced the distribution of Siberian pine, while the natural regeneration of cedar after fires and cutting is difficult. As a result, in some forestry of the Perm Region, the share of forests with Siberian pine is less than 1%. Primary dark-coniferous forests with Siberian pine (with a cedar share of more than 10%) should be preserved as high conservation value forests.

Keywords: biodiversity; logging; forest fires; traditional land use; HCVF; Northern Ural.

К настоящему времени в России накоплен огромный опыт сохранения видового разнообразия. Редкие и исчезающие виды, включённые в Красные книги, становятся неоспоримым аргументом при обосновании мер территориальной охраны. Однако в условиях увеличения масштабов и интенсивности лесозаготовительной деятельности, особенно на ранее неосвоенных территориях, требуется принятие своевременных мер для сохранения и поддержания разнообразия не только отдельных видов, но и экосистем.

В последнее время в Пермском крае активизировалась дискуссия о редких и ценных экосистемах, которые должны быть выделены и сохранены в рамках добровольной лесной сертификации. В результате проведённых работ был составлен предварительный список из 14 типов редких экосистем, которые необходимо сохранять при планировании лесохозяйственной деятельности [14]. Однако уже в следующей публикации [15] некоторые

критерии были пересмотрены на основе анализе лесотаксационных показателей и площади экосистем каждого типа в лесорастительных районах. Самые значительные изменения коснулись лесов с участием кедра сибирского, которые предлагается сохранять только в случае присутствия кедра в составе древостоя более 20%. Подобные решения необходимо принимать не только на основе анализа одномоментных таксационных данных, но и основываясь на экологических и биологических особенностях возобновления этого вида, а также данных о динамике его распространения в прошлом.

Цель работы – обосновать необходимость сохранения ненарушенных темнохвойных лесов с любым участием кедра сибирского. Как известно, кедр сибирский – один из мощных ключевых видов бореальных лесов, доисторический ареал которого занимал большую часть Северной Евразии, но в настоящее время в европейской части России естественные популяции кедра сохранились только в республике Коми и Пермском крае [8, 3]. Причём, если в республике Коми этот вид занесён в региональную Красную книгу [7], то в Пермском крае охранного статуса не имеет, несмотря на то, что в обоих субъектах вид находится на границе своего ареала, и он очень уязвим (рис.).

Следует отметить, что кедр – один из хозяйственно-ценных видов деревьев, традиционное использование которого исчисляется столетиями. Главная ценность кедра заключается в его орехах, имеющих высокие пищевые и вкусовые качества. В этнографической литературе накоплено очень много данных по использованию кедровых орехов в разных хозяйственных культурах Урала и Сибири [4, 12]. В середине XIX века в Печорском крае сбор орехов достигал 24 тонны в год, в том числе для экспорта на зарубежные рынки [16]. Путешественники по Северному Уралу описывали не только важное значение кедрового промысла для местного населения, но и варварское отношение к нему. Для получения 1 пуда орехов нужно было собрать 800-1000 шишек и для этого рубили наиболее урожайные деревья. В отдельные годы население вырубало тысячи деревьев [11]. В 1868–1883 годы выходили публикации в архангельских и пермских губернских газетах о необходимости сохранности кедров из-за их уничтожения во время сбора шишек [13]. Имеются многочисленные сведения исследователей середины XIX века на существование кедрового промысла и использования кедровой древесины там, где теперь изредка встречаются единичные особи этого вида. Ф. П. Кеппен [6] был уверен, что исчезновение кедра и сужение его ареала в европейской части России вызвано не изменениями климата, а беспощадной вырубкой.

Сокращение ареала продолжилось в XX веке [9, 13]. По мнению Л. И. Крестьяшина [9] «...Западная граница ареала кедра уже в течение многих десятилетий отступает на восток...». Этому способствовало бурное развитие лесной промышленности и освоение лесов на Урале, что привело к массовой смене темнохвойных лесов с участием кедра сибирского мелколиственными. Исследования возобновления кедра на вырубках показало, что даже несмотря на запрет рубки деревьев кедра, сплошные концентрированные рубки, проводимые без заботы о сохранении подроста, сопровождались исчезновением кедра на больших площадях. Причём оставшиеся на вырубках семенные группы и отдельные взрослые деревья кедра не обеспечивали его восстановления [8]. В Березниковском лесхозе Пермской области были обследованы все рубки возрастом от 1 до 10 лет, на которых имелись хотя бы единичные экземпляры кедра. Оказалось, что все молодые кедр – подрост предварительной генерации, появившегося под пологом древостоя за 1–7 лет до рубки и сохранившегося на лесосеках зимних лесозаготовок. Случаи возобновления кедра на лесосеках после рубки не обнаружены [9].

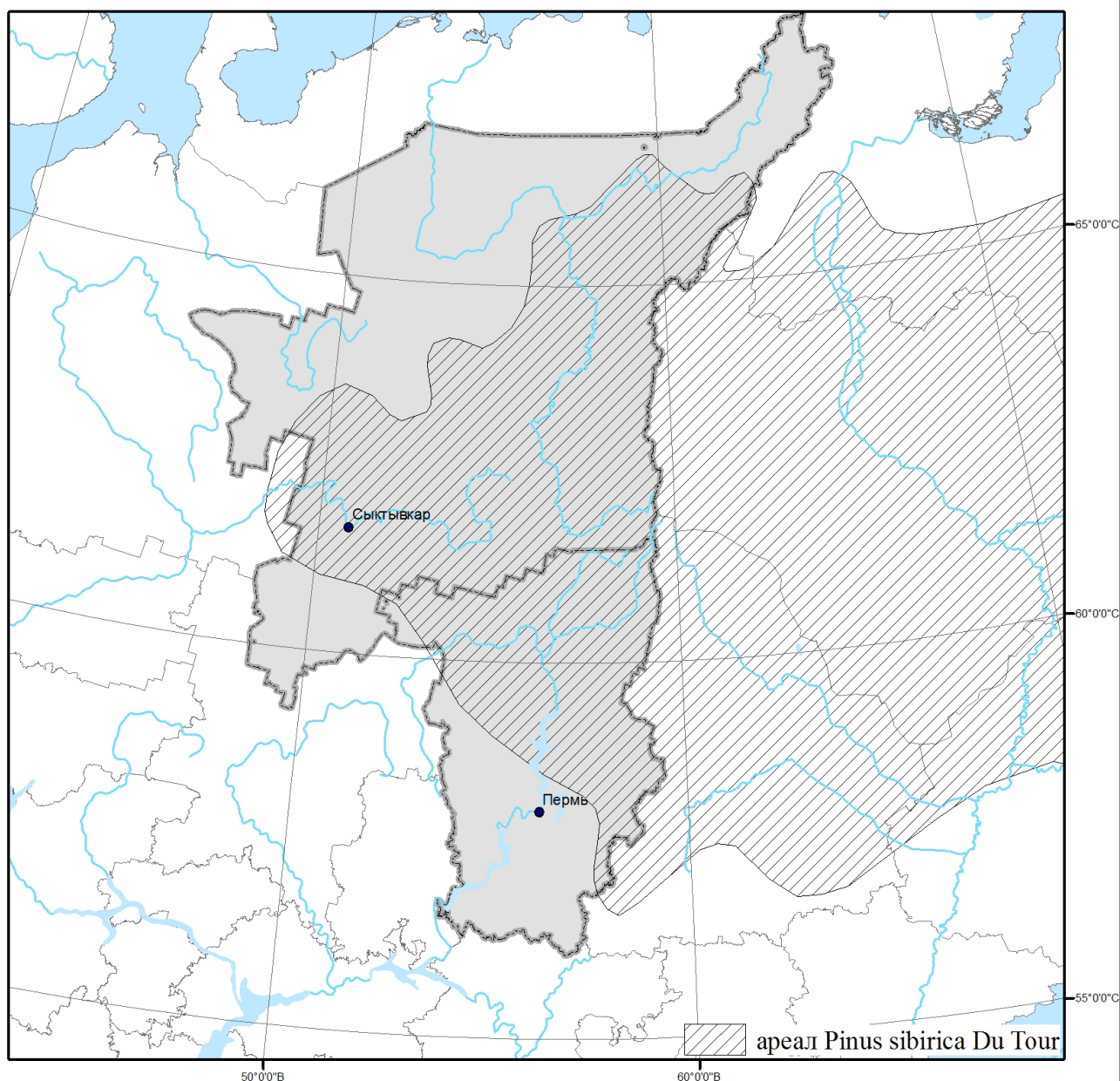


Рис. Ареал кедр сибирского в европейской части России [2].

Ещё один важный неконтролируемый фактор, влияющий на распространение кедр, — лесные пожары. Кедр намного легче повреждается пожарами, чем сосна обыкновенная, поэтому даже небольшой пожар способен уничтожить подрост и молодые генеративные деревья. Даже в случае сохранности генеративных деревьев, процесс возобновления кедр занимает много десятков лет. Исследования гари 1934 года в Печоро-Илычском заповеднике показали, что спустя 80 лет после пожара, приведшего к смене темнохвойных лесов мелколиственными, ценопопуляция кедр не восстановилась: на площади размером 10 га было обнаружено только 75 особей, среди которых основную долю занимали поздние имматурные и ранние виргинильные растения. Для формирования полноценной устойчивой ценопопуляции кедр сибирского необходимо не менее 200 беспожарных лет [10].

Анализ таксационных показателей, приведённый в работе Овеснова С. А. с коллегами [15], только подтверждает катастрофическую ситуация с современным распространением кедр сибирского в Пермском крае. Несмотря на то, что обсуждаемые в работе лесничества

расположены в пределах ареала вида, леса с участием кедра практически исчезли из уже сильноосвоенных лесов Гайнского (доля лесов с участием кедра от 2 единиц в составе древостоя всего 0,003% площади лесничества), Кочевского (0,638%), Юрлинского (1,548%) и Соликамского лесничеств (1,679%). Чуть больше лесов с участием кедра в Чердынском лесничестве (3,680%). Ещё больше кедров пока что сохраняется в Вайском и Красновишерском лесничествах. Однако необходимо понимать, что кедр сохранился не за счёт лесовосстановительных мероприятий и естественного возобновления после пожаров и рубок, а благодаря сохранности фрагментов ненарушенных темнохвойных лесов, которые в республике Коми признаны Объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО, а в Пермском крае – активно вырубаются.

Возможно ли совмещение лесозаготовительной деятельности и сохранение популяции кедров сибирского? По мнению Л. И. Крестьяшина [9] все участки с кедром должны быть взяты на особый учёт и все лесохозяйственные мероприятия должны быть направлены на сохранение и улучшение роста кедровых деревьев. Исследования возобновления кедров в ненарушенном темнохвойном лесу [5] показали, что для успешного роста имматурных и виргинильных растений необходима сложная микросайтная структура, наличие темнохвойных деревьев разного возраста и, самое главное, спонтанное существование сообщества в течение нескольких сотен лет, что в случае даже “одноразового” лесохозяйственного освоения обеспечить невозможно.

Таким образом, анализ исторической литературы показал, что, начиная со второй половины XIX века учёные и общественные деятели уже были обеспокоены сокращением кедров сибирского в лесах Вологодской и Пермской губерний (современные территории республики Коми и Пермского края). К настоящему времени кедр сохранился, в основном, в ненарушенных темнохвойных лесах. Небольшая часть таких лесов сохраняется в заповеднике “Вишерский”, часть уже безвозвратно утрачена в результате рубок и пожаров, а часть лесов остаётся эксплуатационной и вовлекается в лесохозяйственную деятельность. Для сохранения естественных популяций кедров сибирского в европейской части России крайне необходима разработка единых подходов для его охраны и защиты в республике Коми и Пермском крае. Необходимо проанализировать эффективность уже существующих методов (запрет на рубку в случае если кедр в составе древостоя более 30%, оставление семенных деревьев, ключевых биотопов и т.д.). До разработки современных и эффективных мер, руководствуясь принципом предосторожности, необходимо исключить из лесохозяйственного освоения участки ненарушенных темнохвойных лесов с кедром в составе древостоя более 10%. В лесничествах, где на долю таких лесов приходится менее 1%, то такие сообщества следует считать уникальными или исчезающими; от 1 до 5% – редкими. Наличие взрослых (более 300 лет) и толстых (диаметр на высоте груди от 60 до 100 см) деревьев кедров сибирского в условиях Северного Урала, – маркёр ненарушенных темнохвойных лесов [1]. Вырубка таких лесов неизбежно приведёт не только к сокращению распространения кедров сибирского и связанных с ним консортов, но и к утрате уникальных лесов, которые уже никогда не будут восстановлены.

Исследование выполнено в рамках госзадания ЦЭПЛ РАН (№ 121121600118-8)

Библиографический список

1. Алейников А.А. Историко-географические причины сохранности ненарушенных темнохвойных лесов Северного Урала // Лесоведение. 2021. №. 6. С. 593–608. DOI: 10.31857/S0024114821060036
2. Ареалы деревьев и кустарников СССР / под ред. С.Я. Соколова, О.А. Связевой, В.А. Кубли. Т. 1. Л.: Наука, 1977. 164 с.

3. *Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность*. Отв. ред. О. В. Смирнова. М.: Наука, 2004. Кн. 1. 479 с.
4. *Дунин-Горкавич А.А.* Тобольский Север: очерки географические и этнографические. В 3 т. СПб.; Тобольск: 1904. Т. 1. 281 с.
5. *Ефименко А.С., Алейников А.А.* Роль микросайтов в естественном возобновлении деревьев в темнохвойных высокотравных лесах Северного Предуралья // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2019. №. 2. С. 204–214. DOI: 10.1134/S000233291902005X
6. *Кеппен Ф.П.* Географическое распространение хвойных деревьев в Европейской России и на Кавказе // Записки Императорской академии наук. 1885. Т. 50. №. 4. 634 с.
7. *Красная книга республики Коми*. Сыктывкар: Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2009. 791 с.
8. *Крестьянин Л.И.* О возобновлении кедра сибирского в Пермской области // Кедр сибирский на европейском севере СССР. Л.: Наука. 1972. С. 76–80.
9. *Крестьянин Л.И.* О причинах, препятствующих возобновлению и распространению кедра сибирского в Западном Приуралье // Леса Урала и хозяйство в них. 1970. №. 8. С. 87–89.
10. *Лазников А.А., Алейников А.А.* Характеристика ценопопуляции кедра сибирского спустя 80 лет после катастрофического пожара / Научные основы устойчивого управления лесами: Материалы II Всероссийской научной конференции (с международным участием). М.: ЦЭПЛ РАН, 2016. С. 46–47.
11. *Латкин В.Н.* Дневник Василия Николаевича Латкина во время путешествия на Печору в 1840 и 1843 годах // Записки Императорского русского географического общества. СПб. 1853. Т. 7. 143 с.
12. *Милованович Д.А.* Леса Печорского края. Рукопись. 1928. 483 с.
13. *Непомилуева Н.И.* Кедр сибирский на северо-востоке Европейской части СССР. Л.: Наука, 1974. 184 с.
14. *Овеснов С.А., Ефимик Е.Г., Санников П.Ю.* Предварительный список редких лесных экосистем Пермского края // Устойчивое лесопользование. 2020. №. 4. С. 30–38. DOI: 10.47364/2308-541X_2020_63_4_30
15. *Овеснов С.А., Ефимик Е.Г., Rogozin M.B.* Редкие лесные экосистемы Пермского края. Анализ таксационных показателей // Устойчивое лесопользование. 2021. № 3. С. 10–14. DOI: 10.47364/2308-541X_2021_67_3_10
16. *Отчет Комиссии по исследованию Печорского края*. Архангельск: Губ. тип., 1867. 183 с.

**С.Ю. Бердинских¹, В.С. Боталов¹,
А.В. Романов², А.Г. Зайцев²**

¹Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

²Пермский государственный аграрно-техно-
логический университет им. Д.Н. Пряниш-
никова,
614990, Россия, Пермский край, г. Пермь,
ул. Петropавловская, д. 23

**S.Y. Berdinskikh¹, V.S. Botalov¹,
A.V. Romanov², A.G. Zaitsev²**

¹Perm State University, y, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

²Perm State Agro-Technological University
named after Academician D.N. Pryanishnikov
614990, Perm, Petropavlovskaya street, 23

e-mail: swetlana4586@yandex.ru

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕГО СЛОЯ ГРУНТА НА УГОЛЬНЫХ ТЕРРИКОНАХ И ВЛИЯНИЕ ГЛИНОВАНИЯ НА ИХ ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАЩИВАНИЕ (НА ПРИМЕРЕ КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА)

Рассматриваются особенности агрохимических свойств верхнего слоя угольных отвалов Кизеловского угольного бассейна, проходящих стадию естественного зарастивания. Объектами изучения выбраны терриконы шахт «Имени 40 лет Октября» и «Имени Калинина». На терриконе шахты «Имени 40 лет Октября» исследовались грунты на участке, предназначенном для рекультивации методом глинования с последующим залужением, на терриконе шахты «Имени Калинина» исследования проводились по всему профилю террикона, сформированного методом отсыпки с образованием естественного уклона. Установлено, что в верхнем слое угольных отвалов наблюдается повышенное содержание органического вещества (субстраты можно отнести к категориям от высокогумусных к перегнойным), в то время как используемая для рекультивационных работ глина имеет низкое содержание органического вещества (низкогумусная почва). Характерна высокая кислотность среды и крайне низкое содержание доступных форм фосфора, что не мешает естественному зарастанию отвала шахты «Имени Калинина» березой. Слой глины, размещаемый на поверхности угольного отвала, также имеет сильноокислую реакцию среды, но более богат доступными формами фосфора и калия. Несмотря на общераспространенное мнение об успешности залужения таких глиняных субстратов при рекультивации, в условиях Губахинского района наблюдается смыв семян многолетних трав, даже на выположенных элементах рельефа. Отмечено положительное влияние глинования на появление самосева березы, превышающее процесс зарастания поверхности угольного отвала без глинистого грунта.

Ключевые термины: угольный отвал; агрохимические свойства; глинование; естественное зарастание.

AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE TOP LAYER OF SOIL ON COAL HEAPS AND THE EF- FECT OF CLAY FORMATION ON THEIR NATURAL OVERGROWTH (ON THE EXAMPLE OF THE KIZELOVSKY COAL BASIN)

The article is devoted to the study of the features of agrochemical properties of the upper layer of coal dumps of the Kizelovsky coal basin undergoing the stage of natural overgrowth. The objects of the study are the waste heaps of the mines «Named after 40 years of October» and «Named after Kalinin». Areas covered with a layer of clay and uncoated with clay were studied on the waste heaps of the mine «Named after 40 years of October». On the waste heaps of the mine «Named after Kalinin» studies were carried out on the entire profile of the waste heaps. In the upper layer of coal dumps, there is an increased content of organic matter. Substrates can be categorized from hyperhumus to humous soil. The clay used in reclamation has a low content of organic matter (oligohumous soil). The soil formed by coal rock is characterized by high acidity of the medium and extremely low content of available forms of phosphorus. Despite this, the natural overgrowth of the slope of the dump of the mine «Named after Kalinin» with birch was noted. The clay layer

placed on the surface of the coal dump also has a strongly acidic reaction of the medium, but is richer in available forms of phosphorus and potassium. Despite the widespread opinion about the success of tinning such clay substrates during recultivation, in the conditions of the Gubakhinsky district, the washing of seeds of perennial grasses is observed, even on the exposed elements of the relief. Addition of clay allows a large number of birch plants to appear, unlike the unprepared surface of a coal dump.

Keywords: coal dump; agrochemical properties; addition of clay; natural overgrowth.

Актуальность. Процесс лесоразведения является актуальным на непокрытых лесом площадях, в том числе и на техногенных отвалах горных пород. Вместе с тем грунты породных отвалов, как правило, в большей части сильнокислые, крупнощебнистые и не содержат в себе органического вещества. Поэтому при рекультивации отвалов проводят технический этап рекультивации, включающий в себя известкование (внесение извести) с последующим нанесением слоя глины (глинование), но данные мероприятия требуют дополнительных затрат и не всегда их оправдывают.

Кизеловский каменноугольный бассейн (КУБ, Кизелбасс) находится на западном склоне Уральских гор, в восточной части Пермского края. Общая площадь бассейна составляет 1500 км² [1]. Территория каменноугольного бассейна вытянута с севера на юг. Г.И. Махонин и Т.С. Чибрик одними из первых начинали изучать вопросы рекультивации отвалов пустых пород на территории Кизеловского угольного бассейна [6]. В своей работе они дали агрохимическую и геоботаническую характеристику отвалов. На момент исследования отвалы не зарастали. Наиболее подробно вопросами рекультивации отвалов Кизелбасса стали заниматься с момента ликвидации шахт (с конца 90-х годов прошлого столетия и по настоящее время). В большей части изучением проблем КУБа занимались ученые Пермского государственного национального исследовательского университета [2, 5]. Были изучены свойства образующихся на угольных отвалах Кизелбасса молодых примитивных почв (эмбриоземов) [4]. Изучение эмбриоземов проводились на примере отвалов шахт «Центральная» (№ 15), «1 Мая» и «Крупской», расположенных на территории городского округа Губаха Пермского края. Установлено, что в профиле эмбриоземов морфологически заметны только органогенные и гумусовые горизонты. На начальных этапах почвообразования эмбриоземы характеризуются сильнокислой реакцией раствора [4].

Объектами исследования являются терриконы, сформированные при добыче угля в шахтах «имени 40 лет Октября» (1,5 км западнее поселка Шумихинский в Гремячинском городском округе Пермского края) и «имени Калинина» (северная часть города Губаха). Год начала разработки шахты «имени 40 лет Октября» – 1959, год закрытия – 2000. Общая площадь отвала составляет 26 га [3]. Шахта «имени Калинина» началась разрабатываться в начале 20 века, закрыта в 1957 году. В 2018 году в западной части отвала шахты «имени 40 лет Октября» был проведен технический этап рекультивации: поверхность отвала была выровнена бульдозером, а также проведен биологический этап рекультивации – глинование с последующим посевом злаковых трав [7]. Угольный отвал шахты «имени Калинина» был оставлен под естественное зарастание.

Целью исследования являлась оценка пригодности поверхностного слоя угольных отвалов для процессов естественного зарастания лесообразующими породами, в том числе, после рекультивации в условиях Кизеловского угольного бассейна. *Основная задача* исследования: провести агрохимический анализ поверхностного слоя угольных отвалов, а также слоя глины, использованной при рекультивации.

Отбор проб грунта осуществлялся на глубину до 20 см на поверхности угольных отвалов; на глиняном слое – до 15 см (толщина стоя). На отвалах шахты «имени Калинина» пробы

грунта отбирались по 6 пробным площадям (где определялось и естественное возобновление), 3 пробные площади закладывались на участке рекультивации, 3 – на участке без рекультивации, но после выравнивания поверхности бульдозером, на которых, по сути, были созданы новые условия для естественного зарастивания.

На отвале шахты «имени Калинина» отбор почвенных образцов проводился по профилю отвала на протяжении 30 м ширины склона, образованного в результате отсыпки переработанной горной породы. Было выделено 6 позиций, обозначенных на рисунке буквами А–Е. Позиция А относилась к той части склона, где отсыпка горной породы не производилась (там произрастали березы возрастом более 60 лет); позиция Б – верхнее плато террикона, с экземплярами молодого поколения берез; позиция В – бровка террикона (также с редкими экземплярами берез); позиция Г – верхняя часть террикона без естественного возобновления; позиция Д – нижняя половина склона террикона, успешно заполняемая подростом берез; позиция Е – самая нижняя часть террикона, засыпанная слоем горной породы не более 10 см. На агрохимический анализ отбирались образцы почвы по позициям Б–Е.

Результаты агрохимического обследования поверхностного слоя угольного отвала после планировки и после рекультивации (глинование), проведенные на терриконе шахты «имени 40 лет Октября», представлены в таблице 1. Агрохимические показатели поверхностного слоя террикона, принадлежащего шахте «имени Калинина» приведены в таблице 2.

Следует отметить главную особенность поверхностного слоя угольных отвалов – очень высокое содержание органического вещества по отвалам обеих шахт, а также содержание общего азота. Причем на терриконе шахты «имени Калинина», не подвергнувшись различным перемещениям пород, доля органического вещества выше, чем на отвале шахты «имени 40 лет Октября», где поверхность была разровнена бульдозерами в 2018 году.

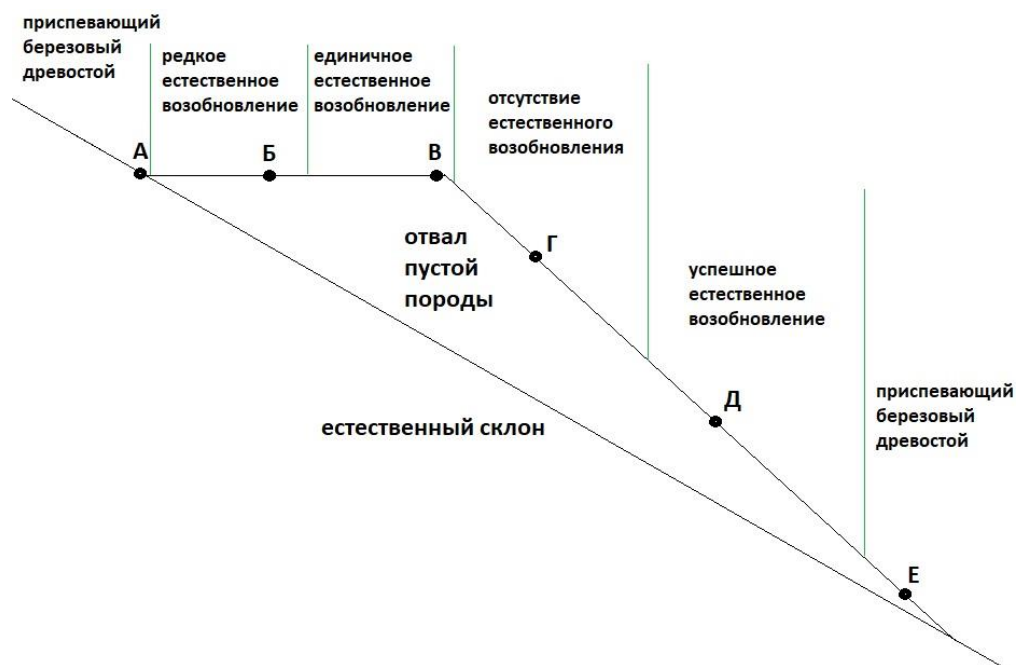


Рисунок. Размещение участков отбора почвенных образцов на склоне террикона

Слой глины, нанесенный при рекультивации на терриконе шахты «имени 40 лет Октября» имел низкое содержание органического вещества, что в конечном итоге не позволило развиваться мощной дернине высеянных трав и привело к смыву части этого слоя вместе с травянистыми растениями. Поверхность угольного отвала имеет очень сильно кислую реакцию

почвенной среды. Отсыпка глинистого слоя на угольную поверхность с предварительным известкованием последнего привела к тому, что кислотность поверхности после рекультивации стала иметь показатели «сильно кислой» реакции почвенной среды. Также данным мероприятием было повышено содержание подвижных соединений фосфора и калия по сравнению с участком отвала, просто выровненного бульдозером.

Таблица 1

Агрохимические показатели поверхностного слоя эмбриоземов шахты «имени 40 лет Октября»

Место отбора проб	pH водной вытяжки	pH солевой вытяжки	Органическое вещество, (%)	Подвижные соединения фосфора, P_2O_5 , (млн ⁻¹)	Подвижные соединения калия, K_2O , (млн ⁻¹)	Общий азот, (%)
ПП № 1 (глинование)	4,4	3,3	2,89	53	95	0,055
ПП № 2 (глинование)	4,2	3,3	3,54	43	93	0,055
ПП № 3 (глинование)	4,0	3,2	2,25	69	93	0,043
ПП № 4 (отвал)	3,4	2,7	9,90	менее 25	47	0,096
ПП № 5 (отвал)	3,3	2,5	11,90	менее 25	30	0,200
ПП № 6 (отвал)	3,4	2,6	15,20	менее 25	40	0,180

Таблица 2

Агрохимические показатели поверхностного слоя эмбриоземов шахты «имени Калинина»

Место отбора проб	pH водной вытяжки	pH солевой вытяжки	Органическое вещество, (%)	Подвижные соединения фосфора, P_2O_5 , (млн ⁻¹)	Подвижные соединения калия, K_2O , (млн ⁻¹)	Общий азот, (%)
позиция Б	3,8	2,8	15,5	менее 25	50	0,12
позиция В	3,6	2,7	29,0	менее 25	15	0,24
позиция Г	4,2	2,9	23,0	менее 25	100	0,20
позиция Д	4,0	2,7	26,0	менее 25	100	0,31
позиция Е	4,2	3,2	20,0	менее 25	110	0,22

Изучение угольного отвала, не подвергавшегося процессам рекультивации (шахта «имени Калинина»), показало характерное перераспределение подвижных форм калия по профилю склона, вызванного стоком и просачиванием воды. Так, на бровке террикона (позиция В) наблюдается минимальное содержание подвижных форм калия, тогда как на самом склоне отмечено увеличение содержания данного элемента до уровня «среднее» (по методу Кирсанова).

Вывод. Обследование терриконов, сформированных отсыпкой переработанной угольной горной породы, показывает возможность их естественного зарастания лесобразующими породами, так как агрохимическая характеристика поверхностного слоя благоприятствует такому процессу. Так как при этом, со временем, грунты отвалов накапливают органическое вещество и соединения азота, повышая плодородие. Работы же по перемещению верхнего слоя грунта (планировка, выравнивание, террасирование), проводимые в рамках технического этапа рекультивации, приводят к уничтожению образующихся на отвалах молодых примитивных почв (так называемых эмбриоземов). Слабым местом мероприятия по естественному зарастанию склонов угольных отвалов является низкое содержание подвижных форм фосфора и смыв семян лесобразующих древесных пород с верхних частей этих склонов.

Библиографический список

1. *Атлас Пермского края* / под общ. ред. А.М. Тартаковского. Пермь: ПГНИУ, 2012. 124 с.
2. *Березина О.А., Максимович Н.Г., Сединин А.М.* Комплексный подход к решению экологических проблем ликвидированного Кизеловского угольного бассейна // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: мат. XVII Междунар. науч.-практ. конф. проводимой в рамках Программы модернизации общественного сознания «Ориентация на будущее: духовное возрождение» (г. Актау, 17–20 сентября 2018 г.). Актау: КГУТИ, 2018. С. 119–122.
3. *Геоэкологическая* геоинформационная система Кизеловского угольного бассейна. Базовая карта. URL: <http://kub.maps.psu.ru> (дата обращения: 25.02.2022).
4. *Каракульева А.А., Кондратьева М.А.* Свойства эмбриоземов угольных отвалов Кизеловского бассейна // Антропогенная трансформация природной среды. 2018. № 4. С. 156–159.
5. *Максимович Н.Г., Черемных Н.В., Хайрулина Е.А.* Экологические последствия ликвидации Кизеловского угольного бассейна // Географический вестник. 2006. № 2. С. 128–134.
6. *Махонина Г.И., Чибрик Т.С.* Агрохимическая и геоботаническая характеристика терриконов угольных шахт Урала // Растения и промышленная среда. 1978. Вып. 5. С. 93–125.
7. *Проектная документация «Демонтаж вентиляционного ствола и рекультивация породных отвалов ш/у «Усьва 1–2» штольни бис»* ОАО «Кизелуголь (шахта им. 40 лет Октября)». Том 1 «Пояснительная записка». ООО «Экостройпроект». 2016. URL: <https://synapse-net.ru/zakupki/fz44/0173100008317000182%231--permskij-kraj-vipolnenie-rabot-po-realizacii-proektnoj?ysclid=l20vemc5kz> (дата обращения: 25.02.2022).

С.Ю. Бердинских¹, В.С. Боталов¹, Д.С. Поморцева¹, А.В. Романов², А.Г. Зайцев²

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

²Пермский государственный аграрно-технологический университет им. Д.Н.Прянишникова

614990, Россия, Пермский край, г. Пермь, ул.

Петропавловская, д. 23

S.Y. Berdinskikh¹, V.S. Botalov¹, D.S. Pomortseva¹, A.V. Romanov², A.G. Zaitsev²

¹Perm State University, 614068, Perm, street Bukireva, 15

²Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov
614990, Perm, Petropavlovskaya street, 23

e-mail: swetlana4586@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Исследования окружающей среды для экологической оценки, выявления отклонений, а также для дальнейшего решения обнаруженных проблем являются актуальными. Одним из методов выступает оценка состояния живых организмов по стабильному развитию с уровнем флуктуирующей асимметрии различных морфологических структур. Используемый подход позволяет выявить отклонения от нормы (асимметрию), полученные в процессе развития листовой пластины растения под влиянием антропогенных факторов, в результате чего можно дать оценку состояния рассматриваемого организма и окружающей его среды в целом. В ходе анализа основным источником и фактором загрязнения, влияющим на изменения среды взята горнодобывающая промышленность (Кизеловский угольный бассейн). Объектом исследования являются естественные насаждения березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.). Предметом исследования – симметрия листовой пластинки берез. По отобранным элементам произведены замеры и расчет интегрального показателя по методике В.М.Захарова. Для оценки качества среды использовалась пятибалльная шкала степени нарушения стабильности развития по величине флуктуирующей асимметрии листа.

Ключевые термины: флуктуирующая асимметрия; береза пушистая; оценка качества окружающей среды; Кизеловский угольный бассейн.

APPLICATION OF INDICATORS OF FLUCTUATING ASYMMETRY OF THE BIRCH DOWNY (*BETULA PUBESCENS* EHRH.) TO ASSESS THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT ON THE TERRITORY OF THE KIZEL COAL BASIN

Environmental studies for environmental assessment, identification of deviations, as well as for further solution of the detected problems are relevant. One of the methods is the assessment of the state of living organisms by stable development with the level of fluctuating asymmetry of various morphological structures. The approach used makes it possible to identify deviations from the norm (asymmetry) obtained during the development of the leaf plate of the plant under the influence of anthropogenic factors, as a result of which it is possible to assess the state of the organism in question and its environment as a whole. During the analysis, the main source and factor of pollution affecting environmental changes is the mining industry (Kizel coal basin). The object of the study is the natural plantations of birch downy (*Betula pubescens* Ehrh.). The subject of the study is the symmetry of the leaf plate of birches. For the selected elements, measurements and calculation of the integral indicator were made according to the method of V.M. Zakharov. To assess the quality of the environment, a five-point scale of the degree of disturbance of developmental stability was used according to the magnitude of the fluctuating asymmetry.

Keywords: fluctuating asymmetry; birch downy *Betula pubescens* Ehrh.; environmental quality assessment; the Kizel coal basin.

Актуальность исследования. Освоение угольных месторождений определяет неизбежную трансформацию естественных ландшафтов. Жизненное состояние лесонасаждений является интегральным показателем экологических условий угледобывающего района. При изучении воздействия горнодобывающих работ на лесные экосистемы установлено, что зона влияния на леса распространяется за пределы горного отвода на значительные расстояния, а деградиационные процессы продолжаются и после прекращения горных работ. Горнодобывающие работы приводят к частичной или полной деградации естественных лесных экосистем как в границах горного отвода, так и на прилегающих территориях. Воздействие угледобычи на элементы биосферы продолжается и после закрытия шахт, а в ряде случаев оно проявляется с ещё более негативными последствиями.

Загрязнение почв и воздуха в районах добычи полезных ископаемых относится к весьма распространённому типу негативного антропогенного воздействия. Ключевым элементом в цепи экологических последствий такого загрязнения является уменьшение продуктивности растительного покрова на загрязнённом участке. Извлечение горных пород на поверхность из зоны горного давления и кислородного дефицита сопровождается активизацией таких процессов, как физическое выветривание, окисление, растворение, гидролиз, гидратация и др. Это обуславливает возникновение растворимых и нерастворимых продуктов, негативно влияющих на окружающую среду. Одним из источников загрязнения окружающей среды являются твердые отходы – отвалы, образующиеся при добыче и переработке угля [4, 5].

Оценка качества природной среды является неотъемлемой частью исследований, целями которых выступают природопользование, экологическая безопасность и охрана природы. На сегодня актуальна проверка и оценка качества природной среды в основном для выявления проблем, связанных с антропогенным воздействием. После того, как выявлены какие-либо отклонения и дана оценка, есть возможность разработать программу рекомендуемых мероприятий для улучшения состояния компонентов, рассматриваемой среды. Достаточно часто в ходе исследований специалисты используют методы биоиндикации. Такие методы востребованы, потому что позволяют судить о качестве среды по состоянию отдельных компонентов сообщества [1].

Одним из перспективных биоиндикационных методов является оценка состояния живых организмов по стабильности развития, характеризующейся уровнем флуктуирующей асимметрии морфологических структур. Флуктуирующая асимметрия (ФА) представляет собой незначительные ненаправленные различия между правой и левой сторонами и является результатом развития аномалий в ходе онтогенеза. Среди многих видов, удовлетворяющих условиям, предъявляемым к выбору биоиндикаторов, относится берёза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.). Учеными проводились исследования на территории Карабашского городского округа, г. Бийска и др. на березе повислой (*Betula pendula* Roth.) [2, 3, 8-10].

Цель работы: оценка экологического состояния среды в окрестностях Кизеловского угольного бассейна методом флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.).

Материалы и методика исследования: Кизеловский угольный бассейн (КУБ), расположенный в Пермском крае, является классическим примером того, как угледобывающие предприятия и после своего закрытия (обостряют экологические проблемы. При ликвидации шахтного водоотлива на ряде шахт происходит, излив шахтных вод на земную поверхность. Кизеловский угольный бассейн (КУБ) расположен на западном склоне Среднего Урала, в пределах

Пермского края. В административном отношении бассейн находится в пределах Кизеловского, Гремячинского и Чусовского муниципальных районов и Губахинского городского округа Пермского края. В виде узкой полосы шириной до 25 км, он протягивается на 150 км вдоль западного склона Урала от г. Александровска (на севере) до г. Лысьвы (на юге). Площадь бассейна около 1500-2000 км². На территории этого бассейна происходит интенсивное загрязнение окружающей среды. Негативное влияние КУБа на территорию Пермского края распространяется значительно дальше границ бассейна [6].

Объектом исследования для определения степени нарушения стабильности развития и антропогенного влияния на окружающую среду выбрана береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.). Исследования и сбор материала проводились в августе 2021 года на отвалах шахты «имени 40 лет Октября», а также на лесосеке с естественным возобновлением березой на расстоянии 6 км от отвалов. Сбор материала для исследований (листовые пластинки березы пушистая производили после завершения роста листьев. Каждая выборка состояла из 300 листьев (по 300 листьев с одного дерева, по 100 листьев с каждой части кроны – нижняя, средняя, верхняя), которые были взяты равномерно с кроны, высота деревьев 2-2,5 м. Собирали листовые пластинки средних размеров, который после сбора хранились в 60% растворе этилового спирта.

Методика определения стабильности развития *Betula pubescens* Ehrh. по величине флуктуирующей асимметрии листовых пластинок основана на системе промеров листа [4, 8]. Для этого на каждой листовой пластинке выполнялось по 5 измерений с левой и правой стороны листа. Исследованы 5 билатеральных признаков (рисунок):

- 1 – ширина левой и правой половинок листа;
- 2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа;
- 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;
- 4 – расстояние между концами этих же жилок;
- 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

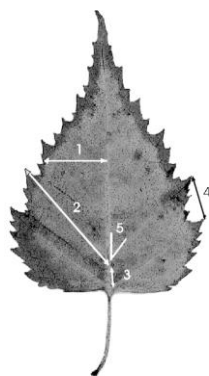


Рисунок. Схема морфологических признаков, использованных для оценки стабильности развития березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.).

Расчет интегрального показателя производили по методике В.М. Захарова [4]. Для каждого промеренного листа вычисляли относительные величины асимметрии для каждого признака, для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делили на сумму этих промеров: $(L-R)/(L+R)$. Затем вычисляли показатель асимметрии для каждого листа, для этого суммировали значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делили на

число признаков. И в итоге вычисляли интегральный показатель стабильности развития – величину среднего относительного различия между сторонами на признак, для этого вычисляли среднюю арифметическую всех величин асимметрии. Все расчеты производились с помощью программы Microsoft Office Excel. Для оценки качества среды использовали пятибалльную шкалу степени нарушения стабильности развития березы пушистой. Значения интегрального показателя асимметрии, соответствующие первому баллу, обычно наблюдаются в выборках растений из благоприятных условий произрастания, например, в природных заповедниках. Пятый балл – критическое значение (такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растение находится в сильно угнетенном состоянии) [4].

В результате исследований было отобрано 10 деревьев на отвале шахты «имени 40 лет Октября» и 5 деревьев на лесосеке Губахинского лесничества в 6 км от отвала. Показатели представлены в таблице.

Таблица

Показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы пушистой

Номер дерева	Показатели	Часть кроны			Среднее
		нижняя	средняя	верхняя	
Отвал (ПП1)					
1	Величина асимметрии в выборке	0,053	0,052	0,054	0,053
	Балл стабильности	IV	IV	IV	IV
2	Величина асимметрии в выборке	0,062	0,060	0,061	0,061
	Балл стабильности	V	V	V	V
3	Величина асимметрии в выборке	0,049	0,055	0,053	0,052
	Балл стабильности	III	V	IV	IV
4	Величина асимметрии в выборке	0,058	0,063	0,054	0,058
	Балл стабильности	V	V	IV	V
5	Величина асимметрии в выборке	0,054	0,064	0,06	0,059
	Балл стабильности	IV	V	V	V
6	Величина асимметрии в выборке	0,050	0,057	0,051	0,053
	Балл стабильности	IV	V	IV	IV
7	Величина асимметрии в выборке	0,057	0,056	0,056	0,056
	Балл стабильности	V	V	V	V
8	Величина асимметрии в выборке	0,055	0,060	0,060	0,058
	Балл стабильности	V	V	V	V
9	Величина асимметрии в выборке	0,061	0,057	0,068	0,062
	Балл стабильности	V	V	V	V
10	Величина асимметрии в выборке	0,053	0,050	0,054	0,052
	Балл стабильности	IV	IV	IV	IV
Лесосека (ПП2)					
1	Величина асимметрии в выборке	0,064	0,068	0,064	0,065
	Балл стабильности	V	V	V	V
2	Величина асимметрии в выборке	0,057	0,052	0,048	0,052
	Балл стабильности	V	IV	III	IV
3	Величина асимметрии в выборке	0,075	0,076	0,07	0,074
	Балл стабильности	V	V	V	V

4	Величина асимметрии в выборке	0,064	0,061	0,06	0,062
	Балл стабильности	V	V	V	V
5	Величина асимметрии в выборке	0,062	0,059	0,057	0,059
	Балл стабильности	V	V	V	V

Анализ измерений показал, что на отвале и лесосеке средний балл стабильности 5. Оценивая результаты по шкале оценки отклонений состояния листьев березы от установленной нормы по показателю стабильности развития [4], видим, что характеризуются критическим состоянием. При взятии образцов листьев в кроне березы пушистой балл стабильности не зависит от высоты отбора (части кроны). Для объективной оценки состояния деревьев образцы листьев березы следует отбирать со всех частей кроны равномерно.

Следует предположить, что экологическая обстановка на всей территории Кизеловского угольного бассейна является критической, так как угольные отвалы расположены практически равномерно и оказывают воздействие по всему региону.

Библиографический список

1. Баранов С.Г., Сафонова Ю.Е., Никитина О.А., Викулова А.Е., Безносова Е.А. Флуктуирующая асимметрия как способ оценки экологического состояния окружающей среды // Актуальные проблемы экологии в XXI веке. Труды III Международной научной конференции (заочной). 2016. С. 17-21.
2. Залесов С.В., Азбаев Б.О., Белов Л.А., Суюндиков Ж.О., Залесова Е.С., Оплетев А.С. Использование показателя флуктуирующей асимметрии березы повислой для оценки ее состояния // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5; URL: www.Science-education.Ru/199-14518 (дата обращения: 25.02.2022).
3. Залесов С.В., Бачурина А.В. Оценка качества окружающей среды на территории Карабашского городского округа по состоянию березы повислой // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2019. № 2 (158). С. 38–41.
4. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. Центр экологической политики России, Центр здоровья среды. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
5. Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю., Березина О.А., Деменев А.Д. Современные методы изучения экологической ситуации в горнодобывающих районах (на примере Кизеловского угольного бассейна) // Всероссийская научная конференция с международным участием «Земля и космос» к столетию академика РАН К.Я.Кондратьева. Сборник статей. СПб, 2020. С. 245–249.
6. Максимович Н.Г., Мещерякова О.Ю., Березина О.А., Деменев А.Д., Сединин А.М., Хмурчик В.Т. Формирование кислых стоков с отвалов Кизеловского угольного бассейна (Пермский край) // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами. Сборник материалов четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием. Геологический институт СО РАН. Улан-Удэ. 2020. С. 239–241.
7. Максимович Н.Г., Пьянков С.В. Кизеловский угольный бассейн: экологические проблемы и пути решения: монография. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2018. 288с.

8. *Методические рекомендации* по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур): Утв. Распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р. URL: <https://base.garant.ru/2159808/?ysclid=l20xag07jn> (дата обращения: 25.02.2022).

9. *Салагаев А.Ф.* Влияние угледобычи на лесные экосистемы (на примере зоны Восточного Кузбасса): автореф. дис. кан. биол. наук. Кемерово, 2004. 20 с.

10. *Уткина Н.Е., Шипилова С.С., Колосовская Д.П., Легецкая О.В., Псарев А.М.* Оценка качества среды г. Бийска методами изучения флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 6. С. 156.

С.А. Бузмаков¹, Л.Г. Переведенцева¹, В.С. Боталов¹, Е.Л. Гатина¹, С.Ю. Бердинских¹, А.В. Романов², И.Е. Шестаков¹, А.Г. Зайцев²

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

²Пермский государственный аграрно-технологический университет им.Д.Н.Прянишникова, 614990, Россия, Пермский край, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23

S.A. Buzmakov¹, L.G. Perevedentseva¹, V.S. Botalov¹, E.L. Gatina¹, S.Y. Berdinskikh¹, A.V. Romanov², I.E. Shestakov¹, A.G. Zaitsev²

¹Perm State University, 614068, Perm, street Bukireva, 15

²Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov 614990, Perm, Petropavlovskaya street, 23

e-mail: leslab59@yandex.ru

УНИКАЛЬНЫЕ ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В РАЙОНЕ ГОРЫ ШУДЬЯ-ПЕНДЫШ

Проведены исследования лесных экосистем в пограничной зоне малонарушенных лесных территорий (МЛТ) Пермского края (окрестности горы Шудья-Пендыш, Красновишерский городской округ). В 2021 г. заложено 12 пробных площадей в наиболее распространенных типах леса в границах МЛТ на территории Вайского лесничества – ельники: нагорный, зеленомошный, папоротниковый, черничный, долгомошный, осоко-хвощевый и сфагновый. На изучаемой территории, с учетом фондовых данных, выявлено 250 видов сосудистых растений, 11 из которых являются охраняемыми на территории Пермского края (1,9 % от списка флоры). В 2021 г. выявлен один охраняемый вид растения – *Goodyera repens*. Анализ флоры по экологическим группам показал преобладание мезофитов (72,3% видов флоры). По результатам полевых исследований зафиксировано 115 видов базидиальных грибов, относящихся к 46 родам, 25 семействам и 6 порядкам. Ведущими семействами по числу видов агарикоидных грибов являются: *Russulaceae*, *Strophariaceae* и *Cortinariaceae*, что характерно для лесной зоны северных широт. По трофической приуроченности большинство видов агарикоидных грибов относится к группе микоризообразователей (57 % от общего числа выявленных видов). Обнаружено 4 новых вида для Пермского края: *Suillus acidus*, *Cortinarius betulinus*, *Clitocybula lacerata*, *Infundibulicybe bresadolana*. Выявлено 3 вида грибов, внесенных в Красные книги Российской Федерации и Пермского края: *Ganoderma lucidum*, *Tricholomopsis decora* и *Lobaria pulmonaria* (лихенизированный гриб). Наиболее типичными почвами для обследованных участков являются буроземы грубогумусовые средне- и тяжелосуглинистые по гранулометрическому составу, сформированные на элюво-делювии плотных коренных пород.

Ключевые термины: малонарушенная лесная территория; Шудья-Пендыш; еловые леса; агарикоидные базидиомицеты; охраняемые виды растений и грибов; бурозем типичный.

UNIQUE FOREST ECOSYSTEMS IN THE REGION OF MOUNTAIN SHUDYA-PENDYSH

Studies of forest ecosystems in the border zone of intact forest areas of the Perm Territory (surroundings of Mount Shudya-Pendysh, Krasnovishersky urban district) were carried out. In 2021, 12 sample plots were laid in the most common forest types within the boundaries of an intact forest area (according to FSC standards) on the territory of the Vayskoye forestry – upland spruce forest, green moss spruce forest, fern spruce forest, blueberry spruce forest, long-moss spruce forest, sedge-horsetail spruce forest and sphagnum spruce forest. In the study area, taking into account stock data, 250 species of vascular plants were identified, 11 of which are protected in the Perm Territory (1.9% of the list of flora). In 2021, one protected plant species was identified – *Goodyera repens*. Analysis of the flora by ecological groups showed

the predominance of mesophytes (72.3% of flora species). According to the results of field studies, 115 species of basidiomycetes belonging to 46 genera, 25 families and 6 orders were recorded. The leading families in terms of the number of species of agaricoid fungi are: *Russulaceae*, *Strophariaceae* and *Cortinariaceae*, which is typical for the forest zone of northern latitudes. In terms of trophic confinement, most species of agaricoid fungi belong to the group of mycorrhiza-forming fungi (57% of the total number of identified species). 4 new species of fungi were found for the Perm Territory: *Suillus acidus*, *Cortinarius betulinus*, *Clitocybula lacerata*, *Infundibulicybe bresadolana*. 3 species of fungi listed in the Red Book of the Russian Federation and the Red Book of the Perm Territory were identified: *Ganoderma lucidum*, *Lobaria pulmonaria* and *Tricholomopsis decora*. The most typical soils for the surveyed areas are coarse-humus burozems, medium and heavy loamy in terms of granulometric composition, formed on the eluvium-deluvium of dense bedrock. Keywords: intact forest area; Shudya-Pendysh; spruce forests; agaricoid basidiomycetes; protected species of plants and fungi; typical burozem.

В свете природоохранных инициатив, осуществляемых европейскими странами, особое место уделяется сохранению девственных лесов, а также малонарушенных лесных территорий (МЛТ). Данные леса воспринимаются как проверенные веками центры устойчивых биологических систем, сосуществующих в непосредственной близости с человеческой цивилизацией [1, 3, 8, 16, 17]. С учетом интенсивной вырубki лесов по всему миру ценность таких сохранившихся очагов естественной природы многократно возрастает. Имея в запасе МЛТ, любой регион приобретает и своеобразную «подушку безопасности», позволяющую восстанавливать ранее нарушенные территории, находящиеся по соседству, до условно прежнего состояния. В Европейской части РФ девственные леса и малонарушенные лесные территории занимают лишь небольшую часть лесной зоны [1]. Пермский край относится к субъектам, где не только сохранились подобные лесные экосистемы, но и проводятся работы по включению их в региональную сеть ООПТ [2–6, 16–18]. В связи с этим, целью исследований является инвентаризация флоры и биоты агарикоидных грибов, а также, выявление почвенного разнообразия в зоне МЛТ на территории Красновишерского городского округа. В задачи исследований входила инвентаризация и экологический анализ флоры, изучение видового состава и эколого-ценотических особенностей агарикоидных грибов, установление таксономического разнообразия почв изучаемой территории.

Материалы и методы исследований. Красновишерский городской округ расположен в северо-восточной части Пермского края в предгорьях и горах Северного Урала, в бассейне реки Вишера [1]. Исследуемая территория расположена в окрестностях горы Шудья-Пендыш, где проходит граница между активно осваиваемой лесной зоной и еще сохранившимися участками МЛТ (кварталы 81, 102, 103, 123 и 124 Вайского участкового лесничества). Территория относится к ботанико-географическому району средне- и южнотаежных предгорных пихтово-еловых и елово-пихтовых лесов, который отличается от равнинных большей примесью пихты и сосны сибирской, преобладанием трав над кустарничками и широким распространением травяных, особенно папоротниковых, типов леса. Значительные площади покрыты вторичными березняками и смешанными лесами [12].

Исследования проводились в летний период 2021 г. на 12 пробных площадях в наиболее распространенных типах леса (в границах МЛТ на территории Вайского лесничества) – ельники: нагорный, зеленомошный, папоротниковый, черничный, долгомошный, осоко-хвощевый и сфагновый. Насаждения подбирались спелые и перестойные. Таксация лесов отобранных лесотаксационных выделов осуществлялась глазомерным способом с использованием элементов измерительной таксации [11]. Геоботанические описания фитоценозов проводились по стандартной методике [13]. Сбор и гербаризация образцов агарикоидных грибов производились по общепринятым методикам [14, 15]. Для установления типа почвы для соответствующего типа леса в исследуемых выделах закладывались почвенные разрезы [7].

Результаты и их обсуждение. К настоящему времени, с учетом фондовых данных, на изучаемой территории выявлено 250 видов сосудистых растений, что составляет порядка 15 % от флоры Пермского края. Среди выявленных видов, 11 являются охраняемыми на территории Пермского края – 1,9 % от списка флоры. Таксономический состав флоры сходен с таковым в целом по краю. Основу флоры составляют виды отдела Magnoliophyta. Преобладающими по числу видов, как и в целом по краю, являются семейства *Asteraceae* (10 % от общего числа видов) и *Poaceae* (10,4 %). Далее, по числу видов, следуют сем. *Rosaceae* (7,2 %), *Ranunculaceae* и *Cyperaceae* (по 5,6 %). Несколько меньшим числом видов представлены сем. *Fabaceae*, *Papilionaceae* и *Caryophyllaceae* (по 4 %). Наиболее крупные роды флоры аналогичны таковым в целом по Пермскому краю: *Carex*, *Ranunculus*, *Salix*, *Viola*. Экологический анализ флоры демонстрирует распределение видов по типам местообитаний с отношением к водному режиму местообитания. Установлено преобладание в представленном списке мезофитов (аналогично флоре Пермского края) – они составляют 72,3% видов флоры. В ельниках: зеленомошном и папоротниковом выявлена *Goodyera repens* (L.) R. Br., включенная в приложение к Красной книге Пермского края [9].

В ценозах Вайского лесничества зафиксировано 115 видов базидиальных грибов (отдел Basidiomycota), относящихся к 46 родам, 25 семействам и 6 порядкам. Кроме того, обнаружен лишенизированный гриб (отдел Ascomycota, сумчатые грибы), внесённый в Красную книгу Пермского края (статус III) – *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. Ведущими семействами по числу видов агарикоидных грибов являются: *Russulaceae* (21 вид, 18%) и *Cortinariaceae* (16 видов, 14%), что характерно для лесной зоны Голарктики. Значительное число видов сем. *Strophariaceae* (17 видов, 16%) подчеркивает активность процессов деструкции древесного опада. Спектр наиболее крупных 5 родов в убывающем порядке представлен следующим рядом: *Cortinarius*, *Russula*, *Lactarius*, *Mycena*, *Galerina*. Указанные представители 5 родов содержат 51 вид, что составляет 44 % от общего числа видов агарикоидных грибов. Большое видовое разнообразие рода *Cortinarius* характерно для лесных ценозов северных широт. Таким образом, биота агарикоидных базидиомицетов Вайского лесничества по соотношению таксонов разного ранга типична для бореальных лесных ценозов северных широт. На территории Вайского лесничества обнаружено 4 новых вида для Пермского края: *Suillus acidus* (Peck) Singer, *Cortinarius betulinus* J. Favre, *Clitocybula lacerata* (Scop.) Singer ex Métrod, *Infundibulicybe bresadolana* (Singer) Harnaja. На обследованной территории выявлено 3 вида грибов, внесённых в Красные книги Российской Федерации (КК РФ) [10] и Пермского края (КК ПК) [9]: *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. (КК РФ+КК ПК, статус III, 2 местообитания), *Lobaria pulmonaria* (лишенизированный гриб) (КК РФ+КК ПК, статус II, 10 местообитаний), *Tricholomopsis decora* (Fr.) Singer (КК ПК, Приложение, 2 местообитания).

По трофической приуроченности агарикоидные базидиомицеты Вайского лесничества входят в состав 6 групп: микоризообразователи, ксилотрофы, сапротрофы на подстилке, гумусовые сапротрофы, микотрофы, бриотрофы. Ведущее положение занимает группа микоризообразователей (57 % от общего числа выявленных видов агарикомицетов), которая лидирует почти во всех голарктических биотах агарикоидных грибов, а также ксилотрофов и сапротрофов на подстилке. По пищевой ценности большинство видов грибов являются несъедобными, к съедобным относится 43 вида, а 7 видов – ядовиты.

Наиболее типичными почвами для обследованных участков являются буроземы грубогумусовые средне- и тяжелосуглинистые по гранулометрическому составу, сформированные на элюво-делювии плотных коренных пород. Горные лесные бурые почвы описываемой территории имеют свои особенности, отличающие их от почв равнинных территорий. В профиле

исследуемых почв морфологические признаки оподзоленности не выражены, несмотря на наличие елово-пихтовых лесов, кислого лесного опада и низких значений pH. Бурозём типичный, тёмногумусовый, грубогумусовый на пермских глинах, элювии известняков и метаморфических пород внесён в перечень редких почв на территории Пермского края, занесенных в проект Красной книги почв Пермского края.

Заключение. В лесных ценозах Вайского лесничества к настоящему времени выявлено 250 видов сосудистых растений, 11 из которых являются охраняемыми на территории Пермского края (1,9 % от списка флоры). Преобладающими по числу видов являются семейства *Asteraceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae* и *Cyperaceae*. Наиболее крупные роды флоры: *Carex*, *Ranunculus*, *Salix*, *Viola*. Анализ флоры по экологическим группам показал преобладание мезофитов (72,3% видов флоры). В ельниках: зеленомошном и папоротниковом выявлена *Goodyera repens*, включенная в приложение к Красной книге Пермского края.

Зафиксировано 115 видов базидиальных грибов, относящихся к 46 родам, 25 семействам и 6 порядкам. Ведущими семействами по числу видов агарикоидных грибов являются: *Russulaceae*, *Strophariaceae* и *Cortinariaceae*. Из родов наиболее представлен *Cortinarius*, что характерно для лесных ценозов северных широт. По трофической приуроченности лидирующее положение занимает группа микоризообразователей (57 % от общего числа видов). Обнаружено 4 новых вида для Пермского края: *Suillus acidus*, *Cortinarius betulinus*, *Clitocybula lacerata*, *Infundibulicybe bresadolana*. На обследованной территории выявлено 3 вида грибов, внесенных в Красные книги Российской Федерации и Пермского края: *Ganoderma lucidum*, *Lobaria pulmonaria* и *Tricholomopsis decora*.

Наиболее типичными почвами для обследованных участков являются буроземы грубогумусовые средне- и тяжелосуглинистые по гранулометрическому составу, сформированные на элюво-делювии плотных коренных пород. Бурозём типичный, тёмногумусовый, грубогумусовый на пермских глинах, элювии известняков и метаморфических пород внесён в проект Красной книги почв Пермского края.

Библиографический список

1. Аксенов Д.Е. Атлас малонарушенных лесных территорий России. М.: МСоЭС; Вашингтон: World Resources Institute, 2003. 185 с.
2. Бузмаков С.А. Региональные вопросы устойчивого развития особо охраняемых природных территорий // Антропогенная трансформация природной среды. 2020. № 6. С. 48–55.
3. Бузмаков С.А. Сеть особо охраняемых природных территорий Пермского края // Географический вестник. 2020. № 3 (54). С. 135–148.
4. Бузмаков С.А. Устойчивое развитие и региональная сеть ООПТ // Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сб. тр. IX междунар. науч.-пр. конф. Ростов-на-дону – Таганрог: ЮФУ, 2020. С. 86–89.
5. Бузмаков С.А., Зайцев А.А., Санников П.Ю. Актуальное состояние сети ООПТ Пермского края // Вопросы степеведения. 2019. № 15. С. 55–58.
6. Бузмаков С.А., Санников П.Ю. Методика создания региональной сети особо охраняемых природных территорий (на примере Пермского края) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1–6. С. 1701–1704.
7. Еремченко О.З., Кайгородов Р.В., Москвина Н.В. Полевая практика по почвоведению: учеб.-метод. пособие. Пермь: ПГУ, 2005. 51 с.
8. Карпачевский М.Л. Малонарушенные лесные территории России: совр. состояние и утраты за последние 13 лет // Устойчивое лесопользование. 2015. № 2 (42). С. 2–7.

9. *Красная книга Пермского края*. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
10. *Красная книга Российской Федерации*. М.: КМК, 2008. 855 с.
11. *Об утверждении Лесоустроительной инструкции*. Приказ Минприроды России от 29.03.2018 N 122 (ред. от 12.05.2020). URL: <https://docs.cntd.ru/document/542621790> (дата обращения: 23.10.21).
12. *Овеснов С.А.* Ботанико-географическое районирование Пермской области // Вестн. Перм. ун-та. 2000. Вып. 2 Биология. С. 13–21.
13. *Овеснов С.А., Ефимик Е.Г.* Биоразнообразие и экология высших растений: учеб. пособие по учебной практике. Пермь: ПГУ, 2009. 129 с.
14. *Переведенцева Л.Г.* Биота и экология агарикоидных базидиомицетов Пермской области. Автореф. дисс... докт. биол. наук. М., 1999. 48 с.
15. *Переведенцева Л.Г.* Биоразнообразие и экология низших растений. Методика сбора, описания и определения агарикоидных базидиомицетов: метод. указ. для летн. полев. практики. Пермь: ПГУ, 2007. 28 с.
16. *Санников П.Ю., Бузмаков С.А.* Развитие сети особо охраняемых природных территорий для сохранения географического разнообразия Пермского края // Геология, география и глобальная энергия. 2015. № 4 (59). С. 76–89.
17. *Санников П.Ю., Бузмаков С.А.* Развитие сети особо охраняемых природных территорий для сохранения географического разнообразия Пермского края // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о земле. 2015. Т. 25. № 4. С. 22–34.
18. *Buzmakov S.A., Sannikov P.Y.* Landscape and biological diversity of protected areas network in Perm krai // American Journal of Environmental Sciences. 2014. I. 10. № 5. P. 516–522.

**Н.А. Дружинин^{1,2}, Ф.Н. Дружинин^{1,2},
О.А. Васильева¹**

¹ Вологодская ГМХА,
160555, г. Вологда, с. Молочное, ул.
Шмидта, 2

² ФБУ «Северный научно-исследователь-
ский институт лесного хозяйства», Вологод-
ская региональная лаборатория,
160014, г. Вологда, ул. Горького, 83А

e-mail vasilekvasilekov@mail.ru

**N.A. Druzhinin^{1,2}, F.N. Druzhinin^{1,2},
O.A. Vasileva¹**

¹Vologda SDFA, 160555, Molochnoye, Vo-
logda, Schmidt str., bldg. 2

²Northern Research Institute of Forestry, Vo-
logda regional laboratory, 160014, Vologda,
Gorky Str., bldg. 83A

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ОСУШАЕМЫХ ЛЕСОВ ВОЛОГДСКОЙ ОБЛАСТИ

В сообщении рассматривается возрастная структура осушаемых лесов Вологодской области. Отражаются сведения о типах возрастной структуры древостоев осушаемых лесов, влияние происхождения древостоев и гидротехнической мелиорации на ее формирование. Тип возрастной структуры древостоя приурочен к определенным хозяйственным возрастным группам, а интенсивность предшествующих пожаров, оказывает влияние на представление или отсутствие определенных возрастных поколений деревьев.

Ключевые термины: гидротехническая мелиорация; осушаемые леса; возрастная структура и тип возрастного строения; происхождение древостоев.

AGE STRUCTURE OF THE DRAINED FORESTS OF THE VOLOGDA REGION

The report examines the age structure of the drained forests of the Vologda region. Information about the types of age structure of stands of drained forests, the influence of the origin of stands and hydraulic reclamation on its formation is reflected. The type of age structure of the stand is confined to certain economic age groups, and the intensity of previous fires affects the representation or absence of certain age generations of trees.

Keywords: hydraulic reclamation; drained forests; age structure and type of age structure; origin of stands.

В настоящее время осушаемая площадь лесных земель в Вологодской области составляет 236 тыс. га. По разным причинам, включая вторичное заболачивание и гибель лесов, гидрорелесомелиоративные системы списаны на 20 тыс. га.

Свыше 32% площади осушаемых лесов в Вологодской области характеризуется спелыми и перестойными насаждениями. Молодняки и средневозрастные занимают 16% и 37% лесопокрытой площади, соответственно. Исходя из возрастного строения, в увязке с хозяйственными группами возраста, проведен расчет о распределении осушаемых хвойных лесов по типам возрастной структуры древостоев. Эти данные указывают на доминирование (около 70%) насаждений с разновозрастным строением древостоя (таблица).

После осушения в высокополнотных насаждениях усиливается отпад как молодого, так и старого поколений. Отпад молодого поколения обусловлен их угнетением со стороны развитых деревьев старших поколений, а старовозрастных – за счет ослабления их жизненного потенциала, отсутствием реакции на улучшение почвенно-гидрологических условий. При этом на богатых почвах наблюдается, в разной степени, снижение численности сосны осо-

бенно старших поколений. В тоже время, осушение в сравнении с активной лесохозяйственной деятельностью (рубка леса) и лесоразрушающими факторами (ветровал, пожары и др.) вносит незначительные изменения [1, 2].

Таблица

Распределение осушаемых хвойных лесов по типам возрастной структуры древостоя

Тип насаждения	Единица измерения	Занимаемая площадь по типам возрастной структуры древостоя					Всего
		одновозрастные	условно-разновозрастные	ступенчато-разновозрастные	циклично-разновозрастные	абсолютно-разновозрастные	
Сосняки	тыс. га	10	41	38	52	6	148
	%	7	28	26	35	4	86
Ельники	тыс. га	-	3	4	10	7	24
	%	-	12	17	42	29	14
Итого	тыс. га	10	44	42	62	13	172
	%	6	26	24	36	8	100

Следует отметить, что на торфяных почвах дифференциация деревьев в древостое протекает медленнее, чем на минеральных почвах, и усиливается только в 3^{-ем}-4^{-ом} десятилетии [3, 4]. Таким образом, возрастное строение древостоев важно в решении задач рационального использования осушаемых лесов (рисунок 1), а возрастная структура древостоев служит основанием для назначения вида сырьевого использования лесов.

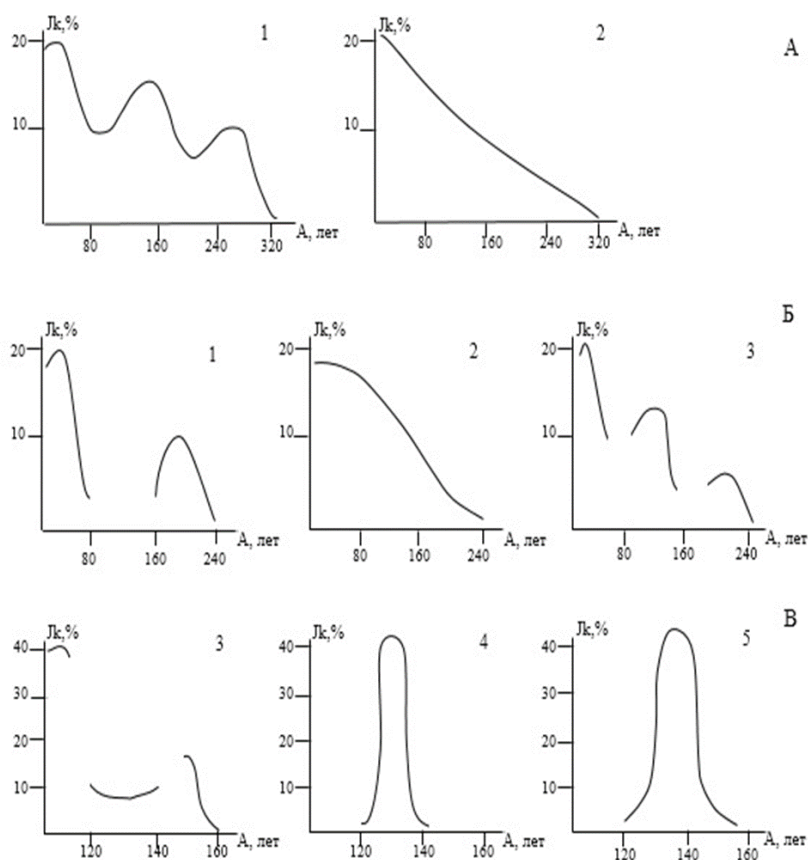


Рис. 1. Принципиальная схема возрастного строения древостоев в девственных (А), нарушенных (Б), пирогенного происхождения (В) насаждениях:

1 – циклично-разновозрастный, 2 – абсолютно-разновозрастный 3 – ступенчато-разновозрастный, 4 – одновозрастный, 5 – условно-разновозрастный

В условиях Вологодской области, и в других регионах страны отсутствуют абсолютно-одновозрастные древостои, которыми могут быть только объекты лесных культур. В практике лесокультурного производства искусственное лесовосстановление осуществляется по пластам борозд, проложенных друг от друга на разном расстоянии (4-10 м и более). Непосредственно по пластам борозд и в межбороздных пространствах имеются или появляются хвойные и лиственные породы.

Сосредоточен этот тип возрастного строения (условно-разновозрастные) также в насаждениях пирогенного происхождения. Амплитуда возраста на торфяных почвах до 20-30 лет (рисунок 2) сохраняется до стадии средневозрастности. На следующих этапах онтогенеза возможна трансформация одновозрастных древостоев в другой более сложный тип, если отсутствует влияние внешних лесоразрушающих факторов. Доминирующая часть одновозрастных и условно-разновозрастных древостоев представлена молодняками.

Условно-разновозрастные древостои также распространены в лесах пирогенного происхождения. На верховых торфяных почвах этот тип строения сохраняется лишь до средневозрастной стадии развития насаждений. В дальнейшем происходит трансформация этого типа в более сложное возрастное строение. Со стадии приспевания и, в первую очередь, в низко- и среднеполнотных насаждениях прослеживается трансформация в более сложный тип возрастного строения древостоя.

В ступенчато-разновозрастных древостоях полностью отсутствуют отдельные возрастные поколения. Их наличие или отсутствие связано с влиянием пожаров. Чем интенсивнее пожары, тем большая часть подроста и деревьев гибнет и тем больше на графике разрывы между поколениями.

Циклично- и абсолютно-разновозрастные типы сосредоточены в спелых и перестойных насаждениях. Однако формирование такого строения отмечается и со стадии средневозрастности. В любом случае эти типы строения характеризуются наличием достаточного количества молодой части древостоя и подроста, из которых можно формировать посредством выборочных рубок высокопродуктивные насаждения.

В циклично- разновозрастных типах, отдельное старшее поколение может быть более представленным по количеству деревьев по отношению к предыдущему молодому. При абсолютно-разновозрастном строении древостоя не выражены границы между возрастными поколениями. С увеличением возраста количество деревьев постепенно уменьшается без выраженных пиков подъема и спада (рисунок 2).

Следует отметить, что абсолютно-разновозрастных сосновых древостоев в условиях Вологодской области не обнаружено. Данная особенность прослеживается и в других регионах страны, что связано со слабым возобновительным процессом сосной под пологом древостоев. Доминирующее положение в возобновлении среди хвойных пород в регионе занимает ель. Эта особенность прослеживается не только на торфяных, но и минеральных почвах. В абсолютно-разновозрастном древостое кривая распределения деревьев на графике может иметь более выпуклый или вогнутый профиль распределения деревьев по возрасту в сравнении с циклично-разновозрастными древостоями.

Ступенчато-, циклично-, и абсолютно-разновозрастные типы строения древостоев широко представлены в гидромелиоративном фонде. Амплитуда возраста деревьев достигает в них до 200 – 300 лет и старше. В ступенчато- и циклично-разновозрастных древостоях выражено разделение деревьев на несколько возрастных поколений с их чередованием, чаще всего, за 40 – летний период. Внутри этих циклов прослеживаются и более короткие: 10 – 20 -летние циклы.

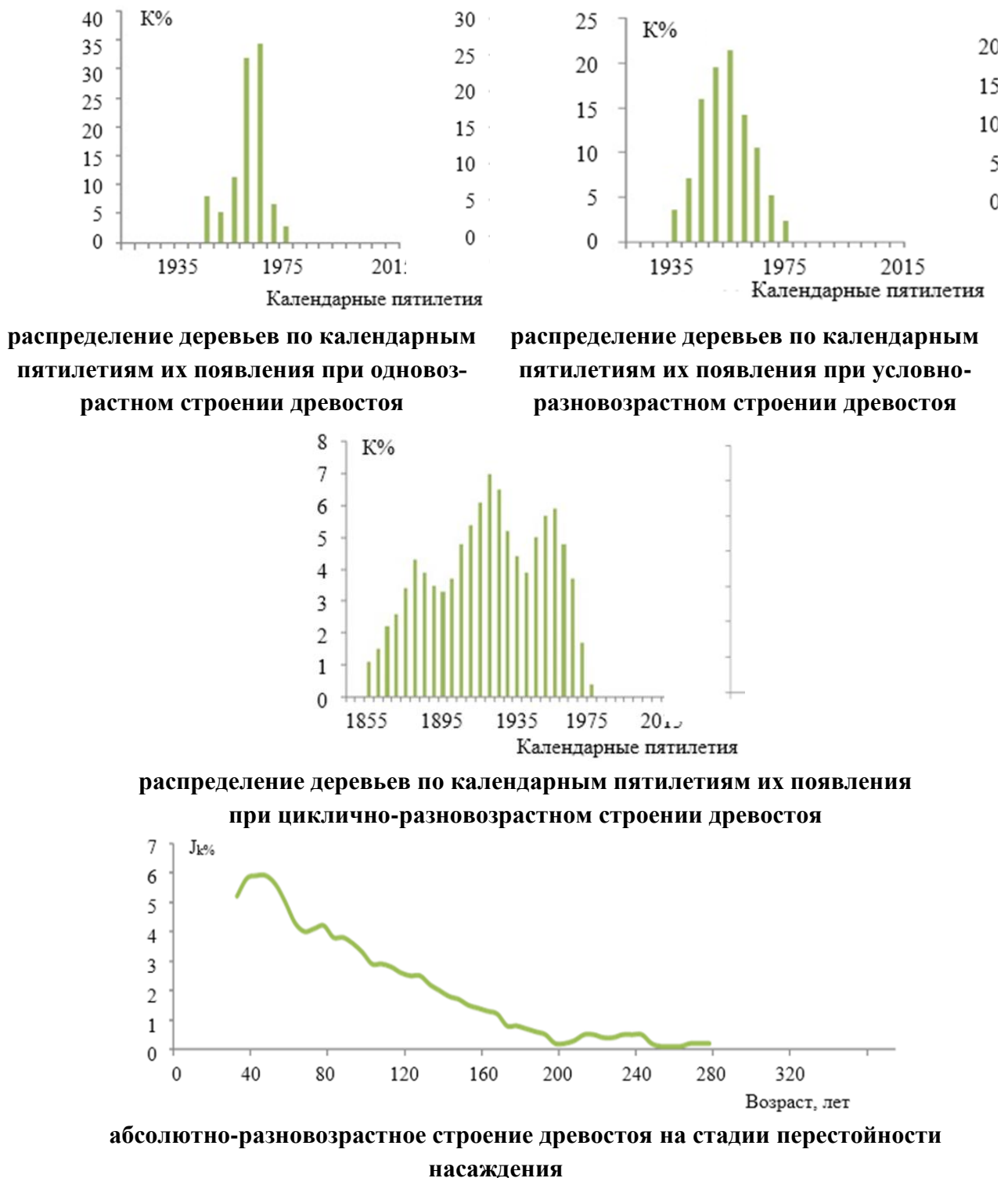


Рис. 2. Типы строения древостоев

Набор возрастных поколений деревьев достаточно разнообразен при циклично-разновозрастном строении древостоев. Количество поколений в значительной степени связано со стадиями онтогенеза. На генеративном этапе развития древостоев количество возрастных поколений меньше, чем на сенильном этапе – стадии перестойности и отмирания.

В насаждении с возрастом деревьев до 300 лет (рисунок 2) насчитывается пять возрастных поколений. Наиболее наполненными являются средневозрастное 35-75 – летнее поколение с наличием крупного подроста, а также 180-220 – летнее поколение.

Для выявления фактической возрастной структуры, объемов и очередности мероприятий в осушаемых лесах при лесоустройстве следует выделять типы возрастного строения, хотя бы в упрощенной форме. На начальном этапе можно ограничиться установлением двух групп – одновозрастные и разновозрастные. В первую группу предлагается включать насаждения с одновозрастным и условно-разновозрастным строением, то есть с изменчивостью возраста деревьев в древостое до 30-40 лет. Во вторую – ступенчато-, циклично- и абсолютно-разновозрастные типы. Это насаждения, когда наряду с преобладающим возрастным поколением, другие вместе взятые, составляют не менее 20-25% от общего запаса древостоя.

Библиографический список

1. Дружинин Н.А. Возрастная структура древостоев на торфяных почвах. Архангельск, 1992. С.74–82.
2. Дружинин Н.А., Дружинин Ф.Н. Возобновление леса и возрастное строение древостоев на торфяных почвах: монография. Вологда: ООО ПФ «Полиграф – Периодика», 2021. 116 с.: ил. ISBN SBN
3. Книзе А.А. О возрасте рубки осушенных сосняков. Вопросы лесоустройства, таксации и экономики лесного хозяйства. Л.: ЛенНИИЛХ, 1973. С. 3–14.
4. Книзе А.А., Рубцов В.Г. О взаимовлиянии пород в осушенных сосняках. Современные проблемы гидrolесомелиорации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1982. С. 84–87.

А.В. Каверин¹, А.В. Алферина², Д.Н. Василькина³, Д.А. Исаева⁴, И.С. Ушаков⁵
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, 68

A.V. Kaverin¹, A.V. Alferina², D.N. Vasilkina³, D.A. Isaeva⁴, I.S. Ushakov⁵
Ogarev National Research Mordovian State University, 430005, Republic of Mordovia, Saransk, Bolshevistskaya str., 68

e-mail¹: kaverinav@yandex.ru,
e-mail²: alferina.96@mail.ru
e-mail³: diana.vasilkina@yandex.ru
e-mail⁴: yanina.darya@mail.ru
e-mail⁵: ilya.1995@icloud.com

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО, ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И РЫБНОГО ПРОМЫСЛА В БАСЕЙНЕ РЕКИ СУРЫ

Охарактеризована роль антропогенных факторов в формировании экосистем бассейна реки Суры. Приводятся конкретные примеры нарушенности ландшафтов в результате нерациональной сельскохозяйственной, лесохозяйственной и промышленной деятельности. В воде наблюдается существенное превышение ПДК по фенолам, азоту нитратному и аммонийному, железу, меди, марганцу, цинку. Загрязненность окружающей природной среды сказывается на качестве питьевой воды и продуктов питания и, как следствие, на состоянии здоровья населения. В сложившихся условиях рост производства продовольствия обеспечивается исключительно за счет интенсификации сельского хозяйства, которая сопряжена с многочисленными экологическими просчетами. Уже более 60-ти лет прошло с тех пор как здесь прекратился промысловый вылов рыбы. Выдвигаются предложения о необходимости корректировки действий в направлении повышения роли лесов, как «гарантов оздоровления» экосистемы бассейна реки Суры.

Ключевые термины: бассейн Суры; вылов рыбы; загрязненность природной среды; заносные растения; культурное рыбозаводство; облесенность; органическое сельское хозяйство; рекреационное лесопользование; трансформация территории; экологические просчеты.

PROBLEMS OF ECOLOGIZATION OF AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHING IN THE SURA RIVER BASIN

The role of anthropogenic factors in the formation of ecosystems of the Sura River basin is characterized. Specific examples of disturbed landscapes as a result of irrational agricultural, forestry and industrial activities are given. In water, there is a significant excess of MPC for phenols, nitrite and ammonium nitrogen, iron, copper, manganese, zinc. Pollution of the natural environment affects the quality of drinking water and food and, as a result, the health of the population. Under the current conditions, the growth of food production is provided solely due to the intensification of agriculture, which is associated with numerous environmental miscalculations. It has been more than 60 years since commercial fishing stopped here. Proposals are put forward on the need to adjust actions in the direction of increasing the role of forests as "guarantors of improvement" of the ecosystem of the Sura River basin.

Keywords: Sura basin; fishing; pollution of the natural environment; introduced plants; cultural fish farming; afforestation; organic agriculture; recreational forest management; transformation of the territory; environmental miscalculations.

Бассейн Суры охватывает шесть регионов Приволжского федерального округа: Нижегородскую, Пензенскую и Ульяновскую области, а также республики – Марий Эл, Мордовскую, Чувашскую. Общая протяженность реки Суры – 841 км, водосборная площадь 67,5 тыс км²

или 8 % от Волжского бассейна [7]. Здесь расположены города: Пенза, Саранск, Кузнецк, Рузаевка, Сурск, Алатырь, Ардатов, Васильсурск, Шумерля, Ядрин.

В силу исторических факторов под влиянием наиболее крупных городов – Пензы, Саранска и Кузнецка и ряда средних городов, во второй половине XX века экосистема бассейна начала заметно деградировать [7]. В воде наблюдается существенное превышение ПДК по фенолам, азоту нитратному и аммонийному, железу, меди, марганцу, цинку. Загрязненность окружающей природной среды сказывается на качестве питьевой воды и продуктов питания и, как следствие, на состоянии здоровья населения.

Сельские поселения на территории бассейна Суры появились более 7 тыс. лет тому назад [13]. За более чем 7-ми тысячелетний период стихийного освоения и использования территории бассейна трансформировалась из преимущественно лесной в сельскохозяйственную. Обезлесение активизировало эрозионные процессы, привело к обмелению и загрязнению как самой Суры, так и ее притоков, иссушению мезоклимата и в целом к ухудшению качества среды жизни населения.

Особенно болезненно эта ситуация отражается на судьбе финно-угорских народов, чьи главные этнические качества и навыки природопользования сформировались в контакте с лесной природой Присурья [11]. Есть основания полагать, что лишившись благоприятного ландшафта, люди потеряют важные особенности национального характера и утратят опыт традиционного природопользования. Известна и более жесткая концепция Л.Н. Гумилева о том, что каждый этнос связан со своим ландшафтом, как животное с незаменимой экологической нишей, а уничтожение специфического ландшафта приводит к уничтожению народа [2]. Речь идет не о физическом истреблении или вырождении, а о потере важных специфических каркасов и пластов культуры.

Бедственное положение сельскохозяйственных земель в бассейне Суры было осознано еще в середине прошлого века. О чем свидетельствуют труды А.П. Айдака [1] и Г.Г. Данилова [3]. Для иллюстрации современного состояния приведем данные профессора Пензенской ГСХА А.И. Иванова [8], дополнив их другими источниками.

Для Пензенского левобережья свойственно сильное эрозионное расчленение, особенно в северной его части, где наблюдается самая высокая в области густота овражно-балочной сети [8]. Для Чувашского правобережья характерны «лунные пейзажи» созданные действующими оврагами на сплошь распаханых склонах [1].

В сложившихся условиях рост производства продовольствия обеспечивается исключительно за счет интенсификации сельского хозяйства, которая сопряжена с многочисленными экологическими просчетами [9]. Массовое применение минеральных удобрений компенсируют снижение естественного плодородия, но заражает почвы тяжелыми металлами. Чрезвычайно разрушительны тяжелые сельскохозяйственные механизмы. Пагубно действуют пестициды.

Казалось бы, на систему «экологического», или «органического» земледелия должны переходить многие хозяйства. На самом деле это не так. В Пензенской области высокорентабельно развиваются по органическим технологиям только 2 предприятия:

1) Товарищество на вере (ТНВ) «Пугачевское», где «без химии и плуга производится элитное экологически чистое зерно с маркировкой ЭКО ПРОДУКТ ;

2) Хозяйство Олега Тоцкого, где по экологическим технологиям содержат порядка 15 тысяч голов скота и птицы, выращивают рыбу, а так же перерабатывают около 450 наименований продуктов.

В Ульяновской области около 30 хозяйств готовятся производить органическую продукцию. Чувашия начала экспортировать экологически чистый лён. В Нижегородской области приступают к разработке региональных технологий органического сельского хозяйства. Особое место занимает Республика Мордовия, где положительные примеры ведения органического сельского хозяйства демонстрируют 2 предприятия: ООО «Биосфера» и СППК «Крутенское» [12].

В целом следует признать, что в сельском хозяйстве Присурья экологизация идет очень медленными темпами и при этом ведется энергичная компания против органического сельского хозяйства. Продукция «экологических ферм» дороже на 10-50 %, но пользуется успехом у покупателей. Это вызывает недовольства массовых производителей, для которых переход на органическое земледелие и животноводство – сложное и дорогое мероприятие. «Антиэкологическое» движение в сельском хозяйстве, базирующееся на чисто экономическом подходе обесценило экологический опыт А.П. Айдака в Ядринском районе Чувашии [1]. Еще драматичнее сложилась судьба проекта «Ноополис Луговой» по экологизации сельской жизни в Пензенской области, осуществляемого под руководством легендарной личности – доктора биологических наук П. Х. Зайдфудима и при поддержке губернатора В.К. Бочкарева. На стыке прошлого и нынешнего веков Павел Хаскельевич создал в Лунинском районе удивительное по всем параметрам экспериментальное поселение, живущее по принципам разума и природолюбия, основал КФХ «Земля обетованная». Это выглядело как экологический коммунизм на отдельно взятой территории. Луговой представлял собой уникальный комплекс, в котором тесно переплетались наука, производство, экология и экономика. Ему было суждено греметь на всю Россию, распространяя опыт экологизации бассейна Суры [7]. Но начало 2000-х уготовило ему печальную судьбу. Сначала недоброжелатели сожгли усадьбу ученого, а за 1,5 последующих года – остальные жизненно важные объекты. Поняв бесперспективность проекта и осознав что государство его не защищает, Павел Хаскельевич свернул эксперимент, а 4 февраля 2020 года на 72 году жизни известный ученый, Почетный полярник, председатель Пензенского районного отделения Русского географического общества скончался.

Широко известное высказывание Н.Ф. Реймерса о том, что «едва ли какая-то область человеческой деятельности так далека от экологических идеалов как лесной и другие виды промыслов» [14, с. 231] в полной мере применима к бассейну Суры. Уже более 60-ти лет прошло с тех пор как здесь прекратился промысловый вылов рыбы. Из трудов самого известного исследователя ихтиофауны Суры, А.И. Душина [11, С. 16-17], известно, что это происходило в следующем хронологическом порядке: «В 1936 году казалось, что река исключительно богата рыбным населением, хотя старые рыбаки и в то время посмеивались, говоря, «что сейчас бедность. 1966 год характеризуется относительной бедностью по сравнению с 1936, но был удовлетворительным с точки зрения разнообразия стада рыб и по их уловистости. В 1968-1978 гг. наблюдалась катастрофическое падение численности и качества рыбного населения реки». С большой долей досады ученый сообщал о исчезновении уникального стада сурской стерляди, которая на протяжении двух последних столетий пользовалась широким спросом и была в продаже как один из массовых видов поступая в живом виде в крупные города и торговые центры на Волге. В середине 19-го века нижегородская ярмарка полностью снабжалась сурской стерлядью, которую здесь добывали больше, чем на всей Средней Волге. Основными причинами, приведшими к резкому обеднению ихтиофауны, А.И. Душин считал следующие [4]: 1) Сбросы токсических веществ промышленностью Пензы; 2) Низкая (менее 9%) облесенность водосбора; 3) Очень большое количество болот в истоках рек мелиорированы или высохли по другим причинам. Дебет вод притоков падает. Арена жизни для рыб, кормовые ресурсы с каждым годом уменьшаются. Высоко ценя научный и гражданский авторитет А.И.

Душина, необходимо напомнить его конструктивные предложения к оздоровлению Суры, которые сводились к следующему: «Учитывая все обстоятельства, касающиеся как состояния Суры, так и потребностей народного хозяйства, прежде всего необходимо решить вопрос о том как увеличить количество воды по всей речной системе. По нашему мнению единственный путь – это создание каскада русловых водохранилищ, превращение реки в озерно-речную систему... Строительство плотин должно основываться на тщательном изучении ландшафта. В пойме могут быть затоплены лишь болотистые низины, а основные кормовые площади должны оставаться незалитыми. Уровень озер поймы безусловно поднимется, что даст возможность использовать их под культурное рыборазведение. Пойменные озера, как это установлено нашими исследованиями в Присурье, обладают высокой естественной кормовой базой, которая по ряду показателей превышает речную в десятки, даже в сотни раз» [4, С. 85-87]. «Современные беды реки не должны оставить нас равнодушными. Река Сура, начиная 1967 года периодически подвергается загрязнению сбросами промышленными центрами, расположенными по ее течению. Только полное исключение попадания токсичных промстоков гарантирует восстановление ихтиофауны в течение 6-8 лет» [6, С.68-69].

Огромный поток предложений в защиту и восстановление лесов, выполнение агролесомелиоративных работ в бассейне Суры – глас вопиющего в пустыне. Облесенность бассейна за последние 100 лет почти не менялась и составляет около 40%. Масштабы лесовосстановительных работ мизерные. Например, в Мордовии за последние 20 лет лесовосстановительные работы проводились на площадях от 1,0 до 1,75 тыс. га в год.

Ведется нерегулируемый промысел так называемых недревесных полезных леса. Очень резко подорваны запасы лекарственных и других полезных трав, местами (например, в окрестностях Саранска) почти исчезли некоторые цветы (сон-трава, медуница, Венерин башмачок, ландыш и др.). До сих пор не осознается, что акклиматизация «полезных» видов анти-экологична. Между тем в бассейн Суры проникло 453 вида адвентивных (заносных) растений, из которых 39,3 % сознательно занесенных [15]. Среди заносных растений есть потенциальные сорняки и виды опасные для здоровья человека. Отмечается значительное участие адвентивных видов даже во флорах заповедных территорий: например, в 2006 году в заповеднике «Приволжская лесостепь» зарегистрировано 6% видов, в заповеднике «Присурский» – 10,9%, в НП «Смольный» – 15,9 %. Они вторглись благодаря созданию человеком новых экологических ниш. Масштабы вреда могут быть огромны.

Выход из создавшейся ситуации с лесами нами видится в усовершенствовании и активизации в Присурье системы рекреационного лесопользования. Согласно функционально-целевой классификации природных особо охраняемых территории, разработанной Н.Ф. Реймерсом [14], к территориям рекреационного назначения относится 4 их типа, не имеющие между собой резких границ. Первый тип – курортные зоны, как места в основном лечения, восстановления утраченного здоровья. Второй – лесопарковые пояса и пригородные зеленые зоны. Третий тип – территории загородного отдыха и туристские зоны. Высшей, четвертой формой рекреационной охраняемой природной территорией, соединяющей в себе черты, заповедно-эталонного и рекреационного участка, считаются национальные парки. На сегодняшний день их на территории бассейна Суры два: «Смольный» и «Чаваш Вармане» с общей площадью 717 км², т.е. всего лишь около 1,1% от территории бассейна, что не удовлетворяет потребности в рекреации у местного населения.

Наметилась положительная тенденция к созданию в бассейне Суры природных парков. Первый, Симкинский природный парк устойчивого развития, площадью 1 тыс. га в Большеберезниковском районе Республики Мордовия был спроектирован в 2001 году на базе Сим-

кинского ландшафтного заказника по инициативе В.М. Смирнова. В 2019 году нами инициировано создание природного парка «Поалатырь», площадью 345,6 тыс. га на границе Нижегородской области и Республики Мордовия [10].

Вывод. Для исправления сложившейся экологической ситуации в бассейне реки Суры, необходима существенная корректировка планов и действий в направлении повышения роли лесов, как «гарантов существования рек» и благоприятной среды для рекреации. Ибо традиционные взгляды на леса, как запасы древесины, с помощью которой можно ускорить экономический рост, признается все более устаревшим и нелепым.

Библиографический список

1. Айдак А.П. И взойдут семена. Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во, 1993. 56 с.
2. Гумилев Л.Н. География этноса и географический прогноз. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1990. 287 с.
3. Данилов Г.Г., Альмяшева М.С. Развитие эрозионных процессов и борьба с ними в междуречье Волги и Оки. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 1975. 260 с.
4. Душин А.И. Животный мир // География Мордовской АССР. Гл.7. Саранск, 1983. С. 115–129.
5. Душин А.И. Рыбы реки Суры: уч. пособ. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1978. 96 с.
6. Душин А.И., Астарадамов В.И. Животный мир Мордовии и его охрана // Проблемы природных и экономических ресурсов. Часть II. Природные ресурсы Мордовии и их охрана Саранск, 1976. С. 63–69.
7. Зайдфудим П.Х. К вопросу об инновационной программе «Долина реки Суры» как механизме формирования единого межрегионального культурного и эколого-экономического пространства в среднем Поволжье // Чистая вода: проблемы и решения. 2010. №4. С.7–22.
8. Иванов А.И. Ландшафтное районирование бассейна реки Суры в пределах Пензенской области / Чистая вода: Проблемы и решения, 2010, №4. С. 34–42.
9. Каверин А.В. Экологические просчеты в земледелии Мордовии и пути их устранения // Экологические проблемы в агропромышленном комплексе Среднего Поволжья: Тез. науч.-практ. конф. (14 июня 1995 г.). Пенза, 1995. С. 6–8.
10. Каверин А.В., Василькина Д. Н., Янина Д.А., Авдюшкина Ю.Н. Социально-экологические аспекты использования рекреационного потенциала лесов Присурья // XLIX Огаревские чтения: материалы научной конференции. Саранск, 2021. С. 474–481.
11. Каверин А.В. Природа Присурья (в свете научного наследия А.И. Душина) // Научные труды ГПЗ «Присурский». Том 1. 1999. С. 14–19.
12. Каверин А.В., Мунгин В.В., Алферина А.В., Ушаков И.С., Ушаков Р.С. Органическое животноводство в Республике Мордовия: предпосылки, перспективы и проблемы развития // Исп. и охр. прир. рес. в России, 2021, № 3. С. 100–105.
13. Ломов С.П., Солодков Н.Н., Ставицкий В.В. Историко-географические аспекты неолитических поселений в бассейне реки Суры // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2012. № 29. С. 112–118.
14. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы). М.: Журнал «Россия Молодая», 1994, 367 с.
15. Силаева Т.Б. Флора бассейна реки Суры: современное состояние, антропогенная трансформация и проблемы охраны: автореферат дис. ... доктора биологических наук: 03.00.05 / Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. М., 2006. 39 с.

Р.Е. Менгаязова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: mengayazovaraksana@gmail.com

R.E. Mengayazova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

АНАЛИЗ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ ЗАКАМСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ПЕРМСКОГО КРАЯ

В статье рассмотрены вопросы воспроизводства лесов путем естественного и искусственного возобновления леса. Проведен анализ воспроизводства лесных насаждений в условиях Пермского края. Уход за лесами считается мероприятием по повышению эффективности воспроизводства лесов.

Ключевые термины: воспроизводство; естественное лесовозобновление; искусственное лесовозобновление.

ANALYSIS OF FOREST REPRODUCTION IN THE ZAKAMSKY FORESTRY DISTRICT OF PERM KRAI

The article deals with the issues of reproduction of the forest by natural and artificial renewal of the forest. The characteristic of the stages and tasks of reproduction of forest plantations in the conditions of the Perm region is described. Forest care is considered an event to improve the efficiency of forest reproduction.

Keywords: reproduction; natural reforestation; artificial reforestation.

Главной задачей лесного хозяйства было и остается восстановление леса. В результате рубок, гибели от вредителей и болезней количество лесов заметно уменьшается. Лесовозобновление ведется стандартными способами, а именно естественное (путем минерализации почвы и уход за подростом) и искусственное (посадка деревьев) лесовосстановление.

Воспроизводство лесов осуществляется путем лесовосстановления и ухода за лесами. Под лесовосстановлением следует понимать восстановление основных компонентов леса с возобновлением лесообразующих древесных растений, то есть растений древесных пород, способных образовывать в соответствующих им лесорастительных условиях сомкнутые древостои [1]. Уход за лесами считается осуществление мероприятий, направленных на повышение продуктивности лесов, сохранение их полезных функций (рубка части деревьев, кустарников, агролесомелиоративные и иные мероприятия) [2]. В ОСТ 56-108-98 «Лесоводство. Термины и определения» утвержденный приказом Рослесхоза от 3 декабря 1998 г. № 203 уход за лесами рассматривается и как мероприятия, направленные на сохранение и повышение устойчивости и продуктивности леса, улучшение породного состава насаждений, их качества и санитарного состояния.

В качестве объекта исследования было выбрано лесничество, расположенное в центральной части Пермского края, на территории Ильинского городского округа, Нытвенского городского округа, Краснокамского городского округа, Пермского муниципального района. Общая площадь земель лесного фонда Закамского лесничества составляет 303062 га, и в административно-хозяйственном отношении подразделяется на семь участковых лесничеств.

Анализ выполнения лесничеством объемов работ по лесовоспроизводству за период последних 5 лет представлен в таблице.

Анализ выполнения лесничеством объемов работ по воспроизводству лесов

<i>Наименования показателей</i>	<i>Значения показателей по годам</i>				
	2017	2018	2019	2020	2021
Искусственное лесовосстановление, га	201,4	229,2	164,02	223,7	437,4
Естественное лесовосстановление, га	943,7	713,4	475,7	571,1	809,2
в том числе:	943,7	713,4	437,7	550,3	790,6
сохранение подроста, га					
минерализация почв, га	-	-	38	20,8	18,6

Анализируя данные таблицы можно сказать, что за 5 представленных лет, наибольшая площадь лесовосстановительных работ была в 2021 году – 1246,6 гектар. Большая часть площади была восстановлена естественным путем- 809,2 гектар, что составляет 64,9 %. Искусственным восстановлением леса составила площадь равная 437,4 гектар, или 35,1 %.

Наименьшая площадь воспроизводства лесов была в 2019 году – 639,72 гектар. Естественное лесовосстановление также составляет наибольшую площадь – 475,7 гектар, что составляет 74,4 % от общей площади лесовосстановления. Меньше было создано лесными культурами – 164,02 гектара.

Сохранение подроста и минерализация поверхности почв, как мероприятие по повышению эффективности, практически были выполнены за все анализируемые годы, за исключением минерализации поверхности почв в 2017 и 2018 годах.

В заключении хочется сделать вывод, за период 2017-2020 гг. основным методом лесовосстановления оказался естественный, за все исследуемые годы он превышал 60 % территории.

Библиографический список

1. *ГОСТ 18486-1987. Лесоводство. Термины и определения: Постановление Государственного комитета СССР по стандартам от 10.12.87 № 4445.* URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022985> (дата обращения: 12.03.22).
2. *Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. №200-ФЗ, с изм. От 1 июля 2017 г. № 143-ФЗ.* URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299 (дата обращения: 12.03.22).
3. *Лесохозяйственный регламент Закамского лесничества Пермского края, 2020.* URL: https://www.zinref.ru/000_uchebniki/04600_raznie_13/006_963_Zakamskogo_lesnichestvo_reglament_2020/001.htm?ysclid=l21q3ocmsd (дата обращения: 12.03.22).

К.Р. Мингазова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: mingazova.kristina.1998@mail.ru

K.R. Mingazova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ПЕРМСКОГО КРАЯ

В статье представлен теоретический материал о дендрохронологии, истории её становления в мире и на Урале. Подробное рассмотрен опыт проведения дендрохронологических исследований в Пермском крае. Представлены материалы, демонстрирующие объем и характер проведенных дендрохронологических исследований в регионе. Предлагаются актуальные темы для исследований в области дендрохронологии на территории Пермского края. Ключевые термины: дендрохронология; история дендрохронологии; годовичные кольца; Пермский край; ArcGis; мониторинг окружающей среды.

DENDROCHRONOLOGICAL STUDY OF THE PERM REGION

The article presents theoretical material on dendrochronology, the history of its formation in the world and in the Urals. Considered in detail the experience of dendrochronological research in the Perm region. Presented material demonstrating the volume and nature of the dendrochronological research in the region. Current topics of research in the field of dendrochronology in the Perm region are proposed.

Keywords: dendrochronology; history of dendrochronology; annual rings; Perm Krai; ArcGis; environmental monitoring.

Дендрохронология занимается изучением изменчивости годовичных слоев прироста древесины, анализом информации, содержащейся в годовичных слоях, датировкой событий и определением экологических факторов, влияющих на изменчивость [0].

История дендрохронологии имеет очень древние корни. Зарождению этого направления предшествовал длительный этап накопления знаний об изменчивости годовичных колец. Первые исследования в области дендрохронологии относятся к середине 19 века и началу 20 века. Первые упоминания встречаются в работах Д. Кюхлера (Kuechler, 1859), Покорни (Pokorny, 1869), Ф.Н. Шведова (1892) [0].

Основателем же классической дендрохронологии считается американский астроном Эндрю Дуглас. В своих работах он изучал наличие взаимосвязи между изменчивостью годовичных колец, колебаниями климата и солнечной активностью, а затем им был открыт принцип перекрестной датировки, из которого зародилось отдельное научное направление нашедшее широкое практическое применение. Благодаря работам Дугласа и его учеников со временем дендрохронология приобрела богатый методологический аппарат, и разработанная ими реконструктивистская методологическая концепция стала системообразующим каркасом современной дендрохронологии [0].

В настоящее время методы дендрохронологии используются в археологии и палеоклиматологии, при проведении мониторинга состояния окружающей среды, и даже в судебной экспертизе и криминалистике [0].

С помощью этих методов возможно получить информацию необходимую для решения глобальных, региональных, локальных проблем, связанных с антропогенным воздействием.

Уникальность методики заключается в возможности оценивать вклад и воздействие различных факторов, как естественных, так и антропогенных, оказывающих непосредственное влияние на изменение и трансформацию окружающей среды [0].

В качестве наиболее наглядного показателя состояния деревьев, принята ширина годичного кольца, именно она точно отображает состояние дерева в целом, его производительность, рост и развитие. Именно поэтому показателю возможно установить первоначальное состояние окружающей среды и отследить адаптацию деревьев под влиянием различных факторов [0].

На территории Урала дендрохронологические исследования ведутся с середины прошлого века. Сбор образцов хвойных деревьев, произрастающих на верхнем пределе их распространения, проводился в различных природных провинциях Урала (Полярный, Приполярный, Северный и Южный Урал) [0,0,0]. Стоит отметить, что в исследования не был включен Средний Урал.

Полученные образцы использовались для построения дендрохронологических рядов, реконструкции климатических условий прошлого и изучения динамики верхней границы леса на Урале.

В данной статье подробнее рассматриваются дендрохронологические исследования, проведенные на территории Пермского края. Горная часть Пермского края состоит из двух провинции Урала – Северного и Среднего.

Материалами для работы послужили данные, предоставленные кафедрой Биогеоценологии и охраны природы ПГНИУ, а также научные публикации, найденные в сети Интернет [0,0,0,0].

Собранные материалы были структурированы и оформлены в таблицу с характеристикой каждого участка. А именно:

- названию участка;
- год отбора проб;
- количество отобранных проб;
- порода;
- фитоценоз;
- географические координаты;
- сборщик/проект;
- наличие публикации.

Далее был разработан картографический материал при помощи программного обеспечения ArcGis 10.4.1 Desktop (рис.1, рис.2).

Первая карта (рис.1) наглядно демонстрирует какое количество проб и какие породы деревьев отбирались на конкретном участке.

Проанализировав карту, можно сделать следующие выводы:

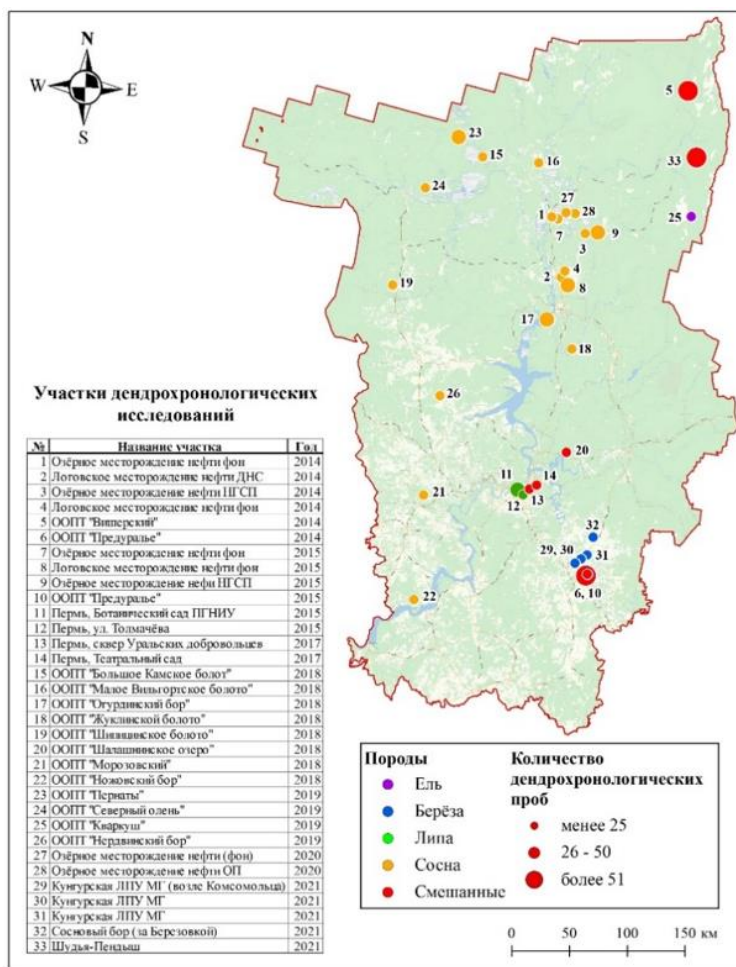


Рис. 4. Места отбора дендрохронологических проб по количественному и породному показателю

— в Пермском крае дендрохронологические исследования проводились на 33 участках;

— на большинстве участков отбиралось менее 25 проб и только на трех участках было отобрано более 50 проб;

— для исследований отбирались следующие породы деревьев – ель (1 уч.) сосна (19 уч.), берёза (4 уч.), липа (2 уч.), и на 7 участках отбирались сразу несколько видов деревьев.

На второй карте (рис.2) отображены места отбора проб по показателям – тип объекта (месторождение, ООПТ, иное) и факт публикации, т.е. был ли проведен анализ полученных образцов, а затем публикация результата в научной статье.

Результат получился следующий:

— отбор проб проводился чаще всего на территории ООПТ (16 уч.), так же виден интерес к нефтяным месторождениям и фоновым площадкам в непосредственной близости с ними (13 уч.), и 4 уч. выделены в категорию «иное» (отбор проб проходил на территории г. Перми и на г. Шудья Пендыш).

— по результатам дендрохронологических исследований на территории Пермского края опубликовано 2 статьи. Первое исследование проводились на территории ГПЗ «Вишерский» [0,0], второе на территории нефтяного месторождения [0].

Анализ полученных результатов показывает, что несмотря на то, что на Урале дендрохронологические исследования проводятся довольно долго, в Пермском крае интерес к ним появился только 7 лет назад. И несмотря на то, что собрано уже достаточно большое количество материала, изучено и опубликовано всего 6%.

Из этого следует, что для Пермского края данное научное направление является актуальным и перспективным.

В рамках дендрохронологии на территории Пермского края можно изучать следующие темы:

— комплексное исследование связи радиального прироста древесины и климатических параметров;

— реконструкция климата и построение дендрохронологических рядов;

— мониторинг изменения верхней границы леса, и соответственно, дополнение работы, уже проведенной в других провинциях Урала;

— проведение исследований в области Среднего Урала;

— мониторинг состояния лесных экосистем на территории ООПТ;

— применение данного метода в области археологии и криминалистики.

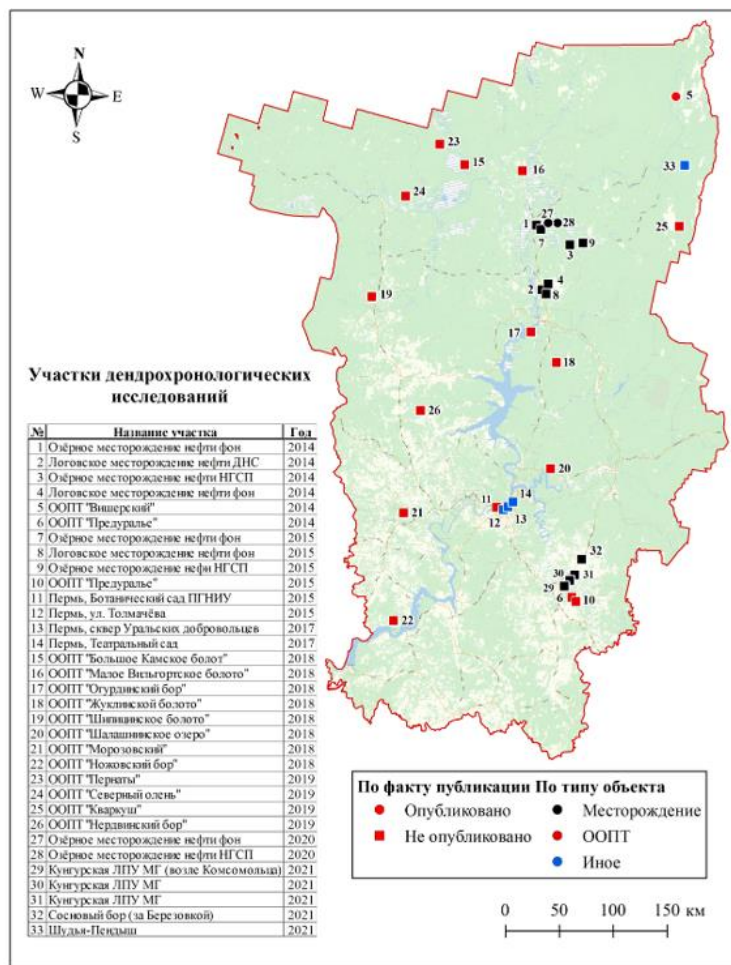


Рис. 5. Место отбора дендрохронологических проб по факту публикации и по типу объекта

Дендрохронологические исследования интересная и актуальная дисциплина на данный момент. Методы дендрохронологии широко применяются в смежных дисциплинах. А на территории Пермского края можно проводить много новых и интересных исследований в рамках этой дисциплины.

Библиографический список

1. Андреев Д.Н., Хотяновская Ю.В. Применение дендрохронологического метода для изучения особенностей роста ели сибирской (*Picea Obovata*) и пихты сибирской (*Abies sibirica*) на территории ГПЗ «Вишерский» // Природные и исторические факторы формирования современных экосистем Среднего и Северного Урала. материалы докладов школы-конференции. 2017. С. 18–21.
2. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазена В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской субарктике. Новосибирск: Наука, 1996. 244 с.
3. Гудошникова А.А., Сивков Д.Е. Применение дендрохронологического метода для оценки состояния окружающей среды // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды. сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка. 2021. С. 363–365.
4. Порозова А.С., Санников П.Ю. Оценка влияния сжигания попутного газа на радиальный прирост *Pinus Sylvestris* // Антропогенная трансформация природной среды. 2021. Т. 7. № 2. С. 58–74.
5. Румянцев Д.Е. Предыстория дендрохронологии // Лесной вестник. 2009. № 1. С. 50–55.
6. Хотяновская Ю.В. Результаты первых дендрохронологических исследований на территории ГПЗ «Вишерский» // Антропогенная трансформация природной среды. №2. С. 173–178.
7. Шиятов С.Г. Дендрохронология, её принципы и методы // Проблемы ботаники на Урале. Записки Свердловского отделения Всесоюзного ботанического общества. 1973. С. 53–81.
8. Шиятов С.Г., Мазена В.С. Цикличность радиального прироста деревьев в высокогорьях Урала // Дендрохронология и дендроклиматология. Лимнологический институт (Академия наук СССР). 1986. С. 134–160.

Е.Э. Наймушина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

E.E. Naymushina

Perm State University, 614068, Perm, street Bu-
kireva, 15

e-mail: pingvinpolina@gmail.com

ЛЕСНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

В статье даны краткие описания и анализы лесорастительного районирования Пермского края Б.А. Чазова, С.А. Дыренкова и приказа Минприроды РФ №367. Приведены основные группы факторов, которые должны учитываться при составлении схем лесохозяйственного районирования по Б.П. Колесникову.

Ключевые термины: лесорастительное районирование; леса Пермского края.

FOREST ZONING IN THE PERM KRAI

This article reveals a brief descriptions of the forest-vegetation zoning of the Perm territory by B.A. Chazova, S.A. Dyrenkov and order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation № 367. The main groups of factors that should be taken into account when drawing up schemes for forestry zoning according to B.P. Kolesnikov.

Keywords: forest zoning; forests of the Perm Krai.

Леса России расположены на огромном географическом пространстве и разнообразны на всем протяжении, как с севера на юг, так и с запада на восток. Лесной комплекс сегодня – одна из важнейших природно-ресурсных отраслей экономики, структурная опора устойчивого развития страны [4]. Неоднородность по своему породному составу, изменения продуктивности, выполняемых защитных функций, указывают на необходимость районирования лесов [7].

Лесорастительное районирование – деление территорий по характеру лесной (или просто древесной) растительности и условиям ее существования для дальнейшего рационального ведения лесного хозяйства. Оно связано с любыми видами природного районирования, но ближе всего стоит к геоботаническому (при районировании лесных территорий) [9].

Лесорастительные зоны определяются в зависимости от природно-климатических условий, в которых расположены леса с относительно однородными лесорастительными признаками. Территории, с относительно сходными условиями использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, объединяются в лесные районы [9].

Особенно крупный вклад в изучении лесов внес Б. П. Колесников в период работы на Урале. Задачей лесорастительного районирования он считал установление особенностей структуры лесов и лесорастительных условий, которые необходимо использовать при планировании и организации комплексного лесного хозяйства, включая сохранение, возобновление, повышение продуктивности и использовании лесов [1].

К числу основных групп факторов, которые должны учитываться при составлении схем лесохозяйственного районирования, Б.П. Колесниковым отнесены [1]:

- 1) природные и экономические особенности выделенных районов;
- 2) показатели комплексной оценки лесных ресурсов (охватывающие все лесопромышленные, природообразующие и социальные ценности леса);

3) необходимость мер по обеспечению лесовосстановления, повышению продуктивности, использованию всех ресурсов леса.

Физико-географическое районирование Б.А. Чазова (1956 год)

Одной из наиболее детальных схем физико-географического районирования Пермской области считается схема, выполненная Б.А. Чазовым. Автор опирался на различия и особенности территориального распределения лесной растительности, которые связаны с климатом, почвами, рельефом, геологическим строением и влиянием деятельности человека. Схема лесного естественно-географического районирования Б.А. Чазова предусматривает разделение Пермской области на четыре лесных района, с дальнейшим подразделением на 11 «лесных» округов [3].

I. Район среднетаежных еловых и сосновых лесов (подразделяется на 4 подрайона). В пределах района заметно выделяются еловые, пихтовые и сосновые леса. В целом по району лесопокрытые земли составляют более 85% [6].

II. Район южнотаежных лесов средней Камы (подразделяется на 3 подрайона). Располагается в центральной части области и имеет более сложную структуру травяного покрова в отличие от среднетаежного. Леса представлены темнохвойными пихтово-еловыми лесами с участием широколиственных пород (в основном липы). Характеризуется господством в древостое и подлеске бореальных и участием неморальных видов. Лесопокрытые земли составляют 60-80% [6].

III. Район широколиственно-хвойных лесов (включает два подрайона). Структура лесов этого района наиболее сложна, она характеризуется смешением хвойных и лиственных пород (хвойные господствуют). Выделяется Кунгурский лесостепной остров, как таксономическая единица, где преобладают березовые и осиновые леса с участием липы и ильма. Лесопокрытые земли составляют от 30 до 45% [6].

IV. Район уральских темнохвойных горных лесов из ели и пихты (разделен на два подрайона). Отмечено сокращение сосновых лесов в горах. Лесопокрытые земли колеблются от 25 до 55% [6].

Стоит отметить, что при продвижении с севера на юг сокращается лесистость района, но растет производительность насаждений. Можно предположить, что на юге более благоприятные условия для выращивания сельскохозяйственных культур, поэтому наибольшая площадь территории занята полями.

Районирование Б.А. Чазова охватывает районы без включения подрайонов, которые обобщены по схожим характеристикам.

Лесорастительное районирование С.А. Дыренкова (1977 год)

Лесорастительное районирование, которое предложено С.А. Дыренковым, О.Э. Шергольд, Г.Н. Канисевым, О.И. Вороновой, включает 5 подзон.

I. К подзоне северной тайги относится Тулымско-Кваркуршский горный район. Район характеризуется высокой лесистостью – 80-90%. Верхняя часть горно-лесного пояса представлена лиственничным, березовым, пихтовым или пихтово-еловым редколесьем. Ниже располагаются елово-пихтовые древостой, еще ниже – еловые и елово-пихтовые [2].

II. Для подзоны средней тайги характерна высокая лесистость – 60-90% и интенсивная эксплуатация лесов. Она подразделяется на следующие районы [2]:

1. Лупьинско-Колвинский район с умеренно холодным континентальным климатом, в котором преобладают ельники зеленомошные, долгомошные и их производные – осинники и березняки. Лесистость от 70 до 90%.

2. Верхне-Камский район с умеренно холодным континентальным климатом, в котором господствуют сосняки брусничные и лишайниковые. Лесистость от 60 до 80%.

3. Для Вишерско-Койвинского горного района характерен холодный умеренно влажный климат. Вершины гор и верхние трети склонов заняты мшистым пихтово-березовым криволесьем, а ниже располагается пояс пихтово-елового редколесья. Лесистость составляет 70-80%.

4. Вишерско-Косьвинский горный район занят елово-пихтовыми крупнопоротниковыми лесами. Лесистость 70-80%.

III. В подзоне южной тайги лесистость колеблется от 20 до 60%. Она подразделяется на следующие районы [2]:

1. Верхне-Обвинский район с умеренно-холодным континентальным климатом, где широко распространены еловые и елово-пихтовые леса. Лесистость от 50 до 60%.

2. Для Среднекамского правобережного района характерен умеренно холодный континентальный климат с господством ельников сложных (с липой) и разнотравных. Лесистость района от 40 до 60%.

3. В Прикамском террасном районе преобладают сосняки зеленомошной и долгомошной групп типов леса. Лесистость от 50 до 60%.

4. В Среднекамском левобережном районе преобладают ельники зеленомошной группы типов леса. Лесистость от 50 до 60%.

5. Верецагинско-Оханский лесорастительный район Оханской и Верхнекамской возвышенностей, подразделен на два подрайона с сосново-еловыми лесами, с почвами различного механического состава, и еловыми лесами. Лесистость от 20 до 40%.

6. Для Сылвенского района характерен умеренно-теплый континентальный климат, где произрастают ельники сложные и дубравнотравные. Лесистость района от 30 до 50%.

7. В Чусовском предгорном районе господствуют елово-пихтовые леса южнотаежного типа: зеленомошные, дубравнотравные и сложные. Лесистость от 60 до 80%.

IV. Подзона хвойно-широколиственных лесов подразделяется на два района [2]:

1. Тулвинский суглинистый холмисто-увалистый широколиственно-хвойный лесорастительный район с умеренно теплым континентальным климатом. В связи с разнообразием почвенного покрова и иных физико-географических условий разделен на два подрайона: Сылвинско-Тулвинский и Частинский. В Сылвинско-Тулвинском районе господствуют смешанные по составу дубравнотравной и зеленомошной групп типов леса. В Частинском в основном преобладают елово-широколиственные леса. Лесистость Тулвинского района от 30 до 50%.

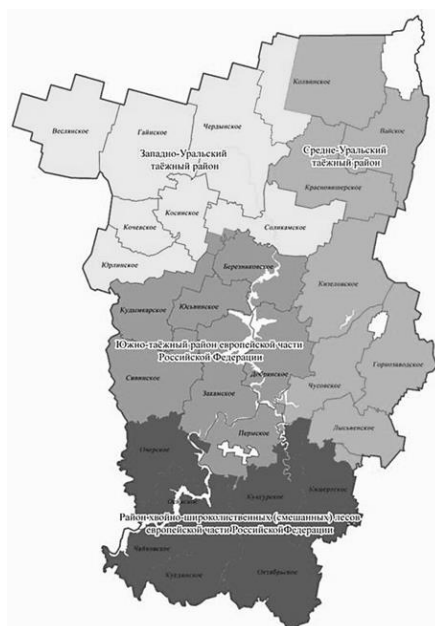
2. В Чайковском широколиственно-хвойном лесорастительном районе на всхолмленной равнине преобладают сосновые и сосново-березовые леса с примесью липы, но также, могут встречаться елово-пихтово-липовые леса с примесью ильма, клена и дуба. Лесистость составляет от 30 до 50%.

V. К подзоне лесостепи относится только один район – Иренский лесостепной суглинистый холмистый с суховатым континентальным климатом. В северной части господствуют березовые и осиново-березовые колки с лесостепным разнотравьем, а также парковые березовые леса с примесью сосны. В южной части представлены липовые, елово-пихтовые (с примесью широколиственных пород) и смешанные ильмово-кленово-липовые леса. Лесистость района от 30 до 50% [2].

Отображение и изучение схемы С.А. Дыренкова с соавторами проводилась с учетом лесорастительного, геоботанического и физико-географического районирования. Данная схема считается одной из самых подробных, так как все районы подразделены на подрайоны и детально охарактеризованы.

В соответствии с Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 августа 2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» леса Пермского края относятся к таежной зоне и зоне хвойно-широколиственных лесов; согласно указанному лесохозяйственному районированию на территории края выделены четыре лесных района: Западно-Уральский таежный район, Средне-Уральский таежный район, Южно-таежный район европейской части Российской Федерации и район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации (Рисунок) [8]. В свою очередь таёжная зона подразделяется на: средне- и южно-таёжные районы европейской части РФ и Средне-Уральский район. Зона хвойно-широколиственных лесов представлена районом хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ [9].

Рисунок. Карта-схема
края [5]



лесных районов Пермского

Заключение

Различия природных
может не учитываться при

разработке и проведении лесоводственных мероприятий. Поэтому лесоводство базируется на таком районировании лесного фонда, при котором учитываются как природные, так и экономические особенности отдельных территорий [6].

условий и свойств лесов не
ведении лесного хозяйства,

В данной статье было рассмотрено и проанализировано лесорастительное районирование по Б.А. Чазову, С.А. Дыренкову с соавторами и приказу Минприроды РФ №367. Можно сделать вывод, что все опиралось на природных особенностях конкретной территории, но самым детальным считается районирование С.А. Дыренкова с соавторами. Автор делит Пермский край на районы с подрайонами и каждый характеризует в зависимости от условий расположения.

Библиографический список

1. *Азаренок В.А., Луганский Н.А.* Леса России и хозяйство в них. Уральский государственный лесотехнический университет. Екатеринбург, 2015. Вып. 1(35). 86 с.
2. *Дыренков С.А., Шергольд О.Э., Канисев Г.Н., Воронова О.И., Жебряков В.Н.* Лесораспределительное районирование Пермского края. Л.; ЛенНИИЛХ, 1977. 15 с.
3. *Жуков А.Б.* Леса СССР: в 5-и т. Т. 4: Леса Урала, Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. 768 с.
4. *Залесов С.В.* Лесоводство: учебник. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. Екатеринбург: УГЛТУ, 2020 295 с.
5. *Лесное хозяйство.* URL: <https://priroda.permkrai.ru/timberlaw/> (дата обращения: 18.02.22).
6. *Лесохозяйственное районирование лесов.* URL: <https://extxe.com/15647/lesohozhajstvennoe-rajonirowanie-lesov/> (дата обращения: 18.02.22).
7. *Мясников А.Г., Садкина И.А.* Значение районирования лесов для оценки состояния и динамики лесных насаждений (на примере Томской области) // Актуальные направления научных исследования XXI века: теория и практика. Национальный исследовательский Томский государственный университет. 2018. № 3. С. 405–409.
8. *Приказ Минприроды России от 18.08.2014 г. (ред. 18.12.2019) №367 «Об утверждении лесного плана Пермского края на 2018-2027 годы».* URL: <http://docs.cntd.ru/document/446683145> (дата обращения: 17.02.22).
9. *Титма О.А.* Районирование лесов Пермского края // Сборник материалов XII Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Географическое изучение территориальных систем» / Пермский государственный национальный исследовательский университет. 2018. С. 122–126.

П.А. Пластинина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

P.A. Plastinina

Perm State University, 614068, Perm, street Bu-
kireva, 15

e-mail: pingvinpolina@gmail.com

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЛЕСНОЙ КОНТРОЛЬ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В статье рассматривается муниципальный лесной контроль и порядок его осуществления. Приводится нормативно-правовая база муниципального лесного контроля на федеральном уровне и на уровне местного самоуправления. Анализируется практика осуществления муниципального лесного контроля в муниципальном образовании город Пермь. Выделены ведомства, осуществляющие муниципальный лесной контроль. Выявлены проблемы данной отрасли.

Ключевые термины: муниципальный лесной контроль; лесной контроль; нормативно-правовое регулирование; контрольные (надзорные) действия.

MUNICIPAL FOREST CONTROL IN THE RUSSIAN FEDERATION

The article discusses municipal forest control and the procedure for its implementation. The regulatory framework of municipal forest control at the federal level and at the level of local self-government is given. The practice of municipal forest control in the municipality of the city of Perm is analyzed. The departments that carry out municipal forest control are singled out. The problems of this industry have been identified.

Keywords: municipal forest control; forest control; regulatory and legal regulation; control (supervisory) actions.

Сохранение лесов является одной из первоочередных задач для любого современного государства, в том числе России, и органы местного самоуправления должны принимать в этом непосредственное участие, в полной мере используя предоставленные им законом полномочия [6].

Создание органов муниципального лесного контроля продиктовано необходимостью создания органов, пользующихся доверием населения и хорошо знающих местную лесохозяйственную жизнь. Такие органы должны принимать решения, соблюдая баланс между интересами местного населения и государственной лесной политикой государства [8].

В общем и целом, контроль в области охраны лесов представляет собой концепцию мероприятий, направленных на выявление, устранение и воспрепятствование возникновению нарушений лесного законодательства, а также обеспечение соблюдения правовых требований в сфере охраны окружающей среды.

Контроль за состоянием лесов, реализуемый на различных уровнях, направлен на обеспечение провозглашенного Конституцией РФ права каждого на благоприятную среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного здоровью индивидов или имуществу экологическими правонарушениями [1].

Согласно статье 98 «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 № 200-ФЗ на территории муниципального образования органами местного самоуправления осуществляется

муниципальный лесной контроль. В соответствии со статьей 84 настоящего кодекса к полномочиям органов местного самоуправления в отношении лесных участков, находящихся в муниципальной собственности относится осуществление муниципального лесного контроля [3].

Порядок осуществления органами местного самоуправления данного полномочия ранее устанавливался статьей 84 Лесного кодекса и Федеральным законом от 26 декабря 2008 года № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля». Ныне муниципальный лесной контроль осуществляется органами местного самоуправления в рамках полномочий в соответствии со статьей 84 настоящего Кодекса, а организация и осуществление муниципального лесного контроля регулируются Федеральным законом от 31 июля 2020 года № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».

Президентом Российской Федерации 31 июля 2020 года был подписан новый Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».

Закон разработан в целях устранения недостатков предшествующего правового регулирования государственного и муниципального контроля, заключающихся в недостаточности регулирования вопросов профилактики нарушений обязательных требований, а также неоправданном акценте на проведении проверок, являющихся наиболее затратным как для бизнеса, так и для надзорных органов мероприятием [2].

Данным Законом устанавливаются гарантии защиты прав физических и юридических лиц, ИП и прочих организаций, не являющихся юридическими лицами [2].

Закон сменил предшествующий №294-ФЗ с 01.07.2021 года.

Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» к вопросам местного значения муниципального, городского округа относит: осуществление муниципального лесного контроля [7].

Муниципальный лесной контроль может осуществляться муниципальными учреждениями, подведомственными органам местного самоуправления [3].

Предметом муниципального лесного контроля является соблюдение юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и гражданами в отношении лесных участков, находящихся в муниципальной собственности, требований, установленных в соответствии с настоящим Кодексом, другими федеральными законами и принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов и лесоразведения, в том числе в области семеноводства в отношении семян лесных растений [3].

Положение о муниципальном лесном контроле утверждается представительным органом муниципального образования [8].

В рамках работы была проанализирована практика осуществления муниципального лесного контроля в городе Пермь.

Города-миллионеры являются местами сосредоточения и притяжения человеческих, трудовых, промышленных, культурных, экономических, экологических, в том числе и лесных ресурсов.

Муниципальный лесной контроль в городах-миллионерах предполагает формирование эталонной модели перспективного муниципального управления городскими лесами.

Муниципальный лесной контроль в городе Пермь осуществляется на основании решения Пермской городской Думы от 21.12.2021 N 308 «Об утверждении Положения о муниципальном лесном контроле на территории города Перми».

Органом, уполномоченным на осуществление данных функций, является управление по экологии и природопользованию администрации города Перми.

При осуществлении муниципального лесного контроля на территории города Перми Управлением в 2019 году проведены следующие мероприятия по соблюдению природоохранного законодательства, в том числе [4]:

плановые проверки в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей – 1 (первое полугодие – 0, второе полугодие – 1);

внеплановые проверки в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в 2019 году – 0;

плановые (рейдовые) осмотры, обследования лесных участков на территории города Перми – 20;

При осуществлении муниципального лесного контроля на территории города Перми Управлением в 2020 году проведены следующие мероприятия по соблюдению природоохранного законодательства, в том числе [5]:

плановые (рейдовые) осмотры, обследования лесных участков на территории города Перми – 33;

Плановые, внеплановые проверки не проводились в связи с распространением коронавирусной инфекции на основании Постановления Правительства Российской Федерации от 03.04.2020 № 438 «Об особенностях осуществления в 2020 году государственного контроля (надзора), муниципального контроля и о внесении изменения в пункт 7 Правил подготовки органами государственного контроля (надзора) и органами муниципального контроля ежегодных планов проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей».

Сравнение практики проведения муниципального лесного контроля на территории города Перми в 2019 и 2020 году представлено на рисунке.

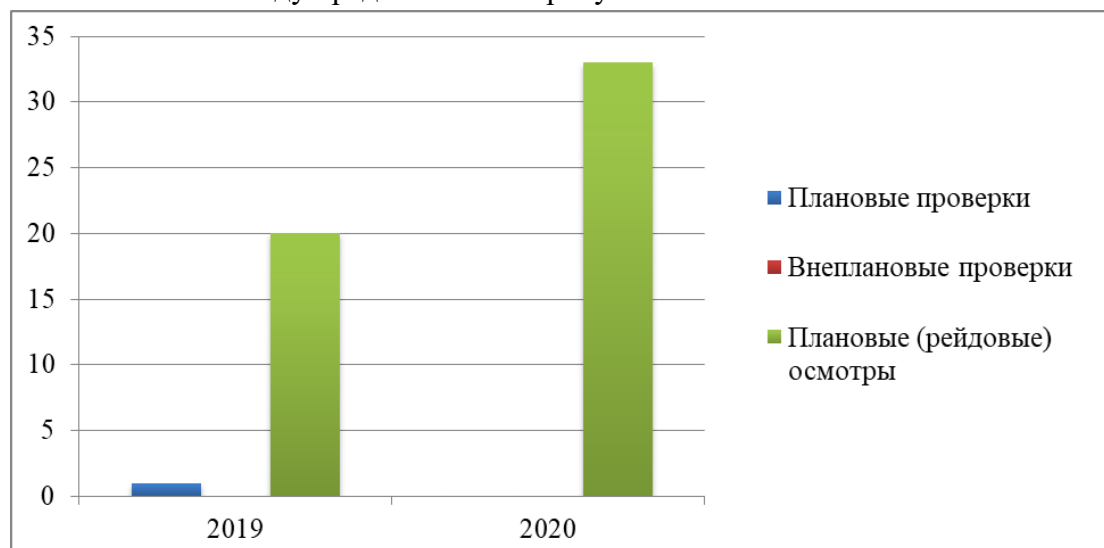


Рисунок. Проведение муниципального лесного контроля в 2019 и 2020 году

Так как плановые и внеплановые проверки в 2020 году не проводились, сравнить их количество с проверками в 2019 году невозможно. Число плановых (рейдовых) осмотров территорий лесных участков на территории города Перми увеличилось в среднем на 60%.

Городские леса занимают небольшую нишу в объеме лесного фонда в Российской Федерации, но их экологическая значимость огромна. Она обусловлена тем, что большая часть населения Российской Федерации проживает в городских населенных пунктах. В связи с этим городские леса приобрели особую экологическую ценность в качестве рекреационной территории, обеспечивающей отдых населения, способствующей снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха, шумового воздействия.

Подводя итоги, необходимо отметить, что муниципальный лесной контроль является компонентом охраны окружающей среды и управления природопользованием. Муниципальный лесной контроль это комплексная система, порядок организации и осуществления которого, регламентируется нормативно-правовыми актами, а реализация муниципального лесного контроля осуществляется органами государственной власти на уровне местного самоуправления.

Библиографический список

1. Абесалашвили М.З., Аванесова Р.Р., Слюсаренко Э.Е. Особенности экологического контроля на муниципальном уровне // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2021. № 2 (52). С. 13–19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45839930> (дата обращения: 26.02.22).
2. Анализ основных положений Федерального закона от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» URL: <https://irkobl.ru/sites/baikal/news/detail.php?ID=1070638> (дата обращения: 14.02.22).
3. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 30.12.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения: 18.02.22).
4. Обобщенная практика осуществления муниципального лесного контроля на территории города Перми за 2019 год. URL: <https://www.gorodperm.ru/actions/kontrol/les/?ysclid=1221e163lc> (Дата обращения: 19.02.22).
5. Обобщенная практика осуществления муниципального лесного контроля на территории города Перми за 2020 год. URL: <https://www.gorodperm.ru/actions/kontrol/les/?ysclid=1221e163lc> (дата обращения: 10.02.22).
6. Осуществление муниципального лесного контроля. URL: <https://www.gkh.ru/article/64126-osushchestvlenie-munitsipalnogo-lesnogo-kontrolya> (дата обращения: 24.02.22).
7. Федеральный закон от 06.10.2003 N 131-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации». URL: https://legalacts.ru/doc/131_FZ-ob-obwih-principah-organizacii-mestnogo-samoupravlenija/ (дата обращения: 30.01.22).
8. Федеральный закон от 31.07.2020 N 248-ФЗ (ред. от 06.12.2021) «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022). URL: <https://student2.consultant.ru/cgi/online.cgi?from=386954-0&req=doc&rnd=6tJ89A&base=LAW&n=389501#BgpCXySAnCHDLR7l> (дата обращения: 10.02.22).
9. Хайруллина Л.Н., Хасанова Г.М. Лесной контроль и надзор в Российской Федерации // Наука и образование: проблемы и стратегии развития. 2016. № 1(2). С. 259–263. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27809697&> (дата обращения: 20.02.22).

М.В. Рогозин

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: rog-mikhail@yandex.ru

M.V. Rogozin

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

ЧТО НЕ ТАК В НАШИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ О ЕСТЕСТВЕННОМ ОТПАДЕ ДЕРЕВЬЕВ?

Изучены культуры сосны обыкновенной 1Б класса бонитета в возрасте 55 лет в кв. 43 Пермского городского лесничества на общей площади 1,9 га со сплошным картированием деревьев и выстраиванием 2,0 тыс. полигонов их питания в программе «ArcMap 10». Выяснено, что густота древостоя на интенсивность отпада влияет с силой 22%, поэтому её уже нельзя считать главной причиной отпада деревьев. Оказалось также, что частоты площади питания у отпавших деревьев функционально детерминированы на 90 % питанием деревьев в возрасте до 30 лет. Поэтому «расширение» питания дерева рубками ухода во втором классе возраста будет иметь эффект не более чем в 10 % оставшихся случаев. Это связано с тем, что кроме Закона естественного изреживания в насаждениях действуют ещё 5 законов, определяющих развитие и отдельных деревьев, и древостоя в целом, начиная с возраста от 10 лет. Более того, динамика площадей питания деревьев в возрасте от 30 до 55 лет показала, что в выборке из 325 деревьев с увеличением площади питания на 42 % после отпада деревьев-соседей средний диаметр ствола к 55 годам увеличился не достоверно и лишь на 1,5 %. Из этих фактов вытекает резкая критика действующих уже более 40 лет Правил ухода за лесами. Они основаны на действии одного только Закона естественного изреживания, а ныне их известно уже шесть, и поэтому Правила эти представляют собой квази-модели. В связи с этим, рубки ухода с прореживаниями чистых древостоев во втором-третьем классе возраста должны быть прекращены. Такие рубки следует передвинуть на возраст насаждений 10–20 лет.

Ключевые термины: естественное изреживание; лесные культуры; сосна обыкновенная; рубки ухода.

WHAT IS WRONG WITH OUR IDEAS ABOUT THE NATURAL DECAY OF TREES?

The cultures of pine 1B of the bonus class at the age of 55 years were studied in sq. 43 of the Perm city Forestry on a total area of 1.9 hectares with continuous mapping of trees and building 2.0 thousand polygons of their nutrition in the "ArcMap 10" program. It was found out that the density of the stand affects the intensity of tree fall with a force of 22%, so it cannot be considered the main cause of tree fall. It also turned out that the frequencies of the feeding area in fallen trees were functionally determined by 90% by the nutrition of trees under the age of 30 years. Therefore, their "expansion" by care cabins in the second grade of age will have an effect in no more than 10% of the remaining cases. This is due to the fact that in addition to the Law of Natural Thinning, there are 5 more laws in plantings that determine the development of individual trees and the stand as a whole, starting from the age of 10 years. Moreover, the dynamics of the feeding areas of trees aged 30 to 55 years showed that in a sample of 325 trees with an increase in the feeding area by 42% after the fall of neighboring trees, the average trunk diameter by 55 years increased not significantly and only by 1.5%. From these facts, a sharp criticism of the Rules of Forest Care that have been in force for more than 40 years follows. They are based on the operation of the Law of Natural Thinning alone, and now there are already six of them, and therefore these Rules are quasi-models. In this regard, felling care with thinning of clean stands in the second-third grade of age should be discontinued. Such felling should be moved to the age of plantings 10-20 years.

Keywords: natural thinning; forest crops; scots pine; felling care.

В учебниках лесоводства отпад деревьев определяется как их отмирание в результате естественного изреживания насаждений. В молодняках и в среднем возрасте он происходит, главным образом, по причине конкурентных отношений между растениями и особенно интенсивен в насаждениях с высокой густотой. Для изучения отпада мы использовали культуры

сосны 1Б класса бонитета в возрасте 55 лет в кв. 43 Пермского городского лесничества в Кировском районе г. Перми. Для этого культуры общей площадью 1,9 га разбили на 24 пробных площади (таблица).

Таблица

Динамика густоты, отпад, средний диаметр живых деревьев и полнота древостоев в 55-летних культурах сосны на 24-х пробных площадях

<i>Ретро-густота в возрасте до 30 лет</i>		<i>Текущая густота в 55 лет</i>		<i>Естественный отпад</i>			<i>Д ср, см</i>	<i>Полнота относительная</i>
<i>ранг</i>	<i>шт./га</i>	<i>шт./га</i>	<i>ранг</i>	<i>шт./га</i>	<i>%</i>	<i>ранг</i>		
1	1153	999	3	155	13,4	1	23,0	1,02
2	1266	956	2	309	24,4	14	22,7	0,86
3	1379	942	1	437	31,7	23	23,0	0,92
4	1402	1092	4	310	22,1	4	21,5	0,87
5	1460	1126	7	333	22,8	7	21,6	0,91
6	1477	1111	6	366	24,8	9	21,6	0,89
7	1479	1162	8	317	21,4	2	21,5	0,84
8	1586	1101	5	485	30,6	22	22	0,92
9	1618	1259	12	360	22,2	5	20,5	0,85
10	1646	1253	11	392	23,8	13	21,6	1,00
11	1646	1266	14	380	23,1	8	21,1	1,01
12	1651	1211	9	439	26,6	19	21,5	0,93
13	1654	1272	15	383	23,1	9	21,2	0,98
14	1660	1266	13	394	23,7	12	19,8	0,87
15	1692	1295	16	397	23,5	10	20,5	0,94
16	1720	1240	10	480	27,9	20	21,5	0,98
17	1725	1300	18	425	24,6	15	20,7	0,97
18	1730	1294	17	436	25,2	19	21,2	0,87
19	1742	1364	19	379	21,7	3	20,3	0,96
20	1913	1477	21	436	22,8	6	20,2	0,96
21	1955	1463	20	492	25,2	18	19,5	0,97
22	1970	1505	23	465	23,6	11	19,4	0,97
23	2180	1561	24	619	28,4	21	19,1	1,01
24	2207	1480	22	727	32,9	24	20,1	1,03
Среднее	1663	1250		413	24,6		21,0	0,94
Вариация, %	15,7	13,2		28,0	16,0		5,1	5,9
Минимум	1153	942		155	13,4		19,1	0,84
Максимум	2207	1561		727	32,9		23,0	1,03

На участке провели сплошное картирование деревьев и далее выстраивание более 2,0 тыс. полигонов их питания в программе «ArcMap 10». Работы продолжались три года. Средние высота и диаметр в указанной выборке пробных площадей были равны 27,3 м и 21,0 см, относительная полнота 0,94, текущая густота в среднем 1250 шт./га, запас древесины изменялся от 480 до 610 м³/га. Колебания господствующих высот составили ±4,0 %, что указывает на выравненность лесорастительных условий, а колебания запаса от –12 до +11 % свидетельствуют об однородности таксационных показателей в пределах массива культур. В то

же время число деревьев на 1 га различается от 942 до 1561 шт./га или в 1,67 раза. Так как влияние густоты на размерные показатели деревьев хорошо изучено, то мы сделали акцент на изучении её влияния на естественное изреживание. Анализ данных таблицы показывает, что несмотря на снижение густоты за 25 лет на одну треть ранги густоты древостоев остались почти такими же, при корреляции между ними $r = 0,95 \pm 0,02$.

Снижение густоты от возраста 30 лет к 55 годам отражает действие «Закона естественного изреживания». По этому закону к возрасту спелости густота должна понизиться до 500–700 шт./га; следовательно, густоты по пробам *должны стремиться* к выравниванию. Однако происходит это пока слабо, и только две самых густых пробных площади (ранги 23 и 24) начинают её выравнивать. В связи с медленным выравниванием густоты возникает вопрос, а с какой силой на естественное изреживание влияет сама густота? Казалось бы, в механизме этого процесса должно быть всё ясно – чем густота больше, тем сильнее идёт изреживание. Но важно знать оценки этого процесса в количественном выражении. Для этого существуют известные статистические процедуры, которые рассмотрим ниже.

Обычно отпад рассчитывают в натуральном выражении в м³/га, или как число погибших на единице площади растений и вписывают его в таблицы, используемые при таксации. Также используют показатель интенсивности отпада. Для этих двух показателей мы построили поля корреляции в их связи с ретро-густотой в возрасте 30 лет (рис. 1).

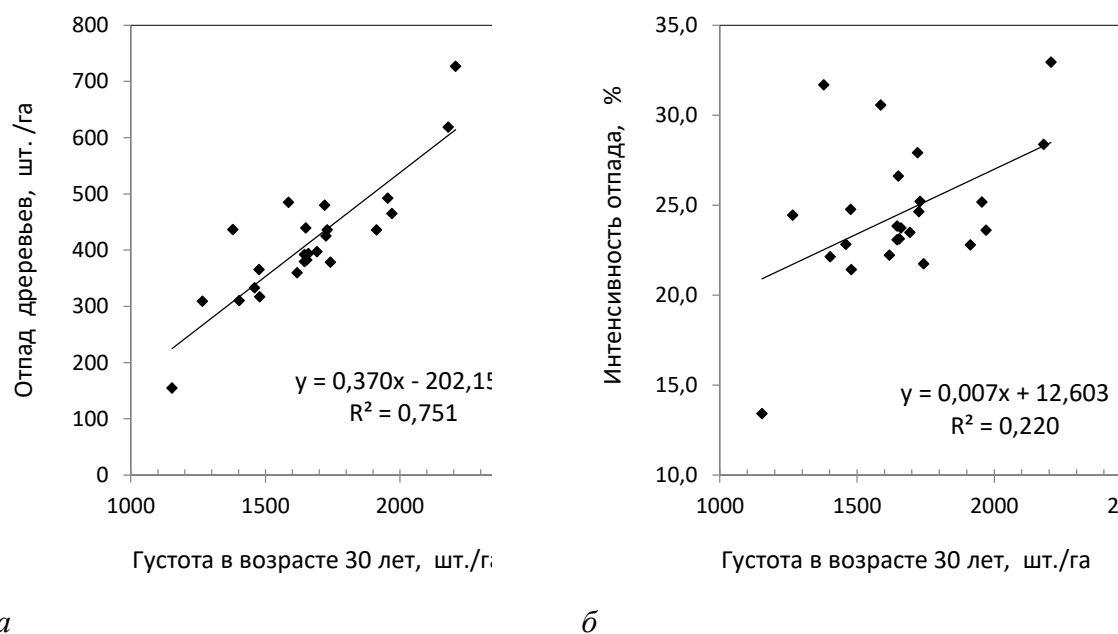


Рис. 1. Влияние ретро-густоты в возрасте 30 лет на отпад деревьев к 55 годам в натуральном (а) и в отн относительном (б) выражении.

Как видим, уровень связи получился разным. Для натурального показателя отпада (в шт./га) аппроксимация тренда связи равна $R^2 = 0,751$, а для отпада в процентах $R^2 = 0,220$ или в 3,4 раза слабее. Снижение связи происходит потому, что при расчётах по натуральному показателю мы имеем дело с функциональной связью – так бывают связаны целое и его часть (например, объём ствола и его диаметр). Также и отпад к возрасту 55 лет в шт./га – это часть ретро-густоты в возрасте 30 лет, и вследствие этого связь высокая. Поэтому для расчёта влияния густоты как фактора на отпад деревьев использовать простое число погибших растений

не корректно; следует взять интенсивность отпада в процентах, функционально не связанных с ретро-густотой в 30 лет в шт./га.

Именно интенсивность отпада в % к 55 годам показала нам её действительную связь с фактором густоты древостоя в возрасте 30 лет. В результате сильный отпад наблюдается не только в густых местах, но и в местах средней и даже с малой густоты, что не выявлялось при натуральных показателях отпада. Снижение влияния густоты древостоя на интенсивность отпада деревьев ниже уровня в 50 % (в нашем случае оно опустилось вообще до 22%, исходя из $R^2 = 0,220$ на рисунке 1б) убеждает нас в том, что высокую густоту уже нельзя считать «главной» причиной отпада деревьев, как это принято считать: остаётся ещё 78% случаев отпада деревьев, в которых густота не играет никакой роли. Полученные результаты вызывают ряд вопросов. Непонятно, почему отпад столь сильно различается на пробках с малой густотой, с колебаниями от 13 до 32 %. Они имеют размер 0,07–0,10 га и можно назвать их «мидиценозы», т.е. сообщества, средние между микро- и макроценозами, где естественное изреживание протекает, возможно, со своими особенностями. Причём такие места были бы нивелированы на более крупных пробных площадях с охватом, как это принято при таксации, около 200 деревьев.

Следует отметить, что в этих культурах мы провели методически сложный анализ структуры древостоя с выстраиванием вокруг всех деревьев полигонов питания, который выявил некоторые деревья, которым, казалось бы, ничто не мешало успешно расти. Однако они отпали, несмотря на площадь питания, близкую к среднему значению (рис. 2).

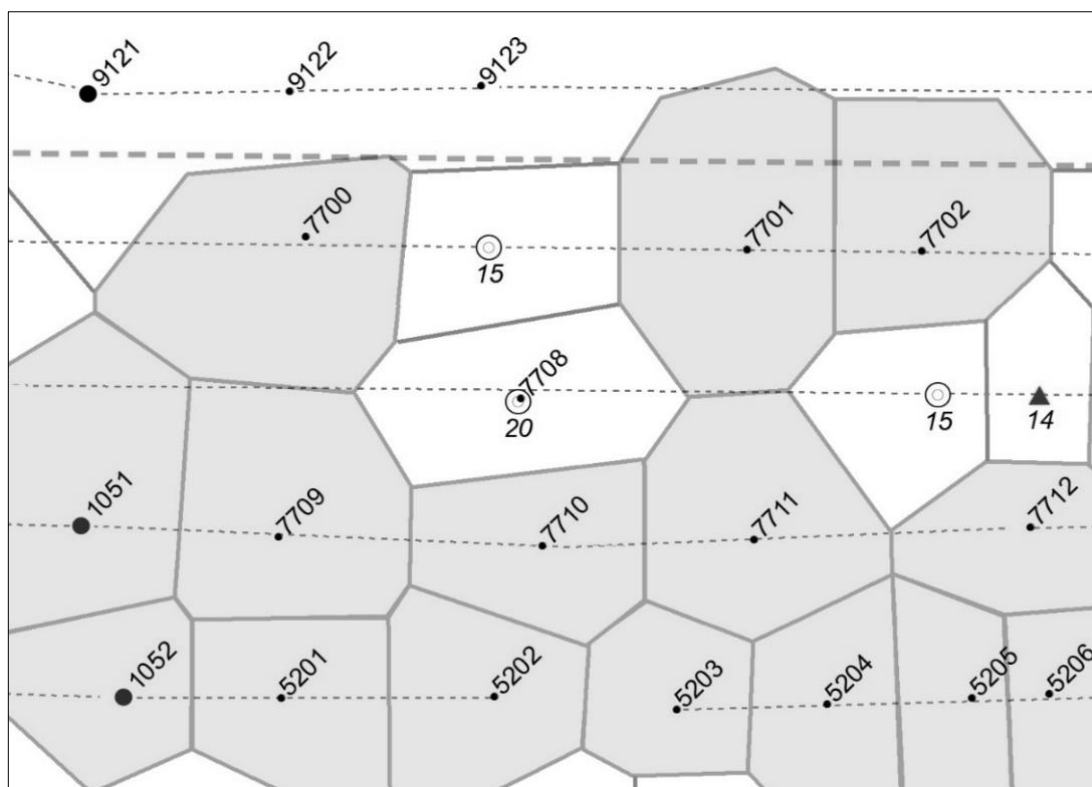


Рис. 2. Усохшее дерево № 7708, учтённое ошибочно живым с диаметром 20 см; треугольный маркер – полуразложившийся отпад.

Не углубляясь в детали этого сложного анализа, отметим, что сила влияния площади питания на диаметр деревьев в этих культурах была рассчитана по данным более 2,0 тыс. полигонов питания, чего ранее никогда не проводилось. На диаметр живых деревьев она повлияла

с силой $9,5 \pm 0,3$ %, а на диаметр отпавших деревьев влияние было недостоверным и равнялось $0,2-3,0$ %

Оказалось также, что частоты площади питания у отпавших деревьев были функционально детерминированы на 90 % питанием деревьев в возрасте до 30 лет. Поэтому их «расширение» рубками ухода во втором классе возраста будет иметь эффект не более чем в 10 % оставшихся случаев. Это связано с тем, что кроме Закона естественного изреживания в насаждениях действуют ещё 5 законов, определяющих развитие и отдельных деревьев, и древостоя в целом, начиная с возраста от 10 лет.

Более того, динамика площадей питания в выборке из 646 деревьев в возрасте от 30 до 55 лет показала, что при использовании территории погибших соседей старая площадь питания (до 30 лет) и увеличенная на 23 % новая площадь питания (после 30 лет) повлияли на диаметр дерева спустя 25 лет с силой, соответственно, 4,9 и 6,3 %. Различие недостоверно, поэтому можно утверждать, что в возрасте после 30 лет деревья уже почти не реагируют на увеличение светового и корневого питания после отпада их соседей. Кроме того, далее из этой выборки мы вычленили 325 деревьев с более значительным увеличением площади питания на 42 % после отпада уже 2-3 соседствовавших с ними ранее деревьев, и средний диаметр ствола к 55 годам увеличился у них всего лишь на 1,5 %, что не достоверно. Это усиливает предыдущее утверждение, так как даже сильный отпад деревьев не оказал существенного влияния на диаметры стволов к 55 годам, находящихся рядом.

Таким образом, из этих установленных фактов вытекает резкая критика действующих уже более 40 лет без существенных изменений Правил ухода за лесами [1]. Они основаны на действии только одного Закона естественного изреживания, а ныне законов развития насаждений известно уже шесть [2]. Поэтому Правила эти представляют собой квази-модели ухода за лесами [3]. В связи с этим, рубки ухода по таким правилам с интенсивным прореживанием деревьев в втором-третьем классе возраста должны быть прекращены. Такие рубки следует передвинуть на возраст насаждений 10–20 лет.

Библиографический список

1. *Правила ухода за лесами*. М.: МПР РФ. Приказ № 626 от 22.11.2017. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201712250068?ysclid=l223pnien7> (дата обращения: 20.02.22).
2. *Рогозин М.В.* Структура древостоев: конкуренция или партнерство? [Электронный ресурс]. Пермь: ПГНИУ. 2019. 223 с.
3. *Рогозин М.В.* Конкуренция между деревьями сосны и необходимость рубок ухода // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №5. С. 24-41. doi.org/10.33619/2414-2948/66/03.

А.В. Романов

Пермский государственный аграрно-технологический университет им.Д.Н.Прянишникова,
614990, Россия, Пермский край, г. Пермь,
ул. Петропавловская, д. 23

A.V. Romanov

Perm State Agro-Technological University
named after Academician D.N. Pryanishnikov
614990, Perm, Petropavlovskaya street, 23

e-mail: moraposh@mail.ru

**ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ НЕЗАКОННОЙ РУБКИ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ Г. ПЕРМИ:
ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРАВОВОГО ТУПИКА**

Ущерб от несогласованной с органами местного самоуправления города Перми рубки деревьев до недавнего времени исчислялся в соответствии с положениями Решения Пермской городской Думы от 26.08.2014 №155. Но в 2020 году появился первый прецедент, когда суд встал на сторону обвиняемого и призвал рассчитывать ущерб в соответствии с «лесным законодательством», как это прописано в статье 260 УК РФ. Поскольку лесное законодательство опирается в расчете ущерба на Постановление Правительства РФ от 29.12.2018 №1730, то все поняли, что рассчитывать ущерб требуется по приведенной в данном нормативно-правовом акте методике. Но стоимость ущерба, рассчитанного по данной методике, не достаточна для восстановления уничтоженных насаждений. В то же время Лесной Кодекс разрежает органам местного самоуправления разрабатывать свои собственные таксы. Проблема в том, что эти таксы должны быть разработаны для объема древесины, а не количества деревьев. В статье рассматриваются возможности по приведению законодательства города Перми в соответствии с федеральными законами, с тем чтобы гарантировать сохранность и восстановление зеленых насаждений, расположенных на территории города.

Ключевые термины: незаконная рубка; городские зеленые насаждения; установление ущерба.

**ASSESSMENT OF DAMAGE FROM ILLEGAL LOGGING OF URBAN PLANTATIONS IN PERM:
WAYS TO SOLVING THE LEGAL DEADLOCK**

Until recently, the damage caused by the felling of trees uncoordinated with the local authorities of the city of Perm was calculated in accordance with the provisions of the Decision of the Perm City Duma of 08.26.2014 No. 155. In 2020, the first precedent appeared when the court sided with the accused and called for calculating damages in accordance with the "forest legislation", as prescribed in Article 260 of the Criminal Code of the Russian Federation. But in 2020, the first precedent appeared when the court sided with the accused and called for calculating damages in accordance with the "forest legislation", as prescribed in Article 260 of the Criminal Code of the Russian Federation. Since the forest legislation is based in the calculation of damage on the Decree of the Government of the Russian Federation dated 12.29.2018 No. 1730, then everyone understood that it is required to calculate damage according to the methodology given in this regulatory legal act. But the cost of damage calculated by this method is not sufficient to restore the destroyed plantings. At the same time, the Forest Code allows local governments to approve their own rates of payment for the resource. The problem is that these rates should be designed for the volume of wood, not the number of trees. The article discusses the possibilities of bringing the legislation of the city of Perm in accordance with federal laws in order to guarantee the safety and restoration of green spaces located on the territory of the city.

Keywords: illegal logging; urban green spaces; damage assessment.

Актуальность. С 2015 года расчет ущерба от несогласованного удаления деревьев и кустарников на территории города Перми (за исключением насаждений, относящихся к городскому лесничеству) проводился в соответствии с «Порядком расчета восстановительной стоимостью зеленых насаждений, снесенных на территории города Перми», утвержденных По-

становлением Администрации города Перми (далее ПАП) от 26.02.2015 №101. Все происходило достаточно спокойно, пока в 2019 году адвокат по одному из возбужденных уголовных дел не призвал суд считать ущерб в соответствии с лесным законодательством, так как в примечаниях к Статье 260 УК РФ «Незаконная рубка лесных насаждений» было прописано (цитата): «Значительным размером в настоящей статье признается ущерб, причиненный лесным насаждениям или не отнесенным к лесным насаждениям деревьям, кустарникам и лианам, исчисленный по утвержденным Правительством Российской Федерации таксам и методике...». Суд встал на сторону адвоката. И все решили, что ущерб следует считать в полном соответствии с приложениями 1-4 к «Особенностям возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства», утвержденных Постановлением Правительства РФ (далее ППРФ) от 29.12.2018 №1730.

При этом все понимают абсурдность такого подхода при расчете стоимости ущерба срубаемым в городе деревьям, так как ставки платы, на которые ссылается выше указанное постановление вообще не возмещают городу затраты на восстановление утраченного имущества! Хотя «полное» возмещение убытков предусмотрено Статьей 15 ГК РФ. Могут возразить, что в пункте 1 этой же статьи сказано (цитата): «...если законом или договором не предусмотрено возмещение убытков в меньшем размере...». Но в том то и дело, что даже Лесной Кодекс РФ, являющийся основой для лесного законодательства Статьей 84 наделяет органы местного самоуправления (а к таковым и относится Администрация города Перми) правом (цитата): «1. К полномочиям органов местного самоуправления в отношении лесных участков, находящихся в муниципальной собственности, относятся: ...3) установление ставок платы за единицу объема древесины...». На эту же статью ЛК РФ ссылается ППРФ от 29.12.2018 №1730 в п. 2: «...или орган местного самоуправления, осуществляющий муниципальный лесной контроль, действующие в пределах полномочий, определенных в соответствии со статьями 81 – 84 Лесного кодекса Российской Федерации...». Основная проблема возникшей ситуации в том, что местное самоуправление наделяется полномочиями относительно «установления ставок платы за единицу объема», а сама методика расчета ущерба, прописанная в «Порядке расчета восстановительной стоимости...» построена на количестве уничтоженных деревьев и кустарников, что никак не может считаться «единицей объема».

Результаты исследования. Выходом из создавшегося положения будет привязка стоимости ущерба от рубки деревьев к объему древесины. Методики подобного расчета уже были предложены красноярскими учеными И.М. Данилиным и др. [1]. Суть их методики заключается в том, что для ставок платы, утвержденных Правительством РФ, вводятся дополнительные коэффициенты, позволяющие учесть особенности городского озеленения. Поскольку методика была разработана в 2019 году (до последней редакции ППРФ от 29.12.2018 №1730), в ней за базовую принималась расценка за крупную деловую древесину. В таблице 1 дается сравнение ущерба от рубки дерева (на примере березы), рассчитанного по разным методикам для города Перми по расценкам 2021 года. Смыслом данного сравнения является выявление возможности восстановить нанесенный ущерб мероприятием посадки дерева, отвечающего требуемых по законодательству параметрам, согласно насчитанной по разным методикам стоимости срубленного дерева.

Рыночная стоимость посадочного материала березы высотой 3-3,5 м – 2 группа (согласно Решению Пермской городской Думы от 26.08.2014 №155) составляла в 2021 году от 3600 руб./шт. то есть средств на компенсацию ущерба, рассчитанных по методике, применяемой в лесном хозяйстве и методике, предложенной сибирскими учеными, не хватит даже на приоб-

речение саженца, чтобы восстановить потерянное дерево, не говоря уж об подготовке посадочного места, транспортировке и посадке саженца, а также о проведении последующего ухода за ним.

Второй путь разработки методики оценки ущерба от срубленных деревьев может базироваться на том, что за основу расчета берется минимальная кубатура древесины дерева, соответствующая параметрам высаживаемого на территории города посадочного материала (с диаметром ствола равного 8 см). Следовательно, увеличение диаметра приводит к увеличению объема древесины и росту стоимости такого дерева. Как и в методике Данилина И.М и др. (2019), объем древесины деревьев устанавливается по «Сортиментным и товарным таблицам для равнинных лесов Урала», утвержденных Приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 25.05.2000 №83. Только при расчетах стоимости «компенсационных посадок» берутся значения по низшим разрядам высот, ибо в городских насаждениях деревья не достигают тех высот, что возможны в лесных условиях, а в случае с незаконной рубкой деревьев – берутся по 1 разряду высоты (аналогично Постановлению Правительства РФ от 29.12.2018 №1730). Также следует считать нерациональным использовать понижающие коэффициенты при удалении сильно ослабленных и усыхающих деревьев, так как в этом случае придется как-то обосновывать степень их санитарного состояния по порубочным остаткам (пень, части ствола), что обрстет различными манипуляциями, только запутывающими расследование. В то время как доказательства сухостойности дерева вполне очевидны, и не вызывают разногласий. Причем удаление погибших деревьев вменяется в обязанности их владельцам «Правилами благоустройства г. Перми». Таким образом, если минимальный объем древесины березы при 1 разряде высоты и диаметром ствола 8 см ($0,04 \text{ м}^3$) будет стоить 9608,95 руб. (в ценах 2021 года), то 1 м^3 (что соответствует диаметру ствола 32 см и высотой ствола – 28 м) древесины березы будет иметь ставку платы – 240223,75 руб. И это еще без дополнительных коэффициентов, учитывающих ценность дерева и сам факт осуществления «незаконного сноса». А инфляционное повышение ставки платы в этом случае, будет утверждаться систематически издаваемыми Постановлениями Администрации г. Перми, аналогично тому, как это осуществляется на федеральном уровне.

Таблица 1

**Сравнение стоимости незаконно срубленного дерева диаметром около 8 см
(на примере березы) по разным методикам расчета для г. Перми в 2021 году**

Показатели	Методики		
	ПАП от 26.02.2015 №101	ППРФ от 29.12.2018 №1730	Данилина И.М. и др.
Величина ущерба в физических величинах	1 шт.	$0,1 \text{ м}^3$	1 шт.
Стоимость за единицу в 2021 году, руб.	9608,95	144,43 ($53,10 \times 2,72$)*	6,07 ($74,34 \times 2,72 \times 0,03$)**
Произведение всех дополнительных коэффициентов	10	100	20
Стоимостная характеристика ущерба, руб.	96090	1444	121

Примечание: * – стоимость деловой древесины средней крупности, коэффициент на 2021 год; ** – стоимость крупной деловой древесины, коэффициент на 2021 год, коэффициент на диаметр срубленного дерева.

Третий путь – принятие ставки платы за объем древесины (1 м^3) по существующей на 2021 год стоимости и разработки коэффициентов, учитывающих изменение этого объема в меньшую и большую стороны. При обследовании деревьев в сквере у оперного театра в 2020 году устанавливался по каждому дереву диаметр ствола и его высота. В таблице 2 приведены

значения этих показателей для березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), соотношение которых показывает, что рассчитывать объем стволов следует по 4-6 разряду высоты.

Таблица 2

Значения диаметра ствола и его высоты для березы пушистой, произрастающей в насаждениях города Перми (учет 2020)

Диаметр ствола, см (по ступеням толщины)	Диапазон изменения высоты, м	Высота средняя, см	Разряд высоты
16	9-19	16,1	IV
20	11-18	14,5	VI
24	16-20	17,6	V
28	17-21	18,5	V
32	17-20,5	18,3	V
36	17-20,5	18,8	VI

При 5 и 6 разряде высоты 1 м³ древесины березы соответствует 36 ступени толщины ствола. В соответствии с методикой, написанной в ПАП от 26.02.2015 №101, стоимость такой березы составляет 26905,06 руб. (9608,95 руб. – стоимость посадки в 2021, 2 – коэффициент ценности дерева, 1,4 – коэффициент на диаметр ствола). Объем древесины березы диаметром 8 см при 5 разряде высоты, составляет 0,028 м³, при стоимости такого экземпляра – 19217,90 руб. Таким образом поправочный коэффициент для дерева (береза) диаметром, соответствующего ступени толщины 8 см составит 0,714; для дерева (береза) с диаметрами 12-16-20 см – 0,857; для диаметров 24-28 см – 0,928 и т.д. При осуществлении незаконного сноса деревьев, как и было предусмотрено в ПАП от 26.02.2015 №101, остается коэффициент 5.

Согласно исследованиям, проведенным Молгановой Н.А. [2], на территории города Перми на 2017 год насчитывается 22 рода древесных (древовидных) растений, обладающие таким признаком, как наличие отдельного ствола при выращивании в городских насаждениях. И только по 12 из них разработаны объемные таблицы для Пермского края (Предуральский равнинный район). Для формирования полноценной базы, позволяющей охватить все рода деревьев, для выполнения расчетов, необходимо провести исследования по установлению зависимости объемов древесины от диаметров их стволов для следующих родов: *Thuja*, *Juglans*, *Sorbus*, *Pyrus*, *Malus*, *Crataegus*, *Padus*, *Phellodendron*, *Aesculus*.

В данном вопросе конечно есть еще и другой взгляд на возникающие ситуации, приводящие к возбуждению уголовных дел из-за колоссальных сумм насчитанного ущерба. Насколько является адекватным рассчитывать ущерб вышеуказанным образом, если органы местного самоуправления или те же владельцы территорий (жители многоквартирных домов, управляющие компании) не удосужились провести инвентаризацию собственного имущества, не вложили ни копейки денег в обслуживание данного имущества, мало того, способствовали своими действиями произрастанию данных деревьев в нарушение сводов правил, утвержденных на федеральном уровне. В этом случае (когда уничтоженные деревья не стоят на балансе собственника) вполне можно было обойтись и нормами лесного законодательства, то есть расчет осуществлять на основе ППРФ от 29.12.2018 №1730.

Заключение. Устойчивое пользование зелеными насаждениями (лесными насаждениями, не входящих в структуры Пермского городского лесничества) достигается не только грамотными действиями по их обслуживанию и сохранению, но и также наличием всем понятных и обоснованных нормативно-правовым актам, которые исключают их двойное толкование, либо внутреннее несоответствие.

Библиографический список

1. Данилин И.М., Соколов В.А., Целитан И.А., Синявин В.С. Методика расчета компенсационной стоимости размера ущерба при незаконных рубках, повреждении, уничтожении зеленых насаждений // Сибирский лесной журнал. 2019, №2. С. 88–95.
2. Молганова Н.А. Дендрофлора города Перми. Автореф. дис. канд. биол. наук. Уфа, 2018. 22 с.

Р.А. Соколов

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: romanalexsokolov@yandex.ru

R.A. Sokolov

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ХВОЙНЫХ КУЛЬТУР

В сообщении рассматривается интенсивная комплексная технология выращивания, разработанная для нужд лесного хозяйства при лесовосстановлении и лесоразведении, в озеленении городов и частных хозяйствах граждан. Ключевые термины: посадочный материал; технологии выращивания; озеленение; лесное хозяйство; хвойные культуры.

COMPLEX TECHNOLOGY OF GROWING CONIFEROUS CROPS

The report discusses an intensive complex cultivation technology developed for the needs of forestry in reforestation and afforestation, in the landscaping of cities and private farms of citizens.

Keywords: planting material; cultivation technologies; landscaping; forestry; coniferous crops.

В настоящее время площади под искусственное лесовосстановление увеличиваются, а площади питомников сокращаются. В целом по стране наблюдается отрицательный баланс посадочного материала. Существует потребность в стандартном посадочном материале для нужд воспроизводства лесов. На сегодняшний день способов выращивания хвойных пород (ели, сосны, лиственницы) одновременно с открытой и закрытой корневой системой на землях лесного фонда не существует. Технический результат данной технологии – сокращение сроков выращивания посадочного материала, получение сеянцев и саженцев хвойных пород одновременно с открытой и закрытой корневой системой с одного поля в питомнике; повышение качества посадочного материала за счет предотвращения инфицирования почвы грибными патогенами. Применение такой технологии позволит более интенсивно и эффективно использовать земельный фонд и станет дополнительным доходом в лесном хозяйстве и в озеленении.

Данную технологию можно использовать в лесном хозяйстве при лесовосстановлении и лесоразведении (лесные питомники, где выращивается стандартный посадочный материал по государственному заданию и питомники арендаторов лесных участков), в озеленении городов (городская администрация, организации по благоустройству) и частных хозяйствах граждан. Потребители: 1. Частные подсобные хозяйства; 2. Исполнители государственного задания по воспроизводству лесов (Лесхозы); 3. Граждане в канун Новогодних праздников; 4. Арендаторы лесных участков [1, 2].

Аналоги используют общепринятую методику и технологию, в которой не предусмотрены отличительные признаки, применяемые в нашем способе. В заявляемой технологии гербициды применяют индивидуально для каждой древесной породы и в определенной концентрации в зависимости от степени засоренности, возраста посадочного материала и вида сорняков. Выращивают одновременно различные породы как с открытой (ОКС), так и с закрытой корневой системой (ЗКС). Технология будет включать в себя 2 варианта: 1 вариант технологии

на производство культур специального назначения. Перед началом высадки сеянцев проводится диагностика почвы на ее зараженность грибными патогенами, затем проводится агрохимический анализ почвы на содержание основных элементов питания (азот, фосфор, калий) и других показателей (кислотность, содержание гумуса). Оценивается степень засоренности почв нежелательной травянистой растительностью. Если все эти показатели в норме, то приступают к обработке почвы. В противном случае назначаются мероприятия по улучшению плодородия почвы, проводится опрыскивание сорняков гербицидами в определенной консистенции в зависимости от видовой принадлежности травянистой растительности. Посадка саженцев с закрытой и открытой корневой системой будет осуществляться лесопосадочной машиной. Схема размещения растений: по первому варианту технологии с одновременным выходом посадочного материала более 7 тыс. шт./га уже после второго года выращивания. Общий срок выращивания 3 года. Выход готовой продукции за три года составит более 15 тыс. шт./га саженцев с открытой корневой системой.

2 вариант на комбинированную школу: количество лет выращивания от 3 до 7, в зависимости от целей и задач выращивания посадочного материала. На второй год можно получить посадочный материал с закрытой корневой системой для нужд лесовосстановления и озеленения, а на 7 год крупномерный посадочный материал для нужд озеленения и гражданам в канун новогодних праздников. Перед началом высадки сеянцев проводится диагностика почвы на ее зараженность грибными патогенами, затем проводится агрохимический анализ почвы на содержание основных элементов питания. Оценивается степень засоренности почв нежелательной травянистой растительностью. Если все эти показатели в норме, то приступают к обработке почвы. В противном случае назначаются мероприятия по улучшению плодородия почвы, проводится опрыскивание сорняков гербицидами в определенной консистенции в зависимости от видовой принадлежности травянистой растительности. Посадка саженцев с закрытой и открытой корневой системой и будет осуществляться лесопосадочной машиной. На следующий после посадки год будет осуществлена культивация с подкормкой. В этот же год проводится профилактическое опрыскивание фунгицидами и внесение гербицидов. Выкопка саженцев проводится в осенний период на второй год выращивания или весной на третий год. Затем проводится культивация с подкормкой и цикл повторяется. При необходимости на месте выкопанных саженцев можно посеять семена в гряды и выращивать сеянцы с открытой корневой системой. Саженцы, расположенные по краям, остаются на доращивание и по необходимости могут изыматься. Технология внесения гербицидов была апробирована в производственных условиях Воткинского лесного питомника Удмуртской Республики. Одновременное размещение в междурядьях саженцев с закрытой корневой системой позволит принести готовой продукции более 100 тыс. шт./га. Срок выращивания три года.

Предлагаемая нами технология принципиально отличается от аналоговых из-за применения систем гербицидов для каждой культивируемой породы и в определённой концентрации в борьбе с сорной травянистой растительностью. Нами предлагается технология выращивания на полях севооборота различных хвойных пород с открытой и закрытой корневой системой, что ранее не применялось. Мы полагаем, что такой подход к организации питомников будет экономически более выгодным за счет оптимизации расходов на амортизацию машин и механизмов, использования земли и техники.

Библиографический список

1. Соколов Р.А., Андропова У.А. Применение геоинформационных систем при воспроизводстве лесов в Пермском крае // Цифровая география. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. Пермь, 2020. С. 218–220.
2. Соколов Р.А., Бердинских С.Ю., Андропова У.А. Геоинформационные системы, используемые при лесовосстановлении в Пермском крае // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию основания университета. Пермь, 2020. С. 145–149.

А.А. Тельнов

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: atelnov2019@gmail.com

A.A. Telnov

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕСОВ

В сообщении рассматриваются методы выращивания посадочного материала для воспроизводства лесов. Приводятся краткие описания технологий выращивания посадочного материала.

Ключевые термины: лесной питомник; агротехника; семена; семенное размножение; вегетативное размножение.

TECHNOLOGIES FOR GROWING PLANTING MATERIAL FOR FOREST REPRODUCTION

The report discusses methods of growing planting material for forest reproduction. Brief descriptions of planting material cultivation technologies are given.

Keywords: forest nursery; agrotechnics; seeds; seed propagation; vegetative reproduction.

Основной и наиболее эффективный метод создания искусственных насаждений (лесных культур) – посадка, доля которой в общем объеме создаваемых культур составляет более 80%. Этот метод обеспечивает надежность создаваемых культур, расход семян на их выращивание в несколько раз меньше, чем на создание культур посевом, кроме того, уменьшается потребность в агротехнических уходах, часть работ с лесокультурной площади переносится на питомник, ускоряется перевод лесных культур в покрытые лесной растительностью земли. Посадочный материал для лесокультурного производства и озеленительных целей выращивают в лесных питомниках [4].

Для выращивания высококачественного посадочного материала с закрытой и открытой корневыми системами и улучшенной наследственностью организуют теплично-питомнические комплексы. Обеспечение таких комплексов генетически улучшенными семенами осуществляется за счет создания постоянной лесосеменной базы на генетикоселкционной основе в виде лесосеменных плантаций и других маточных насаждений, расположенных на территории этого хозяйства [4].

При выращивании посадочного материала в лесных питомниках наибольший объем работ приходится на агротехнический уход, предусматривающий рыхление почвы, уничтожение сорняков и внесение удобрений. Для агротехнического ухода за растениями в посевном и школьном отделениях питомника применяют культиваторы [3].

Повышение эффективности использования лесных ресурсов предусматривает разработку новых, более совершенных способов восстановления лесов, интенсивное применение средств механизации на всех операциях, а также более полное использование древесного сырья. В настоящее время благодаря механизации основных трудоемких процессов в са-

дово-парковом строительстве выполнение многих операций по массовому озеленению городских территорий, уходу за насаждениями и выращиванию цветов переводится на промышленную основу [2].

Основными видами работ по выращиванию сеянцев в посевном отделении питомника являются подготовка к посеву труднопрорастающих семян, устройство гряд, посев и уход за посевами. Семена многих пород, посеянные весной без предварительной подготовки, не дают всходов в этот год или прорастают только частично и недружно. Это приводит к образованию, так называемых, мертвых посевов, к непроизводительному использованию площади, излишним расходам. Длительное пребывание семян в почве снижает их всхожесть [1].

Для получения нормальных всходов в год посева, применяют осенний посев свежесобранными семенами или специально готовят семена к весеннему посеву. Наиболее распространенными методами подготовки семян к посеву являются стратификация, замачивание в воде или ошпаривание кипятком [1].

Семена деревьев и кустарников можно высевать весной, осенью, летом и зимой, но наиболее распространены весенние посевы. При весенних посевах почва меньше уплотняется с момента посева до появления всходов, снижается опасность повреждения посевов грызунами и низкими зимними температурами, менее опасны весенние заморозки [4].

Породы с мелкими семенами, требующими мелкой заделки и дающими нежные всходы, осенью высевать не рекомендуется. Осенние посевы следует применять на почвах не особенно тяжелых и не образующих мощной корки. На очень тяжелых, бесструктурных, сплывающихся почвах осенний посев производить не следует. В песчаных питомниках семена высевают весной (не позже 15 марта). В горных условиях на хорошо дренированных, легких почвах, где нет сильного выжимания, можно применять осенний посев под снег. Весной посев проводят в апреле [1].

Глубина заделки семян зависит в основном от их величины и в среднем равняется 3-4 кратной толщине семени. На легких почвах глубина заделки несколько больше на тяжелых почвах – несколько меньше; под зиму посевы делают более глубокими, чем весной [1].

С целью создания благоприятных условий для прорастания семян, появления дружных всходов и роста сеянцев проводят различные виды ухода. Уходы за посевами до появления всходов заключаются в прикатывании посевов, мульчировании, прополке и рыхлении почвы и поливе [4].

Для создания благоприятных условий роста сеянцев за ними проводят уходы: прополку сорняков, рыхление почвы, отенение, побелку посевов, прореживание сеянцев, подрезку корней, полив, подкормку, пикировку всходов и др. [4].

Закрытый грунт лесного питомника – это часть посевного или школьного отделений питомника, предназначенная для выращивания посадочного материала в теплицах, оранжереях или парниках. Выращивание посадочного материала лесных растений в закрытом грунте – перспективный способ получения сеянцев и саженцев. Он позволяет создавать благоприятные условия микроклимата (температуры и влажности воздуха и почвы, освещенности, содержания углекислого газа и минерального питания) для сеянцев и саженцев [4].

Для повышения приживаемости сеянцев и удлинения сроков посадки культур используют посадочный материал с закрытой корневой системой. Выращивание такого посадочного материала проводят в теплично-питомнических комплексах. Технологический процесс выращивания сеянцев состоит из следующих этапов: подготовительные работы, приготовление субстрата, заполнение им контейнеров, высев семян, мульчирование посевов,

доставка контейнеров в теплицы, выращивание сеянцев, сортировка посадочного материала и зарядка им транспортных контейнеров [4].

При вегетативном размножении используется способность отдельных частей растения образовывать недостающие ему части. Этот способ размножения позволяет получать посадочный материал независимо от урожая семян и наиболее полно сохранять в потомстве хозяйственно-ценные признаки и свойства материнского растения. С внедрением новых приемов и методов выращивания посадочного материала появилась возможность расширить ассортимент пород, размножаемых вегетативно, заменить у некоторых пород семенное размножение вегетативным [4].

Проведенный обзор позволяет сформулировать следующий вывод. Наиболее эффективное выращивание посадочного материала для воспроизводства лесов происходит в лесных питомниках. Применяемые в них машины и агротехники позволяют получать высококачественный материал. Этот материал по происхождению разделяется на семенной и вегетативный, каждый со своими особенностями.

Библиографический список

1. Байтулин И.О. Создание лесного питомника и технология выращивания посадочного материала, Костанай: Костанайполиграфия, 2009. 48 с.
2. Винокуров В.Н., Силаев Г.В., Золотаревский А.А. Машины и механизмы лесного хозяйства и садово-паркового строительства. М.: Академия, 2004. 400 с.
3. Казаков В.И., Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н. Механизация агротехнического ухода в лесных питомниках. Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн., 2017. № 1, С. 62–68. URL: <http://lhi.vniilm.ru/> (дата обращения: 20.02.22).
4. Родин А.Р., Калашикова Е.А., Родин С.А., Силаев Г.В. Лесные культуры. М.: Федеральное агентство лесного хозяйства, 2009. 462 с.

Е.Е. Шабанова

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия,
426069, г.Ижевск, ул. Студенческая, 11

e-mail: sorbus69@mail.ru

E.E. Shabanova

Izhevsk State Agricultural Academy,
426069, Izhevsk, Studentskaya str., 11

ИЗУЧЕНИЕ СУКЦЕССИЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ФРЕЗЕРНЫХ ПОЛЕЙ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

В статье рассматриваются вопросы формирования растительности на фрезерных полях в двух лесорастительных зонах Удмуртской Республики. Приводятся сведения о структуре фитоценозов на фрезерных полях.

Ключевые термины: фитоценоз; фрезерные поля; растительные сообщества; сукцессия; флористический состав; лесные культуры; ярусность; проективное покрытие.

STUDY OF VEGETATION SUCCESSIONS OF MILLING FIELDS ON OF THE UDMURT REPUBLIC

The article deals with the issues of vegetation formation on milling fields in two forest-growing zones of the Udmurt Republic. The information about the structure of phytocenoses on milling fields is given.

Keywords: phytocenosis; milling fields; plant communities; succession; floral composition; forest crops; tiering; projective coating.

В России имеется значительная площадь выработанных торфяников, основные площади которых сосредоточены в пределах Нечерноземья. Ускоренные темпы развития современного техногенеза оказывают разнообразное воздействие на природные ландшафты. Изучение сукцессий растительности техногенных ландшафтов представляет интерес с точки зрения оптимизации ландшафтов для нужд хозяйственной деятельности и восстановления естественных функций нарушенных природных ландшафтов. Большие территории зарастающих торфяных полей, выработанных фрезерным способом, мелиорированные поймы рек и осушенные торфяные болота представляют большое поле для научно-исследовательских работ по изучению фитоценозов, их трансформации, восстановлению биоразнообразия.

Целью работы являлось изучение сукцессий растительности фрезерных полей в южно-таежной и хвойно-широколиственной зонах Удмуртской Республики. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Подбор участков и закладка пробных площадей на фрезерных полях торфодобычи;
2. Изучение видового разнообразия живого напочвенного покрова и естественного возобновления;

Возможность использования выработанных торфяников зависит от способа добычи торфа, водного режима, возраста выработки, степени задернения и т.д. Торф добывают фрезерным, гидравлическим, машинно-формовочным и резным способами.

В Удмуртской Республике торфозаготовка, в основном, осуществляется фрезерным способом. При послойно-поверхностном фрезеровании залежей торфа образуются фрезерные поля с выровненной поверхностью дна забоев между валовыми каналами. Каждое поле разделено регулирующей сетью каналов на прямоугольные карты шириной по 40 м.

Подбор и закладка пробных площадей производилась в соответствии с требованиями ОСТ 56-68-83 «Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки». После выполнения съемочно-геодезических работ производилось глазомерное лесоводственно-таксационное описание пробной площади. Естественное возобновление определялось по шкале И.С. Мелехова. Живой напочвенный покров описывался на учетных площадках по шкале обилия видов Браун-Бланке [2].

Динамика формирования фитоценозов изучалась на разновозрастных участках, вышедших из-под торфодобычи. Объектами исследования являлись древесные насаждения естественного и искусственного возобновления на нарушенных почвах после торфоразработок на территории Можгинского и Увинского районов. Были исследованы участки в условиях низинных болот, которые после добычи торфа и осушения были переданы в лесокультурный фонд. В таежной зоне были исследованы 3 месторождения с разным сроком выработки: Вишурское – 50 лет, Орловское – 20 лет и Ува-Туклинское – 5 и 10 лет. В зоне хвойно-широколиственных лесов исследовано Карамбай-Пычасское месторождение со сроком выработки 30 лет. Исследованные площади были оставлены под естественное зарастание или рекультивированы. Биологический этап рекультивации заключался в создании лесных культур ели. Орловское и Ува-Туклинское месторождения являются разрабатываемыми в настоящее время. Вишурское и Карамбай-Пычасское месторождения относятся к отработанным и рекультивированным [1]. В качестве контроля выбраны участки лесных культур без торфяного слоя на минеральных почвах.

Степень и быстрота зарастания, флористический состав травостоя, его высота, густота зависят от вида и мощности оставшегося после выработки слоя торфа, характера подстилающего минерального грунта, а также уровня и химизма грунтовых и поверхностных вод.

На участках выработанных торфяников в процессе добычи торфа были сняты верхние слои, и остаточный слой торфа составил от 10-15 до 70 см и более. Следовательно, на этих участках нет семян и вегетативных частей растений, за счет которых произошло бы их размножение. Формирование растительности на них в процессе самозарастания идет по типу первичных сукцессий.

На выработанных торфяниках низинного типа в условиях сравнительно слабого переувлажнения зарастание начинается с первого года, минуя стадию сорных растений. Здесь сразу появляются всходы травянистых растений, кустарников и древесных пород.

Своеобразие экологических условий предопределяет наличие экотипического отбора, начиная с самых ранних стадий формирования фитоценозов в техногенных ландшафтах. Анализ флористического состава сообществ разновозрастных и различных по почвенно-гидрологическим условиям участков описанных объектов позволил составить список флоры выработанных торфяников.

Структура фитоценозов по экоморфам в зоне хвойно-широколиственных лесов в лесных культурах представлена, в основном, мезофитами, что обусловлено лучшими почвенно-гидрологическими условиями. Мезогигрофиты начинают преобладать только на участках из-за большего увлажнения почвы.

Участки с выработанными торфяниками в зоне южной тайги зарастают влаголюбивой растительностью из-за поднятия уровня грунтовых вод. Большое видовое разнообразие гигрофитов представлено на Вишурском месторождении.

По ландшафтно-зональной принадлежности участки лесных культур по видовому разнообразию приближены к контрольным. В сомкнувшихся лесных культурах в составе

травостоя начинают доминировать лесные виды. Из состава живого напочвенного покрова полностью вытеснены сорные виды, присутствие луговых видов в составе незначительно. В основном они приурочены к открытым участкам. В видовом составе площадей доля сорных, луговых и лесных растений не значительна. Даже на участке 5-тилетней выработки, в основном, преобладают болотные виды. Наличие лесных видов обусловлено особенностями микрорельефа, которые произрастают на более возвышенных частях участков. Обилие болотных видов и видов влажных лугов характерно для пониженных мест и вблизи каналов осушительной сети, которая местами находится в неудовлетворительном состоянии.

На участках 30-ти и 50-тилетней выработки складывается аналогичная ситуация. Лесные, луговые и сорные растения встречаются, как исключения. В насаждениях сформировался древостой, характерный для данных лесорастительных условий.

Разнообразие экотопов свойственно площадям, обладающим сложным микрорельефом, наличием переувлажненных местообитаний из-за выхода грунтовых вод и разной мощностью остаточного слоя торфа.

Общий флористический список фрезерных полей в таежной зоне по нашим исследованиям включил 72 вида, в зоне хвойно-широколиственных лесов – 63. Преобладают покрытосеменные растения, из них двудольные составляют 73. Нами выявлены растения из 16 семейств с доминированием Злаковых (*Poaceae*) и Зонтичных (*Umbelliferae*). Наиболее многочисленно семейство Злаковых (*Poaceae*), представители которого занимают до 37 % изученной флоры. По видовому составу наиболее разнообразны роды *Calamagrostis*, *Carex*.

Во флоре участков, оставленных на естественное зарастание, преобладают мезогигрофиты, значительную долю здесь занимают болотные виды и виды влажных лугов из-за вторичного заболачивания участков. На рекультивированных участках при тщательной планировке почвы и удовлетворительной работе осушительной сети в несомкнувшихся культурах преобладают луговые виды. В сомкнувшихся лесных культурах луговые виды оказываются замещенными лесными. Причем состав растительных группировок аналогичен контрольным. В несомкнувшихся лесных культурах преобладают растения из семейств Астровые (*Asteraceae*), Злаковые (*Poaceae*) и Бобовые (*Fabaceae*). В сомкнувшихся лесных культурах состав растительных группировок зависит от степени осушения и возраста древостоя. В составе живого напочвенного покрова начинают доминировать лесные виды: черника, брусника, костяника. Значительную долю участия занимают бореальные виды – кислица обыкновенная, копытень европейский.

Для большинства фитоценозов характерно групповое или рассеянно-групповое расположение растений. Характерной особенностью фитоценозов фрезерных полей является их зависимость от гидрологических факторов.

Растительность 5-летнего участка с остаточным слоем торфа 15 см представлена травянистой растительностью из семейства злаковые с элементами ярусности. Из древесно-кустарниковых растений представлены ивы козья, остролистная, серая. На 10-летнем участке с мощностью торфа 50 см проективное покрытие снижается от 100 % на возвышенных элементах микрорельефа до 30 % вблизи каналов. На возвышенных участках преобладают крапива двудомная и вейник наземный, у каналов поселяются осоки, камыш, сфагновые и зеленые мхи. В составе древесно-кустарниковой растительности встречаются береза пушистая, ольха серая и ивы [3].

В 30-летних лесных культурах ясно выражена ярусность древостоя. В травостое, в основном, преобладают болотные виды. В 50-летних культурах из-за мощного мертвого опада (мощность подстилки 5-6 см) и сомкнутости крон проективное покрытие снижается от 50 % на открытых местах, до 10-15 – под пологом. Преобладают виды, характерные для данных лесорастительных условий.

На участках, оставленных на самозаращивание, наблюдается вторичное заболачивание. Многие карьеры оказываются затопленными грунтовыми и атмосферными водами. Из древесно-кустарниковой растительности преобладают различные виды ив, береза, ольха, в подлеске – крушина ломкая, жостер слабительный, жимолость лесная, смородина красная и черная. Мощного развития достигают таволга, вейники, тростник, камыш, осоки и крапива [3].

В обеих зонах во всех типах лесорастительных условий преобладающими породами являются ива остролистная, ольха черная и береза пушистая. В целом, доля хвойных пород в сравнении с лиственными меньше, из которых преобладает ель. На участках с застойным переувлажнением господствующее положение в составе подроста занимают представители лиственных пород (береза пушистая, ольха серая и черная, ивы остролистная, ушастая, серая, трехтычинковая). Формируются различные типы болотных насаждений.

Таким образом, по результатам проведённых исследований можно сделать выводы, что формирование и разнообразие фитоценозов, а также скорость восстановления фрезерных полей зависит от гидрологических факторов. Своеобразие формирующихся сообществ определяется конкретными экологическими условиями. При формировании фитоценозов на фрезерных полях идет спонтанное поселение как однолетних, так и многолетних видов. Доля многолетников неуклонно возрастает на участках с 10-летнего возраста. Анализ флоры по экологическим группам по отношению к влаге показал, что исходная группа «молодых» сообществ более мезофитна. С возрастом и близким подходом грунтовых вод к поверхности происходит гигрофитизация фитоценозов. Смена видового состава происходит намного раньше, чем устанавливается физиономическая структура сообществ.

Библиографический список

1. Касимов А.К., Моличева Т.О. Лесная рекультивация выработанных торфяников Удмуртской Республики // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: Материалы Международной научной конференции, Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2007. С. 328–346.
2. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. М.: Наука, 1983. 134 с.
3. Рыкова Т.А. Исследование древесно-кустарниковой растительности на нарушенных торфоразработками землях / Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сборник статей. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2015. № 1(1). С. 29–30. URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1647354457&tld=ru&lang=ru&name=nauchtrudstud_1-2015.pdf (дата обращения: 10.03.22).

А.С. Шулепова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г.Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: annawalepova599@gmail.com

A.S. Shulepova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ МКУ «ПЕРМСКОЕ ГОРОДСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»

В работе приводится анализ горимости лесных насаждений Пермского городского лесничества за последние 7 лет. Приводится эколого-географическая характеристика города Пермь. Проанализирована горимость лесных насаждений других лесничеств Пермского края. Проведено сравнение горимости лесных насаждений Пермского городского лесничества с горимостью лесных насаждений лесничеств края.

Ключевые термины: лесные пожары; лесничества; горимость; лесные насаждения.

ANALYSIS OF THE BURNABILITY OF FOREST PLANTS OF THE PERM CITY FORESTRY

The paper provides an analysis of the burnability of forest plantations of the Perm city forestry over the past 7 years. The ecological and geographical characteristics of the city of Perm are given. The combustibility of forest plantations of other forest areas of the Perm Territory was analyzed. A comparison was made of the combustibility of forest plantations of the Perm city forestry with the combustibility of forest plantations of forestries of the region.

Keywords: forest fires; forestries; flammability; forest plantations.

Лесные пожары ежегодно приводят к гибели или повреждению насаждений на многих тысячах гектаров; выбросу в атмосферу сотен тысяч тонн продуктов сгорания; снижению водоохраных, защитных и других полезных функций леса; уничтожению фауны; нарушению планового ведения лесного хозяйства и использования природных ресурсов. Проведённое исследование позволит выявить районы Пермского городского лесничества с наибольшей пожароопасностью и определить, для каких районов необходим особый контроль.

Пермское городское лесничество расположено в центральной части Пермского края на территории земель города Перми [8]. Город Пермь является крупнейшим городом Западного Урала с населением более 1 миллиона человек. Город расположен в 1100 километрах к востоку от Москвы на восточной окраине Русской равнины и западном склоне Уральских гор, на стыке двух частей света – Европы и Азии. Площадь города составляет 800 км² [2]. В соответствии со схемой геоморфологического районирования Урала г. Пермь находится на восточной окраине Русской равнины, в пределах денудационной равнины Предуралья. Равнина, слабо понижаясь к западу, сильно расчленена р. Камой и ее многочисленными притоками [9].

Рельеф г. Перми представляет собой полого-волнистую возвышенную равнину, прорезанную р. Камой и ее притоками, с выраженной овражно-балочной сетью. Правый берег пологий с ярко выраженной современной поймой, в которой формируется большое количество стариц. Левобережье Камы выше правобережья и сильнее расчленено долинами ее притоков, логами и оврагами. Средняя высота местности составляет 150–160 м над уровнем моря, отдельные участки достигают 250 м, а минимальные отметки – 70–75 м [4]. Климат всего Пермского края можно охарактеризовать как умеренно-континентальный с продолжительно многоснежной зимой и умеренно-теплым сравнительно коротким летом [3]. Через город проходят

две крупные реки Кама и Чусовая. Кама, главная река западного Урала, имеет протяженность 1805 км. В бассейне Камы – 73 718 рек, из них большая часть – длиной менее 10 км. Часть города расположена на берегах Воткинского водохранилища, а Орджоникидзевский район (восточная и северная часть Перми) – на берегах Камского [6].

Протяженность территории лесов Пермского городского лесничества с севера на юг – 60 км, с востока на запад – 30 км [8]. В системе ботанико-географического [5] и геоботанического районирования [1] европейской части России территория г. Перми располагается в полосе широколиственно-еловых (подтаежных) или хвойно-широколиственных (подтаежных) лесов. В системе ботанико-географического районирования Пермского края она находится в районе широколиственно-елово-пихтовых лесов близ северной его границы, будучи в непосредственной близости к южной границе района южно-таежных пихтово-еловых лесов [7]. Лишь М.М. Данилова [1958], при проведении геоботанического районирования Пермской области, включает территорию города в район южно-таежных пихтово-еловых лесов с мелколиственными породами и липой в древесном ярусе [4].

Пермское городское лесничество включает в себя 5 участковых лесничеств общей площадью 37972 га (по состоянию на 1 февраля 2006 года) [8].

Общая площадь участковых лесничеств:

- Верхне-Курыинское – 7743 га;
- Левшинское – 10451 га;
- Мотовилихинское – 11677 га;
- Нижне-Курыинское – 7334 га;
- Черняевское – 767 га [1].

За последние 7 лет в Пермском городском лесничестве было зафиксировано 14 возгораний общей площадью 9,615 га. В среднем в год происходило 2 возгорания. Причину возникновения лесных пожаров не удалось установить более, чем в 90% процентах случаев. Все лесные пожары имели низовой характер. Чаще всего лесные возгорания были обнаружены в Верхне-Курыинском и Нижне-Курыинском участковых лесничествах, что говорит о необходимости тщательного контроля над данными территориями в период пожароопасного сезона (таблица).

Таблица

Данные о пожарах на территории Пермского городского лесничества за 2015-2021 гг.

Участковое лесничество	Площадь обнаружения, га	Причина возгорания	Вид пожара	Кем обнаружен
2015				
Лёвшинское	0,10	Не установлено	Низовой	Местный житель
Верхне-Курыинское	0,03	Не установлено	Низовой	Местный житель
Нижне-Курыинское	0,01	Не установлено	Низовой, беглый	Местный житель
Лёвшинское	0,15	Не установлена	Низовой	Местный житель
2016				
Верхне-Курыинское	0,20	Не установлено	Низовой	Местный житель
Нижне-Курыинское	0,04	Поджог угнанной машины	Низовой	Физ. лицо
Нижне-Курыинское	0,02	Не установлено	Низовой	Физ. лицо
Нижне-Курыинское	0,01	Не установлено	Низовой	Местный житель
2017				
Лёвшинское	1,50	Не установлено	Низовой	Лесник

Мотовилихинское	1,155	Не установлено	Низовой	Физ. лицо
Верхне-Курийнское	4,0	Не установлено	Низовой	МЧС
2018				
Верхне-Курийнское	0,40	Не установлено	Низовой	Физ. лицо
2019				
Пожаров не было				
2020				
Пожаров не было				
2021				
Нижне-Курийнское	1,8	Не установлено	Низовой	Местный житель
Черняевское	0,2	Не установлено	Низовой	Местный житель

Для сравнения горимости лесных насаждений Пермского городского лесничества была взята информация о лесных пожарах в Куединском, Чайковском, Березниковском, Соликамском и Закамском лесничествах (рисунок).



Рисунок. Данные о пожарах на территории лесничеств Пермского края

Согласно данным Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края на территории Куединского лесничества в период с 2015 по 2021 год было обнаружено 3 лесных пожара общей площадью 4 га. На территории Чайковского лесничества обнаружено 32 пожара общей площадью 22 га. В Березниковском лесничестве за указанный период выявлено 12 возгораний площадью 10,52 га. В Соликамском лесничестве выявлено 28 лесных пожаров площадью 17,11 га, а на территории Закамского лесничества обнаружено 28 пожаров общей площадью 23,01 га.

В среднем в год количество лесных пожаров в Куединском лесничестве составило 0,43, в Чайковском лесничестве – 4,57, в Березниковском лесничестве – 1,71, в Соликамском лесничестве – 4, в Закамском лесничестве – 4. Среднее количество возгораний в год в приведенных лесничествах – 2,94.

В процентном соотношении лесным пожарам подверглось 0,001757% территории Куединского лесничества, 0,013095% Чайковского лесничества, 0,003118% Березниковского лесни-

чества, 0,003351% Соликамского лесничества и 0,007766% Закамского лесничества. Все приведённые значения меньше, чем значение задетых огнём территорий Пермского городского лесничества. (0,025321%). Это объясняется сравнительно небольшой территорией, занимаемой Пермским городским лесничеством.

Приведённый анализ позволяет сформулировать следующие выводы. За 2015-2021 гг. на территории Пермского городского лесничества зафиксировано 14 возгораний общей площадью 9,615 га. В Пермском городском лесничестве за приведённый период среднее количество лесных пожаров меньше, чем в лесничествах края, расположенных на территории крупных городов Пермского края. Наибольшее внимание по охране лесных насаждений на территории Пермского городского лесничества требуют Верхне-Курьинское и Нижне-Курьинское участковые лесничества.

Библиографический список

1. *Геоботаническое районирование* Нечерноземья европейской части РСФСР / В.Д. Александрова [и др.]. Л.: Наука, 1989. 64 с.
2. *Географическое положение и конкурентные преимущества города Перми* / Департамент экономики и промышленной политики администрации города Перми. URL: <http://invest.gorodperm.ru/o-gorode/about-perm/geografizeskoe%20polozenie/> (дата обращения: 01.03.22)
3. *География Пермского края. Ч.1. Природная (физическая) география* / Н.Н. Назаров. Пермь: Изд-во Пермского университета, 2011. 139 с.
4. *Деревья и кустарники города Перми: справочник: монография* / С. А. Овеснов, Н. А. Молганова, В. В. Василенко; Управление по экологии и природопользованию г. Перми. Нижний Новгород, 2019. 226 с.
5. *Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Ботанико-географическое районирование* // Растительность Европейской части СССР. Л., 1980. С. 10–22.
6. *Муниципальное образование город Пермь / Водные ресурсы*. URL: <https://www.gorodperm.ru/actions/ecology/citynature/water/> (дата обращения: 02.03.22).
7. *Овеснов С.А. Ботанико-географическое районирование Пермской области* // Вестн. Перм. ун-та. 2000. Вып. 2. Биология. С. 13–21.
8. *Постановление администрации города Перми от 5 мая 2012 года N 38-П «Об утверждении лесохозяйственного регламента Пермского городского лесничества»*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/428691223> (дата обращения: 01.03.22)
9. *Почвы и техногенные поверхностные образования урбанизированных территорий Пермского Прикамья: монография* / О.З. Еремченко, И.Е. Шестаков, Н.В. Москвина; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. 252 с.
10. *Сведения о лесных пожарах* / Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. URL: <https://priroda.permkrai.ru/deyatelnost/okhrana-zashchita-i-nadzor-v-lesakh/svedeniya-o-lesnykh-pozharakh> (дата обращения: 01.03.22).

УДК 645.45

Т.Н. Азарёнок

Институт почвоведения и агрохимии
220108, г. Минск, ул. Казинца, 90

T.N. Azarenok

Institute of Soil Science and Agrochemistry
220108, Minsk, Kazinets str., 90

e-mail: soil@tut.by, tanik63@mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ФУТБОЛЬНОГО ПОЛЯ

В материалах приведены результаты исследования трансформации состава и свойств антропогенных почвенных образований (АПО) в результате техногенного воздействия при создании футбольного поля. Установлены морфологические изменения АПО, приведены показатели, характеризующие их гранулометрический состав, водно-физические и агрохимические свойства.

Ключевые термины: техногенное воздействие; антропогенное почвенное образование; гранулометрический состав; агрохимические свойства.

CHARACTERISTICS OF THE PROPERTIES OF ANTHROPOGENIC SOIL FORMATIONS OF THE FOOTBALL FIELD

The materials present the results of a study of the transformation of the composition and properties of anthropogenic soil formations (ASF) as a result of man-made impact during the creation of a football field. Morphological changes of ASF are established, indicators characterizing their granulometric composition, water-physical and agrochemical properties are given.

Keywords: technogenic impact; anthropogenic soil formation; granulometric composition; agrochemical properties.

Земельно-пространственная основа футбольного поля (ФП), представлена искусственными, целенаправленно сконструированными (антропогенными) почвенными образованиями, состоящих из природного, часто гумусированного, оструктуренного субстрата, и подстилаемые природными почвообразующими породами или привнесённым (антропогенным) грунтом.

Цель исследования – характеристика состава и свойств почвогрунтов, оценки их агроэкологического состояния для формирования (обновления) натурального покрытия (газона) ФП.

Исследования проведены на тренировочном футбольном поле учебно-тренировочной базы «Жемчужная», расположенной близ г. Солигорск (Минская область). По назначению и интенсивности спортивно-техногенной нагрузки исследуемое поле относится к группе «спортивно-массовых, подверженных умеренным спортивно-техногенным воздействиям» [5].

Исследования проведены с использованием инженерно-геологического подхода, при котором антропогенные почвенные образования рассматриваются как грунты с определенными свойствами [5]. Были заложены 5 прикопок и отобраны образцы для выполнения аналитических исследований гранулометрического состава, водно-физических и агрохимических свойств почвогрунтов. Отбор образцов производили из двух глубин: верхней – 5–10 см и нижней – 20–25 и 25–30 см (в зависимости от мощности).

Аналитические исследования выполнены общепринятыми методами, имеющими ГОСТ: содержание подвижных фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) методом А.Т. Кирсанова (ГОСТ 26207-91); кислотность почв (рН в KCl) – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); общее содержание гумуса – методом И.В. Тюрина (ГОСТ 26213-91); исследования по определению гранулометрического состава проведены методом «пипетки» по Н.А. Качинскому (ГОСТ 12536-2014) [2]; плотность сложения почвогрунта – кольцами Копецкого в 3-х кратной повторности (ГОСТ 5181-84).

Почвогрунты со специфическим строением профилей, определяющих качественное состояние зеленого газона и сформированные под влиянием техногенеза, характеризуются неоднородностью состава и свойств. Их свойства сильно варьируют в зависимости от природных условий и антропогенных процессов почвообразования и усиливаются при использовании агротехники для ухода за зеленым газоном.

Морфологический облик исследуемых почвогрунтов ФП представлен тремя горизонтами: биогенного происхождения (A_d), образующего дернину и двух насыпных субстратов мощностью до 30 см. Мощность дернины на объектах исследования составляет 0–5 см, а ее растительный покров представлен райграсом пастбищным. Под дерниной залегает гумусовый горизонт A_1 , состоящий из двух слоев ($A_{11}+A_{12}$), имеющий различную окраску.

Исследования гранулометрического состава почвогрунтов имеют первостепенное значение для поддержания хорошего дренажа [1]. Установлено, что подповерхностный горизонт не должен содержать больше 20–30 % физической глины [1]. В прикопке № 1 гумусовый горизонт A_1 имеет мощность 29 см. По содержанию фракции физической глины (15,4 %) верхняя часть горизонта связносупесчаного гранулометрического состава (таблица 1), а нижняя – рыхлосупесчаного (содержание физической глины 13,2 %). Слой A_{11} характеризуется серым цветом с буроватым оттенком, однородной окраски, мелкоореховатой структуры.

Таблица 1

Гранулометрический состав почвогрунтов футбольного поля

Слой, № точки	Глубина отбора образца, см	Размер фракций в мм и их количество в % на абсолютно сухую почву							
		Песок			Пыль круп- ная (0,05– 0,01 мм)	Физичес- кая глина (< 0,01 мм)	в том числе		
		крупный (1–0,5 мм)	средний (0,5–0,25 мм)	мелкий (0,25– 0,05 мм)			пыль средняя (0,01– 0,005 мм)	пыль мел- кая (0,005– 0,001 мм)	ил (< 0,001 мм)
A_{11}	5–10	8,0	16,0	29,7	30,9	15,4	3,0	5,8	6,6
	21–26	7,0	15,0	32,3	32,5	13,2	3,2	4,5	5,5
$A_{12}(g)$	5–10	5,0	14,0	30,0	36,2	14,8	2,5	6,2	6,1
	21–26	5,0	13,0	31,6	35,8	14,6	2,7	5,8	6,1
A_{13}	5–10	6,0	17,0	30,0	33,0	14,0	2,8	6,5	4,7
	23–28	7,0	15,0	33,1	30,5	14,4	3,2	5,6	5,6
A_{14}	5–10	7,0	15,0	34,6	30,0	13,4	2,4	5,8	5,2
	25–30	8,0	12,0	34,6	31,6	13,8	2,8	5,8	5,2
A_{15}	5–10	6,0	15,0	31,0	33,9	14,1	2,7	5,4	6,0
	24–29	10,0	16,0	22,4	38,4	13,2	2,6	5,1	5,5

С глубины 10 см сменяется слоем A_{11} желтовато-бурого цвета неоднородной окраски с включениями торфокрошки и связного песка (в виде пятен различной размерности), включением мелких камней. Во фракции песка (1–0,05 мм) составляющей 53,7–54,3 %, преобладает мелкий песок – 29,7–32,3 %. Фракция >1,0 мм отсутствует. Содержание ила максимальное среди исследуемых точек и изменяется по глубине от 6,6 % в A_{11} до 5,5 % в слое A_{12} . Горизонт

A1₁ по степени кислотности (рН в KCl) согласно существующим грациям [4] характеризуется как «кислый», однако соответствует требованиям для выращивания газонных трав [5]. Содержание подвижного фосфора в горизонте «повышенное», подвижного калия – «повышенное» и «высокое», гумуса – «очень высокое» (таблица 2).

Таблица 2

Показатели агрохимических водно-физических свойств почвогрунтов футбольного поля

№ точки, слой	Горизонт, глубина отбора образца, см	pH _{KCl}	Hm, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Плотность сложения, г/см ³
				мг/кг почвы		
1 (A1 ₁)	A1 ₍₁₎ , 5–10	5,45	5,15	187,5	339,0	1,24
	A1 ₍₂₎ , 21–26	5,46	5,56	164,2	298,0	1,38
2 (A1 _{2(g)})	A1 _{2(g)(1)} , 5–10	5,52	4,80	222,8	283,0	1,23
	A1 _{2(g)(2)} , 21–26	5,54	5,00	220,1	317,0	1,42
3 (A1 ₃)	A1 _{3 (1)} , 5–10	5,43	5,12	201,7	309,0	1,31
	A1 _{3 (2)} , 23–28	5,41	4,90	175,9	277,0	1,29
4 (A1 ₄)	A1 _{4 (1)} , 5–10	5,74	5,01	255,1	261,0	1,47
	A1 _{4 (2)} , 25–30	5,92	4,27	264,0	296,0	1,55
5 (A1 ₅)	A1 ₅₍₁₎ , 5–10	5,60	4,81	228,8	298,0	1,40
	A1 ₅₍₂₎ , 24–29	5,59	4,70	236,7	291,0	1,39

Показатели плотности сложения играют важнейшую роль в формировании дернины, определяют ее густоту [1]. Для верхнего слоя A1₍₁₎ исследуемого горизонта показатель плотности сложения в верхней части составил 1,24 г/см³, а на глубине 21–26 см в слое A1₍₂₎ – 1,38 г/см³, что указывает на переуплотнение слоя A1.

Мощность гумусового горизонта A1_{2(g)} составила 27 см, мощность дернины (A_d) составила 3 см. В горизонте протекают процессы оглеения и характеризуется темно-серой окраской со стальным оттенком, с новообразованиями мелких пятен восстановленного железа черного цвета. Результаты аналитических исследований показали, что содержание физической глины в слое A1_{2(g)(1)} составляет 14,8 % в верхнем 5–10 см слое и 14,6 % в слое A1_{2(g)(2)} 21–26 см, а фракций средней и мелкой пыли – 9,7–8,5 % соответственно. По содержанию ила дифференциация отсутствует. Содержание фракции крупного и среднего песка минимальное среди исследуемых почвогрунтов, фракции же крупной пыли – максимальное и составляет 36,2–35,8 % (таблица 1). Это указывает на развитие процесса слитизации в исследуемом почвогрунте. В гумусированном слое встречаются инородные включения в виде камней диаметром 2–5 см иногда до 20 см и более. По степени кислотности почвогрунт в точке № 2 соответствует градации «слабокислый», содержание подвижного фосфора – «повышенное». Содержание подвижных форм калия изменяется от «повышенного» до «высокого». Плотность почвогрунта на глубине 5–10 см составляет 1,23 г/см³, в нижней части – 1,42 г/см³.

В прикопке № 3 гумусовый горизонт A1₃ имеет мощность 28 см, мощность A_d составляет 2 см. В верхнем слое A1₃₍₁₎ мощностью 10 см светло-серого цвета четко проявляются процессы оглеения в виде сизых и белесых пятен. Нижний слой A1₃₍₂₎ серого цвета с пятнами желтовато-белесыми оглеения, мощностью 18 см неоднородного состава с обильным включением пятен торфа. Гумусовый горизонт A1₃ характеризуется рыхлосупесчаным гранулометрическим составом (содержание физической глины 14,0–14,4 %). Содержание крупной и мелкой пыли в слое на глубине 5–10 см составляет 9,3 %, на глубине 23–28 см несколько снижается до 8,8 %. Характеризуется максимальным содержанием фракции среднего песка в верхней части горизонта – 17,0 %. Содержание гумуса в образцах на глубине 5–10 см и 23–28 см «очень высокое» (5,12–4,90 %). По степени кислотности почвогрунт горизонта A1₃ соответствует градации

«кислый», содержание подвижного фосфора – «повышенное», калия – «повышенное» и «высокое». Его плотность на глубине 5–10 см составила 1,31 г/см³, в нижней части – 1,29 г/см³.

В прикопке № 4 гумусовый горизонт A1₄ имеет мощность 32 см, мощность A_d составляет 4 см. Верхний слой A1₄₍₁₎ мощностью 7 см темно-серого цвета со стальным оттенком. Нижний слой A1₄₍₂₎ неоднородной окраски – серого цвета с обилием белесовато-сизых мелких пятен и мелких пятен торфокрошки. Гумусовый горизонт A1₄ по содержанию физической глины – рыхлосупесчаный, дифференциация по содержанию мелкого песка, мелкой пыли и ила отсутствует. Содержание крупного песка в нижнем слое A1₄₍₂₎ (25–30 см) возрастает, а среднего песка уменьшается (с 15,0 до 12,0 %) (таблица 1). Плотность гумусового горизонта в исследуемой точке максимальная и составляет 1,47–1,55 г/см³ (таблица 2). Также здесь при проведении полевого обследования наблюдал наибольший застой влаги. Содержание гумуса в образцах на глубине 5–10 см и 23–28 см «очень высокое» (4,27–5,01 %). По степени кислотности почвогрунт в точке № 4 соответствует градации «слабокислый», содержание подвижного фосфора – «высокое», калия – «повышенное».

Мощность гумусового горизонта A1₅ составила 30 см, мощность дернины 2 см. Гумусовый горизонт характеризуется в верхней части светло-серой окраской с белесым оттенком, с новообразованиями мелких пятен восстановленного железа черного цвета, что свидетельствует о протекании процессов оглеения в нем. С глубины 20 см окраска желтовато-серая неоднородная. Содержание физической глины в слое A1₅₍₁₎ составляет 14,1 % в верхнем 5–10 см слое и 13,2 % в слое A1₅₍₂₎ на глубине 24–29 см. Фракций средней и мелкой пыли – 8,1–7,7 % соответственно. Содержание ила соответственно уменьшается с 6,0–5,5 %. Гумусовый горизонт A1₅ по содержанию физической глины – рыхлосупесчаный. Слой A1₅₍₂₎ на глубине 24–29 см характеризуется максимальным содержанием фракций крупного, среднего песка и крупной пыли, минимальным – фракции мелкого песка (таблица 1). По степени кислотности почвогрунт в точке № 5 соответствует градации «слабокислый», содержание подвижного фосфора – «повышенное», калия – «высокое». Содержание гумуса в образцах на глубине 5–10 см и 24–29 см «очень высокое» (4,70–4,81 %). Плотность почвогрунта на глубине 5–10 см составила 1,40 г/см³, в нижней части – 1,39 г/см³.

Результаты исследований показали, что почвогрунт футбольного поля неоднородный по морфологическому строению, гранулометрическому составу, агрохимическим свойствам, плотности сложения. Колебания физической глины наблюдаются в пределах 13,4–15,4 % в верхнем 5–10 см слое и 13,2–14,6 % в слое 20–25 см и представлен связно- и рыхлосупесчаным составом. Фракция >1,0 мм отсутствует. Содержание песчаной фракции (1,0–0,05 мм) колеблется от 46,6 % до 53,7 % в верхнем слое отбора образцов и от 48,4 % до 54,6 % – в нижнем. Фракция крупной пыли (0,05–0,01 мм) достаточно велика во всех образцах (30,0–38,4 %), то есть песчаная фракция несколько превалирует над фракцией крупной пыли и практически равновелика фракции меньше 0,05 мм (крупная пыль + физическая глина). Содержание ила (<0,001 мм) во всех образцах более 5,0 %, исключение составляет один образец в горизонте A1₃₍₁₎ 4,7 %. Показатели кислотности почвогрунта в образцах ниже нормативных [4] и изменяются от 5,41 до 5,92, что соответствует градации «кислый-слабокислый». Снижение кислотности почвогрунтов поля возможно при проведении известкования. Содержание подвижных форм фосфора и калия «повышенное-высокое» и колеблется в пределах 175,9–264,0 мг/кг и 261,0–339,0 мг/кг соответственно и отвечает нормативным показателям [4]. Содержание гумуса в образцах, взятых на глубине 5–10 см и глубже 20 см, практически равновелико и со-

ставляет 4,27–5,56 %, что соответствует градации «очень высокое», что также отвечает нормативным требованиям [4]. Однако в гумусовых горизонтах ФП встречаются инородные включения в виде камней диаметром 2–5 см иногда до 20 см и более. Плотность почвогрунта на глубине 5–10 см варьирует от 1,23 до 1,47 г/см³, в нижней части 1,29–1,55 г/см³. Самая высокая плотность почвогрунта отмечена в точке № 4, на участке закладки которой наблюдается наибольший застой влаги. На исследуемом ФП локально проявляются процессы оглеения.

В целом агроэкологическое состояние почвогрунтов ФП удовлетворительное. Однако установленные колебания мощности дернины на ФП указывают на необходимость применения агротехнических мероприятий с подбором оптимальной смеси газонных трав. Для изменения водно-физических свойств в благоприятную сторону необходимо улучшить дренирование поля, а для снижения кислотности требуется проведение работ по известкованию.

Библиографический список

1. Белобров В.П., Замотаев И.В. Почвогрунты и зеленые газоны спортивных и технических сооружений. М.: ГЕОС, 2007. 168 с.
2. Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава: ГОСТ 12536–2014. – Введ. 05.12.2014. М: Стандартиформ, 2019. 23 с.
3. Методика крупномасштабного агрохимического и радиационного обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И.М. Богдевич [и др.]; Нац. Акад. Наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии. Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. 45 с.
4. ТКП 45-3.02-69-2007(02250). Благоустройство территорий. Озеленение. Правила проектирования и устройства // Утв. Приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 20.12. 2007. №416. Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. 2008. 20 с.
5. Шевелев Д.Л. Особенности технопедогенеза в спортивно-рекреационных ландшафтах Московского региона / автореф. на соиск.уч. степени географических наук по спец. 25.00.36 геоэкология: Москва, 2011. 26 с.

К.А. Баянов

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

K.A. Baianov

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: kafbop@psu.ru

ЭМИССИЯ И ФИКСАЦИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА (CO₂) ПОЧВОЙ

Воздействие парникового эффекта на климат планеты признано научным сообществом. Мощность парникового эффекта зависит от концентрации парниковых газов в атмосфере. Межправительственная комиссия по изменению климата относит к таким газам водяной пар (H₂O), метан (CH₄), оксид азота (N₂O), углекислый газ (CO₂) и др. Диоксид углерода (CO₂) вносит 80% в парниковый эффект. Одним из факторов, оказывающим влияние на концентрацию углекислого газа (CO₂) в атмосфере является почва. Количество углерода, находящегося в верхнем слое почвы, находится в пределах 1500 Пг (петаграмм). В данной статье рассмотрено влияние почвенного дыхания на концентрацию углекислого газа (CO₂) в атмосфере, обозначены методы измерения эмиссии углекислого газа (CO₂) почвами. Описаны факторы, влияющие на скорость, объем эмиссии углекислого газа (CO₂) почвой. Представлена возможность фиксации высвобожденного углерода (C) почвой. Резюмирована роль почвы в парниковом эффекте.

Ключевые термины: парниковый эффект; почва; углекислый газ.

CARBON DIOXIDE (CO₂) EMISSION AND FIXATION BY SOIL

Correlation between climate change and greenhouse effect was approved by scientists. Capacity of greenhouse effect depends on concentration of greenhouse gases in atmosphere. Greenhouse gases are water vapor (H₂O), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), carbon dioxide (CO₂) and others according by Intergovernmental panel on climate change. Carbon dioxide (CO₂) contributes 80% for greenhouse effect in atmosphere. One of the factors of impact on carbon dioxide (CO₂) concentration in atmosphere is a soil. An amount of carbon (C) is about 1500 Pg in uppermost meter of global soil layer. In this article was considered soil respiration impact on carbon dioxide (CO₂) concentration in atmosphere. Methods of measuring soil CO₂ emission were represented. Were described factors of influence on velocity and capacity of soil emission and absorption. It's represented ability of carbon (C) fixation by soil. Soil contribution to greenhouse effect was concluded.

Keywords: greenhouse effect; a soil; carbon dioxide.

Концентрация диоксида углерода (CO₂) в атмосфере стремительно выросла с уровня доиндустриального периода – 280 мд до 410 мд в 2019 году [12]. Существует несколько факторов, которые влияют на концентрацию CO₂ в атмосфере. Можно разделить их на две основные группы: природные и антропогенные. Основными антропогенными факторами являются: сельское хозяйство (29%), промышленность (21%), строения и инфраструктура (16%), транспорт (15%). К природным факторам относится вулканическая активность, растительность, подземные запасы и почва. Ежегодное поглощение углекислого газа океаном составляет 56% [12].

Почвы могут поглощать и эмитировать газы в атмосферу. Содержание углерода (C) в верхнем слое почвы оценивается в 1500 Пг, что представляет собой крупнейшее поверхностное хранилище карбона. На скорость эмиссии влияют несколько факторов – тип почвы, тем-

пература, влажность, pH, растительный покров, удобрения и тип землепользования [3]. Парниковые газы возникают в результате окисления органических остатков, опада и корней в почве [6].

В этой статье исследована роль потоков углекислого газа (CO_2) из почвы в контексте парникового эффекта. Кроме того, описаны факторы, влияющие на эмиссию углекислого газа (CO_2).

Материалы и методы

Измерение объемов эмиссии парниковых газов из почвы процесс неточный, ввиду использования разных методов. Существует два основных подхода, измерение в лаборатории (камеральный) и натурные наблюдения. Камеральный подход включает отбор проб, подготовка к транспортировке, доставка в лабораторию, подготовка к измерениям в хроматографе, ИК-спектрометре, фотоакустическому анализу. Ученые используют метод закрытых камер, метод дистанционного зондирования, микрометеорологический метод и моделирование (рис. 1) для измерений на местности [3].

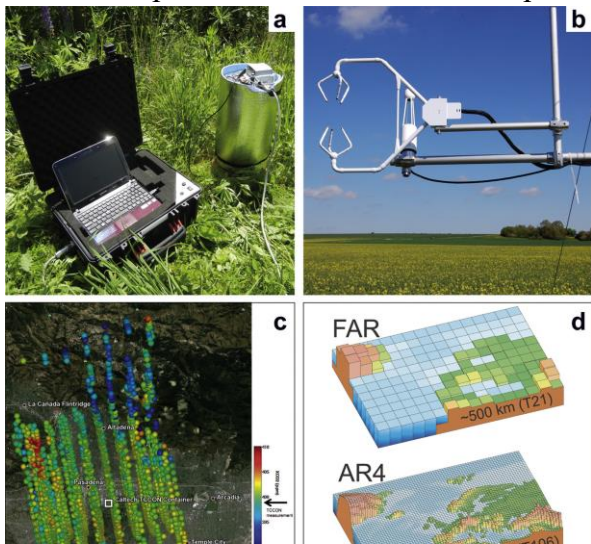


Рис. 6. Обзор методов: (а) камерные системы; (б) микрометеорологический метод; (с) дистанционное зондирование; (д) моделирование [16].

пользования разных методов. Существует два основных подхода, измерение в лаборатории (камеральный) и натурные наблюдения. Камеральный подход включает отбор проб, подготовка к транспортировке, доставка в лабораторию, подготовка к измерениям в хроматографе, ИК-спектрометре, фотоакустическому анализу. Ученые используют метод закрытых камер, метод дистанционного зондирования, микрометеорологический метод и моделирование (рис. 1) для измерений на местности [3].

Метод закрытых камер

Камеры это герметичные контейнеры без дна. Они должны быть установлены на поверхности почвы, для того чтобы все потоки газов могли аккумулироваться в пространстве камеры. Количество эмиссии углекислого газа (CO_2) из почвы

определяется по концентрации внутри. Такая камера должна быть оборудована датчиком температуры, влажности внутри и снаружи, и датчиком солнечной радиации. Основание камеры изготавливается из стали или ПВХ и устанавливается на почву за 24 часа до измерения [1].

Метод дистанционного зондирования

Существует два подхода для определения концентрации углекислого газа (CO_2) над поверхностью почвы. Первый основывается на оценке отражения воздухом солнечной радиации в видимом и коротковолновом инфракрасном спектре. Для таких измерений используются пассивные спутники, которые собирают отраженную солнечную радиацию. Альтернативой в измерении эмиссии парниковых газов является определение видов растительности, которые потенциально могут поглощать и эмитировать CO_2 [14, 20].

Микрометеорологический метод

Этот метод основан на вихревой ковариации, анализе температуры и обмену газов между почвой и атмосферой [14]. Для проведения данного измерения необходим ультразвуковой анемометр и газовый анализатор, установленный на двухметровую вышку [17]. Рекомендуемое место для установки вышки, ровная поверхности с низкой растительностью. Важно заметить, что этот метод обеспечивает длительные измерения на большой территории. К сожалению, микрометеорологический метод не работает с приземным турбулентным перемешиванием. В таком случае потоки воздуха перемешиваются до того, как они будут обнаружены датчиками.

Метод моделирования

Локальные измерения эмиссии почвы позволяют моделировать на глобальном уровне. Модели включают физические, химические и эмпирические данные. Одной из самых популярных моделей является модель «ДеНитрификации-ДеКомпозиции (DNDC)». Она может предугадать ежедневную нитрификацию и эмиссию CO_2 [4].

Результаты

Почвенное дыхание это многокомпонентный процесс ведущий к эмиссии и поглощению парниковых газов. Эмиссия основывается на бактериальной активности, дыхании корней, биохимических процессах распада и гетеротрофном дыхании почвенной фауны и грибов. Некоторые ученые заявляют, что процесс дегазации почвы образует 35% глобальной эмиссии углекислого газа [8]. Почва может эмитировать углекислого газа больше или меньше в зависимости от факторов эмиссии.

Температура

Изменение температуры оказывает влияние на процесс эмиссии углекислого газа почвами. Эмиссия возрастает экспоненциально с температурой. Для определения зависимости эмиссии газа из почвы был установлен коэффициент температурной чувствительности Q_{10} . Он показывает значение изменений в химических или биологических системах при изменении температуры на 10°C [5] и увеличивается с глубиной почвы. Коэффициент Q_{10} равен 2,4 с диапазоном варьирования от 1,7 до 2,5 [10, 18].

Температура является важным фактором в регуляции сезонных изменений, например, оттепель ускоряет эмиссию газа из почвы [17]. Зимний сезон вносит небольшой вклад в ежегодную эмиссию CO_2 ввиду низкого дыхания корней в умеренном или более полярном климате [7]. В умеренных широтах максимум эмиссии диоксида углерода (CO_2) приходится на дневные и вечерние часы, в то время как минимум фиксируется ранним утром. В весенний сезон происходит максимальная эмиссия из почвы [16].

Влажность

Влажность почвы одно из главных условий для почвенного дыхания. Она обеспечивает микробную активность и все связанные процессы [3]. Эмиссия углекислого газа низкая в сухих условиях и увеличивается с влажностью, пока содержание кислорода (O_2) в почве не начинает падать [21]. Влажность, так же как температура, имеет прямую корреляцию с эмиссией парниковых газов. Идеальные условия для почвенного дыхания – теплые и влажные почвы [2].

Растительный покров и водородный показатель (pH)

Значение почвенного дыхания высокое для молодых хвойных деревьев и уменьшается с возрастом. Это объясняется уплотнением тонкого слоя биомассы корней [17]. Микробная активность зависит от водородного показателя (pH) почвы. Кислые условия среды ведут к низкому уровню эмиссии. Почвенная эмиссия газов происходит при нейтральном значении pH (5-8,5).

Тип землепользования

Изменение типа землепользования может повлиять на эмиссию и поглощение углекислого газа и других парниковых газов почвами. Вырубка лесов и расчистка земель под сельское хозяйство ведет к 30-35% потерям углекислого газа в почве, в течение первых 30 лет. Лесные пожары влияют на баланс парниковых газов в почве. Потоки углекислого газа низкие на выжженных территориях. Причинами низкого почвенного дыхания является снижение корневого дыхания, недостаток растительности и изменение кислотности среды [3].

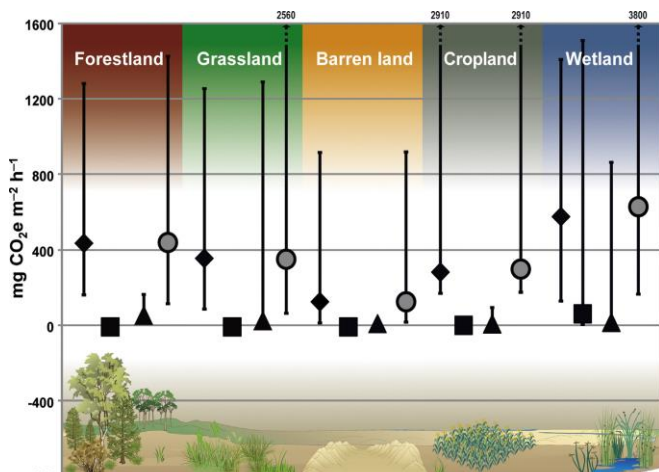


Рис. 2. Эмиссия парниковых газов ($\text{CO}_2\text{экв}$) углекислого газа (CO_2), оксида азота (N_2O) и метана (CH_4) из почв с различным растительным покровом: лесная растительность, пашни, бесплодные земли, пастбища и водно-болотные угодья [16].

Ученые исследовали эмиссию углекислого газа различными видами почв. Как можно увидеть на рисунке 2 наибольшее количество углекислого газа эмитируют водно-болотные угодья ($67 \text{ mg CO}_2\text{экв m}^{-2} \text{ ч}^{-1}$), где происходит процесс разложения органических остатков. Наименьшее значение CO_2 было зафиксировано для бесплодных земель ($17 \text{ mg CO}_2\text{экв m}^{-2} \text{ ч}^{-1}$).

Количество углекислого газа (CO_2) или углерода (C), которое может быть возвращено в почву, составляет 127,5 Гт. По данным исследований, использование почвы человеком и сельское хозяйство привело к потере 136 Гт углерода из почвы [13]. Потенциально почвы могут вернуть необходимое для удержания изменения климата

количество углекислого газа.

Выращивание многолетних растений может восстанавливать больше углерода, чем другие методы сельского хозяйства. Проведенные испытания по восстановлению растительности на бывших пастбищах показали, что количество углерода в почве увеличилось с 1,9 до 3,2 тонн углерода на акр земли ежегодно, и в среднем на 2,6 тонн [11, 15, 19];

Степень эффективности таких принципов, как постоянный растительный покров почвы, использование широкого спектра покровных растений и снижение обработки почвы – четко не ясна.

Заключение

В настоящее время, научное сообщество занимается мониторингом эмиссии парниковых газов из почвы. Для определения центров эмиссии используются существующие методы и разрабатываются новые.

Почвы могут быть «хранилищем» для углекислого газа, находящегося в атмосфере. Дioxid углерода, высвобожденный из почвы, может быть возвращен обратно с помощью различных методов фиксации. Национальные политики и законы должны быть направлены на эффективное управление землепользованием для снижения эмиссии углекислого газа из почв.

Подводя итог, почвы являются важным элементом в эмиссии углекислого газа в атмосферу. Более детальное понимание процессов почвенного дыхания, улучшение методов измерения эмиссии газов из почвы, разработка современных и эффективных методов фиксации углерода в почве позволит сделать шаг навстречу сдерживанию изменения климата.

Библиографический список

1. Сергеева М.А., Задорожная С.В. Образование и эмиссия метана в торфяных залежах олиготрофного болота // Болота и биосфера: Сборник материалов Пятой Научной Школы. 2006. Томск: Изд-во ЦНТИ. С. 238–244.
2. Степанов А.Л. Образование и поглощение парниковых газов в почвах. Почвы в биосфере и жизни человека: монография. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ. 2012. С. 118–134.

3. Федоров Ю.А., Сухоруков В.В., Трубник Р.Г. Аналитический обзор: эмиссия и поглощение парниковых газов почвами. Экологические проблемы // Антропогенная трансформация природной среды. 2021. Том. 7. №. 1. С. 6–34. DOI: 10.17072/2410-8553-2021-1-6-34.
4. Bahn M., Kutsch W.L., Heinemeyer A., Janssens I.A. Appendix: Towards Standardized Protocol for the Measurement of Soil CO₂ Efflux Soil Carbon Dynamics. An Integrated Methodology // Cambridge Univ. Press. 2012. Pp. 272–281.
5. Berglund, Ö., Berglund, K., Klemedtsson, L. A lysimeter study on the effect of temperature on CO₂ emission from cultivated peat soils // Geoderma 154. 2010. Pp. 211–218.
6. Gaumont-Guay D., Black T.A., Griffis T.J., Barr A.G., Jassal R.S., Nesic Z. Interpreting the dependence of soil respiration on soil temperature and water content in a boreal aspen stand // Agric For Meteorol. 2006. Pp. 220–235.
7. Groffman, P.M., Hardy, J.P., Driscoll, C.T., Fahey, T.J. Snow depth, soil freezing, and fluxes of carbon dioxide, nitrous oxide and methane in a northern hardwood forest // Glob. Change Biol. 12. 2006. Pp. 1748–1760.
8. Heinemeyer A., & McNamara N.P. Comparing the closed static versus the closed dynamic chamber flux methodology: implications for soil respiration studies // Plant Soil. 2011. Pp. 145–151. DOI: 10.1007/s11104-011-0804-0.
9. Holst, J., Liu, C., Yao, Z., Brüggemann, N., Zheng, X., Giese, M., Butterbach-Bahl, K. Fluxes of nitrous oxide, methane and carbon dioxide during freezing–thawing cycles in an Inner Mongolian steppe // Plant Soil 308. 2008. Pp. 105–117.
10. Hu Q., Wu Q., Yao B., Xu X. Ecosystem respiration and its components from a Carex meadow of Poyang Lake during the drawdown period // Atmos. Environ. 100. 2015. Pp. 124–132.
11. IFOAM (2012) Submission from IFOAM to the HLPE on Climate Change and Food Security. URL: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/fsn/docs/HLPEII/IFOAM_Submission_to_CFS_HLPE_on_Climate_Change_and_Food_Security.pdf (дата обращения: 01.03.22).
12. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf (дата обращения: 01.03.22).
13. Kittredge J. Soil Carbon Restoration: Can Biology do the Job? The United States of America. 2015. P. 16.
14. Kutzbach, L., & Schneider, J. et al. CO₂ flux determination by closed-chamber methods can be seriously biased by inappropriate application of linear regression // Biogeoscience. 2007. Vol. 4. Pp. 1005–1025. DOI: 10.5194/bg-4-1005-2007.
15. Machmuller M., Kramer M.G., Cyle T.K., Hill N., Hancock D., Thompson A. Emerging land use practices rapidly increase soil organic matter // Nature Communications Vol. 6. 2015. P. 6995.
16. Oertel C., Matschullat J., Zurba K., Zimmermann F., Erasmi S. Greenhouse gas emissions from soils – A review // Chemie der Erde 76. 2016. Pp. 327–352. DOI: URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2016.04.002> (дата обращения: 01.03.22).
17. Pattey, E., & Edwards, G. C., & Desjardins, R. L., & Pennock, D. J., & Smith, W., Grant, B., & MacPherson, J. I. Tools for quantifying N₂O emissions from agro ecosystems. Agric For Meteorol. 2007. Vol. 4. Pp. 103–119. DOI: 10.1016/j.agrformet.2006.05.013.

18. *Raich, J.W., Schlesinger, W.H.* The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate // *Tellus* 44B. 1992. Pp. 81–99.
19. *Rodale.* Regenerative Organic Agriculture and Climate Change: A Down-to-Earth Solution to Global Warming. 2014. URL: www.rodaleinstitute.org (дата обращения: 10.02.22).
20. *Smith, K. A., & Dobbie, K. E. et al.* Oxidation of atmospheric methane in Northern European soils, comparison with other ecosystems, and uncertainties in the global terrestrial sink // *Glob. Change Biol.* 2000. Vol. 6. Pp. 793–803. DOI: 10.1046/j.1365-2486.2000.00356.x.
21. *Xuyang L., Fan J., Yan Y., Wang X.* Responses of Soil CO₂ Fluxes to Short-Term Experimental Warming in Alpine Steppe Ecosystem, Northern Tibet. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8, No. 3. P. e59054.

С.А. Бельмесова, Н.С. Пальмова

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный
университет»,
625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6

S.A. Belmesova, N.S. Palmova

Tyumen State University, 625003, Tyumen,
street Volodarsky, 6

e-mail: inzem@utmn.ru

ВЛИЯНИЕ СОВМЕШНОГО ДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ КРЕСС-САЛАТА

В статье рассматривается влияние совместного действия тяжелых металлов и нефтепродуктов на показатели роста и развития растений на примере кресс-салата. Приводятся данные о показателях всхожести, длины корня, длины наземной части и биомассы тест-культуры. Определена фитотоксичность почвы, загрязненной нефтепродуктами и тяжелыми металлами. Выявлено стимулирующее воздействие загрязнителей на тест-культуру по показателю длины корневой части и по показателю массы растений.

Ключевые термины: тяжелые металлы; нефтепродукты; фитотоксичность; кресс-салат.

THE EFFECT OF THE COMBINED ACTION OF HEAVY METALS AND PETROLEUM PRODUCTS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS ON THE EXAMPLE OF WATERCRESS

The article examines the effect of the combined action of heavy metals and petroleum products on the growth and development of plants on the example of watercress. Data on the indicators of germination, root length, length of the ground part and biomass of the test culture are given. Phytotoxicity of soil contaminated with petroleum products and heavy metals has been determined. The stimulating effect of pollutants on the test culture was revealed in terms of the length of the root part and in terms of plant mass.

Keywords: heavy metals; petroleum products; phytotoxicity; watercress.

Охрана окружающей среды является первоочередной проблемой, которая стоит перед человечеством в настоящее время. Это связано с постоянно увеличивающимся масштабом техногенного загрязнения. Изменение процессов миграции, преобразования и аккумуляции разнообразных химических элементов в окружающей среде изучают с момента возникновения термина «техногенез» [0].

В наши дни особенное место занимают проблемы техногенного загрязнения природных сред. В наибольшей степени экологически опасными загрязнителями являются нефтепродукты (далее – НП) и тяжелые металлы, одним из источников которых в крупных городах является нефтеперерабатывающая промышленность. В условиях нарастающего антропогенного воздействия нефтеперерабатывающие заводы (далее – НПЗ) вносят значительный вклад в загрязнение окружающей среды, в частности атмосферного воздуха.

Снежный покров можно считать индикатором загрязнения природной среды, поскольку именно он представляет собой аккумулятор аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха. В дальнейшем, при таянии снега, все примеси и токсичные вещества поступают в природные среды: в почву, воду, а также растения, загрязняя их.

Также важное практическое значение имеет исследование механизмов поведения и особенностей распределения нефтепродуктов и тяжелых металлов в почве, представляющей со-

бой мощный аккумулятор и основной источник загрязнения сопредельных сред. Потому представляет особый интерес изучение влияния нефтеперерабатывающего завода на прилегающие почвы для конкретного региона.

Актуальность выбора темы настоящего исследования объясняется тем, что НПЗ часто располагаются вблизи населенных пунктов, и их работа сопровождается большими химическими выбросами в атмосферу. Население, проживающее на данной территории помимо неприятного запаха, испытывает неблагоприятные последствия для здоровья, а почвы и растения подвергаются геохимической трансформации. Геоэкологическая оценка снежного и почвенного покрова позволяет сделать прогноз содержания вредных веществ и предпринять меры по ликвидации источников, угрожающих здоровью населения.

Цель исследования – изучить влияние тяжелых металлов и нефтепродуктов на показатели роста и развития растений на примере кресс-салата.

Задачи:

1. Проанализировать всхожесть семян, длину корня и наземной части, а также массу тест-культуры, выращенной на загрязненной почве.
2. Определить фитотоксичность почвы, загрязненной нефтепродуктами и тяжелыми металлами.

Нефтепродукты имеют тенденцию к ассимиляции в газообразной фазе почв. Так, легкие фракции жидких нефтяных углеводородов при физико-химическом разрушении, дегазации и ультрафиолетовой деструкции ассимилируются, а тяжелые фракции – аккумулируются в почве.

Влияние загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами (НП) на растения можно разделить на прямое и косвенное [0]. Прямое влияние – заключается в воздействии компонентов нефти непосредственно на растения, а косвенное – проявляется через изменение морфологических, физико-химических и биологических свойств почвы. Причем нефть и НП могут оказывать как негативное, так и стимулирующее действие на растения [0].

Негативное воздействие проявляется в снижении всхожести, биометрических показателей, биомассы, фотосинтетической и ферментативной активности, нарушении нормальных пропорций, изменении окраски, повреждении мембран хлоропластов, клеток корня и митохондрий, сильной поврежденности растений вредителями [0].

Причинами стимулирующего воздействия нефти и нефтепродуктов на растения могут быть: улучшение питания растений за счет разложения органических веществ, входящих в состав нефти; уменьшение конкуренции между растениями из-за разной устойчивости к условиям нефтяного загрязнения. Стимулирующее воздействие проявляется в увеличении всхожести, биомассы и размеров растений, проявлении гигантизма и повторном цветении. Как стимулирующее, так и негативное воздействие нефти и нефтепродуктов на растения зависит от концентрации и времени пребывания загрязнителя в почве [0].

Стимулирующее воздействие проявляется в основном при небольших концентрациях нефти (до 5 %) и небольших сроках загрязнения (несколько месяцев). Минимальная концентрация, при которой проявляется негативное воздействие на растения, составляет по разным данным от 1 до 15 %. Полное отсутствие прорастания семян растений наблюдается при концентрациях нефти от 25 до 35 %. Угнетение и гибель взрослых растений на нефтезагрязненной почве наблюдается при концентрациях выше 5 % через 10–15 дней после загрязнения. С увеличением возраста загрязнения фитотоксичность почвы снижается в связи с самоочищением [0].

На фитотоксичность нефтезагрязненной почвы влияет так же её тип. Одни и те же растения на разных типах почвы при одной и той же концентрации нефти могут по-разному реагировать на загрязнение [0].

Фитотоксичное действие тяжелых металлов проявляется, как правило, при высоком уровне техногенного загрязнения ими почв и во многом зависит от свойств и особенностей поведения конкретного металла. Однако в природе ионы металлов редко встречаются изолированно друг от друга. Поэтому разнообразные комбинативные сочетания и концентрации разных металлов в среде приводят к изменениям свойств отдельных элементов в результате их антагонистического воздействия на живые организмы [0].

При высокой концентрации ТМ в почве рост и развитие растений замедляется, наблюдается замедление наступления очередных фенофаз, особенно на ранних этапах онтогенеза. Повышенное содержание тяжелых металлов в растениях оказывает негативное влияние на фотосинтез, дыхание, водный обмен [0].

Тяжелые металлы накапливаются в почве в больших количествах, способны изменять многие из ее свойств. Прежде всего, изменения касаются биологических свойств почвы: в ней снижается общая численность микроорганизмов, сужается их видовой состав, изменяется структура микробоценозов, снижается активность почвенных ферментов и т. д. Более сильное загрязнение почвы тяжелыми металлами приводит к изменению других свойств почвы, таких как рН среды, гумусное состояние, структура почвы и т.д. Результатом этого является снижение, а иногда и полная утрата почвенного плодородия [0].

Биометрические показатели дают возможность более детально установить, за счет каких показателей получается суммарный эффект, оцениваемый величиной конечного урожая [0].

Для выполнения поставленных задач провели вегетационный опыт, в котором в качестве тест-культуры использовали кресс-салат (*Lepidium sativum*), часто применяемый для оценки токсичности почвы.

В пластиковые стаканы объемом 500 мл было помещено по 300 г почвы. Для определения фитотоксичности почву загрязняли тяжелыми металлами: Cu, Pb, Cd и нефтепродуктами, а также одновременно НП с каждым ТМ. Схема опыта состояла из 8 вариантов: 1) контроль, 2) НП, 3) Cu, 4) НП+Cu, 5) Cd, 6) НП+Cd, 7) Pb, 8) НП+ Pb.

Дозы вносимых тяжелых металлов рассчитаны с учетом установленных ПДК (ОДК) для их валового содержания в почве согласно СанПиН 1.2.3685-21 и составляют (в мг/кг): 33, 32, 0,5 меди, свинца, кадмия соответственно. Тяжелые металлы вносили в виде сухих ацетатных солей. Дозы вносимой нефти рассчитаны с учетом допустимого уровня НП в почве – 1000 мг/кг. Для загрязнения почв НП использовали по 0,35 см³ нефти состава ССН-1 на почвенный образец. Все опыты заложены в трехкратной повторности.

Контролем служил универсальный почвогрунт ООО «Плодородие Сибири». Процентное содержание: азот нитратный – 0,15 мг/кг; фосфор подвижный – 0,056 мг/кг; калий подвижный – 0,017 мг/кг; кислотность – 7,0 ед. рН.

Во все 24 сосуда осуществлялся посев кресс-салата (8 семян тест-культуры на каждый образец) сразу после вносимой дозы загрязняющих веществ. В качестве показателей определялись: всхожесть семян, длина корня, наземной части тест-культуры, а также её масса.

Спустя двое суток отмечали лабораторную всхожесть семян кресс-салата. Через неделю проводилось измерение длины корня и наземной части, а также биомассы.

Фитотоксичность почвы оценивалась методом проростков [0], для чего вычислен фитотоксический эффект (ФЭ, %) по формуле:

$$\Phi\Xi = \frac{P_k - P_x}{P_k} \cdot 100,$$

где P_k – показатель контрольного растения,

P_x – показатель растения, выращенного на предположительно фитотоксичной почве.

По величине $\Phi\Xi$ можно оценить фитотоксичность почвы. Почва считается фитотоксичной, если $\Phi\Xi$ составляет более 20%. Отрицательный $\Phi\Xi$ показывает, что загрязнитель оказывает стимулирующее воздействие на растение.

По окончании измерений данные обрабатывали статистически с использованием программы Microsoft Excel.

Полученные в ходе опыта результаты представлены в таблице 1:

Таблица 1

Влияние тяжелых металлов и нефтепродуктов на начальные показатели роста и развития кресс-салата

Вариант	Всхожесть, %	Длина корня, см	Длина наземной части, см	Масса растения, мг
	Ср.зн $\pm \sigma$			
Контроль	91,7 \pm 7,2	2,1 \pm 1,1	5,0 \pm 2,1	118,1 \pm 6,9
НП	87,5 \pm 12,5	2,2 \pm 1,1	5,4 \pm 1,8	133,9 \pm 33,0
Cu	87,5 \pm 12,5	1,7 \pm 0,9	5,3 \pm 2,1	135,4 \pm 29,0
Cu+НП	91,7 \pm 7,2	2,3 \pm 1,4	4,8 \pm 2,0	139,8 \pm 43,7
Pb	87,5 \pm 12,5	2,5 \pm 1,2	4,1 \pm 1,8	167,7 \pm 30,0*
Pb+НП	75,0 \pm 21,7	2,6 \pm 0,9	4,5 \pm 0,9	171,5 \pm 42,1*
Cd	87,5 \pm 12,5	3,4 \pm 1,5	5,3 \pm 1,2	192 \pm 47,2*
Cd+НП	100,0 \pm 0*	2,9 \pm 1,3	4,6 \pm 0,7	208 \pm 21,9*

Примечание: *достоверные отличия по сравнению с контролем

Отмечается тенденция снижения показателя всхожести семян кресс-салата в образцах, загрязненных НП, Cu, Pb и Cd на 4,5%, а в образцах, загрязненных свинцом и нефтепродуктами – на 18,2%. Показатель всхожести у образцов, загрязненных медью и нефтепродуктами, остается неизменным по сравнению с контролем. Внесение кадмия и НП стимулирует лабораторную всхожесть, которая выше на 9,1% уровня контроля. Достоверное увеличение всхожести наблюдается при загрязнении почвы кадмием и НП по сравнению с контролем.

Отмечен стимулирующий эффект по показателю длины корня кресс-салата в образцах почв, загрязненных НП, а также медью и НП. Повышение данного показателя по сравнению с контролем наблюдается в пробах с внесением Pb на 19,4%, Cd на 61,2%, свинца и НП на 24,6%, кадмия и НП на 37,5%. Внесение меди способствует снижению данного показателя на 18,9%.

Внесение НП способствует повышению показателя длины наземной части на 6,5%, Cu на 4,8%, Cd на 5,4%. Снижению данного показателя способствует загрязнение медью и НП на 4,7%, Pb на 18,1%, свинцом и НП на 10,2%, кадмием и НП на 8,5%.

Отмечается тенденция роста показателя биомассы в образцах, загрязненных НП, Cu, медью и НП, Pb, свинцом и НП, Cd, кадмием и НП на 13,4; 14,6; 18,4; 42,0; 45,2; 62,6; 76,1% соответственно. Достоверное увеличение массы растений наблюдается при загрязнении почвы Cd, кадмием и НП, Pb, свинцом и НП по сравнению с контролем.

Таким образом, достоверные увеличения показателей (по сравнению с контролем) наблюдаются при загрязнении почвы Cd, кадмием и НП, Pb, свинцом и НП по биомассе и при загрязнении почвы кадмием и НП по всхожести.

В таблице 2 представлены величины фитотоксических эффектов.

Таблица 2

Фитотоксические эффекты почвы

Вариант	ФЭ%			
	По всхожести	По длине корневой части	По длине наземной части	По массе растений
НП	4,5	-2,3	-6,5	-13,4
Cu	0,0	-7,5	4,7	-18,4
Cu+НП	4,5	18,9	-4,8	-14,6
Pb	4,5	-19,4	18,1	-42,0
Pb+НП	18,2	-24,6	10,2	-45,2
Cd	4,5	-61,2	-5,4	-62,6
Cd+НП	-9,1	-37,5	8,5	-76,1

Примечание: фитотоксические эффекты, превышающие 20 %, выделены полужирным шрифтом.

Таким образом, фитотоксические эффекты больше 20 % (при этом значение почва считается фитотоксичной) наблюдаются в образцах, загрязненных свинцом и НП, Cd, кадмием совместно с НП по длине корневой части и в образцах, загрязненных Pb, свинцом совместно с НП, Cd, кадмием и НП по массе растений. Необходимо отметить, что данные фитотоксические эффекты отрицательные, это значит, что загрязнитель оказывает стимулирующее воздействие на растения.

Остальные фитотоксические эффекты меньше 20 %, следовательно, почва в остальных образцах не фитотоксична, а стимулирующие эффекты не являются значимыми.

Библиографический список

1. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
2. Ловинецкая С. Б. Эколого-биологическая оценка содержания нефтепродуктов в почвах придорожных территорий и возможность их ремедиации: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Омск, 2018. 199 с.
3. Ловинецкая С.Б. Еремеева В.Г., Синдирёва А.В. Оценка содержания нефтепродуктов в почвах придорожных территорий г. Омска и Омской области и возможности их ремедиации // Омский научный вестник. 2015. № 1 (138). С. 241–245.
4. Назаров, А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения // Вестник Пермского университета. Биология. 2007. №5(10). С. 134–141.
5. Привалова, Н. М. Определение фитотоксичности методом проростков // Успехи современного естествознания. 2006. №10. С. 45.
6. Синдирева А.В. Использование газонных трав для фиторемедиации почв, загрязненных нефтепродуктами // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (21). С. 92–97.
7. Синдирева А.В., Ловинецкая С.Б., Кошелева М.Ю., Гейс В.В. Влияние нефтепродуктов на фитотоксичность почвы // Всемирный день охраны окружающей среды (Экологические чтения – 2015). 2015. С. 225–233.
8. Титов А. Ф., Казнина Н. М., Таланова В. В. Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. 194 с.
9. Ферсман А.Е. Геохимия. Т. 1. Л.: Госхимтехиздат, Ленинград. отд-ние, 1933. 328 с.

**А.Г. Гололобова, П.П. Данилов,
В.С. Боескоров**

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера имени проф. Д.Д. Саввинова Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова,
677980, г. Якутск, пр. Ленина, 43

e-mail: nuta0687@mail.ru, DanPP@mail.ru

**A.G. Gololobova, P.P. Danilov,
V.S. Boeskorov**

D.D. Savvinov Research Institute of Applied Ecology of the North, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, 677980, Yakutsk, Lenin avenue, 43

ТЕХНОГЕННО-ПОВЕРХНОСТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ И АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ ПОЧВЫ ЯНСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ

Исследование направлено на определение степени трансформации почвенного покрова окрестностей п. Батагай РС (Я) (Северо-Восток России), который преобразован в советский период в результате воздействия объектов оловодобывающей промышленности. В районе исследования прослеживается увеличение площади преобразованного почвенного покрова, при этом трансформация почв в основном наблюдается в результате химического загрязнения. По показателю суммарного загрязнения (Z_c), почвенный покров преимущественно характеризуется допустимой категорией загрязнения, с локальными участками чрезвычайно опасной категорией загрязнения. Наиболее высокие концентрации наблюдаются в техногенных поверхностных образованиях. Очень высокие значения Z_c зафиксированы на участке хвостохранилища старой Батагайской ОФ (Z_c =до 643,2). При этом, основными Z_c -образующими элементами почв являются Cu, Cd, Co и Ni.

Ключевые термины: месторождение олова; почвы; тяжелые металлы; загрязнение почв.

TECHNOGENIC-SURFACE FORMATIONS AND ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED SOILS OF THE YANA PLATE

The study is aimed at determining the degree of transformation of the soil cover in the vicinity of the settlement of Batagai, Yakutia (North-East of Russia), which was transformed during the Soviet period as a result of the impact of tin mining facilities. An increase in the area of the transformed soil cover is traced in the study area, while soil transformation is mainly observed as a result of chemical pollution. In terms of total pollution (Z_c), the soil cover is mainly characterized by an acceptable pollution category, with local points of an extremely dangerous pollution category. The highest concentrations are observed in technogenic surface formations. Very high values of Z_c were recorded at the tailing dump site of the old Batagai concentrator (Z_c =up to 643.2). The main Z_c -forming soil elements are Cu, Cd, Co, and Ni.

Keywords: tin mining; soil; heavy metals; soil pollution.

В последние годы возникла серьезная озабоченность по поводу загрязнения почв из-за быстрого развития горно-добывающей отрасли, особенно загрязнение различными тяжелыми металлами [1]. Поэтому настоящее исследование направлено на определение степени трансформаций почвенного покрова и концентраций тяжелых металлов в районе исследования.

Район исследования расположен на территории северной части Республики Саха (Якутия), Северо-Восток России, который преобразован в советский период в результате воздействия объектов оловодобывающей промышленности (карьеров, отвалов, хвостохранилищ обогатительных фабрик), где в 1940-1970-е гг. шло активное обогащение оловоносных руд Эге-Хайинского и Кестерского месторождений [2]. Изучаемые почвы входят в состав Евразийской полярной области арктической и субарктической зоны арктических и тундровых почв, и

относятся к Центрально-верхоянской плоскогорно-таежной почвенной провинции, которые характеризуются слабой устойчивостью к различным формам антропогенной деятельности и обусловлены низкой устойчивостью к химическому загрязнению [4].

Химико-аналитические работы выполнены в лаборатории физико-химических методов анализа Научно-исследовательского института прикладной экологии Севера им. профессора Д.Д. Саввинова Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова (Аттестат аккредитации № Аа-358 от 30.11.2020 г.) общепринятыми в почвоведении методами.

На исследуемой территории преобразование почвенного покрова началось с 1940-х годов прошлого столетия с развитием здесь оловодобывающей промышленности. За прошедшие более 80 лет на исследуемом участке существенно преобразован естественный почвенный покров. По имеющейся информации сотрудников ГУГПП «Янгеология» в исследуемом районе образовались техногенные залежи с повышенными содержаниями ряда опасных элементов-загрязнителей, характерных для первичных руд [2].

В рамках данной НИР исследованиями охвачены как зональные, так и интразональные типы мерзлотных почв Центрально-верхоянской плоскогорно-таежной почвенной провинции (Северо-Восток России), а также сформированные на данной территории техногенно-поверхностные образования (ТПО) и антропогенно-преобразованные почвы (АПП).

ТПО представляют собой поверхностные образования, лишенные гумусированного слоя и состоящие из минерального, органического и органо-минерального материала природного происхождения. Согласно систематики ТПО [3], здесь вошли грунты техногенных ландшафтов, на которых полностью уничтожена растительность и почвенный покров, а также изменен рельеф местности. АПП представляют собой в основном разной степени химически загрязненные зональные и интразональные типы мерзлотных почв.

Техногенные поверхностные образования, согласно Классификации почв России [3], делятся на следующие группы: натурфабрикаты, артификабрикаты, квазиземы, токсифабрикаты (табл. 1).

К группе натурфабрикатов относятся грунты различных карьеров, заброшенных промышленных объектов на восточной и северо-восточной части п. Батагай и конусов выноса термоэрозионных процессов, которые в основном наблюдаются в бассейне р. Батагайка. Как правило, на этих техногенных поверхностных образованиях можно наблюдать начальные стадии самозарастания растительности или обычно они лишены растительного покрова. Кроме этих объектов на исследуемом участке существуют котловины, овраги, которые образовались в результате нарушения почвенно-растительного покрова при промышленном освоении. Масштабы этих нарушений имеют локальный (линейный и площадной) характер, но наблюдается тенденция увеличения их площади.

В пределах исследуемой территории артификабрикаты представлены различными свалками, полигонами. Следующая, также, как и натурфабрикаты, широко распространенные на этой территории группа квазиземы. Они представляют с собой гумусированные, внешне сходные с почвами почвоподобные образования. На исследуемой территории они распространены в пределах селитебных зон. В группе квазиземы выделяют две подгруппы: реплантоземы и урбиквазиземы.

Подгруппа урбиквазиземы отличаются от реплантоземов в основном характером толщи, подстилающей гумусированный слой и состоящей из смеси минерального материала (часто с примесью органического вещества) и специфических антропогенных включений в виде остатков строительных материалов, коммуникаций, дорожных покрытий и пр. [3]. На исследуемой

территории урбиквазиземы распространены в пределах селитебных зон г. Верхоянск, п. Батагай и др. сел. Они имеют, как правило, насыпной характер и не отличаются наличием генетических горизонтов.

К токсифабрикатам относятся грунты «старых» и образующихся пляжей хвостохранилищ, некоторых отвалов пустых пород и токсичные отходы промышленных предприятий (вязкие нефтепродукты, ядохимикаты и пр.).

Таблица 1

**Систематический список техногенных поверхностных образований,
сформированных на территории Янского плоскогорья**

<i>Группы согласно Классификации почв России [3]</i>		<i>Подгруппы</i>	<i>Объекты</i>
Натур-фабрикаты	поверхностные образования, лишенные гумусированного слоя и состоящие из природного минерального, органического и органо-минерального материала	Абралиты	грунты разных карьеров, терриконов, конусов выноса и т.п. объекты
		Литостраты	
		Органостраты	
		Органолитостраты	
Арти-фабрикаты	искусственные, не встречающиеся в природе материалы промышленного и урбаногенного происхождения, залегающие на почве или (чаще всего) на специально подготовленных площадках с полностью или частично нарушенными почвами.	Артииндустраты	территории несанкционированных свалок твердых бытовых отходов, различные остатки продуктов хозяйственной деятельности и т.п.
		Артиурбистраты	
		Артифимостраты	
Квазиземы	гумусированные, внешне сходные с почвами, т.е. почвоподобные образования	Реплантоземы	почвогрунты промышленных площадок, селитебных территорий
		Урбиквазиземы	
Токси-фабрикаты	токсичные химически активные материалы, на которых без специальных дезактивационных мероприятий долгое время невозможно выращивание сельскохозяйственных и лесных культур, а также возобновление естественной растительности.	Токсиабралиты	грунты хвостохранилищ, складов, баз и других аналогичных объектов, имеющих данную категорию
		Токсилитостраты	
		Токсииндустраты	
		Токсиурбистраты	
		Токсифимостраты	

В исследуемом районе антропогенно-преобразованные почвы встречаются в основном на прилегающих к промышленным объектам территориям (близ хвостохранилищ обогатительных фабрик, отвалов пустых пород, карьеров, полигонов и т.д.) с преобладанием относительно пониженных форм рельефа, близ селитебных зон города Верхоянск и районного центра п. Батагай. Известно, что распространение этих АПП в основном связаны с водными и ветровыми потоками. Изученные почвы нами отнесены к следующим отделам систематики (табл. 2):

- *Химически преобразованные* – почвы, профиль которых трансформирован под воздействием техногенной химической агрессии;

- *Хемозёмы* – почвы, испытывающие сильное техногенное химическое загрязнение.

Химически-преобразованные почвы диагностируются по проявлению в профиле морфологических трансформаций, вызванных воздействием химически агрессивных веществ. На исследуемой территории они обычно формируются под «мертвым» и/или угнетенным растительным покровом по периметру промышленных объектов и/или вдоль водотоков. Одним из таких участков является северо-восточная часть хвостохранилища Батагайской ОФ.

Механизм формирования данных почв «запускается» после угнетения растительности, вследствие чего в условиях криолитозоны увеличивается мощность сезонно-талого слоя (СТС), происходит изменение физических свойств, в первую очередь, меняется плотность и

влажность почвенного материала, и, возможно, появление новообразований и образование «новых» подгоризонтов.

Таблица 2

**Систематический список антропогенно-преобразованных почв,
сформированные в районе исследования**

<i>Отделы согласно Классификации почв России [3]</i>		<i>Характерные участки формирования</i>
Хемоземы	почвы, испытывающие техногенное химическое загрязнение	около хвостохранилищ, промышленных предприятий (фабрик, цехов, баз и др.), селитебных территорий и т.д.
Химически преобразованные	почвы, профиль которых трансформирован под воздействием техногенной химической агрессии	около хвостохранилищ, промышленных предприятий (фабрик, цехов, баз и др.) и т.д.

Химически преобразованные почвы в зависимости от рельефа, отдаленности источника загрязнения и др. факторов постепенно сменяются хемоземами.

Хемозёмы, формирующиеся в условиях химического загрязнения, представляют начальную стадию антропогенного преобразования почв. При этом в основном в начале трансформация химического состава почв наблюдается в верхних органогенных горизонтах. Хемоземы по морфологическим признакам не отличаются от естественных аналогов. Характерными их особенностями являются относительно повышенное содержание определенных химических элементов и солей. В частности, в солевом составе этих почв было зафиксировано не характерное слабое засоление хлоридного типа.

Здесь характерная относительно повышенная концентрация солей в верхних генетических горизонтах изученных почв свидетельствует о существовании локального химического загрязнения почвенного покрова.

В целом, анализируя микроэлементный состав исследованных естественных почв, АПП и ТПО района исследования, установлено, что среднее содержание подвижных форм микроэлементов характеризуется следующим спектром микроэлементов (в порядке убывания) (рис. 1а): Почвы: $Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Co > Cr > Cd$; АПП: $Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Co > Cr > Cd$; ТПО: $Zn > Cu > Mn > Pb > Co > Ni > Cr > Cd$.

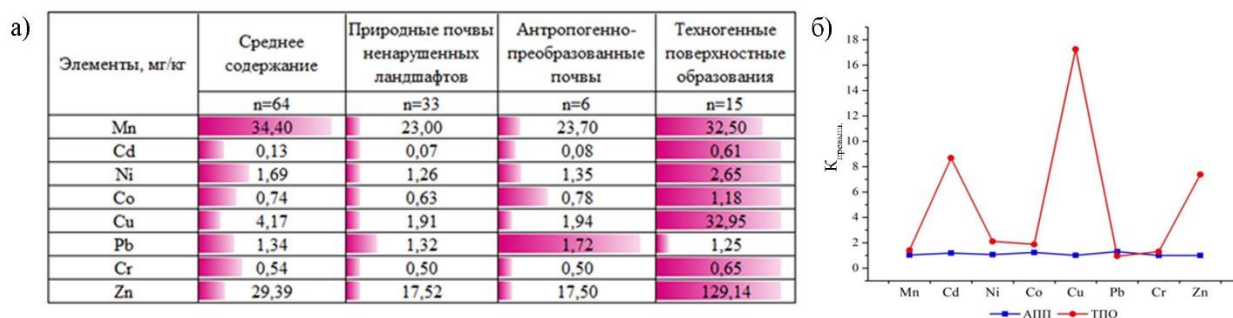


Рис. 1. а) Содержание подвижных форм микроэлементов в естественных почв, АПП и ТПО; б) Превышение значений микроэлементов природных почв в АПП и ТПО территории Янского плоскогорья

В отличие от естественных почв ненарушенных ландшафтов и антропогенно-преобразованных почв, в техногенных поверхностных образованиях на первые ряды выходят Zn и Cu. При этом наиболее высокие концентрации наблюдаются в техногенных поверхностных образованиях (рис. 1б). В техногенных поверхностных образованиях наблюдается превышение значений природных почв по Cd (8,7 раз), Ni (2,1 раз), Co (1,9 раз), Cu (17,3 раз) и Zn (7,4 раз).

Суммарный показатель загрязнения (Z_c) по показателю подвижных форм микроэлементов варьирует в очень широких пределах (от 1,7 до 643,2). Но несмотря на это, преимущественно характеризуется допустимой категорией загрязнения, с локальными участками чрезвычайно опасной категорией загрязнения. Очень высокие значения Z_c зафиксированы на участке хвостохранилища старой Батагайской ОФ (в пунктах Б-15-20 (Z_c =до 643,2) и Б-15/2-20 (Z_c =до 354,4)), которая характеризуется чрезвычайно опасной категорией загрязнения ($Z_c > 128$) и представлена следующим спектром микроэлементов:

Б-15-20: $Cd_{200,0} \rightarrow Cu_{195,2} \rightarrow Zn_{183,5} \rightarrow Co_{28,4} \rightarrow Ni_{20,1} \rightarrow Mn_{16,0}$;

Б-15/2-20: $Zn_{182,9} \rightarrow Cd_{92,3} \rightarrow Cu_{43,7} \rightarrow Co_{12,8} \rightarrow Ni_{10,1} \rightarrow Cr_{3,7}$.

По средним показателям основными Z_c -образующими элементами почв являются Cu, Cd, Co и Ni.

Таким образом, промышленное освоение Янского плоскогорья привело к механическому нарушению и интенсивному преобразованию естественного почвенного покрова в различной степени. По степени трансформации почв и почвенного покрова преобразованные территории можно разделить на участки макро-, мезо- и микроантропогенного воздействия.

К участкам макроантропогенного воздействия относятся территории, где полностью изменен ландшафт, уничтожен естественный почвенный покров и образованы техногенные поверхностные образования (ТПО).

К участкам мезоантропогенного воздействия относятся территории с частичным изменением естественного почвенного покрова, т.е. нарушен или снят верхний гумусовый горизонт или лесная подстилка, почвенный профиль уплотнен или чрезмерно обводнен и т.д. Так же к этой градации можно отнести участки, подвергшиеся сильному техногенному загрязнению различными поллютантами.

К участкам микроантропогенного воздействия отнесены площади, подвергшиеся опосредованному загрязнению с небольшими коэффициентами концентрации относительно регионального фона. Здесь почвенный покров представлен хемоземами, относящиеся к антропогенно-преобразованным почвам.

В связи с ухудшением экологической обстановки на окрестностях п. Батагай, прослеживается увеличение площади преобразованного естественного почвенного покрова, которое требует всестороннего комплексного исследования. В качестве прогноза можно сказать, что эти преобразования почвенного покрова будут отрицательно влиять на состояния других компонентов экосистем.

Библиографический список

1. Мишанькин А.Ю., Язиков Е.Г., Филимоненко Е.А., Собянин Ю.П. Минералого-геохимические особенности почвенного покрова золоторудного месторождения Вьюн (Республика Саха (Якутия)) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. Т. 332. №11. С. 98–109.
2. Саввинов Г.Н., Данилов П.П., Петров А.А., Макаров В.С., Боесков В.С. Экологические проблемы Верхоянского района // Вестник СВФУ. 2018. №6(68). С. 18–33.
3. Шилов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
4. Gololobova A.G., Legostaeva Ya.B. The stability of frozen soils in conditions of development of mining industry // Conference Proceedings: Water resources, forest, marine and ocean ecosystems. 2017. Vol. 17. Issue 32. P. 655–662.

С.М. Горохова, Ч.Д. Шаймухаметова, А.А. Васильев

Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова
614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23

e-mail: gorohova.s@hotmail.com

S.M. Gorohova, Ch.D. Shaimukhametova, A.A. Vasiliev

Perm State Agro-Technological University
named after Academician D.N. Pryanishnikov
614990, Perm, Petropavlovskaya street, 23

МИКРОСТРУКТУРНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ОРТШТЕЙНОВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Работа посвящена эколого-геохимической оценке элементного химического состава конкреций почв таежно-лесной зоны Среднего Предуралья. Впервые охарактеризованы особенности пространственного распределения химических элементов в конкрециях дерново-подзолистых почв с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии с энерго-дисперсионным анализом. Выявлена концентрическая кольцевая структура конкреций с чередованием зон богатых Fe и Mn. Ортштейны аккумулируют тяжелые металлы: Cu, Ni, Co, Zn и Pb.

Ключевые термины: геохимические константы; атомно-абсорбционная спектроскопия; СЭМ/ЭДС-анализ; распределение Fe и Mn; кольцевая микроструктура.

MICROSTRUCTURAL HETEROGENEITY OF ORTSHTEINS IN SODDY-PODZOLIC SOILS IN THE MIDDLE CIS-URALS

This work is about the ecological and geochemical assessment of the elemental chemical composition of soil nodules in the taiga zone of the Middle Cis-Urals. For the first time, we characterized the features of the spatial distribution of chemical elements in concretions of Luvic Stagnosols Dystric, and Umbric Albeluvisols Abruptic. The study consists of such methods as atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy with energy dispersive analysis. A concentric ring structure of nodules with alternating zones rich in Fe and Mn has been revealed. Nodules act as geochemical barriers and accumulate not only iron and manganese, but also Cu, Ni, Co, Zn, and Pb.

Keywords: geochemistry constants; atomic absorption spectrometry; SEM/EDS; Fe and Mn distribution; ring microstructure.

Введение. В почвах гумидных ландшафтов широко распространены железомарганцевые конкреции (ЖМК) [3]. ЖМК образуются в результате связывания металлов в почвах, для которых характерно чередование окислительных и восстановительных фаз почвообразования. Конкрециеобразование снижает доступность металлов-загрязнителей, а сами конкреции являются геохимическим барьером для многих потенциально токсичных химических элементов [1, 4–6, 8]. Несмотря на обширные исследования по изучению элементного химического состава Fe-Mn конкреций почв Среднего Предуралья, сведения о распределении химических элементов во внутреннем пространстве этих новообразований ограничены [4] и часто носят предположительный характер [2].

Объекты и методы исследования. Объекты исследования: 1) дерново-неглубокоподзолистая поверхностно оглеенная глинистая почва на элювиально-делювиальных отложениях (разрез 1-С, координаты: 57°95'14" с.ш. 56°29'51" в.д.); 2) дерново-глубокоподзолистая тяжелосуглинистая почва на элювиально-делювиальных отложениях (разрез 1-Ч-з, координаты: 57°82'86" с.ш., 56°51'12" в.д.). Вид угодий – залежь. Валовой

химический состав почв и конкреций определен атомно-абсорбционным методом на спектрометре iCE 3500 с пламенной атомизацией. Электронно-зондовый микроанализ шлифов конкреций выполнен на растровом электронном микроскопе высокого разрешения FEI Quanta 650FEG (FEI, США) с энерго-дисперсионным спектрометром EDAX Octane Elite.

Эколого-геохимическая оценка содержания тяжелых металлов (ТМ) в почвах и конкрециях выполнена по двум индексам: 1) индекс геоаккумуляции (I_{geo}) [10] и 2) индекс нагрузки загрязнения окружающей среды (PLI) [11]. В качестве эталона сравнения использован региональный фон почв по И.С. Копылову [7]. Оценка индексов I_{geo} и PLI проводили по шкалам [9].

Результаты исследования. Содержание ортштейнов в серогумусовых горизонтах дерново-подзолистой поверхностно оглеенной глинистой и дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвах, соответственно составило 7,4 и 2,7% от массы горизонта. Размер конкреций – от 0,25 до 2,0 мм. Окраска ортштейнов буро-охристая и ржаво-бурая.

СЭМ/ЭДС-анализ и картирование пространственного распределения химических элементов поперечных срезов ортштейнов показали неоднородность внутреннего строения и элементного химического состава конкреций. Тело Fe-Mn конкреции, выделенной из дерново-подзолистой поверхностно оглеенной глинистой почвы, имеет концентрическую кольцевую структуру, где основными компонентами являются: ядро, внешняя оболочка и внутреннее разделительное кольцо. Ядро ортштейна является центром конкрециеобразования. Железо сконцентрировано в центральной части ортштейна. Колонии железоредуцирующих бактерий сформировались изначально на поверхности частицы магнетита, маггемита, гематита или иного минерала железа. Тело ортштейна постепенно увеличивалось в размерах за счет ожелезнения алюмосиликатной глинистой матрицы почвы, окружающей центр конкрециеобразования. Увеличение объема конкреции происходит за счёт аккреции (налипания) почвенной массы из вмещающей матрицы на поверхности ядра. Марганец образует кольцеобразный каркас на поверхности железистого ядра внутри ортштейна.

На поперечном срезе ортштейна из серогумусового горизонта дерново-глубокоподзолистой почвы, выделяются две части. Первая часть – ядро серого цвета, вторая часть – темно-серая оболочка ядра.

Пространственное распределение химических элементов в теле ортштейнов имело следующие зависимости: от центра к периферии увеличивалось содержание Fe и уменьшалось содержание Mn. Чередование фаз, богатых Fe и Mn, отражает контрастные окислительно-восстановительные условия почвообразования в почвах Среднего Предуралья с временным избыточным увлажнением. Осаждение восстановленных форм марганца и железа происходит при разных значениях Eh.

Относительно регионального фона дерново-подзолистая поверхностно оглеенная глинистая почва не загрязнена ТМ. Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва средне загрязнена Zn, Co и Cu. Ортштейны, содержащиеся в дерново-подзолистой поверхностно оглеенной почве, характеризуются средним содержанием Cu, Co и Pb относительно фона, и умеренной нагрузкой загрязняющих веществ. Конкреции, извлеченные из дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы, загрязнены Cu, Ni, Co, Zn и испытывают чрезвычайно сильное загрязнение ТМ (рисунки А, В). Элементный химический состав изученных почв и конкреций, вероятно, обусловлен поступлением тяжелых металлов в составе выбросов промышленных предприятий и автотранспорта Пермской городской агломерации.

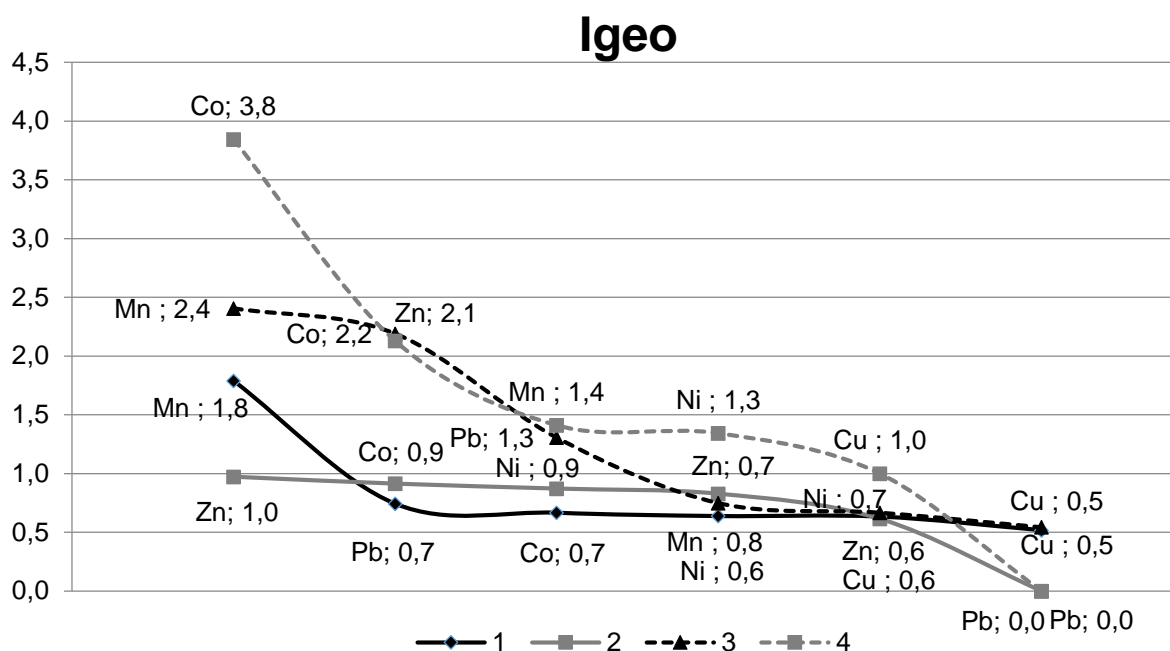
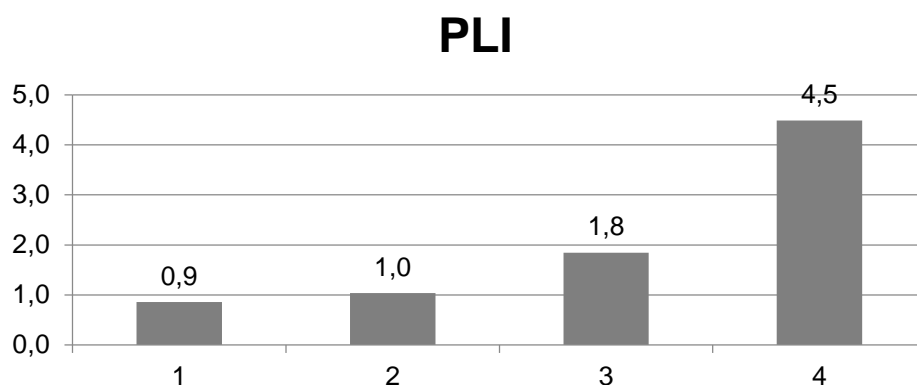


Рис. А



Легенда

1 – дерново-неглубокоподзолистая поверхностно оглеенная глинистая почва, горизонт АУ, 5-15 см;

2 – дерново-глубокоподзолистая тяжелосуглинистая почва, горизонт АУ, 2-29 см ;

3 – конкреции, выделенные из дерново-неглубокоподзолистой глинистой поверхностно оглеенной почвы, разрез I-С, горизонт АУ, 5-15 см;

4 – конкреции, выделенные из дерново-глубокоподзолистой тяжелосуглинистой почвы, разрез I-Ч-3, горизонт АУ, 2-29 см.

Рис. В

Рисунок. Эколого-геохимическая оценка содержания тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах и конкрециях Среднего Предуралья:

А – индексы геоаккумуляции, Igeo; В – индексы нагрузки загрязнения почв, PLI.

Коэффициенты Igeo, характеризующие валовой химический состав конкреций, образуют следующие геохимические ряды (рис. А):

1) дерново-подзолистая поверхностно оглеенная глинистая почва

Mn 2,4 > Co 2,2 > Pb 1,3 > Zn 0,7 > Ni 0,7 > Cu 0,5;

2) дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва
Co 3,8 > Zn 2,1 > Mn 1,4 > Ni 1,3 > Cu 1,0 > Pb 0,0.

Выводы. Конкреции, сформировавшиеся в дерново-неглубокоподзолистой глинистой поверхностно оглеенной почве и в дерново-глубокоподзолистой тяжелосуглинистой почве, выполняют роль геохимических микробарьеров – они аккумулируют Cu, Ni, Co, Zn, Mn и Pb.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-90070 «Оценка и меры по снижению экологических рисков загрязнения почв тяжелыми металлами в составе магнитных частиц при ведении агрохозяйства на территориях с высоким уровнем антропогенной нагрузки на окружающую среду и почвенный покров».

Библиографический список

1. Анциферова О.А. Железомарганцевые конкреционные новообразования в почвах западной части Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2014. № 1. С. 73–78.
2. Бабанин В.Ф. Диагностика марганцево-железистых конкреций дерново-подзолистых почв разной степени оглеения по их магнитным свойствам // Почвоведение. 2007. № 3. С. 272–281.
3. Васильев А.А. Гидрологический режим, свойства и диагностика дерново-подзолистых поверхностно-оглеенных почв на покровных отложениях Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.27. М. 1994. 216 с.
4. Васильев А.А., Романова А.В. Железо и тяжелые металлы в аллювиальных почвах Среднего Предуралья. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2014. 231 с.
5. Водяницкий Ю.Н. Соединения железа и их роль в охране почв. М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2010. 156 с.
6. Горохова С.М., Васильев А.А. Эколого-геохимическая оценка содержания химических элементов и особенности их пространственного распределение в железистых конкрециях почв Среднего Предуралья [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2022. №1. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/1/st_114.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202121114> (дата обращения: 03.03.22).
7. Копылов И.С. Геоэкология, гидрогеология и инженерная геология Пермского края. Пермь: ПГНИУ, 2021. 501 с.
8. Тимофеева Я.О., Голов В.И. Железо-марганцевые конкреции как накопители тяжелых металлов в некоторых почвах Приморья // Почвоведение. 2007. № 12. С. 1463–1471.
9. Чыонг В.Т., Нгуен С.Ш. Использование индекса нагрузки загрязнения (PLI) и индекса геоаккумуляции (I-GEO) для оценки загрязнения тяжелыми металлами в донных отложениях реки «Лачь Трай» во Вьетнаме // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2020. № 1. С. 49–54.
10. Muller G. Heavy-metals in sediment of the Rhine-changes since 1971 // Umschau in Wissenschaft und Technik. 1979. № 24 (79). P. 778–783.
11. Tomlinson D. [et al.]. Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index // Helgoländer meeresuntersuchungen. 1980. № 1–4 (33). P. 566–575. <https://doi.org/10.1007/BF02414780> (дата обращения: 03.03.22).

**С.В. Дыдышко, Т.Н. Азаренок,
О.В. Матыченкова, Е.Д. Ананько**
Институт почвоведения и агрохимии,
г. 220108, г. Минск, ул. Казинца, 90

**S.V. Dydyshka, T.N. Azarenok,
O.V. Matychenkova, E.D. Ananko**
Institute of Soil Science and Agrochemistry,
220108, Minsk, Kazinets str., 90
e-mail: soil@tut.by

ПРОФИЛЬНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ФРАКЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЛИНЫ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Представлена новая интерпретация гранулометрического состава дерново-подзолистых почв и выявлено наличие общего принципа взаимосвязи между фракциями физической глины и содержанием гумуса в почве через константы динамического равновесия. Показана профильная трансформация количественного содержания фракций физической глины дерново-подзолистых почв пахотных земель и ее качественного состава, выражающегося через перераспределение фракций средней, мелкой пыли и ила. Полученные данные могут быть применены для оценки агроэкологического состояния дерново-подзолистых почв, находящихся в длительном сельскохозяйственном использовании, и их агроэкологического потенциала для эффективного возделывания сельскохозяйственных культур.

Ключевые термины: дерново-подзолистые почвы; гранулометрический состав; фракции физической глины; гумус-гранулометрические показатели.

PROFILE TRANSFORMATION OF THE QUALITATIVE COMPOSITION OF THE FRACTION OF PHYSICAL CLAY OF SOD-PODZOLIC SOILS OF ARABLE LANDS

A new interpretation of the granulometric composition of sod-podzolic soils is presented and the presence of a general principle of the relationship between the fractions of physical clay and the humus content in the soil through the constants of dynamic equilibrium is revealed. The profile transformation of the quantitative content of fractions of physical clay of sod-podzolic soils of arable lands and its qualitative composition, expressed through the redistribution of fractions of medium, fine dust and silt, is shown. The data obtained can be applied to assess the agroecological condition of sod-podzolic soils in long-term agricultural use and their agroecological potential for effective cultivation of agricultural crops.

Keywords: sod-podzolic soils; granulometric composition; fractions of physical clay; humus-granulometric indicators.

Гранулометрический состав является одним из важнейших показателей плодородия почв, который определяет интенсивность протекания почвообразовательных процессов, связанных с превращением, миграцией и аккумуляцией тонкодисперсной фракции ($<0,01$ мм), органических и минеральных соединений в профиле почв, оказывает влияние на качество почв, находящихся в интенсивной системе земледелия, определяет их производительную способность и агроэкологический потенциал для эффективного возделывания сельскохозяйственных культур.

Подобные исследования являются перспективными для условий Беларуси в области экологии и рационального природопользования для разработки методов оценки экологической емкости природной среды и определения критических нагрузок на ландшафт и его компонентов для предотвращения деградации и повышения устойчивости экосистем.

В результате агрогенеза наблюдаются различия в соотношении наиболее ценной составляющей гранулометрического состава – фракции физической глины – ила, средней и мелкой пыли, что оказывает влияние на содержание и качество гумуса, и уровень потенциального

плодородия почв. Таким образом, гранулометрический состав, а именно его тонкодисперсная составляющая – фракция физической глины – тесно связан с содержанием гумуса в почве.

При исследовании гумус-гранулометрических отношений показатели условно разделяются на два блока [1–3]: первый характеризует гранулометрические фракции почвенных образцов (содержание физической глины (z), ила (a_{ϕ}), средней и мелкой пыли (b_{ϕ}), базовые (эталонные) значения ила (a_{dt}), степень насыщенности физической глины илом или пылью (по преобладающей фракции) (V), а также константы динамического равновесия (K); второй – их гумусированность: содержание гумуса в почве (y_r) и в физической глине (x_r).

Гумусированность фракций физической глины (x_r) предопределяет величину содержания гумуса в почве, которую можно рассматривать как содержание гумуса в физической глине, механически разбавленное массой, которая мало или вовсе не содержит гумуса, т.е. физическим песком ($> 0,01$ мм). В данном случае играет роль не только количество физического песка, но и отношение ила и пыли в физической глине. Избыток ила/пыли в физической глине, по отношению к базовому значению ила (a_{dt}), усиливает разбавляющий эффект. В этом случае содержание гумуса в физической глине намного превышает его содержание в почве, а константы динамического равновесия имеют наибольшие значения.

Константы динамического равновесия ($K_{a,b}$) сводятся к тому, чтобы привести к единому масштабу показатели содержания гумуса в почве, и сопоставить друг с другом, так как они приводятся к общему знаменателю, т.е. выполняют функцию универсального коэффициента пропорциональности между гранулометрическим составом, гумусностью почв и ее физической глиной.

Важное теоретическое и практическое значение имеет показатель степени насыщенности физической глины гумусом (W), который совокупно выражает общий принцип связи гранулометрического состава и гумусности почв, учитывая все многообразие отношений гранулометрических фракций во взаимосвязи с гумусностью физической глины (x_r) и содержанием гумуса почвы (y_r).

Объектами исследования являются зональные дерново-палево-подзолистые почвы, развивающиеся на мощных лессовидных легких суглинках и дерново-подзолистые связносупесчаные почвы, подстилаемые с глубины до 0,5–1,0 м моренным суглинком, которые вовлечены в сельскохозяйственное производство.

Для выявления показателей гумус-гранулометрических отношений и взаимосвязей выполнены расчеты следующих показателей, которые позволяют по-новому интерпретировать данные о количественном содержании фракций гранулометрического состава и их взаимосвязь с содержанием гумуса в почве: базовое значение ила (a_{dt} , %) и пыли (b_{dt} , %) в физической глине, насыщенность физической глины илом (V_a , %) и пылью (V_b , %), константы динамического равновесия (K_a , K_b), содержание гумуса в физической глине (x_r , %) и насыщенность физической глины гумусом (W , %) по методике В.С. Крыщенко и др. [3]:

y – содержание физического песка в почве, %;

z – содержание физической глины в почве, %;

a_{ϕ} – содержание илистой фракции, %;

b_{ϕ} – содержание пылеватых фракций физической глины, %;

$a_{dt} = 0,01 \times z^2$ – базовое детерминантное расчетное содержание илистой фракции в почве как статистически наиболее вероятная величина для данного значения z , %;

$b_{dt} = z - a_{dt} = 0,01 \times y \times z$ – базовое расчетное содержание пылеватых фракций физической глины почвы, %;

$K_a = a_{\phi} / a_{dt}$ – константа динамического равновесия при $a_{\phi} > b_{\phi}$;

$K_b = b_{\phi} / a_{dt}$ – константа динамического равновесия при $b_{\phi} > a_{\phi}$;

K_a и K_b могут принимать значения $> 1,0$ (физическая глина насыщена илом (пылью)), $< 1,0$ (физическая глина не насыщена илом (пылью)) и равные $1,0$ при $a_{\phi} = a_{dt}$;

$V_a = 100 \times a_{\phi} / z$ – степень насыщенности физической глины илом при $a_{\phi} > b_{\phi}$, %;

$V_b = 100 \times b_{\phi} / z$ – степень насыщенности физической глины пылью при $a_{\phi} < b_{\phi}$, %;

y_r – содержание гумуса в почве, %;

$x_p = y_r \times K$ – расчетное содержание гумуса в физической глине при $K > 1,0$, %;

$x_p = y_r / K$ – расчетное содержание гумуса в физической глине при $K < 1,0$, %;

$W = 100 \times x_p / z$ – степень насыщенности физической глины гумусом, %.

Результаты исследования позволили установить, что окультуренные легкосуглинистые почвы относятся к группе с пылеватой физической глиной – фактическое содержание пылеватых фракций (b_{ϕ}) в горизонте A_n превышает фактическое содержание илистой фракции (a_{ϕ}): $14,4 > 8,0$ %, которая насыщена пылью – фактическое содержание пылеватых фракций (b_{ϕ}) больше базового содержания ила (a_{dt}) – $14,4 > 5,04$ % (таблица). Степень насыщенности физической глины пылью (V_b) составляет 64,49 % – средняя степень насыщенности (б), а илом – 35,51 %. Насыщенность физической глины пылью/илом изменяется с увеличением глубины почвенного профиля: в горизонтах A_1A_2 и A_2B_1 физическая глина также пылеватая и насыщена пылью, причем степень насыщенности снижается с глубиной; в иллювиальных горизонтах B_{2t} и B_3C – физическая глина иловатая, а степень насыщенности илом имеет тенденцию к снижению с возрастанием глубины почвенного профиля.

Содержание гумуса в физической глине (x_p) значительно превышает его содержание в почве (y_r), поскольку константы динамического равновесия ($K_{a,b}$) $> 1,0$, что свидетельствует об избытке ила/пыли в физической глине (по преобладающей фракции) относительно базового содержания ила (a_{dt}), причем наибольший разбавляющий эффект наблюдается в верхних горизонтах до глубины 50 см.

В пахотном горизонте содержание гумуса в физической глине (x_p) в 2,91 раза превышает его содержание в почве (y_r) – 7,33 % против 2,55 % соответственно. В горизонте A_1A_2 на глубине 30–40 см константа достигает значения 3,05, а содержание y_r и x_p – 1,05 и 3,18 % соответственно. Далее вниз по профилю константы, содержание гумуса в почве и в физической глине постепенно снижаются. Насыщенность физической глины гумусом (W) имеет наибольшее значение в горизонте A_n – 33,20 % и постепенно снижается до 2,05 % в горизонте B_3C . Таким образом, в исследуемых почвах показатели содержания гумуса в почве (y_r) и в физической глине (x_p), а также насыщенности физической глины гумусом (W) имеют тенденцию к снижению вниз по профилю.

Исследования гумус-гранулометрических отношений показали, что дерново-подзолистые связносупесчаные почвы относятся к группе с пылеватой физической глиной – b_{ϕ} в горизонте A_n превышает содержание a_{ϕ} : $12,9 > 4,2$ %, которая насыщена пылью – b_{ϕ} больше a_{dt} – $12,9 > 2,94$ %. Степень насыщенности физической глины пылью (V_b) составляет 75,61 % – очень степень насыщенности (г), а илом – 24,39 %. Насыщенность физической глины пылью/илом изменяется с увеличением глубины почвенного профиля: в горизонте A_2B_1 физическая глина также пылеватая и насыщена пылью; в иллювиальных горизонтах B_{2t} и B_3C – физическая глина иловатая, а степень насыщенности илом имеет тенденцию к возрастанию с увеличением глубины почвенного профиля.

**Количественное содержание фракций физической глины по профилю
дерново-подзолистых почв различного гранулометрического состава
и их взаимосвязь с содержанием гумуса в почве**

Горизонт, глубина отбора образца, см	Фактическое содержание фракций, %			Базовое содержание фракций, %		
	<0,01 мм	<0,001 мм	0,001-0,01 мм	<0,001 мм	0,001-0,01 мм	
	z	a _ф	b _ф	a _{dt}	b _{dt}	
Окультуренные почвы, класс легкосуглинистые, б*						
A _п , 5–25	22,4±1,6	8,0±2,0	14,4±2,0	5,04±0,71	17,36±0,88	
A ₁ A ₂ , 30–40	21,1±2,0	7,6±1,5	13,5±2,0	4,52±0,85	16,65±1,17	
A ₂ B ₁ , 45–55	21,7±3,0	9,4±4,2	12,9±3,6	4,80±1,40	16,90±1,63	
B _{2t} , 60–85	25,1±3,2	16,0±4,3	9,1±1,9	6,38±1,63	18,70±1,56	
B ₃ C, 95–105	24,5±3,0	14,8±2,3	9,7±1,8	6,07±1,51	18,39±1,53	
Окультуренные почвы, класс супесчаные, г						
A _п , 5–15	17,1±1,3	4,2±0,8	12,9±1,4	2,94±0,45	14,15±0,86	
A ₂ B ₁ , 25–50	17,4±1,6	5,1±1,4	12,3±1,5	3,05±0,56	14,33±1,05	
B ₂ , 50–55	21,9±1,3	14,4±2,2	7,5±1,0	4,83±0,55	17,12±0,72	
B ₃ C, 65–75	24,9±1,5	17,2±2,2	7,7±1,1	6,23±0,76	18,70±0,74	
Горизонт, глубина отбора образца, см	Насыщенность физической глины илом, %	Насыщенность физической глины пылью, %	Константы динамического равновесия	Гумус, %		Насыщенность физической глины гумусом, %
				в почве	в глине	
		V _a	V _b	K _{a,b}	y _z	x _p
Окультуренные почвы, класс легкосуглинистые						
A _п , 5–25	35,51±8,65	64,49±8,65*	2,91±0,48	2,55±0,24	7,33±1,82	33,20±9,99
A ₁ A ₂ , 30–40	36,06±6,72	63,94±6,72	3,05±0,42	1,05±0,70	3,18±2,30	15,10±10,93
A ₂ B ₁ , 45–55	42,75±16,14	57,25±16,14	3,02±0,57	0,52±0,24	1,57±0,84	7,43±4,29
B _{2t} , 60–85	62,70±11,05	37,30±11,05	2,64±0,19	0,36±0,06	0,93±0,16	3,82±1,01
B ₃ C, 95–105	60,63±5,80	39,37±5,80	2,52±0,41	0,20±0,11	0,49±0,25	2,05±1,03
Окультуренные почвы, класс супесчаные						
A _п , 5–15	24,39±4,58	75,61±4,58	4,44±0,38	2,49±0,13	11,06±0,96	65,45±10,38
A ₂ B ₁ , 25–50	29,21±7,19	70,79±7,19	4,11±0,62	0,40±0,05	1,66±0,39	9,75±2,83
B ₂ , 50–55	65,47±6,38	34,53±6,38	2,98±0,37	0,22±0,03	0,65±0,09	2,94±0,40
B ₃ C, 65–75	68,92±5,25	31,08±5,25	2,77±0,16	0,17±0,03	0,47±0,11	1,91±0,50

*Примечание: а) 50,0–54,9 % – слабая степень насыщенности физической глины илом или пылью по преобладающей фракции; б) 55,0–64,9 % – средняя; в) 65,0–74,9 % – сильная; г) > 75,0 % – очень сильная.

В пахотном горизонте окультуренных связносупесчаных почв содержание гумуса в физической глине в 4,44 раза превышает его содержание в почве – 11,06 % против 2,49 %. Далее вниз по профилю константы, содержание гумуса в почве и в физической глине постепенно снижаются. Насыщенность физической глины гумусом (W) имеет наибольшее значение в пахотном горизонте – 65,45 % и постепенно снижается с глубиной до 1,91 % в горизонте B₃C.

Проведенными исследованиями установлено, что несмотря на то, что в исследуемых пахотных дерново-подзолистых почвах физическая глина в пахотном горизонте по качественному составу пылеватая, однако различается по степени насыщенности пылью (V_b): в легкосуглинистых – «средняя» – 64,49 %, в связносупесчаных – «очень сильная» – 75,61 %. Степень насыщенности илом (V_a) составляет соответственно 35,51 и 24,39 %. С возрастанием глубины качественный состав и степень насыщенности физической глины илом или пылью в зависимости от преобладающей фракции изменяется: до глубины 55 см (горизонты A_п, A₁A₂ и A₂B₁) в легкосуглинистых почвах и 50 см (горизонт A_п, A₂B₁) в связносупесчаных почвах она пылеватая и насыщена пылью, а в горизонтах B_{2t} и B₃C – иловатая и насыщена илом.

Выявлено, что легкосуглинистые почвы характеризуются меньшим избытком пыли (степенью насыщенности), обуславливающим меньшую (механическую) подвижность гумуса (закрепляется и меньше разбавляется безгумусовой массой физического песка), что способствует их более высокому эффективному плодородию, по сравнению со связносупесчаными почвами. Так, в пахотном горизонте окультуренных легкосуглинистых почв содержание гумуса (y_r) составляет 2,55 %, содержание гумуса в физической глине (x_p) – 7,33 % и степень насыщенности физической глины гумусом (W) – 33,20 %, а в связносупесчаных почвах – 2,49 %, 11,06 % и 65,45 % соответственно. С возрастанием глубины показатели постепенно снижаются и в горизонте В₃С легкосуглинистых почв составляют 0,20, 0,49 и 2,05 % соответственно, а связносупесчаных почв – 0,17, 0,47 и 1,91 % соответственно. Подтверждено снижение содержания гумуса в исследуемых почвах разного гранулометрического состава с возрастанием глубины, что характерно для зональных дерново-подзолистых почв, а также показателя x_p , характеризующего гумусированность физической глины, и степени насыщенности физической глины гумусом (W) исходя из качественной дифференциации фракции физической глины.

Библиографический список

1. Крыщенко В.С. и др. Компенсационный принцип анализа гумус-гранулометрических соотношений в полидисперсной системе почв // Почвоведение. 2003. № 4, С. 473–483.
2. Крыщенко В.С. и др. Матричные черты гумус-гранулометрических отношений в полидисперсной системе почв // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2003. Ч.2. № 4. С. 102–110.
3. Крыщенко В.С. и др. Моделирование отношений элементов полидисперсной системы почв с использованием эталона сравнения // Живые и биокосные системы. 2013. № 2. 15 с.

Е.В. Зырянова, Е.А. Пичугин

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология») 614039, г. Пермь, Комсомольский проспект, 61а

E.V. Zirianova, E.A. Pichugin

Federal State Budgetary Institution «Ural State Research Institute of Regional Environmental Problems» (FSBI UralNII «Ecology») 614039, Perm, Komsomolsky prospect, 61a

e-mail: info@ecologyperm.ru

**ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЧВ В ЧАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕЧНЯ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, В ОТНОШЕНИИ КОТОРЫХ ПРИМЕНЯЮТСЯ МЕРЫ
ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

В сообщении рассматриваются проблемы оценки качества почв и исчисления стоимости вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, в зависимости от загрязняющего вещества. Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 № 149 для загрязняющих веществ не природного происхождения устанавливаются гигиенические нормативы качества почв, для загрязняющих веществ природного происхождения – экологические нормативы качества почв. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования, включает 63 вещества для почв, включая четыре радиоактивных изотопа. Применение данного перечня вызывает затруднения, так как не для всех химических веществ для почв, входящих в него, установлены гигиенические нормативы. С другой стороны, не все загрязняющие вещества, для которых установлены гигиенические нормативы, входят в перечень. Экологические нормативы качества почв отсутствуют.

Ключевые термины: компоненты окружающей среды; нормативы качества окружающей среды; нормативы качества почв; загрязняющее вещество; вред окружающей среде; загрязнение почв.

**SOIL QUALITY EVALUATION PROBLEMS IN THE PART OF APPLICATION
OF THE LIST OF POLLUTANTS FOR WHICH GOVERNMENT REGULATION MEASURES
IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL PROTECTION ARE APPLIED**

The report deals with the problems of assessing the quality of soils and calculating the cost of damage caused to soils as an object of environmental protection, depending on the pollutant. According to Decree of the Government of the Russian Federation dated February 13, 2019 No. 149, hygienic standards for soil quality are established for pollutants of non-natural origin, and environmental standards for soil quality are established for pollutants of natural origin. The list of pollutants subject to government regulation includes 63 substances for soils, including four radioactive isotopes. The application of this list causes difficulties, since hygienic standards have not been established for all chemicals for the soils included in it. On the other hand, not all pollutants for which hygienic standards are established are included in the list. There are no environmental standards for soil quality.

Keywords: environmental components; environmental quality standards; soil quality standards; pollutant; environmental damage; soil pollution.

Каждый гражданин Российской Федерации имеет конституционное право на благоприятную окружающую среду [2], в целях обеспечения которой, а также для сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов устанавливаются нормативы качества окружающей среды [5].

Согласно «Положению о разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды», утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 № 149 [4], нормативы качества почв (земель) разрабатываются и устанавливаются с учетом природных особенностей территорий и категорий земель. При этом все загрязняющие вещества делятся на две группы, состав которых не утвержден: химические вещества природного и не природного происхождения.

Для земель сельскохозяйственного назначения и земель населенных пунктов, а также земельных участков зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, курортных зон, а также для почв (земель) всех категорий земель по *химическим веществам не природного происхождения* устанавливаются *гигиенические* нормативы, разрабатываемые и утверждаемые Роспотребнадзором в соответствии с законодательством в области обеспечения санитарно-гигиенического благополучия населения. Гигиенические нормативы для почвы населенных мест и сельскохозяйственных угодий утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [8].

Для оценки качества почв категорий земель, не являющихся землями сельскохозяйственного назначения и землями населенных пунктов, а также земельными участками зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, курортных зон, а также для почв всех категорий по *химическим веществам природного происхождения* Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации устанавливаются *экологические* нормативы качества почв (земель) для выделяемых однородных в почвенно-экологическом отношении территорий и определяются в соответствии с утверждаемыми Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации методиками. Данные методики, как и экологические нормативы качества почв до настоящего времени отсутствуют.

Вместе с тем, загрязнение почвы является наиболее массовым нарушением среди всех нарушений, выявляемых при осуществлении государственного земельного надзора [1]. Размер вреда, причиненного почве как объекту охраны окружающей среды, в стоимостном выражении осуществляется согласно положениям «Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды», утвержденная приказом Минприроды России от 08.07.2010 № 238 [6]. При этом для исчисления размера вреда вследствие загрязнения почв необходимо знать значение норматива качества почвы. В случае отсутствия такового, за норматив качества принимается значение концентрации данного загрязняющего вещества на сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, но не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения. Следует отметить, что найти такую территорию зачастую не представляется возможным.

Другой трудностью практического применения методики является тот факт, что перечень загрязняющих веществ для почвы, в отношении которых применяются меры государственного регулирования [7] (Далее – Перечень), включает всего 63 наименования, в том числе 4 радиоактивных изотопа, причем для 10 химических веществ не установлены гигиенические нормативы [3]. С другой стороны, гигиенические нормативы для почвы населенных мест и сельскохозяйственных угодий [8] установлены для 49 химических веществ, 17 из которых не входят в Перечень. Как показывает практика, взыскать размер вреда, причиненного почве как

объекту охраны окружающей среды, в случае загрязнения химическими веществами, не входящими в Перечень, практически невозможно, хотя негативное воздействие на почвы такого загрязнения не вызывает сомнений.

Сопоставление загрязняющих веществ, для которых установлены гигиенические нормативы, и загрязняющих веществ, входящих в Перечень, представлено в таблице.

Таблица

Сопоставление перечня загрязняющих веществ для почвы, в отношении которых применяются меры государственного регулирования [7], и входящих в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [8]

№ п/п	Наименование химического вещества	Документ		Вид установлен- ного норматива
		1316-р	СанПиН 1.2.3685-21	
1	Бензапирен	+	+	ПДК
2	Бензин	+	+	ПДК
3	Бензол	+	+	ПДК
4	Ванадий	+	+	ПДК
5	Гексахлорбензол (ГХБ)	+	+	ОДК
6	Глифосат	+	+	ПДК
7	Дикамба	+	+	ПДК
8	Диметилбензолы (1,2-диметилбензол; 1,3-диметилбензол; 1,4-диметилбензол)	+	+	ПДК
9	1,1-ди-(4-хлорфенил) – 2,2,2-трихлорэтан (ДДТ) и метаболиты ДДЭ, ДДД	+	+	ПДК
10	2,2'-Дихлордиэтилсульфид (иприт)	+	+	ПДК
11	2,4-Д и производные (2,4-дихлорфенокси-уксусная кислота и ее производные)	+	+	ПДК
12	Кадмий	+	+	ОДК
13	Кобальт	+	+	ПДК
14	Малатион	+	+	ПДК
15	Марганец	+	+	ПДК
16	Медь	+	+	ПДК, ОДК
17	Метаналь	+	+	ПДК
18	Метилбензол	+	+	ПДК
19	(1-метилэтилен) бензол	+	+	ПДК
20	(1-метилэтил) бензол	+	+	ПДК
21	МСРА	+	-	-
22	Мышьяк	+	+	ОДК
23	Нефтепродукты	+	-	-
24	Никель	+	+	ПДК, ОДК
25	Нитраты (по NO ₃)	+	+	ПДК
26	Нитриты (по NO ₂)	+	-	-
27	О-(1,2,2-триметилпропил) метилфторфосфонат (зоман)	+	+	ПДК
28	О-изопропилметилфтор-фосфонат (зарин)	+	+	ПДК
29	О-изобутил-бета-п-диэтиламиноэтанттиоловый эфир метилфосфоновой кислоты	+	+	ПДК
30	Перхлорат аммония	+	+	ПДК
31	Паратион-метил (метафос)	+	+	ПДК
32	Прометрин	+	+	ПДК
33	ПХБ № 28 (2,4,4'-трихлоробифенил)	+	+	ОДК

34	ПХБ № 52 (2,2',5,5'-тетрахлоробифенил)	+	+	ОДК
35	ПХБ № 101 (2,2',4,5,5'-пентахлоробифенил)	+	+	ОДК
36	ПХБ № 118 (2,3,4,4,5-пентахлоробифенил)	+	+	ОДК
37	ПХБ № 138 (2,2I,3,4,4I,5-гексахлоробифенил)	+	+	ОДК
38	ПХБ № 153 (2,2,4,4',5>5'-гексахлоробифенил)	+	+	ОДК
39	ПХБ № 180 (2,2',3,4,4',5,5'-гептахлоробифенил)	+	+	ОДК
40	ПХК (токсафен)	+	-	-
41	Ртуть неорганическая и ртуть органическая	+	+	ПДК
42	Свинец	+	+	ПДК, ОДК
43	Серная кислота (по S)	+	+	ПДК
44	Сероводород (по S)	+	+	ПДК
45	Сумма полиароматических углеводородов	+	-	-
46	Сурьма	+	+	ПДК
47	Фенолы	+	-	-
48	Фосфаты (по P ₂ O ₅)	+	-	-
49	Фтор	+	+	ПДК
50	Фуран-2-карбальдегид	+	-	-
51	2-Хлорвинилдихлорарсин (люизит)	+	+	ПДК
52	Хлорид калия (по K ₂ O)	+	-	-
53	Хлорбензолы	+	-	-
54	Хлорфенолы	+	-	-
55	Хром трехвалентный	+	+	ПДК
56	Хром шестивалентный	+	+	ПДК
57	Цинк	+	+	ПДК, ОДК
58	Этаналь	+	+	ПДК
59	Этилбензол	+	+	ПДК
60	Ванадий+марганец	-	+	ПДК
61	Отходы флотации угля (ОФУ)	-	+	ПДК
62	Свинец+ртуть	-	+	ПДК
63	Сера	-	+	ПДК
64	Поливинилнитрат	-	+	ПДК
65	Поливинилбутираль	-	+	ПДК
66	Нитрат целлюлозы	-	+	ПДК
67	Метиленбис(N'-метоксидазен-N-оксид) (метоксазин)	-	+	ПДК
68	3,3-бис(хлорметил) оксетан	-	+	ПДК
69	2-(2-этоксизтокси) этанол (этилкарбитол)	-	+	ПДК
70	Тетранитропентаэритрит	-	+	ПДК
71	1,3,5-тринитро-1,3,5-пергидротриазин (гексоген)	-	+	ПДК
72	1,3,5,7-тетранитро-1,3,5,7-тетразокан (октоген)	-	+	ПДК
73	2,4,6-тринитротолуол (тротил)	-	+	ПДК
74	Оксид бериллия	-	+	ПДК
75	1,1-диметилгидразин (гептил)	-	+	ПДК
76	Ипритно-люизитная смесь	-	+	ПДК

Примечание: СанПиН 1.2.3685-21 также включает ПДК марганца, извлекаемого серной кислотой и ацетатно-аммонийным буфером для черноземов и дерново-подзолистых почв; ПХБ суммарно.

Из таблицы видно, что имеется необходимость гармонизировать Перечень и установленные гигиенические нормативы. Таким образом можно выделить следующие правовые пробелы при оценке качества почв в части применения положений постановления Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 № 149 [4], Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды [6], Перечня [7] и гигиенических нормативов, входящих в СанПиН 1.2.3685-21[8]:

- отсутствие установленных экологических нормативов качества почв и методик для их разработки;

- отсутствие утвержденного перечня загрязняющих веществ для почв с разделением по происхождению (природного и неприродного происхождения);

- при исчислении размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, не всегда удастся выделить территории аналогичного целевого назначения и вида использования, но не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения, значение концентрации загрязняющего вещества на которой принимается за норматив качества;

- несоответствие между загрязняющими веществами, входящими в Перечень и для которых установлены гигиенические нормативы;

- невозможность привлечь к ответственности нарушителя за загрязнение почв химическими веществами, не входящими в Перечень.

Для решения этих задач целесообразно внести следующие изменения и дополнения в раздел III Перечня:

- разделить химические вещества по происхождению;

- пересмотреть Перечень с целью гармонизации его с гигиеническими нормативами СанПиН 1.2.3685-21;

- разработать и установить экологические нормативы качества почв для химических веществ природного происхождения.

Библиографический список

1. Зырянова Е.В., Пичугин Е.А., Черепанов М.В. Актуальные проблемы установления и применения нормативов качества почв // Астраханский вестник экологического образования. 2021 № 6 (66). С. 115–122.

2. Конституция Российской Федерации от 12.12.1993: с изменениями на 14.03.2020. – Режим доступа: справочно-правовая система «Техэксперт».

3. Научно-методическое обоснование установления экологических нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды (в части вод поверхностных водных объектов, почв, атмосферного воздуха) и разработка предложений по подготовке нормативных правовых актов, предусмотренных постановлением правительства российской федерации от 13.02.2019 № 149 «О разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий». Подготовка обоснованных предложений по внесению изменений в законодательство в части установления экологических нормативов качества вод поверхностных водных объектов, качества почв (земель) и качества атмосферного воздуха: отчет о НИР / Пичугин Е. А. и др. Пермь: ФГБУ УралНИИ «Экология», 2021. 206 с.

4. *О разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий:* постановление Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 № 149. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

5. *Об охране окружающей среды:* Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ: с изменениями на 30.12.2021. – Режим доступа: справочно-правовая система «Техэксперт».

6. *Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды:* приказ Минприроды России от 08.07.2010 № 238: ред. от 11.07.2018: зарегистрировано в Минюсте России 07.09.2010 № 18364. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

7. *Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды:* распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.07.2015 № 1316-р: ред. от 10.05.2019. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

8. *Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (вместе с «СанПиН 1.2.3685-21. Санитарные правила и нормы...»):* постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2: зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 № 62296. – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

А.А. Исупова, И.Л. Бухарина

Удмуртский государственный университет
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1

A.A. Isupova, I.L. Bukharina

Udmurt State University

426034, Izhevsk, Universitetskaya str., 1

e-mail: isupova.anastasiya.96@mail.ru

**ИЗУЧЕНИЕ ВЫНОСЛИВОСТИ РАСТЕНИЙ-МЕЛИОРАНТОВ, ИНОКУЛИРОВАННЫХ
ЭНДОТРОФНЫМИ ГРИБАМИ, К РАЗЛИЧНЫМ КОНЦЕНТРАЦИЯМ НЕФТИ В СУБСТРАТЕ**

В статье приводятся результаты лабораторных экспериментов по исследованию влияния эндотрофных грибов на выносливость растений-мелиорантов к различным концентрациям нефти в почве. Результаты показали, что инокуляция растений-мелиорантов исследуемыми эндотрофными грибами положительным образом повлияла на содержание и соотношение фотосинтетических пигментов в условиях стресса. У неинокулированных растений наблюдалось достоверное снижение содержания фотосинтетических пигментов (в 1,5 раза) при концентрации нефти в субстрате более 5%, а при инокуляции – при концентрации нефти лишь более 7,5%. У инокулированных растений наблюдалось достоверное снижение содержания сухого вещества в 1,2 раза, в случае с *Fusarium equiseti* – при концентрации нефти 10%, а в случае с *Cylindrocarpon magnusianum* – при 5% нефтезагрязнении. По содержанию аскорбиновой кислоты выявить закономерностей не удалось. Таким образом, инокуляция растений-мелиорантов эндотрофными микроскопическими грибами способствовала повышению их устойчивости к содержанию нефти в почве. В вариантах опыта с разными концентрациями нефти показатели частоты встречаемости и интенсивности грибной инфекции в корнях растений имели отличия для обоих видов грибов. При инокуляции растений *Fusarium equiseti* внесение нефти в концентрации 2,5% стимулировало развитие грибной инфекции: частота встречаемости составила 46,7%, а интенсивность инфекции – 2,3%. Существенно отличалась реакция растений-мелиорантов, инокулированных *Cylindrocarpon magnusianum*. По мере увеличения содержания нефти в субстрате от 1% до 7,5% наблюдалось устойчивое снижение частоты встречаемости и интенсивности грибной инфекции в 1,5–2 раза. А при 10% нефтезагрязнении, наоборот, наблюдалось увеличение этих показателей. Частота встречаемости составила 46,7 и интенсивность грибной инфекции – 2,3%. Таким образом, грибы показали разную чувствительность к стрессовому фактору.

Ключевые термины: нефтяное загрязнение; биотехнологический метод; микроскопические эндотрофные грибы.

**STUDY OF THE RESISTANCE OF LAND RECLAMATION PLANTS INOCULATED BY ENDO-
TROPIC FUNGI TO DIFFERENT CONCENTRATIONS OF OIL IN THE SUBSTRATE**

The article presents the results of laboratory experiments to study the effect of endotrophic fungi on the endurance of land reclamation plants to different concentrations of oil in the soil. The results showed that the inoculation of land reclamation plants by the endotrophic fungi under study had a positive effect on the content and ratio of photosynthetic pigments under stress. In non-inoculated plants, a significant decrease of 1.5 times in photosynthetic pigments was observed at an oil concentration of more than 5%, and during inoculation – at an oil concentration of more than 7.5%. In inoculated plants, a significant decrease in the dry matter content of 1.2 times was observed, in the case of *Fusarium equiseti* – at an oil concentration of 10%, and in the case of *Cylindrocarpon magnusianum* – with 5% oil pollution. According to the content of ascorbic acid, it was not possible to identify patterns. Thus, the inoculation of land reclamation plants with endotrophic microscopic fungi contributed to increasing the resistance of land reclamation plants to the oil content in the soil. In variants of the experiment with different concentrations of oil, the indicators of the frequency of occurrence and intensity of mycorrhizal infection in the roots of plants had differences for both types of fungi. When inoculating *Fusarium equiseti* plants in the control (without applying oil), the frequency of occurrence was 40%, and the intensity of infection was 2%. The introduction of oil in concentrations of 2.5% stimulated the development of infection: the frequency of occurrence was 46.7%, and the intensity of infection was 2.3%. The reaction of reclamation plants inoculated with the fungus *Cylindrocarpon magnusianum* differed significantly. As the oil content in the substrate increased from 1% to 7.5%, there was a steady decrease in the frequency of occurrence and intensity of infection by 1.5-

2 times. And with 10% oil pollution, on the contrary, an increase in these indicators was observed. The frequency of occurrence was 46.7 and the intensity of fungal infection was 2.3%. Thus, the fungi showed different sensitivity to the stress factor. This reaction indicates the specificity of the response of fungi to oil pollution conditions.

Keywords: oil pollution; biotechnological method; microscopic endotrophic fungi.

В нефтедобывающих регионах причинами загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами является добыча, транспортировка и техническое обслуживание предприятий [1]. Существует проблема поиска наиболее эффективных и безопасных методов восстановления нефтезагрязненных земель, к которым относится биотехнологический метод с использованием микропрепаратов-нефедеструкторов. Но действие биопрепаратов ограничено и связано с условиями среды [2]. В настоящее время идет поиск биологических агентов, которые повысили бы эффективность биопрепаратов. Такими агентами могут быть микроскопические грибы [3,4]. В связи с этим был заложен лабораторный эксперимент по инокуляции растений-мелиорантов микроскопическими эндотрофными грибами, с целью изучения их выносливости к различным концентрациям нефти в почве.

Опыт по инокуляции растений-мелиорантов грибами *Cylindrocarpon magnusianum* и *Fusarium equiseti* был заложен по следующей схеме:

А – фактор – популяция гриба	В – фактор – концентрация нефти в субстрате, %
A0 – абсолютный контроль (без гриба)	B0 – контроль (без нефти)
A1 – <i>Fusarium equiseti</i>	B1 – 1,0
A2 – <i>Cylindrocarpon magnusianum</i>	B2 – 2,5
	B3 – 5,0
	B4 – 7,5
	B5 – 10,0

В ходе наблюдений выявлено, что во всех вариантах опыта семена растений-мелиорантов проросли, ингибирования прорастания семян не наблюдалось. В вариантах с концентрацией нефти в субстрате до 5% наблюдался активный рост растений. При концентрации нефти в субстрате 7,5% и 10 % наблюдался замедленный рост растений, высота надземной части была в два раза меньше по сравнению с контрольными образцами, цвет растений также отличался, был светло-зеленым с желтоватым оттенком. На наш взгляд, это связано с недостатком влаги, поступающей в растения, так как нефть изменяет гидрофильные свойства почвы, почва покрывалась пленкой из нефти и вода не проникала в почву к корням растений.

Далее отбирали части растений – надземную часть и корни для дальнейших лабораторных исследований:

1. определение процентного содержания сухого вещества в надземной части растений;
2. определение содержания фотосинтетических пигментов в листьях;
3. определение содержания аскорбиновой кислоты в надземной части растений;
4. определение степени заражения корней растений эндотрофными грибами методом микроскопирования.

Результаты биохимических исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Содержание фотосинтетических пигментов, сухого вещества и аскорбиновой кислоты
в надземной части растений-мелиорантов**

Варианты опыта	Содержание фотосинтетических пигментов, мл/л			Содержание сух.вещ.,%	Содержание аскорб. к-ты, мг%
	хлорофилл а	хлорофилл b	каротиноиды		
A0B0(без гриба; 0%)	4,45±0,28*	0,76±0,04	1,62±0,07	15,23±1,25	159,92±4,41
	3,99...4,90**	0,70...0,83	1,51...1,72	13,24...17,23	152,9...166,95
A0B1(без гриба; 1%)	4,38±0,12	0,76±0,05	1,57±0,06	16,72±0,61	173,69±1,72
	4,19...4,57	0,69...0,84	1,47...1,67	15,75...17,70	170,95...176,43
A0B2(без гриба;2,5%)	4,54±0,50	0,72±0,04	1,57±0,09	17,13±2,17	144,74±3,07
	3,75...5,33	0,67...0,78	1,42...1,70	13,68...20,58	139,86...149,63
A0B3(без гриба;5%)	3,24±0,37	0,52±0,05	1,27±0,07	13,73±0,75	135,59±6,82
	2,66...3,83	0,44...0,61	1,16...1,39	12,54...14,92	124,73...146,44
A0B4(без гриба;7,5%)	2,86±0,31	0,47±0,06	1,10±0,09	14,80±3,09	209,52±7,27
	2,37...3,35	0,37...0,57	0,95...1,25	9,89...19,71	197,95...221,10
A0B5(без гриба;10%)	2,98±0,24	0,52±0,05	1,17±0,08	14,24±1,66	174,49±2,47
	2,6...3,35	0,45...0,59	1,05...1,29	11,59...16,88	170,56...178,41
A1B0(F;0%)	5,28±0,47	0,92±0,04	1,58±0,03	18,14±0,88	151,64±5,58
	4,53...6,03	0,85...0,99	1,53...1,63	16,74...19,55	142,75...160,53
A1B1(F;1%)	4,90±0,36	0,83±0,01	1,57±0,04	18,30±1,27	175,01±4,00
	4,32...5,48	0,82...0,84	1,50...1,63	16,28...20,32	168,64...181,38
A1B2(F;2,5%)	4,75±0,23	0,88±0,06	1,62±0,03	13,23±2,23	171,88±5,32
	4,38...5,13	0,80...0,97	1,58...1,66	9,69...16,77	163,42...180,35
A1B3(F;5%)	4,39±0,25	0,78±0,05	1,57±0,02	15,51±0,74	152,73±7,74
	3,99...4,80	0,69...0,86	1,55...1,60	14,33...16,69	140,42...165,04
A1B4(F;7,5%)	2,76±0,60	0,45±0,02	0,97±0,07	17,39±1,40	152,09±1,98
	1,81...3,71	0,42...0,48	0,85...1,08	15,16...19,62	148,94...155,25
A1B5(F;10%)	3,18±0,31	0,58±0,06	1,24±0,08	11,93±0,27	135,19±0,89
	2,7...3,7	0,49...0,67	1,11...1,37	11,49...12,36	133,78...136,60
A2B0(C;0%)	3,42±0,29	0,64±0,07	1,26±0,07	19,75±0,33	197,51±5,82
	2,95...3,88	0,53...0,74	1,14...1,37	19,23...20,28	188,26...206,77
A2B1(C;1%)	3,97±0,17	0,69±0,03	1,42±0,03	16,62±0,73	184,29±8,22
	3,7...4,24	0,65...0,74	1,37...1,48	15,45...17,78	171,22...197,37
A2B2(C;2,5%)	3,24±0,38	0,60±0,05	1,13±0,06	17,59±1,70	148,29±4,53
	2,64...3,83	0,51...0,68	1,04...1,22	14,89...20,30	141,08...155,49
A2B3(C;5%)	3,52±0,14	0,61±0,04	1,27±0,07	16,15±1,08	181,94±1,37
	3,3...3,74	0,55...0,67	1,16...1,38	14,43...17,86	179,75...184,12
A2B4(C;7,5%)	2,38±0,2	0,42±0,04	0,02±0,01	13,44±0,43	176,92±3,89
	2,06...2,70	0,35...0,48	1,00...1,04	12,75...14,13	170,74...183,11
A2B5(C;10%)	2,26±0,03	0,33±0,03	0,91±0,04	14,76±1,67	141,42±5,79
	2,22...2,3	0,28...0,37	0,86...0,97	12,11...17,42	132,21...150,64

Примечания. F – *Fusarium equiseti*; C – *Cylindrocarpon magnusianum*; * – среднее значение показателя ± стандартное отклонение; ** – доверительный интервал для среднего значения при $p < 0,05$. Применимо к таблице 2.

Во-первых, нами было проанализировано влияние разных концентраций нефти в субстрате на состояние растений-мелиорантов, не подверженных инокуляции. При концентрации нефти 1% и 2,5% достоверных различий по содержанию фотосинтетических пигментов не наблюдалось. Достоверное снижение содержания всех фотосинтетических пигментов в 1,5 раза наблюдалось при концентрации нефти в субстрате от 5% до 10%. По содержанию сухого вещества достоверных различий не наблюдалось.

По содержанию аскорбиновой кислоты наблюдалось достоверное увеличение при 1% загрязнении (на 14 мг%), а при 2,5% и 5% загрязнении наблюдалось достоверное снижение данного показателя (на 20 мг%), но при 7,5% и 10% загрязнении содержание аскорбиновой кислоты вновь достоверно увеличилось.

Результаты данных наблюдений связаны с активацией ферментной системы, так как аскорбиновая кислота используется растениями для нейтрализации загрязнений. При низких концентрациях нефти вырабатываемая аскорбиновая кислота тратится на нейтрализацию загрязнения. При высоких концентрациях нефти активируется ферментная система, которая запускает выработку аскорбиновой кислоты, следовательно, ее содержание увеличивается.

Таким образом, внесение нефти в концентрации более 5% повлияло на количество фотосинтезирующих пигментов, а также при концентрации более 1% на выработку аскорбиновой кислоты, но не повлияло на содержание сухого вещества.

Во-вторых, проанализировали влияние инокуляции *Fusarium equiseti* на биохимические показатели растений-мелиорантов, сравнение проводили с вариантом А1В0. При концентрации нефти от 1% до 5% достоверных различий по содержанию фотосинтезирующих пигментов не наблюдалось. Достоверное снижение количества фотосинтетических пигментов наблюдалось лишь при концентрации нефти в субстрате более 7,5%. По содержанию сухого вещества достоверные различия наблюдались при концентрации нефти 10%. По содержанию аскорбиновой кислоты достоверное увеличение ее количества выявлено при 1% и 2,5% нефтезагрязнении, при концентрации нефти 5% и 7,5% достоверных различий не наблюдалось, а при 10% внесении нефти содержание аскорбиновой кислоты достоверно снизилось. Такие результаты, на наш взгляд, также связаны с деятельностью ферментной системы.

Таким образом, инокуляция растений-мелиорантов эндотрофным микромицетом *Fusarium equiseti* повлияла на выработку фотосинтетических пигментов при концентрации нефти в субстрате более 7,5%, а также при концентрации более 1% на выработку аскорбиновой кислоты. Достоверное снижение содержания сухого вещества наблюдалось при 10% нефтезагрязнении.

В-третьих, проанализировали влияние инокуляции *Cylindrocarpon magnusianum* на биохимические показатели растений-мелиорантов, сравнение проводили с вариантом А2В0. При концентрации нефти от 1% до 5% достоверных различий по содержанию фотосинтетических пигментов не наблюдалось. Достоверное снижение количества фотосинтетических пигментов наблюдалось при высоких концентрациях нефти в субстрате (7,5% и 10%). По содержанию сухого вещества достоверное снижение наблюдалось при концентрации нефти более 5%. По содержанию аскорбиновой кислоты ее достоверное снижение было установлено при внесении нефти 2,5% и 10%. Такие результаты подтверждают сложную реакцию ферментной системы на выработку аскорбиновой кислоты в условиях нефтяного загрязнения.

Таким образом, инокуляция растений-мелиорантов эндотрофным грибом *Cylindrocarpon magnusianum* повлияла на синтез фотосинтетических пигментов при концентрации нефти в

субстрате более 7,5%, а также при концентрации более 2,5% на выработку аскорбиновой кислоты. Достоверное снижение содержания сухого вещества наблюдалось при 5% нефтезагрязнении.

Таким образом, инокуляция растений-мелиорантов эндотрофными микроскопическими грибами способствовала повышению устойчивости растений к содержанию нефти в почве.

Помимо изучения биохимических реакций растений-мелиорантов на условия стресса, была проведена оценка развития грибной инфекции. Для этого применена методика окрашивания препаратов корней (trypanblue 1%) с их предварительной мацерацией согласно стандартным методикам и использованием метода световой микроскопии (Лабутова, 2014). Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Частота встречаемости и интенсивность развития грибной инфекции, %

<i>Варианты опыта</i>	<i>Частота встречаемости грибной инфекции (%)</i>	<i>Интенсивность развития грибной инфекции (%)</i>
A1B0(F;0%)	40	2
A1B1(F;1%)	33	1,7
A1B2(F;2,5%)	46,7	2,3
A1B3(F;5%)	26,7	1,3
A1B4(F;7,5%)	13,3	0,7
A1B5(F;10%)	13,3	0,7
A2B0(C;0%)	53,3	2,7
A2B1(C;1%)	33	1,7
A2B2(C;2,5%)	26,7	1,3
A2B3(C;5%)	26,7	1,3
A2B4(C;7,5%)	20	1
A2B5(C;10%)	46,7	2,3

Примечание: F – *Fusarium equiseti*, C – *Cylindrocarpon magnusianum*

В варианте без внесения нефти инфицирование растений *Cylindrocarpon magnusianum* было более активным. Внесение разных концентраций нефти оказало влияние на частоту встречаемости и интенсивность микоризной инфекции у обоих видов грибов.

У *Fusarium equiseti* в контроле (на субстрате без внесения нефти) частота встречаемости грибной инфекции в корнях растений составила 40%, а интенсивность – 2%. Внесение нефти в концентрации 2,5% стимулировало развитие инфекции: частота встречаемости составила 46,7%, а интенсивность инфекции – 2,3%. В вариантах с концентрацией нефти выше 5%

наблюдалось устойчивое снижение частоты встречаемости и интенсивности грибной инфекции в корнях растений в 2–3 раза. Но даже при таком уровне инфекции грибы оказали положительное действие на устойчивость растений – мелиорантов к влиянию нефти.

Существенно отличалась результаты у растений-мелиорантов, инокулированных *Cylindrocarpon magnusianum*. При отсутствии нефти в субстрате частота встречаемости грибной инфекции составила 53,3%, а интенсивность – 2,7%. Затем по мере увеличения концентрации нефти в субстрате от 1 до 7,5% наблюдалось устойчивое снижение частоты встречаемости и интенсивности грибной инфекции в корнях растений в 1,5–2 раза. А при 10% нефтезагрязнении, наоборот, наблюдалось увеличение этих показателей. Частота встречаемости составила 46,7 и интенсивность грибной инфекции – 2,3%. Полученные результаты подтверждают результаты лабораторного опыта о том, что *Fusarium equiseti* лучше использовать при низких концентрациях нефти в субстрате, а *Cylindrocarpon magnusianum* при длительном нефтезагрязнении и высоких концентрациях нефти.

Таким образом, исследуемые грибы существенно отличаются по устойчивости к разным концентрациям нефти в субстрате. Они показали разную чувствительность к стрессовому фактору нефтяного загрязнения. Такая реакция свидетельствует о специфичности реакции грибов. Признаком выживания послужило партнерство растений-мелиорантов и эндотрофных грибов.

Библиографический список

1. Куликова О.А., Терехова В.А., Мазлова Е.А., Нишкевич Ю.А., Кыдралиева К.А. Экоотоксикологические характеристики нефтезагрязненных грунтов (шламов) после их реагентной обработки // Теоретическая и прикладная экология. 2019. №3. С. 120–126.
2. Лямзин В.И., Бухарина И.Л., Здобяхина О.В., Исламова Н.А., Загребина В.С. Исследование эффективности совместного применения биопрепарата-нефтедеструктора и эндотрофных грибов на этапе биологического восстановления нефтезагрязненных земель // Астраханский вестник экологического образования. 2018. №3 (45). С.94–98.
3. Мифтахова А.М. Некоторые аспекты взаимоотношений высших растений и микроскопических грибов в почвах, загрязненных нефтью // Вестник Башкирского университета. 2005. №3. С. 41–46.
4. Назарько М.Д., Щербаков В.Г., Александрова А.В. Перспективы использования микроорганизмов для биodeградации нефтяных загрязнений почв // Известия вузов. Пищевая технология. 2004. №4. С. 89–91.

Д.А. Клестова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

D.A. Klestova

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: d.klestova@mail.ru

БИОТЕСТИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЧВ

В работе рассматривается биотестирование как метод оценки качества почв. Приводится краткое изложение применения метода в мировой и российской практике, а также требования к тест-объектам и их разнообразие. Обсуждаются антропогенные факторы, ведущие к деградации почвенного покрова.

Ключевые термины: биотестирование; тест-объект; качество почв.

BIOASSAY AS A METHOD OF SOIL QUALITY ASSESSMENT

The paper considers bioassay as a method of assessing the quality of soils. A summary of the application of the method in world and Russian practice, as well as the requirements for test objects and their diversity are given. Anthropogenic factors leading to degradation of the soil cover are discussed.

Keywords: bioassay; test object; soil quality.

Почва постоянно испытывает различные по времени, интенсивности, масштабам и последствиям воздействия, обусловленные многообразной деятельностью человека. Ухудшение состояния земельных ресурсов и снижение плодородия почв создают угрозу для средств существования миллионов людей и продовольственной безопасности в будущем, что в свою очередь, имеет последствия для водных ресурсов и сохранения биологического разнообразия [9].

Проблемы возникли в начале 20 в., когда ускоряющееся развитие общества начало входить в противоречие с экологическими функциями почвы. Расширение поселений и увеличение инфраструктуры, особенно для промышленности и транспорта, отведение земли под свалки для отходов, добыча полезных ископаемых и интенсивное сельское хозяйство привели к огромному «давлению» на почву [11].

Деградация почв или ухудшение их свойств возникает под воздействием антропогенных факторов. Разные антропогенные факторы вызывают развитие разных форм деградации почв [5].

К группе физической деградации относятся прежде всего механические нарушения, приводящие к физическому разрушению всего почвенного профиля или его части, что может быть вызвано различными формами антропогенных воздействий, относящихся к сфере промышленной или сельскохозяйственной деятельности. Например, при распашке происходят изменения микрорельефа поверхности, плотности сложения горизонтов почвы, резкое увеличение эрозионной опасности и т.д. [2]. Механические нарушения почвенного покрова связаны, как правило, с разработкой различного рода полезных ископаемых, строительством дорог, газо- и нефтепроводов, оросительных систем и каналов, различного рода коммуникаций [1].

При химической деградации происходит изменение различных химических свойств почв, причинами изменения этих свойств может послужить загрязнение почв. Главными ис-

точниками химического загрязнения почв являются: атмосферные выпадения в радиусе действия промышленных предприятий и добычи полезных ископаемых; отходы сельскохозяйственного производства и переработки сельхозпродукции; минеральные удобрения и средства химизации сельского хозяйства (пестициды, ядохимикаты, стимуляторы роста, ретарданты); автотранспорт; тепловые и атомные электростанции [1]; металлургическое производство; химическая промышленность; машиностроение и т.д.

Методы биотестирования, основанные на ответной реакции живых организмов на негативное воздействие загрязняющих веществ, способны дать достоверную информацию о качестве компонентов окружающей среды, в том числе и почв [8].

В основе биотестирования лежит сравнение реакций организмов на воздействие комплекса факторов, содержащихся в анализируемой пробе по сравнению с контрольной пробой.

Организмы, применяемые в биотестировании, принято называть тест-организмами или тест-объектами. В качестве тест-объектов используются самые разнообразные организмы, от бактерий до высших растений и животных [4]. При выборе тест-организмов, следует учитывать следующие требования [7]:

- используемые для тестирования особи должны быть генетически однородными;
- функциональная активность тест-организма не должна иметь сезонной периодичности;
- виды, используемые как тест-организмы, должны иметь высокий уровень метаболизма;
- тест-организмы должны быть стрессоустойчивы к связанным с процедурой тестирования действиям.

Биотестирование с использованием высших растений называется фитотестированием. Фитотестирование широко применяется для определения как фитостимулирующих эффектов, так и для установления токсичности природных и техногенных сред, различных материалов, химических веществ, промышленных отходов. Фитотоксичность регистрируют по изменениям ростовых и морфологических параметров роста и развития растений: всхожести семян, длины и биомассы всего растения или его наземной или подземной части [12].

Биотестирование с использованием микроорганизмов и животных основано на определении изменения их характеристик в опытной пробе относительно контроля. При определении токсичности смотрят на такие показатели как выживаемость, плодовитость, изменение активности и многие другие физиологические и биохимические показатели [12, 6].

Наиболее корректный результат достигается при использовании нескольких тест-объектов из разных систематических групп. В нормативных документах рекомендовано использовать минимум два тест-организма [8].

В мировой экологической практике начало интенсивного использования методов биотестирования приходится на 1950 год [12]. В природоохранной практике США, Франции, Германии, Швеции, Японии обязательными являются методы биотестирования, в которых приоритет часто отдают высшей растительности [3]. В основе зарубежных и отечественных методик лежит общий принцип – тестирование проводят путем оценки параметров прорастания семян растения. Основным отличием является то, в какой фазе осуществляется прорастание тест-объекта – в водной (водная вытяжка из почвенного образца) или в твердой (непосредственно в тестируемом образце почвы).

Кроме того, методы отличаются способом исполнения и требуемым оборудованием. Некоторые из них требуют специальных устройств или приспособлений, другие же выполняются в более простых условиях. Так, методы, стандартизированные в РФ, в основном не требуют

специальных приспособлений. Следует отметить, что рекомендуемая длительность тестирования в методах, применяемых на международном уровне, составляет от 14 до 21 суток. Методы, принятые в РФ, подразумевают более короткий срок экспонирования [10, 13].

На данный момент проблема с загрязнением почв и ухудшением их свойств является актуальной. Биотестирование – это один из способов определения токсичности загрязненных почв, с помощью результатов тестирования можно сделать вывод не только о токсичности, но и о том насколько серьёзную экологическую опасность представляет тот или иной объект исследования и применить меры по локализации или восстановительные мероприятия в очаге загрязнения.

Библиографический список

1. Волкова И.Н. Экологическое почвоведение. Учеб. пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2013. 112 с.
2. Драган Н.А. Мониторинг и охрана почв. Учебное пособие. Симферополь: Изд-во ТНУ, 2008. 172 с.
3. Еремченко О.З., Москвина Н.В., Митракова Н.В., Колбик А.Е., Пахоруков И.В. Оценка экологического состояния засоленных, кислых и щелочных почв методом фитотестирования // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2019. № 1. С. 63–71.
4. Зуева Н.В. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах. Спб.: РГГМУ, 2019. 140 с.
5. Ивлев А.М., Дербенцева А.М. Деградация почв и их рекультивация. Учеб. пособие. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2002. 78 с.
6. Лихачев С.В., Пименова Е.В., Жакова С.Н. Биотестирование в экологическом мониторинге. Учеб. пособие. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2020. 89 с.
7. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды. Учебное пособие. СПб.: СПб ГТУРП, 2012. 67 с.
8. Маячкина Н.В., Чугунова М.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2009. № 1. С. 84–93.
9. Мельник О.А. Агроландшафтная экология. Учеб. пособие. Краснодар: КубГАУ, 2019. 90 с.
10. Николаева О.В., Терехова В.А. Совершенствование лабораторного фитотестирования для экотоксикологической оценки почв // Почвоведение. 2017. № 9. С. 1141–1152.
11. Ступин Д.Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления. Учеб. пособие. СПб.: Лань, 2009. 432 с.
12. Терехова В.А., Гершкович Д.М., Гладкова М.М., и др. Биотестирование в экологическом контроле. Учеб. пособие. Москва: ГЕОС, 2017. 70 с.
13. Тишин А.С., Тишина Ю.Р. Методы и способы фитотестирования почв: обзор // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 11(113) Часть 2. С. 7–18.

Н.В. Митракова, С.М. Блинов, С.В. Федотов, А.А. Перминова, Т.Ф. Багина

Естественнонаучный институт Пермского государственного национально-исследовательского университета,
614068, г. Пермь, ул. Генкеля 4

N.V. Mitrakova, S.M. Blinov, S.V. Fedotov, A.A. Perminova, T.F. Bagina

Natural Sciences Institute of Perm State University, 614068, Perm, Genkel str. 4

e-mail: mitrakovanatalya@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА ПОЧВ, СФОРМИРОВАННЫХ НА ОТВАЛАХ И ИЗЛИВАХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ, ПЕРМСКИЙ КРАЙ, КИЗЕЛОВСКИЙ УГОЛЬНЫЙ БАСЕЙН

В результате изливов кислых шахтных вод с отвалов угольных шахт КУБа из естественных почв образуются химически-преобразованные – хемоземы, на отвалах образуются литостраты и эмбриоземы. Почвы отвалов характеризуются нейтральной реакцией, хемоземы – кислой. Рекультивационные мероприятия влияют на содержание органического вещества, кислотности и содержания серы. Содержание микроэлементов повышено относительно природной подзолистой почвы. Фитотестирование показало удовлетворительное экологическое состояние поверхностных слоев почв.

Ключевые термины: угольные отвалы; техногенные почвы; экологическое состояние почв.

CLASSIFICATION AND PROPERTIES OF SOILS FORMED ON DUMPS AND COAL MINE DUMP OUTFLOWS FROM THE KIZEL COAL BASIN, PERM KRAI

Chemically transformed soils – chemozems on podzolic soil are formed from natural soils as a result of acidic mine outflows from KCB coal dumps; lithostrats and embryozems are formed on dumps of coal mines. Lithostrats and embryozems are characterized by a neutral reaction, chemozems are acidic. Reclamation activities affect organic matter content, acidity and sulfur content in soils. The content of microelements in the studied soils is increased relative to the natural podzolic soil. Phytotesting showed a satisfactory ecological state of the surface layers of soils.

Keywords: coal mines dump; technosoils; ecological state of soil.

Горнодобывающая деятельность по добыче угля оказывает неблагоприятное воздействие на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы. Образование отвалов пустых пород приводит к изъятию земель под размещение отходов, а также нарушению почв вследствие действия химически активных изливов. Стоки с породных отвалов часто близки по составу шахтным водам из-за развивающихся сернокислотных процессов, что обеспечивает изменение pH в сторону сильного подкисления, а также изменение физико-химических свойств почв [4, 6, 7]. Депонирующая способность почв обеспечивает возможность вторичного загрязнения поверхностных и подземных вод, в частности микроэлементами.

Отвалы угольной промышленности становятся почвообразующей породой, которая определяет скорость восстановления почвенного покрова. Проведение рекультивационных мероприятий значительно сокращает время восстановления почвенного и растительного покрова на отвалах, самозаращение отвалов возможно после промывки вещества отвала от токсичных элементов атмосферными осадками.

В восточной части Пермского края расположен Кизеловский угольный бассейн (КУБ), площадь бассейна около 1500 м² [3]. Добыча угля продолжалась с конца XVIII в. до конца XX в. подземным способом. На территории КУБа присутствует около 100 породных отвалов,

занимаемая площадь 260 га. За время работы шахт в отвалах накоплено свыше 35 млн м³ пород. Литология угленосной толщи, технология добычи и складирования, а также возраст отвалов определили неоднородность породы отвалов, в которых установлено около 60 минералов [3]. Отвалы состоят из аргиллитов, алевролитов, песчаников, известняков, угля пирита, могут содержать древесину и металлические предметы. Стоки с отвалов имеют сильноокислую реакцию – pH 2-3, характеризуются высоким содержанием железа, алюминия, марганца, бериллия и других элементов, содержание которых в сотни раз превышает ПДКхп [3, 8].

Несмотря на подробное изучение поверхностных вод и донных отложений, почвы и техногенные поверхностные образования изливов и отвалов территории КУБа исследованы не были.

Объектами данного исследования послужили техногенные поверхностные образования (ТПО) отвалов и рекультивированного участка излива отвала. Цель исследования – изучение химических свойств ТПО и оценка их экологического состояния с помощью метода фитотестирования.

Пробы отобраны в летний период 2021 года на трех отвалах КУБа. Прикопка № 1 заложена на отвале шахты Центральная, где около 15-17 лет назад проведены рекультивационные мероприятия, заключающиеся в разравнивании и засыпке отвала глинистым материалом мощностью 0,5 м. Проективное покрытие 100%, фитоценоз представлен травянистыми видами семейств злаковые *Gramíneae*, бобовые *Fabaceae*, астровые *Asteráceae*, мареновые *Rubiaceae*, подорожниковые *Plantaginaceae*. Прикопка № 1 представляет собой литострат, гранулометрический состав глинистый, обильны камни, уголь, до 10 см комковатая структура и много корней травянистых растений.

Прикопка № 2 заложена на отвале шахты Северная. Рекультивация отвала проведена около 30 лет назад, она заключалась в разравнивании без внесения какого-либо материала. Древесная растительность представлена берёзами возрастом 10-15 лет, травянистая растительность – представителями семейств злаки *Gramíneae*, осоковые *Cyperaceae*, астровые *Asteráceae*, мареновые *Rubiaceae*, розовые *Rosaceae*, а также мхами. На отвале диагностирован эмбриозем дерновый, с поверхности имеет темно-серую окраску, под дерниной слой мощностью 2 см, характеризующийся комковатой структурой, ниже залегает глинистый плотный материал вперемешку с камнями разного размера.

Прикопка № 3 заложена на рекультивированном около 17 лет участке излива с отвала шахты Широковская. Рекультивация производилась смесью отходов содового производства и биологически активного ила с очистных сооружений [1]. Растительность представлена молодыми березами и ивами, а также травянистыми растениями: осоки (род *Carex*), злаковые *Gramíneae*, кипрейные *Onagraceae*, гвоздичные *Caryophyllaceae*, а также мхи. Почва диагностирована как хемозем по подзолистой почве, представляет собой глинистый вязкий плотный материал, образующий профиль из слоев разной окраски. Ниже опада из листьев и травянистых остатков залегает техногенный горизонт буро-охристого цвета мощностью 29 см с черными прослойками и пятнами рыжего цвета, на глубине 20 см наблюдаются включения белого цвета, судя по всему, это отходы содового производства; с 29 до 52 см окраска профиля становится почти черной, наблюдается слоистость, бесструктурность; ниже до 80 см залегает серо-коричневый, глинистый, бесструктурный слой.

Глубина прикопок на отвалах 30 см, ниже наблюдается много каменистого материала, что затруднило дальнейший отбор проб. В почве на изливе в данной работе рассмотрен поверхностный слой мощностью 30 см. Пробы почв отобраны с шагом 10 см.

В образцах ТПО определяли актуальную и обменную кислотность – потенциометрическим методом, обменный алюминий – спектрофотометрическим методом с ксиленоловым оранжевым по ГОСТ 26485-85, содержание подвижной серы определяли турбидиметрическим методом по ГОСТ 26490-85, ЕКО – по методу Бобко-Аскинази-Алешина (ГОСТ 17.4.4.01-84), содержание органического вещества – спектрофотометрическим методом по ГОСТ 26213-91, подвижное железо – спектрофотометрическим методом с о-фенантролином по ГОСТ 27395-87. Ионы в водной вытяжке определяли: HCO_3^- титриметрическим методом по ГОСТ 26424-85, Cl^- -ионы – аргентометрическим титрованием по ГОСТ 26425-85, SO_4^{2-} – турбидиметрическим методом по ГОСТ 26426-85, Ca^{2+} и Mg^{2+} – комплексонометрическим титрованием по ГОСТ 26428-85, содержание Na^+ и K^+ – методом пламенной фотометрии по ГОСТ 264247-85. Подвижность тяжелых металлов $-\lg[\text{Cu}, \text{Zn}, \text{Pb}, \text{Cd}]$ методом ионоселективных электродов на иономере. Фитотестирование проведено согласно методике [2], тест-культура – кресс-салат, тест-контроль – вермикулит с раствором Кнопа.

Фоновые почвы территории исследования представлены подзолистыми суглинистыми. В связи с эксплуатацией отвалов естественный почвенный покров был преобразован. На отвалах сформировались техногенные поверхностные образования: литостраты при внесении глинистого материала, эмбриозем дерновый – при естественном восстановлении почвенного покрова отвала. При сходных условиях в других регионах образуются аналогичные типы техногенных поверхностных образований [5]. Почва рекультивированного участка излива представляет собой химически и морфологически преобразованную подзолистую почву, загрязнение и появление новых горизонтов позволило выделить ее в группу хемоземы.

Поверхностные слои почв на отвалах характеризуются нейтральной реакцией, с глубины 20 см приобретают слабокислую реакцию (таблица). Кислотность хемозема с глубиной увеличивается от слабо до сильно кислой. Содержание органического вещества значительно варьирует в почвах и по слоям (таблица). Высокое содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ в пробе №1 в слое 20-30 обусловлено частыми включениями углей, в вышележащих слоях органического вещества в 2-3 раза меньше, что объясняется внесением глинистого материала. В эмбриоземе во всех слоях высокое содержание органического углерода, что обусловлено образованием данной почвы непосредственно на угольном отвале. В пробе №3 содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ достигает максимального значения на глубине 20-30 см, что объясняется внесением активного ила в период рекультивации (таблица). Величина гидролитической кислотности в пробе № 1 коррелирует с содержанием обменного алюминия; содержание подвижного железа в 1,5-2 раза выше в почве на изливе, чем на почвах отвалов.

Количество ионов водной вытяжки свидетельствует об отсутствии засоления, преобладают сульфат-ионы, однако их содержание не превышает 100 мг/100 г, кроме поверхностного слоя почвы №3 – 355 мг/100 г сульфат-ионов. Содержание подвижной серы в пробе 1 увеличивается с глубиной, в пробах 2 и 3 уменьшается; максимальное содержание подвижной серы в поверхностном слое почвы на изливе и достигает значения 2 г/кг (таблица). Коэффициент детерминации указал на сильную зависимость содержания сульфат-иона от содержания подвижной серы ($R^2 = 0,93$).

Химические свойства почв отвалов и разлива угольных шахт

Показатели	Глубина, см	pH вод	pH сол	H _{гк}	Сорг, %	Al обм, ммоль/100г	Fe подв, ‰	S подв, млн ⁻¹
Литострат	0-10	6,8	5,3	3,9	2,43	0,09	0,25	17,3
	10-20	6,1	4,7	4,7	3,11	0,27	0,2	109
	20-30	3,3	2,6	16,3	8,9	20	0,26	253
Эмбриозем дер- новый	0-10	7,9	6,9	1,2	12,1	0	0,09	211
	10-20	7,4	6,3	1,2	7,7	0	0,22	163
	20-30	5,0	4,3	2,5	9,2	0,36	0,11	53,6
Хемозем по под- золистой почве	0-10	5,3	5,3	4,73	19,1	0,77	0,38	2000
	10-20	4,4	4,2	8,4	23	0,09	0,45	869
	20-30	3,3	2,8	14,2	41,4	17	0,31	331

Фитотестирование поверхностных слоев (0-10 см) исследованных почв показало отсутствие различий в высоте растений относительно контрольного варианта на вермикулите; тестирование слоя 10-20 см хемозема показало снижение высоты тест-культуры на 24%. Масса кресс-салата на литострате снижена на 34% относительно контроля, что может быть объяснено тяжелым гранулометрическим составом почвы. Снижение массы кресс-салата в слое 0-10 см эмбриозема и хемозема не превышает 22%; масса кресс-салата, выращенного на глубине 10-20 см хемозема, ниже контрольного показателя на 34%. В целом для исследованных почв характерно удовлетворительное экологическое состояние. Показатели высоты и массы кресс-салата, выращенных на хемоземе, свидетельствуют об успешности выбранных и проведенных рекультивационных мероприятиях на почве, образованном под воздействием кислых шахтных изливов.

Содержание микроэлементов (Li, Ba, Cu, Ni, Ba, Pb, Co, Fe, Mn) в исследованных почвах превышает их содержание в зональной подзолистой почве, что связано с высоким содержанием этих элементов в вскрышных породах и высокой адсорбцией на гидроксидах железа, органическом веществе и гидроксидах алюминия. В поверхностных слоях литострата наблюдается наибольшее содержание кобальта, никеля, меди и бария по сравнению с другими почвами. Подвижность меди, свинца, цинка и кадмия связана с реакцией почвы, при повышении кислотности подвижность металлов увеличивается.

Таким образом, на отвалах классифицированы литострат и эмбриозем дерновый, почва, образованная на разливе с отвала, относится к группе хемоземы по подзолистой почве. Почвы характеризуются слабокислой и нейтральной реакцией, высоким содержанием органического вещества и микроэлементов, экологическое состояние исследованных почв удовлетворительное.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № 2019-0858.

Библиографический список

1. Блинов С.М., Потапов С.С., Ворончихина Е.А., Доможирова С.А., Батулин Е.Н., Потапов Д.С. Новый метод улучшения экологической ситуации на участках прежнего сброса кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна // Российская академия наук. Уральское отделение Минералогия техногенеза. 2005. С. 229–237.

2. Еремченко О.З., Митракова Н.В. Способ оценки биологической активности и токсичности почв и техногенных почвогрунтов. Патент РФ № 2620555. 2016.
3. Максимович Н.Г., Пьянков С.В. Кизеловский угольный бассейн: экологические проблемы и пути решения. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2018. 288 с.
4. Arefieva O., Nazarkina A.V., Gruschakova N.V., Skurikhina J.E., Kolycheva V.B. Impact of mine waters on chemical composition of soil in the Partizansk Coal Basin, Russia // International Soil and Water Conservation Research. 2019. Volume 7, Issue 1, P. 57–63. DOI: 10.1016/j.iswcr.2019.01.001
5. Bragina P.S., Tsibart A.S., Zavadskaya M.P., Sharapova A.V. Soils on Overburden Dumps in the Forest_Steppe and Mountain Taiga Zones of the Kuzbass // Eurasian Soil Science, 2014, Vol. 47. No. 7. P. 723–733. DOI: 10.1134/S1064229314050032
6. Kostin A., Krechetov P., Chernitsova O. Alteration of Physico Chemical and Morphological Characteristics of Sod-podzolic Soils In Technogenically-affected Landscapes of Moscow Brown Coal Basin. Mine Water – Technological and Ecological Challenges. 2019. P. 725– 31; Perm, Russia (Perm State University).
7. Tozsın G. Hazardous elements in soil and coal from the Oltu coal mine district, Turkey // International Journal of Coal Geology. 2014. Volume 131, P. 1-6. URL: <https://doi.org/10.1016/j.coal.2014.05.011> (дата обращения: 05.03.22).
8. Ushakova E., Menshikova E., Blinov S., Osovetsky B., Belkin P. Environmental Assessment Impact of Acid Mine Drainage from Kizel Coal Basin on the Kosva Bay of the Kama Reservoir (Perm Krai, Russia) // Water. 2022. 14. 727. URL: <https://doi.org/10.3390/w14050727> (дата обращения: 05.03.22).

**М.В. Носова^{1,2}, В.П. Середина¹,
А.С. Рыбин³**

¹Национальный исследовательский Томский
государственный университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, д. 36

²АО «ТомскНИПИнефть»,

634027, Россия, г. Томск, пр. Мира, д. 72

³Национальный исследовательский Томский
политонический университет, 634050, Рос-
сия, г. Томск, пр. Ленина, д. 30

M.V. Nosova^{1,2}, V.P. Seredina¹, A.S. Rybin³

¹National Research Tomsk State University,
634050, Tomsk, Lenin ave., 36

²JSC TomskNIPIneft, 634027, Russia, Tomsk,
Mira ave., 72

³JSC TomskNIPIneft, 634027, Tomsk,
Mira ave., 72

e-mail: nsmvsh@mail.ru

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ И МИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ЖИДКОСТЯМИ ПЛАСТОВЫХ ВОД

Обсуждаются материалы изучения морфологических, физико-химических свойств почв пойменных экосистем Западной Сибири. Выявлены особенности и основные закономерности их изменения в различных зонах загрязнения (эпицентр – импактная зона). Проведено сопоставление состояния морфологических особенностей техногенно-загрязненных почв с фоновыми аналогами. Описаны техногенные признаки в верхних горизонтах хемоземов при различном уровне загрязнению. Выявлены корреляционные связи между содержанием суммы углеводов нефти (УВН) и легкорастворимыми солями в гор. АУ_{v,x} и его цветовыми параметрами, измеренными в системе Манселла. Проведено сопоставление состояния физико-химических параметров техногенно-загрязненных почв с фоновыми аналогами. Рассмотрены важнейшие группы химических соединений и элементов, представляющих экологическую опасность – нефть и нефтепродукты, техногенные легкорастворимые соли (в том числе их токсичные соединения), пути их миграции, трансформации и аккумуляции в загрязненных почвах. Даны общие рекомендации об использовании обнаруженных закономерностей в технических картах рекультивационных мероприятий и системе мониторинга загрязненных почв.

Ключевые термины: пойменные экосистемы; нефтяное загрязнение; легкорастворимые соли; техногенный галогенез; методы рекультивации; фитомелиорация.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF SOILS CONTAMINATED WITH OIL AND MINERALIZED LIQUIDS OF FORMATION WATER

The materials of studying the morphological, physicochemical properties of soils of floodplain ecosystems of Western Siberia are discussed. The features and main regularities of their change in various pollution zones (epicenter – impact zone) are revealed. The state of morphological features of technogenically polluted soils is compared with background analogs. Technogenic features are described in the upper horizons of chemozems at different levels of pollution. АУ_{v,x} and its color parameters measured in the Munsell system. The state of physicochemical parameters of technogenically polluted soils is compared with background analogues. The most important groups of chemical compounds and elements that pose an environmental hazard are considered – oil and oil products, technogenic easily soluble salts (including their toxic compounds), their migration, transformation and accumulation routes in polluted soils. General recommendations are given on the use of the discovered regularities in the technical maps of reclamation measures and the monitoring system of polluted soils.

Keywords: floodplain ecosystems; oil pollution; soluble salts; technogenic halogenesis; reclamation methods; phytomelioration.

Для объективной оценки экологических последствий антропогенных изменений экосистем необходимы достоверные количественные характеристики, отражающие влияние хозяйственной деятельности человека на почвенный покров. При этом особое внимание следует уделить выявлению изменений в почвенных процессах и свойствах почв при наиболее распространенном виде химического загрязнения – залповом выбросе нефти, а также оценке характера, степени и последствий нарушения почв в результате воздействия загрязнителей и организации почвенно-экологического мониторинга. Стоит отметить, что рост интенсивности эксплуатации окружающей среды закономерно приводит к увеличению количества аварийных разливов нефти и обуславливает необходимость разработки и внедрения, новых научно-практических разработок в уже существующие производственные процессы. Одними из таких разработок является научно-методическое обоснование изменений основных параметров нефтезагрязненных почв – физико-химические параметры (рН водной вытяжки, соотношение катионов и анионов легкорастворимых солей, количество Сор_г), водно-физические свойства, гранулометрический состав (К_{структурности}, структура почвы).

Несмотря на значительное количество работ, посвящённых исследованию воздействия нефтяного загрязнения на экологическое состояние почв таёжных элювиальных ландшафтов Западной Сибири, закономерности поведения нефтепродуктов, а также практические аспекты рекультивационных работ на почвах пойменных экосистем изучены слабо [1-5]. В связи с этим цель настоящего исследования – анализ особенностей влияния нефтяного загрязнения на свойства аллювиальных почв и возможность использования полученных данных для проведения восстановительных работ.

Морфологическое строение фоновых почв достаточно выразительно отражает развитие аллювиального процесса. Под хорошо разложившейся подстилкой формируется аккумулятивно-гумусовый горизонт АУ_{v,x} с мощностью до 13 см, мелкокомковатой структуры. Ниже лежащие слои аллювиальной почвы, как самостоятельные генетические образования, не выражены; средняя часть профиля не имеет педогенной структурной организации. Корнеобитаемый слой небольшой мощности: основная масса корней сосредоточена в верхней части профиля – в органогенном и в аккумулятивно-гумусовом горизонте, глубже 30-40 см проникают единичные корни. Согласно классификации почв России фоном являлась аллювиальная луговая обычная грунтово-глеевая тяжелосуглинистая почва, формирующаяся в центральной части поймы. Профиль аллювиальной почвы (разрез 1) на фоновом участке имеет следующее морфологическое строение: АУ_{v,x}-АУ_x-АУС_{g,x}-IC1g-IIIС2g-IIIС3g. Изученные техногенно загрязненные почвы определяются как хемоземы нефтезагрязненные по аллювиальной серогумусовой типично-глееватой средне мелкой почве.

При исследовании нефтезагрязненных почв фиксируются дополнительные морфологические признаки: маслянистость, иризация, гидрофобность почвенных агрегатов, формирование техногенных включений и новообразований, таких как корки, потеки, пленки, конкреции. Цвет гумусированных горизонтов загрязненной почвы (АУ_{v,x}, АУС_{g,x}) неестественно темный по сравнению с фоновой, что объясняется приносом дополнительных органических поллютантов. В различных природных зонах количественный эффект антропогенного воздействия на почвы и интенсивность деградации самого загрязнителя неодинаковы. Содержание УВН в загрязненных почвах колеблется в пределах от 18,23 до 4,5 г/100 г почвы уменьшаясь по мере удаления от эпицентра загрязнения к импактной зоне в латеральном направлении, и в радиальном направлении по мере увеличения глубины горизонтов почв. Степень уплотнения почв варьирует от умеренно сцементированной до сильно сцементированной (АУ_{v,x}, АУ_x,

АУСg,x), переуплотнение носит преимущественно искусственный характер. В гумусовых горизонтах присутствуют артефакты (>20%) в виде строительного мусора, синтетических твердых отходов и сырой нефти. Зафиксированы техногенные микроагрегаты – уплотненные, темно-бурого цвета и мелко глыбистой формы. Маслянистость, «обмыленность» их граней являются хемотропными признаками, отражающими увеличение гидрофобности загрязненных почвенных частиц, что позволяет достоверно классифицировать почвы как Technosols [6].

Добыча углеводородного сырья в условиях гумидного почвообразования сопровождается специфическими, не имеющими аналогов в природных условиях, явлениями техногенного галогенеза. Наличие и развитие данного процесса в почвах имеет важное значение при планировании биологического этапа рекультивационных работ. Анализ геохимического распределения солей указал, что пик содержания солей приходится на верхние горизонты ореола загрязнения эпицентра разлива (0,6%), и на периферию на границе разлива, в импактной зоне (0,5%). Стоит отметить что легкорастворимые соли в фоновых аллювиальных почвах отсутствуют, что указывает на техногенную природу поллютанта.

На почвах, загрязненных техногенными продуктами, главной задачей биологической рекультивации является повышение их самоочищающей способности. Решение этой задачи возможно с помощью совместного функционирования технических и биологических систем оперирующих широким набором мероприятий. В гумидных условиях Западной Сибири неблагоприятные условия для самовосстановления характерны для всех техногенно загрязненных почв, однако в почвах пойменных экосистем, где длительный период сохраняется фитотоксичность почвы, препятствуя нормальному функционированию всего биогеоценоза, эти процессы наиболее сложны и длительны. Поэтому аллювиальные почвы нуждаются в особом подходе реализации биологического этапа процесса рекультивации, так как существующие в настоящее время стандарты проведения восстановительных работ в полной мере не могут обеспечить полное восстановление почвой своих свойств.

Библиографический список

1. Геннадиев А.Н. Нефть и окружающая среда // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2016. № 6. С. 30–39.
2. Середина В.П., Андреева Т.А., Алексеева Т.П., Бурмистрова Т.И., Терещенко Н.Н. Нефтезагрязнённые почвы: свойства и рекультивация. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 270 с.
3. Середина В.П., Колесникова Е.В., Кондыков В.А., Непотребный А.И., Огнев С.А. Особенности влияния нефтяного загрязнения на почвы средней тайги Западной Сибири // Нефтяное хозяйство. 2017. № 5. С. 108–112.
4. Солнцева Н.П. Эволюционные тренды почв в зоне техногенеза // Почвоведение. 2002. № 1. С. 9–20.
5. Capra G.F., Ganga A., Grilli E., Vacca S., Buondonno A. A review on anthropogenic soils from a worldwide perspective // J. Soils Sediments. 2015. No. 15. P. 1602–1618.
6. World Reference Base for Soil Resources. Rome, Italy. No. 106. 2015. 203 p.

**В.В. Сомов, М.Г. Опекунова,
А.Ю. Опекунов, С.Ю. Кукушкин,
А.Г. Рюмин, С.Н. Чуков**
Санкт-Петербургский государственный
университет,
199034, Санкт-Петербург,
Университетская набережная, д. 7/9

**V. Somov, M. Opekunova, A. Opekunov,
S. Kukushkin, A.G. Ryumin, S.N. Chukov**
St. Petersburg State University,
199034, Saint-Petersburg, Universitetskaya
Emb., 7/9

e-mail: vomos_v_v@mail.ru

ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ СТЕПНЫХ ПОЧВ КАК ФАКТОР МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАЙОНЕ РАЗРАБОТКИ МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Изучено содержание химических элементов (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Pb, Cd, Co, Cr, V, Ba, Sc, Sr, Sb) в гуминовых кислотах почв на фоновой и техногенно загрязненной территории Башкирского Зауралья (окрестности г. Сибай, Республика Башкортостан). На основе сравнения результатов многолетних исследований валового содержания металлов и их подвижных форм, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером при pH=4.8, установлен вклад гумусовых веществ в миграцию металлов и изменение их доли при техногенной трансформации почв. Элементами-индикаторами загрязнения в окрестностях горнопромышленных объектов служат Cd и Zn, наблюдается рост концентрации их подвижных форм, в результате чего миграционная способность резко возрастает и отмечается их высокая биодоступность в почвах подчиненных геохимических позиций. Показано, что на фоновой территории отмечается существенная фиксация гуминовыми кислотами Cu. При техногенном загрязнении в них растет концентрация Cu (в 3 раза), Cd и Co (в 2 раза), Ni (до 2 раз), а содержание Fe, Zn, Cr, Mn, Ba и Sc сокращается в 2-3 раза. При этом доля всех металлов, ассоциированная с гуминовыми кислотами, снижается для многих элементов. Ключевые термины: Башкирское Зауралье; почвы; тяжелые металлы; загрязнение; миграция; аккумуляция.

HUMIC ACIDS OF STEPPE SOILS AS FACTOR OF CHEMICAL ELEMENTS MIGRATION IN THE AREA OF CHALCOPYRITE DEPOSIT DEVELOPMENT (THE SOUTHERN URALS)

Content of chemical elements (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Pb, Cd, Co, Cr, V, Ba, Sc, Sr, Sb) in humic acids of soils in background and polluted areas of the Bashkirian Transurals (vicinity of Sibay, Republic of Bashkortostan) was studied. Contribution of humic substances to metals migration was assessed on the basis of long-term research of elements' total content and mobile forms (extracted with ammonium acetate, pH 4.8) content in soils. Cd and Zn are indicators of pollution in the vicinity of mining facilities: content of their mobile forms increases, so migration ability and bioavailability rise (especially in accumulative facies). Significant fixation of Cu by humic acids in soils of the background area is proved. In polluted area content of some metals in humic acids increases: 3 times (Cu), 2 times (Cd and Co), less than 2 times (Ni); content of Fe, Zn, Cr, Mn, Ba and Sc decreases (2-3 times). However, part of total content, associated with humic acids, decreases for many elements.

Keywords: Bashkirian Transurals; soils; heavy metals; pollution; migration; accumulation.

Разработка медноколчеданных месторождений многосторонне влияет на характеристики компонентов ландшафта и протекающие в них процессы, в том числе на миграцию рудных и сопутствующих химических элементов (Cu, Zn, Fe, Cd, Pb и др.). Район исследования расположен в Баймакском районе Республики Башкортостан (52°35' – 52°55' с.ш., 58°14' – 58°47' в.д.) в границах Красноуральско – Сибай – Гайской рудоносной зоны. Горнорудное производство в г. Сибай появилось более 70 лет назад. Оно сопровождалось поступлением в

атмосферу пыли с поверхности отвалов и хвостохранилищ, сбросом подотвальных и карьерных вод в водотоки, что привело к изменению подвижности металлов, трансформации потоков и запасов химических элементов. Мониторинговые исследования на эталонных площадях (ЭП), выделенных вдоль градиента загрязнения, проводятся ежегодно с 1998 г. Импактная ЭП расположена на водосборе р. Карагайлы (от отвалов Сибайского карьера до ее устья) вдоль южной границы города. К ней примыкают отвалы вскрышных пород, обогатительная фабрика и хвостохранилища. Фоновая ЭП расположена в 7-10 км к северо-северо-западу от промышленных объектов около пос. Мукасово 1-е. Подробное описание района исследования и результатов представлены в ранее опубликованных работах (Опекунова и др., 2015, 2017 [4, 5]; Опекунов и др., 2018 [3]; Opekunova et al., 2020 [11]).

К числу основных характеристик, влияющих на миграцию рудных и сопутствующих элементов в почвах района исследования, где преобладают черноземы и близкие к ним почвы, относятся pH и Eh, гранулометрический состав, содержание карбонатов, оксидов железа и марганца, а также количество и состав органического вещества (ОВ) почв. Последнее является важнейшим фактором подвижности металлов, в том числе Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Ni. Многие металлы образуют комплексные соединения с гумусовыми веществами, в том числе с фульво- (ФК) и гуминовыми кислотами (ГК). В связи с этим представляется целесообразным дополнить результаты многолетних исследований изучением роли гуминовых кислот в качестве носителя химических элементов. Для выделения ГК использовались 4 образца из поверхностного слоя (0-10 см) темного гумусового горизонта: 2 – с фоновой ЭП (2019 и 2020 гг.), 2 – с импактной ЭП (2019 и 2020 г.).

Выделение ГК производилось по двум методикам. Первая предложена Д.С. Орловым и Л.А. Гришиной (1981), в модификации С.Н. Чукова [Чуков, 2001] (образцы 2019 г.): декальцирование 0,05 н H_2SO_4 , экстракция 0,1 н NaOH с последующим добавлением коагулянта (насыщенного раствора Na_2SO_4), центрифугированием (3000 об./мин, 15 мин) и фильтрацией через керамический фильтр под вакуумом. Экстрагирование проводилось без использования атмосферы азота, т. к. результаты мало отличаются от полученных в присутствии кислорода (Заварзина и др., 2019). ГК осаждали H_2SO_4 (pH 1,1-1,2), осадок центрифугировали и проводили диализ до удаления сульфатов. Вторая – это комбинированная методика на основе предыдущей и ГОСТ 9517-94 (образцы 2020 г.). Экстракцию производили щелочным раствором пирофосфата Na (ГОСТ 342-77) и раствором NaOH (ГОСТ 4328-77); суспензию центрифугировали и фильтровали через «синюю ленту». ГК осаждали HCl, осадок центрифугировали. Надосадочную жидкость собирали для дальнейшего анализа. Образец сушили над $CaCl_2$ при 40°C и растирали в агатовой ступке. Определение валовых содержаний элементов (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Pb, Cd, Co, Cr, V, Ba, Sc) в почве, в ГК и надосадочной жидкости производилось методом ICP-MS в Центральной лаборатории ВСЕГЕИ им. А. П. Карпинского.

Препараты ГК 2019 г. (выделенные по методике 1) содержали многие металлы (особенно Fe и Mn) в существенно более низких концентрациях по сравнению с образцами 2020 г. По-видимому, это связано преимущественно с вымыванием катионогенных элементов на этапе декальцирования. Поэтому при дальнейшей обработке материалов опирались на результаты анализов образцов 2020 г. При этом показатели образцов 2019 г. не противоречат выводам, изложенным ниже.

Работ, посвященных изучению содержания металлов в гуминовых кислотах, немного. Однако порядок полученных величин (рис. 1) согласуется с опубликованными данными. Для темно-серой лесной среднесуглинистой почвы (Карпукхин, Бушуев, 2007): $n \cdot 10^0$ (Zn), $n \cdot 10^{-1}$ (Co), $n \cdot 10^{-2}$ - $n \cdot 10^{-1}$ мг/кг почвы (Cd). Для почв пригорода Градец-Кралове (Чехия) [Šírková et

al., 2014]: $n \cdot 10^2$ (Fe), $n \cdot 10^1$ мг/кг почвы (Cu, Mn). Для почв пригорода Мумбаи (Basu et al., 2017): $n \cdot 10^4$ (Fe), $n \cdot 10^2$ (Cu и Zn), $n \cdot 10^1$ мг/кг ГК (Mn и Sr).

На загрязненной ЭП увеличивается содержание в ГК Cu (приблизительно в 3 раза), Cd и Co (в 2 раза), Ni (не более 2 раз); содержание Fe, Zn, Cr, Mn, Ba, Sc сокращается в 2-3 раза. Рост концентрации Cu и Cd, по-видимому, объясняется интенсивным антропогенным поступлением этих элементов на поверхность вблизи отвалов, обогатительной фабрики, хвостохранилищ, выраженным сродством Cu к органическому веществу, а также относительно высокой подвижностью Cd (Орекунцова et al., 2020 [11]; Опекунова и др., 2015 [5]).

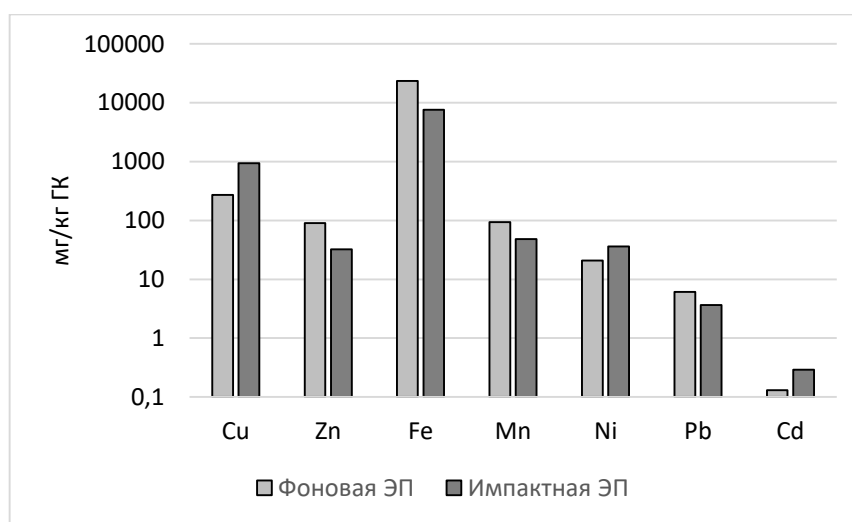


Рис. 1. Содержание химических элементов в гуминовых кислотах (мг/кг ГК) на фоновой и загрязненной ЭП

Рассмотрим распределение элементов между ГК и иными группами веществ, экстрагированных пирофосфатом натрия и NaOH (в числе которых преобладают ФК). Наиболее высокая доля металлов, ассоциированных с ГК, – более 60% – характерна для Cu, Fe и Cr; самая низкая (не более 20%) – для Cd, Mn, Sr. Значения показателя для Zn составляют около 35% (рис. 2). В целом полученное распределение согласуется с опубликованными данными. Для почв пригорода Градец-Кралове (Šípková et al., 2014 [12]) указаны близкие значения доли Fe, ассоциированного с ГК, – 80%; доля Mn, Zn и Pb, ассоциированного с ГК, в нашей работе выше в 1,5-4 раза, но также составляет менее 50%. Полученные нами значения для Cu и Zn гораздо выше значений пригорода Градец-Кралове (Šípková et al., 2014 [12]), но несколько ниже значений для техносолей в окрестностях Лиона (Hattab et al., 2014 [9]; более 90% Cu, около 50% Zn). По-видимому, Cd и Zn слабо закрепляются ГК почвы. Ранее были получены данные (Орекунцова et al., 2020 [11], Опекунова и др., 2017 [4]), свидетельствующие о высокой доле подвижных (извлекаемых аммонийно-ацетатным буфером) форм Cd. В частности, на импактной ЭП доля подвижных форм колеблется от 20 до 60%. Причем на площадке с максимальным содержанием Cd (среднее течение р. Карагайлы, между отвалами и хвостохранилищем) доля подвижных форм достигает 45% (валовое содержание 10,4 мг/кг; содержание подвижных форм – 4,81 мг/кг). Zn также слабо связывается гумусовым веществом и для него характерно относительно высокое значение доли подвижных форм – до 30%.

По участию в органо-минеральных соединениях с ГК элементы образуют ряд: Cu >> Sb > Ni, Cr, V, Co, Zn, Fe > Sc, Pb, Ba > Mn, Sr (рис. 3). Обращает на себя внимание высокая и относительно стабильная доля Cu, ассоциированной с ГК (16-17% валового содержания) и с

экстрагированным пирофосфатом натрия и NaOH веществом в целом (20-30%). Это согласуется с органофильностью меди, отмечаемой многими авторами (например, Kabata-Pendias, 2011 [10]). В то же время Pb, который имеет высокое сродство с органическим веществом, занимает положение ближе к концу ряда. Причины этого будут выявляться в дальнейших исследованиях. Положение Mn в ряду согласуется с литературными данными: он не проявляет высокого сродства к ОВ и концентрируется в крупнозернистых гранулометрических фракциях; для Sr также не характерна связь с органическими соединениями.

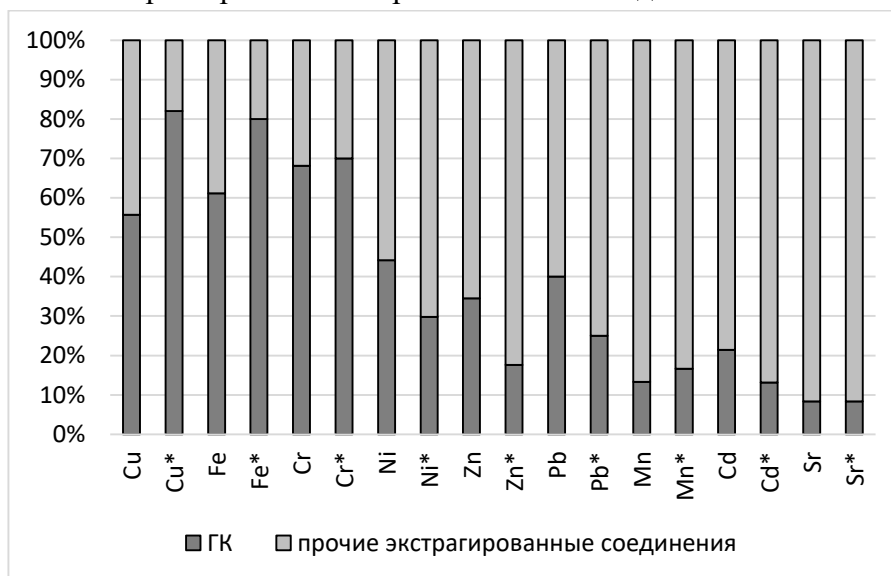


Рис. 2. Распределение химических элементов между гуминовыми кислотами и прочими соединениями, экстрагированными растворами пирофосфата натрия и NaOH, на фоновой ЭП и импактной ЭП (помечены символом «*»)

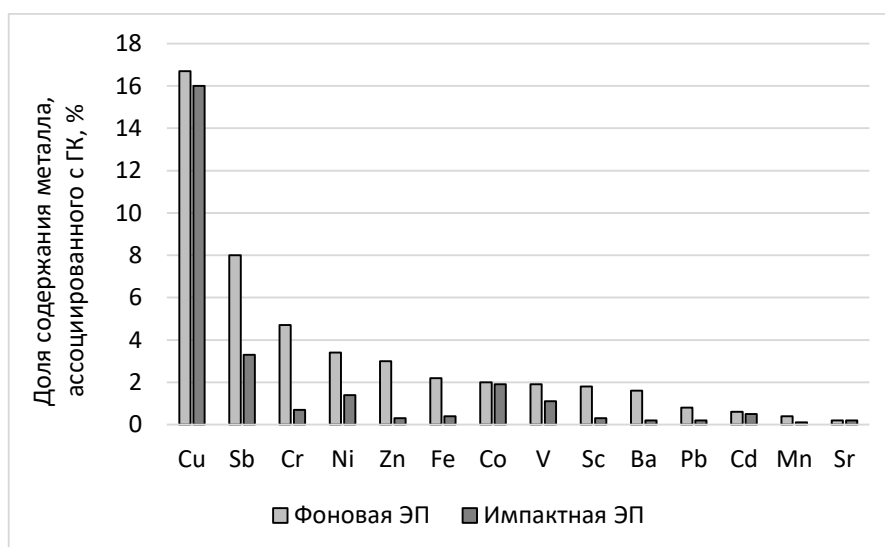


Рис. 3. Доля содержания металла, ассоциированного с ГК, в валовом содержании

Доля валового содержания металлов в почве, ассоциированная с ГК, на загрязненной ЭП уменьшается практически для всех элементов и остается примерно постоянной у Cu и Cd (рис. 3). Доля валового содержания металлов, экстрагированная пирофосфатом натрия и NaOH, на загрязненной ЭП уменьшается в несколько раз (Zn, Fe, Cr, Mn) или изменяется слабо (уменьшается для Ni, Cu, Co; увеличивается для Cd и V). Это согласуется с ранее полученными данными о росте содержания Cu в поверхностном слое почвы загрязненной ЭП за счет увеличения ее содержания в пылеватых фракциях, а не в илистой, где преимущественно сосредоточено

ОВ (Opekunova et al., 2020 [11]). Кроме того, есть основания предположить, что способность гумусовых веществ (и, в частности, ГК) фиксировать ТМ на загрязненной ЭП снижена по сравнению с фоновыми условиями.

В заключение можно сделать следующие выводы. Из изученных элементов только для Cu характерна существенная связь с гуминовыми кислотами. На загрязненной территории при росте содержания металлов в почвах не наблюдается увеличения их фиксации гуминовыми кислотами и кислотами надосадочной жидкости (фульвокислотами). В связи с этим, Cu, Cd и Zn, имеющие в изученном районе высокую степень геохимического сродства в почвенной катене, отличаются формами миграции и степенью участия в биогеохимических процессах.

Библиографический список

1. Заварзина А.Г., Кравченко Е.Г., Константинов А.И., Перминова И.В., Чуков С.Н., Демин В.В. Сравнение свойств препаратов гуминовых кислот, выделенных из почв щелочной экстракцией в присутствии и отсутствии кислорода // Почвоведение. 2019. №8. С. 910–922.
2. Карпухин А.И., Бушуев Н.Н. Распределение тяжелых металлов по молекулярно-массовым фракциям гуминовых кислот почв длительных полевых опытов // Почвоведение. 2007. №3. С. 292–301.
3. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Сомов В.В., Митрофанова Е.С., Кукушкин С.Ю. Влияние разработки Сибайского месторождения (Южный Урал) на трансформацию потока металлов в подчиненных ландшафтах // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2018. №1. С. 14–24.
4. Опекунова М.Г., Сомов В.В., Папян Э.Э. Загрязнение почв в районе воздействия горнорудных предприятий Башкирского Зауралья // Почвоведение. 2017. №6. С. 744–758.
5. Опекунова М.Г., Сомов В.В., Сокульская Ю.С., Кукушкин С.Ю., Цапарина Л.Ю., Папян Э.Э. Воздействие природных и антропогенных факторов на элементный состав растений Башкирского Зауралья // Биосфера. 2015. Т.7. №2. С. 181–198.
6. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 272 с.
7. Чуков С.Н. Структурно-функциональные параметры органического вещества почв в условиях антропогенного воздействия. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2001. 216 с.
8. Basu H., Singhal R. K., Pimple M.V., Saha S. Association and migration behavior of trace metals with humus colloidal particles in aquatic subsurface medium // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2017. 311. 503–511.
9. Hattab N., Soubrand M., Guégan R., Motelica-Heino M., Bourrat X., Faure O., Bouchardon J.L. Effect of organic amendments on the mobility of trace elements in phytoremediated techno-soils: role of the humic substances // Environmental Science and Pollution Research 2014. 21. P. 10470–10480.
10. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. 4th ed. Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis Group, 2011. 505 p.
11. Opekunova M., Opekunov A., Somov V., Kukushkin S., Papyan E. Transformation of metals migration and biogeochemical cycling under the influence of copper mining production (the Southern Urals) // Catena. 2020. Vol. 189. 104512.
12. Šípková A., Száková J., Tlustoš P. Affinity of selected elements to individual fractions of soil organic matter // Water, Air & Soil Pollution. 2014. 225. 1802.

Ю.В. Тихомирова, Е.Н. Патрушева
Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: kafbop@psu.ru, e.n.patrusheva@mail.ru

J.V. Tikhomirova, E.N. Patrusheva
Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

СОСТОЯНИЕ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОСЛЕ АВАРИИ НА НЕФТЕПРОВОДЕ КЫЛАСОВО–ПНОС

В статье рассмотрено современное состояние рекультивированных земель после несанкционированной врезки в трубопровод. Разобраны агрохимические показатели и содержание остаточных нефтепродуктов в период за 2018–2020 годы.

Ключевые термины: нефтепродукты; нефтезагрязнение; почвогрунт; состояние рекультивированных земель.

THE STATE OF RECLAMATED LANDS AFTER THE ACCIDENT ON THE KYLASOVO-PNOS OIL PIPELINE

The article considers the state of reclaimed land after an unauthorized incut into the pipeline. Agrochemical indicators and the content of oil products in the period for 2018–2020 are analyzed.

Keywords: oil products; oil pollution; soil; condition of reclaimed lands.

Как известно, нефть является наиболее распространённым загрязнителем окружающей среды, отрицательное воздействие которого ведёт к необратимым изменениям состава почв и условий обитания всех видов организмов, нарушениям многих естественных процессов и взаимосвязей в целом. Не только в процессе добычи, но и при транспортировке нефти происходят её разливы, ведущие к нарушению экологического равновесия и функционирования природных экосистем.

Так, например, в 2018 году в районе посёлка Мулянка произошла утечка из нефтепровода на площади около 0,8 га. Причина утечки – несанкционированная врезка в нефтепровод «УПН Кыласово – ПНОС». В ходе технической рекультивации нефтезагрязненная почва из слоя мощностью 0,5 м была вывезена на обезвреживание специализированной организацией, на ее место привезен минеральный грунт. Нефтезагрязненный участок расположен на землях сельскохозяйственного назначения в ареале дерново-сильнопodzolistых и дерново-среднеpodolistых почв [2].

Перейдём к методам, которые были использованы для реализации исследования.

Материалы и методы исследования. Методом конверта было отобрано 5 смешанных проб с глубины 0–20 см. А также 5 проб взяты в понижении рельефа относительно рекультивированного участка. Потенциометрическим методом определен pH исследуемых образцов на основе водной и солевой (KCl) суспензий для определения актуальной и обменной кислотности почвогрунтов с места разлива нефтесодержащей жидкости. Кислотность почвенных проб определялась с помощью иономера.

Для определения актуальной кислотности/щелочности ($pH_{\text{вод}}$) готовят водные суспензии почв. Для приготовления водной суспензии на технических весах в химический стакан берут

навеску почвы массой 10 г. К навеске с помощью мерного цилиндра добавляют 25 мл дистиллированной воды. Содержимое стакана тщательно перемешивают с помощью стеклянной палочки в течение 5 мин.

В приготовленных суспензиях определяют величину $pH_{вод}$ на иономере универсальном или pH-метре. Результаты записывают в таблицу. По результатам измерения каждому горизонту следует дать название по уровню кислотности (щелочности), используя следующие диапазоны pH:

- 4–5 – резкокислая,
- 5–5,5 – сильнокислая,
- 6–6,5 – слабокислая,
- 6,5–7,5 – нейтральная,
- 7,5–8,5 – слабощелочная,
- 8,5–10 – сильнощелочная,
- 10–12 – резкощелочная

Для определения обменной кислотности ($pH_{сол}$) готовят солевые суспензии почв. Для приготовления солевой суспензии в химический стакан берут навеску почвы массой 10 г. К навеске с помощью мерного цилиндра добавляют 25 мл 1 н раствора KCl. Содержимое стакана тщательно перемешивают с помощью стеклянной палочки в течение 15 мин.

Для приготовления 1 н раствора KCl 75 г соли растворяют в 1 л дистиллированной воды. pH раствора должна быть около 6,0.

В приготовленных суспензиях определяют величину pH на иономере или pH-метре. Каждому горизонту необходимо дать название по уровню обменной кислотности, используя следующие диапазоны pH:

≤ 4,5 – сильнокислая, сильная потребность в известковании; 4,5–5,0 – среднекислая, средняя потребность в известковании; 5,0–5,5 – слабокислая, слабая потребность в известковании;

5,5–6,0 – близкие к нейтральным, очень слабая потребность в известковании;

≥ 6 – нейтральные, потребность в известковании отсутствует. [3]

Определение проб почв на содержание нефтепродуктов осуществлял филиал «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Пермскому краю». Методика измерений ПНД Ф 16.1:2.2.2.2.3:3.64–10. Определение массовой доли нефтепродуктов основано на их экстракции из образца воздушно-сухой пробы хлороформом, отделении от полярных соединений методом колоночной хроматографии после замены растворителя на гексан и количественном определении гравиметрическим методом.

Результаты исследований. На исследуемом участке почва была диагностирована как дерново-луговая антропогенно-измененная. По морфологическим признакам можно выделить три слоя (рис.1):

1. АУ – 0–10/10 см, серогумусовый горизонт, включения корней; окраска серая; структура непрочнo-комковато-пылеватая, среднесуглинистый, рыхлый, липкий, переход ясный;

2. ТСН – техногенный горизонт, насыпной грунт, 10–50/40 см; коричнево-красный, неоднородный по окраске; структурные отдельности мелкие, самых разных форм – орехи, комки, плитки, зёрна; слой сильно спрессован; есть песчаные прослойки.

3. ТСН (ВТ) – техногенный (текстурный) горизонт, коричнево-оранжевый глинистый слой, видны черные примазки нефтепродуктов; структура плохо выраженная. Предполагается, что это ВТ – текстурный горизонт изначально дерново-подзолистого почвенного профиля.

Участок, на котором произошел нефтеразлив, а в дальнейшем проведены рекультивационные мероприятия, расположен на территории залежных лугов.

Восстановление луговых фитоценозов происходит достаточно быстро. Скорость и восстановление луговых разнотравно-злаковых сообществ в нарушенных экосистемах зависит в первую очередь от природной зоны (медленнее такие процессы протекают в зоне тундр, в более холодных регионах, с коротким вегетационным периодом). Тем не менее, даже в условиях северных регионов России, восстановление луговых экосистем после техногенных нарушений происходит в течение 3-6 лет [1].

В Пермском крае (в ботанико-географическом районе хвойно-широколиственных лесов) такие процессы протекают достаточно быстро, и восстановление разнотравно-злаковых ассоциаций осуществляется уже на второй-третий год после рекультивации. Что и наблюдается на рекультивированной территории.

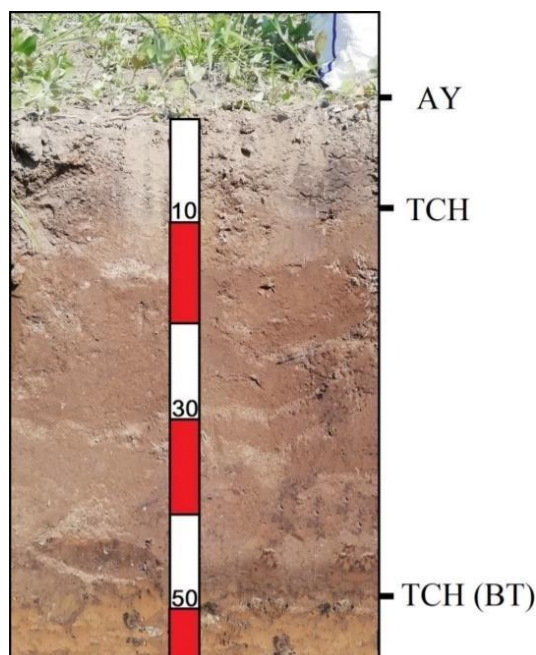


Рис 7. Почвенный профиль с места отбора почв

Актуальная кислотность в почвогрунтах с места рекультивации варьирует от нейтральной до слабощелочной (pH 7,15–7,91). Обменная кислотность в пределах нейтральной (pH 6,72–7,15). Средние показатели актуальной и обменной кислотности в почвогрунтах выше таковых для природных дерново-подзолистых почв. Результаты и интерпретация агрохимического анализа представлена в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические показатели рекультивированной почвы

	Глубина отбора (см)	$pH\ H_2O$ (дистил.)	pH акт.	pH_{KCl}	pH обм.
1 прикопка	0–20	7,765	Слабощелочная	7,150	Нейтральная
2 прикопка	0–20	7,157	Нейтральная	6,721	Нейтральная
3 прикопка	0–20	7,911	Слабощелочная	7,132	Нейтральная
4 прикопка	0–20	7,858	Слабощелочная	7,017	Нейтральная
5 прикопка	0–20	7,882	Слабощелочная	7,095	Нейтральная

Региональный норматив содержания нефтепродуктов в почве составляет 2400 мг/кг [4].

Для образцов, отобранных в период с 2018–2020 г. с места рекультивации после разлива нефтепродуктов, характерно изменение концентрации остатков нефтепродуктов (табл. 2-4).

Таблица 2

Содержание остаточных нефтепродуктов в 2018 году

Год	Определяемые показатели	Методика измерений	Единицы измерения	Результаты	
2018	Нефтепродукты	ПНД Ф 16.1:2.2.2:2.3:3.64-10	Мг/кг	Проба №1 (фон)	Проба №2
				83±33	>5000

Проба №1 входит в норматив содержания нефтепродуктов, по сравнению с участком, где произошёл разлив нефти.

Таблица 3

Содержание остаточных нефтепродуктов в 2019 году

Год	Определяемые показатели	Методика измерений	Единицы измерения	Результаты		
2019	Нефтепродукты	ПНД Ф 16.1:2.2.2:2.3:3.64-10	Мг/кг	Точка отбора	Проба №1 (фон)	Проба №2
				aI	36	58
				aII	69	60
				aIII	56	103
				aIV	467	184
				bI	57	253
				bII	40	1040
				bIII	104	1461
				bIV	108	483
				cIV	269	1043
Среднее					134	520

Уменьшение содержание нефтепродуктов в пробе №2 связано с проведением рекультивации. Среднее содержание в пробах №1 и №2 входит в региональный норматив содержания нефтепродуктов.

Таблица 4

Содержание остаточных нефтепродуктов в 2020 году

Год	Определяемые показатели	Методика измерений	Единицы измерения	Результаты		
2020	Нефтепродукты	ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3:3.64-10	Мг/кг	Точка отбора	Проба №1 (фон)	Проба №2
				I	73	480
				II	84	540
				III	108	380
				IV	120	430
				V	104	450
Среднее					97,5	456

Среднее содержание нефтепродуктов в пробах №1 и №2 уменьшилось, по сравнению с 2019 годом на 36,5 и 64 соответственно.

Выводы. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду приводит к нарушению природоохранного законодательства и изменению состава почв, загрязнению подземных и поверхностных вод, атмосферы. Загрязнение природной среды нефтью и сопутствующими загрязнителями – острейшая экологическая проблема во многих регионах России [5].

1. В 2018 году в результате нефтеразлива содержание остаточных нефтепродуктов в почве превышает региональный норматив, который составляет 2400 мг/кг.

2. Результаты анализов в 2019 и 2020 годах на содержание остаточных нефтепродуктов входят в нормативы по региону, это связано с проведением механической рекультивации и естественной трансформацией остаточных нефтепродуктов микроорганизмами.

3. Средние показатели актуальной и обменной кислотности в почвогрунтах выше таких для природных дерново-подзолистых почв.

4. Экологическое состояние почвогрунтов, оцененное по проявлению биологической активности, в целом «удовлетворительное», сформирована многовидовая разнотравно-злаковая растительная ассоциация, состоящая из местных видов растений. Можно говорить о восстановлении и нормальном функционировании фитоценоза на рекультивированном участке.

Библиографический список

1. Арчегова И.Б., Лиханова И.А. Проблема биологической рекультивации и ее решение на европейском северо-востоке и ее решение на примере республики Коми // Известия Коми научного центра УрО РАН, 2012. Вып. 1 (9), Сыктывкар. С. 29–34.

2. Атлас Пермского края / Под общей редакцией А. М. Тартаковского. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь: 2012. 124 с.

3. Еремченко О.З., Кайгородов Р.В., Шестаков И.Е., Чудинова Л.А. Теория и практика лабораторных работ. учеб. пособие; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2014. 95 с.

4. Постановление Правительства Пермского края № 813-п от 20.12.2018 «Об утверждении региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почвах Пермского края» URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5900201812240016> (дата обращения: 02.03.22).

5. Хабиров И.К., Габбасова И.М., Хазиев Ф.Х. Устойчивость почвенных процессов. Уфа: БГАУ, 2001. 327 с.

Л.И. Торопов, Е.А. Панарин

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

L.I. Toropov, E.A. Panarin

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: leontor2@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ГОРОДА ПЕРМИ

Элементный состав является необходимой характеристикой почвы, определяющей ее свойства и влияние на организм. В последние десятилетия среди наиболее опасных загрязнителей все чаще называют тяжелые металлы. Их миграция и перераспределение в компонентах экосистем зависят как от целого комплекса природных факторов, так и от интенсивности и характера техногенеза. Цель исследования заключалась в определении содержания в почвах наиболее опасных для экосистемы города элементов в районах расположения стационарных постов наблюдения. Контролировалось наличие 12 элементов: Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, As, Co, Hg, Sb, V. Спектры регистрировали на автоматизированном атомно-эмиссионном спектрометре ДФС-458С. В качестве приемника излучения служила фотоэлектронная приставка ФЭП-454. Выявлена неблагоприятная экологическая ситуация в Орджоникидзевском и Свердловском районах города Перми. Рекомендовано внести в обязательный перечень элементов, подлежащих контролю на отдельных стационарных постах, полуметаллы – сурьму и мышьяк. Ключевые термины: почва; тяжелые металлы; атомно-эмиссионный анализ.

STUDY OF POLYMETALLIC POLLUTION OF SOIL IN THE CITY OF PERM

The elemental composition is a necessary characteristic of the soil, which determines its properties and influence on the body. In recent decades, heavy metals have been increasingly named among the most dangerous pollutants. Their migration and redistribution in the components of ecosystems depend both on the whole complex of natural factors and on the intensity and nature of technogenesis. The purpose of the study was to determine the content in the soils of the most dangerous elements for the city's ecosystem in the areas where stationary observation posts are located. The presence of 12 elements was monitored: Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, As, Co, Hg, Sb, V. The spectra were recorded on an automated DFS-458S atomic emission spectrometer. A photoelectronic accessory FEP-454 served as a radiation receiver. The unfavorable ecological situation in the Ordzhonikidzevsky and Sverdlovsk districts of the city of Perm has been revealed. It is recommended to add semimetals – antimony and arsenic to the mandatory list of elements subject to control at separate stationary posts.

Keywords: soil; heavy metals; atomic emission analysis.

Современная Пермь – крупнейший промышленный центр Российской Федерации и Пермского края. В структуре промышленного производства Перми ведущее место занимают топливная, химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение, электроэнергетика [5]. В результате функционирования всего комплекса действующих предприятий неизбежно возникают проблемы с экологической обстановкой в городе. Об этом свидетельствуют статистические данные по выбросу загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферный воздух в Приволжском федеральном округе (ПФО) в 2019–2020 гг.: Пермский край находится на 3 месте в ПФО, который в свою очередь входит в тройку округов – «лидеров» РФ по выбросам [4, 7]. Структурный анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферу показывает, что в 2020 г. наблюдалось увеличение выбросов по ряду ключевых источников загрязнения по сравнению с уровнем 2019 г. В наибольшей степени произошел прирост

твердых веществ (до 13,6 тыс. т) [4], в состав которых входят тяжелые металлы (ТМ). Последующее распределение загрязнителей в водные объекты и почву вызывает заболевания людей.

Почва является одним из важнейших компонентов окружающей среды, представляет собой открытую динамическую систему и находится в тесной взаимосвязи с атмосферой и гидросферой. Почва обладает способностью аккумулировать химические токсиканты, вследствие чего является источником вторичного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха и при контакте с человеком (прямо или опосредованно) создаются условия для формирования рисков хронического воздействия. Данное воздействие может иметь сразу несколько вариантов поступления загрязнителей почвы в организм (ингаляционным, пероральным, транслокационным путями и через кожный покров). Почвы являются существенным фактором эколого-гигиенического состояния селитебных зон, что обуславливает необходимость обязательного контроля и мониторинга состояния почв и источников загрязнения.

Элементный состав является необходимой характеристикой почвы, определяющей ее свойства и влияние на организм. В последние десятилетия среди наиболее опасных загрязнителей все чаще называют тяжелые металлы. Их миграция и перераспределение в компонентах экосистем зависят как от целого комплекса природных факторов, так и от интенсивности и характера техногенеза. Техногенное поступление тяжелых металлов в биосферу связано с разнообразными источниками, присутствующими в крупных мегаполисах с развитой промышленностью, к которым относится и г. Пермь. Для контроля загрязнения атмосферного воздуха различными поллютантами, в том числе тяжелыми металлами, в городе функционируют 7 стационарных постов наблюдения (ПНЗ) в 6 районах. Контролируется содержание 8 ТМ: медь, никель, хром, железо, марганец, цинк, свинец и кадмий [2].

Цель нашего исследования заключалась в определении содержания в почвах наиболее опасных для экосистемы города элементов в районах расположения ПНЗ:

1. ул. Пушкина, 112 (Ленинский район) (ПНЗ 16);
2. ул. Крупской, 83 (Мотовилихинский район) (ПНЗ 20);
3. ул. Свйазева, 52 (Индустриальный район) (ПНЗ 17);
4. ул. Уральская ул. 91 (Мотовилихинский район) (ПНЗ 13);
5. ул. Л.Шатрова, 1 (Свердловский район) (ПНЗ 14);
6. ул. Качканарская ул, 45 (Орджоникидзевский район) (ПНЗ 12);
7. ул. Победы, 41 (Кировский район) (ПНЗ 18).

Согласно гигиеническим нормативам [6] для валового содержания ТМ (Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, As) в почвах действуют ориентировочно-допустимые количества (ОДК) (табл. 1). Соответствующие ПДК установлены для 5 металлов (V, Mn, Cr(VI), Hg, Sb) и их комбинаций. Предусмотрены ПДК также и для подвижных форм металлов – Co, Mn, Cr(III), Cu, Ni, Pb, Zn (табл. 2). Из сопоставления данных табл. 1,2 и приведенных сведений [2] следует, что на постах наблюдения в г. Перми отсутствует контроль содержания в атмосферном воздухе кобальта, сурьмы, ванадия, ртути и мышьяка.

Нами исследованы почвы в районе всех ПНЗ на содержание 12 ТМ, включая два полуметалла (As, Sb): Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, As, Co, Hg, Sb, V. Кроме того, отобрана проба в Дзержинском районе (ул. Букирева, 15), где стационарного поста не имеется. С каждой пробоотборной площадки размером 2х2 м методом «конверта» взято по 5 образцов почвы массой около 200 г с помощью трубчатого пробоотборника (глубина отбора – 50 см). Пробы для анализа готовились по стандартизированной методике [1].

Таблица 1

**Ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов в почве
(валовое содержание)**

Металл	ОДК металлов в почвах, мг/кг			Класс опасности
	Песчаные и супесчаные	Кислые, (су-)глинистые, рН < 5.5 (KCl)	Нейтральные, (су-)глинистые, рН > 5.5 (KCl)	
Кадмий, Cd	0.5	1.0	2.0	1
Медь, Cu	33	66	132	2
Мышьяк, As	2	5	10	1
Никель, Ni	20	40	80	2
Свинец, Pb	32	65	130	1
Цинк, Zn	55	110	220	1

Таблица 2

**ПДК химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания
по показателям вредности**

Вещество	ПДК, мг/кг почвы	Показатели вредности*			Класс опасности
		Транслокацион- ный	Миграционный вод- ный	Общесанитар- ный	
Валовое содержание					
Ванадий, V	150	—	—	150	3
Марганец, Mn	1500	—	—	1500	3
V + Mn	100 + 1000	—	—	100 + 1000	3
Ртуть, Hg	2.1	2.1	—	—	1
Pb + Hg	20 + 1	20 + 1	—	—	1
Сурьма, Sb	4.5	—	4.5	—	2
Хром Cr ⁶⁺	0.05	—	—	0.05	2
Подвижная форма (извлечение ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4.8)					
Кобальт, Co	5	—	—	5	2
Марганец, Mn	60–140	—	—	60–140	3
Медь, Cu	3	—	—	3	2
Никель, Ni	4	—	—	4	2
Свинец, Pb	6	—	—	6	1
Хром, Cr ³⁺	6	6	—	—	2
Цинк, Zn	23	23	—	—	1

* Транслокационный – переход элемента в растения; миграционный водный – переход в воду; общесанитарный – влияние на самоочищающую способность почв и почвенный микробиоценоз.

Спектры регистрировали с использованием автоматизированного атомно-эмиссионного спектрометра ДФС-458С (генератор УГЭ-4). В качестве приемника излучения служила фотоэлектронная приставка ФЭП-454 с ПЗС-линейками Toshiba. Определение содержания ртути проводилось на атомно-абсорбционном анализаторе ртути «РА-915М» в комплекте с пиролитической приставкой «ПИРО-915+». При расчетах в качестве фоновых использованы средние региональные концентрации химических элементов [3].

Результаты анализа приведены в табл. 3,4. Полужирным курсивом обозначено превышение ПДК (ОДК) элементов.

Таблица 3

Содержание валовых форм тяжелых металлов в пробах (мг/кг)

Элемент	Место отбора проб							ПНЗ 20
	Букирева, 15	ПНЗ 12	ПНЗ 13	ПНЗ 14	ПНЗ 16	ПНЗ 17	ПНЗ 18	
Cd	(0,14)	(0,85)	(0,29)	(0,64)	(0,45)	(3,6)	(0,19)	(0,45)
Sb	н.п.о.*	н.п.о.	н.п.о.	н.п.о.	5,2	8,3	9,9	1,00
As	(15)	(24)	(46)	(76)	(41)	(73)	(194)	(73)
Cu	(890)	(128)	(119)	(139)	(41)	(59)	(152)	(77)
Pb	(29)	(33)	(56)	н.п.о.	(214)	(11)	(2,3)	(47)
Mn	313	168	147	2220	158	1015	421	194
Cr	5,9	242	148	937	110	161	45	149
Ni	(29)	(984)	(136)	(269)	(56)	(84)	(54)	(46)
V	64	103	79	134	124	74	39	127
Zn	(143)	(2162)	(233)	(3179)	(101)	(169)	(12)	(115)
Co	1,1	5,9	3,4	н.п.о.	0,93	22	1,2	0,74
Hg	0,016	0,26	0,078	0,092	0,053	0,051	0,30	0,14

* н.п.о. – ниже предела определения

Таблица 4

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах (мг/кг)

Элемент	Место отбора проб							ПНЗ 20
	Букирева, 15	ПНЗ 12	ПНЗ 13	ПНЗ 14	ПНЗ 16	ПНЗ 17	ПНЗ 18	
Pb	9,9	3,9	5,8	0	30	1,1	0,19	5,4
Co	0,11	0,56	0,33	0	0,13	2,5	0,12	0,098
Cu	52	6,1	5,8	6,9	2,7	3,2	8,2	4,0
Ni	4,9	183	26	42	9,6	15	8,6	8,1
Mn	0	14	16	223	17	98	44	18
Zn	57	785	83	1270	43	60	4,3	39

По полученным данным рассчитаны коэффициенты концентрации ($K_c = c_i / c_{\text{фона}}$) и определен суммарный показатель загрязнения (Z_c) (табл. 5), который представляет собой сумму превышений коэффициентов концентраций химических элементов, накапливающихся в аномалиях.

Таблица 5

Коэффициенты концентрации (K_c) и суммарные показатели загрязнения (Z_c) почвы тяжелыми металлами

Элемент	Место отбора проб							ПНЗ 20
	Букирева, 15	ПНЗ 12	ПНЗ 13	ПНЗ 14	ПНЗ 16	ПНЗ 17	ПНЗ 18	
Cd	0,28	1,7	0,58	1,28	0,90	7,2	0,38	0,90
Sb	–	–	–	–	1,0	1,7	2,0	0,20
As	1,3	2,0	3,8	6,3	3,4	6,1	16	6,1
Cu	18	2,6	2,4	2,8	0,82	1,2	3,0	1,5
Pb	1,3	1,5	2,5	–	9,7	0,5	0,10	2,1
Mn	0,35	0,19	0,16	2,5	0,18	1,1	0,47	0,22
Cr	0,021	0,86	0,53	3,3	0,39	0,58	0,16	0,53
Ni	0,83	28	3,9	7,7	1,6	2,4	1,5	1,3
V	0,64	1,0	0,79	1,3	1,2	0,74	0,39	1,3
Zn	2,0	31	3,3	45	1,4	2,4	0,17	1,6

Co	0,016	0,084	0,049	–	0,013	1,3	0,017	0,011
Hg*	0,0076	0,12	0,037	0,044	0,025	0,024	0,14	0,067
Z _c	29	59	8,0	62	8,0	14	13	4,8

* K_c ртути рассчитаны относительно ПДК

Суммарные показатели загрязнения районов г. Перми приведены в табл. 6.

Таблица 6

Суммарные показатели загрязнения г. Перми по районам

Район	Точка отбора	Z _c	Категория загрязнения
Дзержинский	Букирева, 15 (ПНЗ отсутствует)	29	Умеренно-опасное
Орджоникидзевский	Качканарская, 45 (ПНЗ 12)	59	Опасное
Мотовилихинский	Уральская, 91 (ПНЗ 13)	8,0	Допустимое
Свердловский	Шатрова, 1 (ПНЗ 14)	62	Опасное
Ленинский	Пушкина, 112 (ПНЗ 16)	8,0	Допустимое
Индустриальный	Связева, 52 (ПНЗ 17)	14	Допустимое
Кировский	Победы, 41 (ПНЗ 18)	13	Допустимое
Мотовилихинский	Крупской, 83 (ПНЗ 20)	4,8	Допустимое

Данные табл. 6 указывают на неблагоприятную экологическую обстановку в Орджоникидзевском и Свердловском районах города Перми. Вместе с тем следует отметить, что неконтролируемые на ПНЗ полуметаллы – сурьму и мышьяк, необходимо внести в обязательный перечень элементов, подлежащих контролю на отдельных постах. Повышенная концентрация никеля и хрома на всех ПНЗ (табл. 3) также требует особого внимания с целью обеспечения оптимальных условий проживания населения на указанных территориях.

Библиографический список

1. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Межгосударственный стандарт. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200158951> (дата обращения: 07.02.22).
2. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2020 году». Мин-во прир. ресурсов лесного хозяйства и экологии Пермского края. Пермь, 2021. 288 с.
3. Копылов И.С. Особенности геохимических полей и литогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Вестник Пермского университета. Сер. Геология. 2011. Вып. 1. С. 26–37.
4. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году. Гос. докл. М.: Минприроды России; МГУ им. М.В. Ломоносова, 2021. 864 с.
5. Пермь – промышленность города, предприятия и заводы Перми // Промышленный портал «Метапром». URL: <https://metaprom.ru/regions/perm.html> (дата обращения: 07.02.22).
6. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М.: Центрмг, 2022. 736 с.
7. Соколова Н.Г., Киселева Н.А. Обзор экологической обстановки в ПФО (на основе статистических данных по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух и в воды) // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2021. № 2 (45). С. 25–30.

УДК 378: 504.064.2

А.А. Зайцев¹, Ю.А. Болотова²

Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 614068,
г. Пермь, ул. Букирева, 15

A.A. Zaitsev¹, Y.A. Bolotova²

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail¹: rabbitzay@yandex.ru

e-mail²: yuliya.bolotova.00@mail.ru

**НЕОБХОДИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗЫСКАНИЙ ЧЕРЕЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ПРОГРАММУ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЗАМЕЧАНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

В статье рассматриваются проблемы в области инженерно-экологических изысканий, касающиеся специалистов в этой области и будущих специалистов (студентов). Проблемы выявляются на базе анализа замечаний государственной экологической экспертизы. Обосновывается необходимость формирования профессиональных навыков для работы в отрасли инженерно-экологических изысканий. Рассматривается систематизация замечаний экспертизы на примере конкретной организации. Описываются преимущественно причины и последствия кадровой проблемы инженерно-экологических изысканий.

Ключевые термины: инженерно-экологические изыскания; кадровая проблема; профессиональные компетенции; замечания государственной экспертизы.

**THE NEED TO FORM COMPETENCES OF ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL SURVEYS
THROUGH THE EDUCATIONAL PROGRAM OF BACHELOR AND MASTER STUDIES ON THE BASIS
OF THE ANALYSIS OF THE COMMENTS OF THE STATE EXPERTISE**

The article deals with the problems in the field of engineering and environmental surveys concerning specialists in this field and future specialists (students). Problems are identified on the basis of an analysis of the comments of the state environmental review. The necessity of forming professional skills for work in the field of engineering and environmental surveys is substantiated. The systematization of the comments of the examination on the example of a particular organization is considered. It describes mainly the causes and consequences of the personnel problem of engineering and environmental surveys.

Keywords: engineering and environmental surveys; personnel problem; professional competencies; remarks of the state expertise.

Инженерно-экологические изыскания (далее – ИЭИ) как относительно молодой вид практических работ. Обзор практики инженерно-экологических изысканий показывает, что этот вид деятельности имеет сложные и разносторонние проблемы. Из этих проблем можно выделить одну из немаловажных – кадровую. Обучение инженерно-экологическим изысканиям на данный момент ограничивается краткосрочным повышением квалификации. Ни в одно из направлений подготовки бакалавров и магистров не включаются инженерно-экологические изыскания в число видов профессиональной деятельности [6]. Соответственно, государственные образовательные стандарты (ФГОС) не предусматривают формирование необходимых для этого компетенций [6]. Необходимые для изыскателей профессиональные компетенции рассредоточены по разным направлениям подготовки и даже укрупненным группам специальностей, причем формулировки их оставляют желать лучшего [6].

ФГОС направления подготовки «Экология и природопользование» включает в число сфер трудоустройства выпускников проектные и изыскательские организации. При этом в число профессиональных задач, к решению которых должен быть подготовлен выпускник, входит проектная деятельность, включая участие в полевых натурных исследованиях, сбор и обработку первичной документации для оценки воздействий на окружающую среду. На уровне компетенций это подкреплено знаниями в области географических, геологических, биологических и химических наук, а также владением методами отбора и анализа геологических и биологических проб, проведения геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации, составления карт [6].

Существует проблематика дефицита профессиональных и надпрофессиональных навыков у молодых специалистов-экологов по инженерно-экологическим изысканиям, а также временные и финансовые издержки компании ИЭИ из-за ошибок в принятии управленческих решений.

В формировании необходимых изыскателям профессиональных компетенций большое значение имеют учебные полевые практики. Такие учебные полевые практики укоренились на географических, биологических и геологических факультетах университетов. Будущие специалисты инженерно-экологических изысканий в реальных полевых условиях получают практические навыки и умения, которые незаменимы теоретическими и лабораторными работами, экскурсиями. Аналогом этой части профессионального обучения может стать компьютерный тренинг или симулятор инженерно-экологических изысканий. Симулятор позволяет создавать учебную среду, в которой участникам необходимо ставить цели, искать пути их достижения, принимать решения.

С 2012 г. в связи с внесением соответствующих изменений в Трудовой кодекс РФ начался процесс разработки профессиональных стандартов. Профессиональные стандарты значительно отличаются структурой от образовательных и состоят главным образом из таблиц с перечислением трудовых функций и требуемыми уровнями квалификации [6].

Основные задачи специалиста в области инженерно-экологических изысканий:

- подготовка работ в составе инженерно-экологических изысканий: разработка технических заданий и программ изысканий; получение исходной документации для проведения изысканий; сбор и анализ сведений о территории изысканий; рекогносцировочные обследования объектов инженерно-экологических изысканий;

- подготовка и выполнение полевых работ: проведение полевых работ по инженерно-экологическим изысканиям; предварительная обработка результатов выполнения полевых работ;

- камеральная обработка: комплексная обработка результатов инженерно-экологических изысканий; оценка качества результатов работ; составление карт (схем) результатов изысканий; составление технического отчета;

- работа с нормативно-правовой базой инженерно-экологических изысканий;

- анализ тенденций развития рынка услуг по инженерно-экологическим изысканиям.

Однако в решении комплексной проблемы профессиональных компетенций такого подхода недостаточно. Подобный стандарт для специалистов в сфере ИЭИ не будет способствовать развитию высшего образования и не позволит решить проблему подготовки квалифицированных специалистов в области экологических изысканий.

Для выполнения отдельных видов работ необходимы специфические компетенции, их исполнение обеспечивается на договорных основах и с другой организацией работ. Тогда, для выявления необходимых трудовых функций наиболее подходящим будет служить перечень

видов работ, утвержденный приказом Минрегиона РФ от 30.12.2009 № 624. В перечень входит, например, выполнение работ по изучению растительности и животного мира.

Материалы для оценки воздействия на окружающую среду должны содержать описание растительности и животного мира, оценку возможных изменений компонентов в результате воздействия человека. Методическое обеспечение таких работ разработано в России слабо, поэтому возникают сложности в подготовке этих разделов предпроектной документации при экологическом проектировании [1].

Качество проектных материалов в части характеристики и оценки воздействия на растительность и животный мир в ряде случаев требует существенного улучшения. Это может быть достигнуто за счет внедрения новых методических подходов [1].

Методом обоснования необходимости формирования компетенций ИЭИ был выбран анализ замечаний государственной экспертизы. Анализ замечаний проводился путем их систематизации. Основными материалами являются архивные данные ООО «ПермПроектИзыскания» о замечаниях экспертизы инженерно-экологических изысканий, проведенных на территории Пермского края за период 2014 – 2021 гг.

Все замечания экспертизы по инженерно-экологическим изысканиям можно разделить на 6 групп:

1. общие замечания;
2. грамматические и стилистические замечания;
3. недостатки инженерных изысканий в связи с отсутствием (неполнотой) сведений, описаний, чертежей, схем и т.п.;
4. несоответствия инженерных изысканий требованиям технических регламентов;
5. ошибки сбора исходных данных исполнителем;
6. ошибки лабораторных исследований (таблица).

Таблица

Численность замечаний по разделам

<i>Наименование специфики замечаний экспертизы</i>	<i>Количество вариантов замечаний в группе</i>
общие замечания	3
грамматические замечания	1
недостатки инженерных изысканий в связи с отсутствием (неполнотой) сведений, описаний, чертежей, схем и т.п.	20
несоответствия инженерных изысканий требованиям технических регламентов	17
ошибки сбора исходных данных исполнителем	4
ошибки лабораторных исследований	7

В ходе анализа проведенных предприятием инженерно-экологических изысканий было обнаружено достаточно большое количество замечаний. Для возможного их предотвращения в будущем нужно:

1. Совершенствование методической базы и нормативной базы;
2. Создание и применение обучающих программ дополнительного образования и учебных модулей в программе бакалавриата, в том числе с использованием игропрактик и привлечением эксперта.

Таким образом, выявлены возможные проблемы в сфере инженерно-экологических изысканий:

1. Кадровая проблема (компетенции в сфере ИЭИ специалистов и будущих специалистов);

2. Методическая проблема (СП 47.13330.2016);
3. Коррупция при организации ИЭИ и финансировании, следовательно, невозможность выполнить в полной мере отдельные виды работ;
4. Формальное выполнение работ;
5. Дорогостоящие ошибки и в то же время избыточность выполнения экологических изысканий.

Исходя из анализа замечаний государственной экспертизы, имеет необходимость в формировании навык работы специалистов инженерно-экологических изысканий по замечаниям, сопровождения отчета об изысканиях при разработке на ее основе проектной документации и в процессе экспертизы.

Можно заметить, что проблемы инженерно-экологических изысканий связаны друг с другом. Из кадровой проблемы вытекает финансовая (например, специалист по незнанию может взять проект ИЭИ с недостаточным бюджетом, вследствие того возникнут другие проблемы: неполнота исследований и отсутствие финансовой мотивации). Также, многие ошибки изыскателей являются дорогостоящими, и на их исправление после проведения государственной экспертизы расходуется значительная часть бюджета.

Практический опыт подготовки специалистов в области инженерно-экологических изысканий по окончании университета на сегодняшний день нельзя назвать достаточным. Существуют теоретические основы в составе учебных дисциплин на программах бакалавриата, магистратуры и профессиональная переподготовка по направлению «Экология и природопользование», программы дополнительного профессионального образования.

Упомянутый выше практический опыт в области экологических изысканий можно восполнить с помощью геймификации (применение элементов игры в неигровом контексте), то есть полное погружение специалистов или будущих специалистов в процесс ИЭИ в образовательной (виртуальной) среде компьютерного симулятора. Модель симулятора позволяет попробовать широкий спектр инструментов и действий в безрисковом «виртуальном мире». В симуляторе моделируется изменяющаяся внешняя среда, случайные события, дефицит различных ресурсов (время, деньги и др.).

В таком ключе доступно эффективное формирование профессиональных компетенций экологических изысканий. Развитие профессиональных навыков требуется для минимизации замечаний государственной экспертизы, поскольку специалистами ИЭИ допускается значительное количество ошибок в ходе проведения работ и составления документации. Соответственно, необходимо геймифицировать в высшем образовании вопросы и существующую проблематику инженерно-экологических изысканий.

Библиографический список

1. Зайцев А.А., Воронов Г.А., Кулакова С.А., Мишланова Ю.Л. Методика оценки состояния растительности и животного мира в лесной зоне при экологическом проектировании // Географический вестник. 2020. №4. С. 137–151.
2. СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Минстрой России, 1996. 45 с.
3. СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства. М., 1997. 46 с.
4. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. М.: Минрегион России, 2012. 111 с.
5. СП 47.13330.2016. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. М.: Минрегион России, 2016. 160 с.

6. *Стурман В.И., Шепелева А.В.* Проблемы кадрового обеспечения инженерно-экологических изысканий // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации. 2016. №7. С. 155–161.

7. *Федеральный закон «Об экологической экспертизе»* от 23.11.1995 N 174-ФЗ, – Режим доступа: справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

А.В. Каверин¹, Н.П. Бочкарев², Д.А. Массеров³

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,
430005, Республика Мордовия, г. Саранск,
ул. Большевикская, 68

A.V. Kaverin¹, N.P. Bochkarev², D.A. Masserov³

Ogarev National Research Mordovian State University, 430005, Republic of Mordovia, Saransk, Bolshevikskaya str., 68

e-mail¹: kaverinav@yandex.ru

e-mail²: newzlomaes@mail.ru

e-mail³: masserov@yandex.ru

ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФАНАЦИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

Обосновывается актуальность дальнейшего повышения экологического профессионализма при ведении сельского хозяйства. Доминанта экологических проблем в аграрной отрасли авторам видится в следующем: экстенсивное ведение сельского хозяйства – земледелия и скотоводства – повсюду в мире ведёт к опустыниванию; интенсивное же ведение вызывает острые экологические коллизии, связанные с загрязнением почв, вод и воздуха, ухудшением качества продукции и т.д. Приводятся предложения видного отечественного теоретика экологической науки Н.Ф. Реймерса по экологизации сельскохозяйственной науки и практики. Рассмотрена важность изучения студентами сельскохозяйственных специальностей естественно-научных фундаментальных экологических основ ведения сельского хозяйства – законов, правил и принципов агроэкологии, определяющих «правила поведения» в сельскохозяйственном природопользовании. Указывается на острую необходимость в новых методологических, методических и чисто практических подходах к решению экологических проблем сельского хозяйства.

Ключевые термины: сельскохозяйственная экология; сельскохозяйственное землепользование; экологическая теория; экологизация.

THE PROBLEM OF ECOLOGICAL PROFANATION IN AGRICULTURAL SCIENCE AND EDUCATION

The relevance of further improvement of ecological professionalism in agriculture is substantiated. The authors see the dominant environmental problems in the agricultural sector as follows: extensive farming – agriculture and cattle breeding – leads to desertification everywhere in the world; intensive management causes acute environmental collisions associated with soil, water and air pollution, deterioration of product quality, etc. The proposals of the prominent Russian theorist of ecological science N.F. Reimers on the greening of agricultural science and practice are presented. The importance of studying by students of agricultural specialties of natural science fundamental ecological foundations of agriculture – laws, rules and principles of agroecology, defining the "rules of conduct" in agricultural environmental management is considered. It is pointed out that there is an urgent need for new methodological, methodical and purely practical approaches to solving environmental problems of agriculture.

Keywords: agricultural ecology; agricultural land use; ecological theory; ecologization.

Еще 30 лет тому назад Н.Ф. Реймерс с возмущением писал: «Все стали «экологами». Экологическая профанация расцветает буйным цветом. Обостренный интерес к новому циклу знаний привел к тому, что науку захлестнул поток непрофессионализма, началась удручающая профанация экологического просвещения и высшего образования» [5, с. 9].

К сожалению, эта тенденция сохраняется. Особенно она заметна в аграрной отрасли, где доминанты экологических проблем наиболее остро проявляются в следующем:

- 1) экстенсивное ведение сельского хозяйства – и земледелия и скотоводства – повсюду в мире ведёт к опустыниванию;
- 2) интенсивное же ведение вызывает острые экологические коллизии, связанные с загрязнением почв, вод и воздуха, ухудшением качества сельскохозяйственной продукции и т.д. [3, 6, 7, 8].

Н.Ф. Реймерс, вслед за великим американским коллегой Ю. Одумом, суть нынешних и, вероятно, будущих проблем сельского хозяйства, просто и ясно пояснял тем, что в своей сельскохозяйственной деятельности человек вступает в острейшее противоречие с природой и получается, что «у природы и человека противоположные цели развития и стратегия их достижения. Природные системы всегда стремятся к максимуму разнообразия (в том числе и самих систем), наивысшей в данных условиях биомассе и минимуму биологической продуктивности, а человек пытается при минимуме разнообразия получить максимум продукции, иными словами, наивысший урожай» [4]. Это и вызывает широкий круг эколого-социально-экономических проблем.

Комментируя такого рода проблемы применительно к российской действительности, Н.Ф. Реймерс в своих критических научных выступлениях [6, 7, 8, 9] убедительно предупреждал, что такое положение ненормально. Выход из этой кризисной ситуации, в которую угодила аграрная отрасль, Н.Ф. Реймерс видел в экологизации, т. е. внедрении экологических идей в сельскохозяйственную науку и практику [8, 9]. Он настойчиво призывал к утверждению нового мировоззрения у аграриев, которое должно быть экологически ориентированным. Проведя критический анализ экологических, экономических и социальных ущербов от нерационального аграрного природопользования в нашей стране, Н. Ф. Реймерс останавливается на необходимости вести сельское хозяйство не вопреки, а в соответствии с комплексом фундаментальных естественно-исторических законов, правил и принципов.

Выясняя причины сложившейся ситуации, Н.Ф. Реймерс еще в конце 1980-х годов отмечал: «Как это не странно, сельскохозяйственная экология в нашей стране «исчезла» как наука. Отечественных учебников по сельхозэкологии нет, да и переведённые с иностранных языков относятся в основном к 60-м годам. Отдельные вопросы, близкие к экологии сельского хозяйства, исследованы и освещены в специальной литературе. Но стройной системы знаний не создано. Нет в стране и научного центра соответствующего профиля. А без него частные отраслевые разработки, не имеющие фундаментальной основы, сталкиваются с множеством непредвиденных затруднений и поэтому обычно малоуспешны. Существуют как бы отдельные воинские части без единого штаба главнокомандующего» [7, С. 371].

За последние 30 лет положение начало меняться, но медленно и малозначительно. Отраднее то, что издано несколько отечественных учебников и учебных пособий по сельскохозяйственной экологии (агроэкологии). Отдельные из них [1, 3, 10], полностью проникнуты идеями Н.Ф. Реймерса и включают рассмотрение основных постулатов агроэкологической аксиоматики. В большинстве же других, имя Реймерса либо не упоминается совсем, либо приводятся только его отдельные труды в списке использованной литературы. Но более всего удручает то, что и в новых учебниках очень слабо представлены (или не представлены совсем) естественно-научные фундаментальные экологические основы ведения сельского хозяйства (законы, правила, принципы, аксиомы). Между тем, на широком поле экологического теоретического знания, представленного в трудах Н.Ф. Реймерса, нами выявлено 56 агроэкологических закономерностей: 38 законов, 7 правил, 3 принципа, и 8 следствий [2, 3]. Общее их число сопоставимо с количеством физических закономерностей, изучаемых в высших учебных заведениях. Все их можно условно разделить на два ряда. Один ряд составляют закономерности,

в которых изложены положения современной экологии. Они имеют общенаучное значение для управления сельскохозяйственным природопользованием. Другой ряд состоит из собственно агроприродопользовательских закономерностей. Взаимно дополняя друг друга, все эти закономерности определяют в целом «экологические правила поведения» в сельскохозяйственном природопользовании.

Строгие и научно выверенные формулировки этих закономерностей, сами по себе безукорезненные, возможно, запоминаются не сразу. Однако, разъясняющие их, сформулированные Реймерсом [7] афоризмы (типа «меньше пашешь – больше жнешь»; «гигантизм – начало конца»; «протез всегда хуже»; «неестественное – не разумно»; «сельскохозяйственная техника – под поля, а не поля – под технику»; «шаблон – самый опасный враг сельскохозяйственного производства»; «город и деревня – демографически «сообщающиеся сосуды» и т.д.) западают в душу и сердце каждому раз и навсегда, будь вы хоть рядовым земледельцем или министром. В этом проявляется еще одна сторона таланта видного учена Н.Ф. Реймерса как выдающегося популяризатора агроэкологической науки. Об этом, например, может свидетельствовать выведенная им «формула максимального урожая»: «...оптимальная площадь плюс «возможно правильное соотношение между водою, лесом, лугами и другими хозяйственными угодьями» (по В.В. Докучаеву), плюс рациональный уход за землей, ее удобрение и обработка, плюс добрые семена районированных культур, плюс рациональная структура посевов, правильные севообороты. И главное – все вовремя и к месту» [7].

В спорах с оппонентами о необходимости изучения экологической теории сельского хозяйства Н.Ф. Реймерс [8] часто цитировал австрийского физика Людвига Больцмана – «нет ничего практичнее, чем хорошая теория». Настало время для того, чтобы среди представителей сельскохозяйственной науки и практики все меньше оставалось людей, сомневающихся в верности этого утверждения. Ведь, придерживаясь аналогии с физикой, логично заключить, что современный специалист сельхоз предприятия, не знающий таких экологических закономерностей как закон «все или ничего» Х. Боулича, закон минимума Ю. Либиха, закон предельной урожайности К. Пратта, принцип агрегации особей В. Олли, по степени компетентности «эквивалентен» специалисту энергопредприятия, который в силу каких-либо нелепых причин не изучал законов Кулона, Ома, Ампера, правило Кирхгофа и других закономерностей электродинамики.

Агроэкология без теоретических основ по-прежнему остаётся для большинства представителей аграрной отрасли «простой» наукой. В этой связи, технократическое мышление, привитое ранее учёным и производственникам, переключившимся в силу тех или иных обстоятельств на «экологическую» тематику, затрудняет практическое решение многих экологических вопросов. Например, с большим трудом в нашей стране пробивают себе дорогу «экологически чистое» сельское хозяйство, ландшафтно-экологическое землеустройство. Данное обстоятельство связано с тем, что пока сильно «антиэкологическое» противостояние со стороны ортодоксальных агрохимиков, агромелиораторов, агроинженеров и других специалистов сельского хозяйства, вооруженных однобоким технократическим мышлением.

Библиографический список

1. *Агроландшафтное проектирование* (методическое пособие) / под ред. проф. М.И. Лопырёва. Воронеж: ВГАУ, 2006. 118 с.

2. *Каверин А.В.* Экологические аспекты использования агроресурсного потенциала (на основе концепции сельскохозяйственной экологии). Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1996. 220 с.
3. *Каверин А.В.* Экологические основы сельского хозяйства. Учеб. пособие. Саранск: Изд-во. Мордов. ун-та, 2001. 36 с.
4. *Одум Ю.* Основы экологии. М: Мир, 1975. 742 с.
5. *Реймерс Н.Ф.* Начала экологических знаний. Учеб. пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 1993. 262 с.
6. *Реймерс Н.Ф.* Цена равновесия. Опыт поиск проблемы. М: Агропромиздат, 1987. 64 с.
7. *Реймерс Н.Ф.* Экологические основы управления сельскохозяйственным природопользованием // Сельскохозяйственная практика: противоречия перестройки. М.: Агропромиздат, 1989. С. 350–373.
8. *Реймерс Н.Ф.* Экологические предпосылки сельского хозяйства будущего // Человек и земля. М.: Агропромиздат, 1988. С. 299–303.
9. *Реймерс Н.Ф.* Экологизация. М.: ЦЭМИ АН СССР, 1990. 126 с.
10. *Спутник эколога: Справ. по экологии и природопользованию / под общей ред. Н.А. Мосиенко.* Саратов: Изд-во. Сарат. гос. с.- х. акад., 1997. 316 с.

О.С. Сергеева

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, Пермь, ул. Букирева, 15

O.S. Sergeeva

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: oikeo@mail.ru

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ВЫСШЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье рассматриваются особенности современного высшего экологического образования, связанные с правовой подготовкой выпускников. Знание и понимание государственной экологической политики и стратегии, знание российского экологического законодательства позволит им в случае экологических правонарушений принимать правильное решение, соответствующее нормативным требованиям. Умение пользоваться справочно-правовыми системами, находить и анализировать нужную информацию повысит качество экологического образования. Для будущих экологов и природопользователей важным является изучение природоресурсного законодательства, нормативно-технических документов для решения конкретных задач. Будущий специалист также должен понимать свою ответственность за принятые решения, уметь защищать законные права в случае их нарушения, знать виды юридической ответственности. Правовая грамотность выпускника является залогом качества высшего экологического образования.

Ключевые термины: экологическое образование; экологическая политика; экологическое законодательство; нормативные акты; правовая подготовка.

LEGAL ASPECTS OF HIGHER ENVIRONMENTAL EDUCATION

The article deals with the features of modern higher environmental education related to the legal training of graduates. Knowledge and understanding of the state environmental policy and strategy, knowledge of Russian environmental legislation will allow them to make the right decision in case of environmental offenses that meets regulatory requirements. The ability to use reference and legal systems, find and analyze the necessary information will improve the quality of environmental education. For future environmentalists and nature users, it is important to study natural resource legislation, regulatory and technical documents for solving specific problems. The future specialist should also understand his responsibility for the decisions made, be able to protect legal rights in case of their violation, know the types of legal responsibility. The legal literacy of the graduate is the key to the quality of higher environmental education.

Keywords: environmental education; environmental policy; environmental legislation; regulations; legal training.

В последние десятилетия намечается стремительный рост учебных заведений, занимающихся подготовкой профессиональных кадров – будущих экологов и природопользователей [3]. Профессионалам-экологам предстоит решать проблемы, которые давно уже беспокоят все мировое сообщество. Это проблемы, связанные с ухудшением качества окружающей среды, истощения и загрязнения природных ресурсов, накопления отходов, ликвидации вредных последствий, оставленных предыдущими поколениями.

Высшее экологическое образование является обязательным для всех учебных планов высшей школы. Но следует различать два направления экологической подготовки. В первом случае будущим специалистам разных профессий даются общие понятия из области экологии и природопользования, во втором – осуществляется специальная подготовка экологов [2]. Обучение специалистов в сфере экологии и природопользования требует глубокого изучения дисциплин как фундаментального, так и прикладного характера. Однако конечная цель такой

профессиональной подготовки – это готовность и способность выпускника к решению современных экологических проблем [1]. Оптимальное сочетание знаний фундаментальной и прикладной экологии позволит ему грамотно подходить к постановке задач и разработке мероприятий по их решению.

Особенностями развития современного общества являются стремительное внедрение цифровых технологий, информатизация и социализация. Такое положение, безусловно, накладывает отпечаток на процесс высшего экологического образования [6, 7]. Важным моментом подготовки становятся умение и навыки ориентироваться в огромном массиве информационных данных, находить нужные сведения, обеспечивающие принятие профессионального решения, пользоваться современными цифровыми технологиями.

Для решения прикладных задач в сфере хозяйственной деятельности необходимо не только понимание причин нарушения естественных природных процессов, но также знание возможностей их преодоления, восстановления естественных состояний природных объектов. Поиск реальных путей выхода из экологического кризиса требует глубокого понимания политических, экономических и социальных особенностей и возможностей современного общества. Именно поэтому каждое конкретное решение должно соответствовать государственной политике в области экологической безопасности. Основные положения этой политики изложены в указе Президента Российской Федерации «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года», а также утверждены в Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [5, 8]. В этих документах четко обозначено, что экологическая безопасность является составной частью национальной безопасности, намечены основные мероприятия и механизмы реализации экологической политики, позволяющие достичь повышения качества окружающей среды и сохранения природных ресурсов. Знакомство с этими документами должно сформировать у студента экологическое мировоззрение и позитивное отношение к возможности решения проблем.

Таким образом, для того, чтобы выбрать правильное решение экологической проблемы будущий специалист должен обладать не только профессиональными знаниями, но и правовой грамотностью, знать нормативно-правовые акты и ориентироваться в нормативных документах в своей сфере деятельности. Принятое решение должно соответствовать установленным государством требованиям.

Обязательным условием в подготовке специалиста любого профиля является знание законодательства по охране окружающей среды. Поэтому в программу обучения обязательно нужно включать изучение федерального закона «Об охране окружающей среды» как базового в данной сфере [4]. Знакомство с законом позволит обучающимся понять государственный механизм управления охраной окружающей среды, административные и экономические методы, применяемые на практике. Для студентов-экологов и природопользователей требуется также более углубленное изучение природоресурсного законодательства, касающегося установленных норм в сфере землепользования, недропользования, водопользования, лесопользования, охраны животного и растительного мира, атмосферного воздуха. Для этого потребуются изучение специальных кодексов и законов, а также ряда постановлений Правительства РФ, приказов и распоряжений специально уполномоченных органов. Здесь преподавателю важно понимать, что от студента требуется не столько запоминание нормативно-правовых актов и их содержания, сколько умение находить весь комплект актуальных документов, регулирующих решение какой-либо проблемы.

Достижением современного научно-технического прогресса является создание специальных программ и информационных систем, которые позволяют легко и быстро находить нужную информацию. Для поиска нормативно-правовой информации созданы справочно-правовые системы, такие как «КонсультантПлюс», «Гарант», «Кодекс» и др., Они содержат сотни тысяч документов и на сегодняшний день получили широкое признание в учебном процессе. Умение пользоваться правовыми информационными системами необходимо специалисту не только для подборки документов по интересующему его вопросу, но также для того, чтобы отслеживать постоянное обновление законодательства, вносимые изменения и поправки в существующие нормативные акты, утверждение новых органов контроля и надзора, ввод новых технических регламентов и т.д.

Отметим еще один важный момент высшего экологического образования. Это понимание имущественных и неимущественных прав в эколого-правовых отношениях. Любая хозяйственная деятельность так или иначе связана с использованием природных ресурсов (земельных участков или участков недр, зеленых насаждений, водных объектов и др.) либо с негативным воздействием на них (образование отходов, выбросы в атмосферу, сбросы сточных вод и др.). При этом каждый грамотный специалист должен осознавать, что природные ресурсы (кроме атмосферного воздуха) имеют собственника, и любое их использование, равно как и нарушение, должно быть согласовано с этим лицом. Использование природных ресурсов требует разрешения собственника. Причинение вреда природным объектам влечет за собой юридическую ответственность. Имущественные интересы Российской Федерации, как собственника многих природных объектов, представляют специально уполномоченные государственные органы, которые необходимо знать. Порядок платы за использование природных ресурсов, за негативное воздействие на окружающую среду регулируется федеральным законодательством.

Неимущественные интересы в экологических отношениях, прежде всего, касаются прав граждан на благоприятную окружающую среду, гарантированных ст. 42 Конституции Российской Федерации. Государственная политика экологической безопасности направлена в первую очередь на реализацию этих прав, на создание благоприятной для населения среды обитания. Хозяйственная деятельность, какими бы стратегически важными целями она не оправдывалась, не должна нарушать права граждан на здоровую экологическую обстановку.

Высшее экологическое образование подразумевает не только знания о том, как сохранить природную среду в процессе производства, но и умение защищать экологические права от незаконных посягательств независимо от того, принадлежат ли эти права самому субъекту, иным гражданам, юридическим лицам или органам власти. Конечно же, речь идет не о профессиональной юридической деятельности, а о правомерных действиях любого обладателя права. Право на защиту законных прав гарантировано Конституцией РФ. Его реализация может происходить путем подачи жалобы в уполномоченные органы, в прокуратуру или обращения в суды. Грамотный специалист должен понимать порядок действия, уметь подготовить жалобу или заявление, составить иск. В случае возникновения вопросов он должен уметь найти нужную официальную информацию, обратиться к компетентным консультантам.

Немаловажной частью высшего экологического образования является навык осознавать негативные последствия действий, которые могут причинить вред окружающей среде. Должностные лица, выполняя возложенные на них обязанности, несут юридическую ответственность за неправомерные действия. Аварии и чрезвычайные ситуации с экологическими последствиями, причинение вреда здоровью граждан или природным объектам – все эти события влекут наложение санкций на виновных лиц. Высшее экологическое образование должно

включать в себя понимание гражданской ответственности перед обществом за свою деятельность, видов юридической ответственности. Для этого необходимо формирование правовой грамотности, умения доказывать правомерность своих поступков в сложных ситуациях.

Знание российского и международного экологического законодательства – несомненное достоинство выпускника высшей школы, получившего экологическое образование. Будущий специалист должен уметь находить и анализировать правовую информацию, научиться принимать разумные решения в штатных и нестандартных ситуациях. Правовая подготовка будущих экологов и природопользователей, несомненно, позволит повысить качество высшего экологического образования.

Библиографический список

1. *Боголюбов С.А.* Экологическое образование – важный элемент государственной политики в области экологического развития // Вестник. Государство и право. 2021. № 3(30). С. 19–23.
2. *Девятова Т.А., Алаева Л.А., Негрובה Е.А.* Современные тенденции и задачи экологического образования // Вестник Воронежского государственного университета. 2017. № 3. С. 10–13.
3. *Левин А.В.* Высшее экологическое образование в концепции решения региональных экологических проблем // Природа и общество. 2021. № 7. С. 105–116.
4. *Об охране окружающей среды* [Электронный ресурс]: федер. закон от 10 янв. 2002 г. №7. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 05.03.22).
5. *Основы государственной политики* в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: утверждена Президентом РФ 30 апр. 2012 г. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 05.03.22).
6. *Попова Л.В.* Интеграционные процессы в высшем профессиональном экологическом образовании естественнонаучной направленности // Человек и образование. 2013. № 4(37). С. 102–106.
7. *Попова Л.В.* Концептуальные подходы к определению базового содержания высшего профессионального экологического образования (естественнонаучное направление) // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. С. 198–206.
8. *Стратегия экологической безопасности* Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]: указ Президента РФ от 19 апр. 2017 г. № 176. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 05.03.22).

УДК 502.2.05

В.П. Буравлева

МАОУ «Средняя общеобразовательная школа №132 с углубленным изучением предметов естественно-экологического профиля»
614066, г. Пермь, ул. Баумана, 16

V.P. Buravleva

MAOU «Secondary school № 132 with in-depth study of subjects of natural and ecological profile»
614066, Perm, Bauman str., 16

e-mail: school132@mail.ru

**ВОЗМОЖНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОСВЕЩЕНИЯ
В ШКОЛЬНЫХ ЭКСПЕДИЦИЯХ**

В статье раскрываются вопросы организации научно-исследовательской деятельности школьников в экспедициях по Пермскому краю, дается оценка результатов реализации данной модели экологического образования и просвещения.

Ключевые термины: образовательная среда; экспедиция; экологическое просвещение; особо охраняемая природная территория; мониторинг.

**OPPORTUNITIES AND RESULTS OF ENVIRONMENTAL EDUCATION
AND ENLIGHTENMENT IN SCHOOL EXPEDITIONS**

The article reveals the issues of the organization of research activities of schoolchildren on expeditions in the Perm region, assesses the results of the implementation of this model of environmental education and enlightenment.

Keywords: educational environment; expedition; environmental education; specially protected natural area; monitoring.

Школа № 132 г. Перми успешно работает над проблемами естественно-экологического образования, выстраивая собственную модель многокомпонентной образовательной среды. Данная модель представляет собой целенаправленную педагогическую систему, охватывающую все ступени образования. При этом делается акцент на вовлечение детей в конкретную исследовательскую и природоохранную работу с использованием методических приемов краеведческой и полевой экспедиционной работы.

Только за последние 15 лет было организовано и проведено 15 экспедиций по Пермскому краю, в которых приняли участие более 300 школьников.

Летние экспедиции:

- 7 экспедиций в Соликамский район (2007-2019): охраняемый природный ландшафт местного значения «Осокинское болото», охраняемые природные ландшафты регионального значения «Круглое болото», «Маргинское болото», «Валуевское болото»;
- Экспедиция в Государственный природный заповедник «Басеги» (2016);
- Охраняемый ландшафт регионального значения «Нижевишерский» (гидрологический памятник природы «Озеро Нюхти») (2020);
- Охраняемый ландшафт регионального значения «Кваркуш» (2021);
- 2 экспедиции на остров Туренец (2018, 2020);
- Водная экспедиция по рекам Яйва – Волим (2021).

Зимние экспедиции:

- долина реки Велс, юго-западный склон г. Ю. Юбрышка (2015);
- Государственный природный заповедник «Вишерский» (2017).

Одним из наиболее перспективных направлений изучения природы родного края, по нашему мнению, является организация исследований на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Для ООПТ, после присвоения им данного статуса, необходимы повторные обследования для осуществления мониторинга состояния природных комплексов. В рамках работы по созданию Красной книги Пермского края чрезвычайно важно выявление мест обитания редких и исчезающих видов и оценка состояния их популяций. В этой связи собранная в экспедициях информация имеет несомненную ценность.

В экспедициях школьники проводят геоботанические описания растительных сообществ, выявляют популяции редких видов растений, занесенных в Красную книгу Пермского края, определяют их координаты, во время камеральной обработки полевых материалов составляют список видов сосудистых растений, мхов и лишайников, создают компьютерную базу данных.

Таким образом, исследовательским коллективом школьников под руководством педагогов школы и ученых пермских вузов собран и в значительной степени обработан огромный фактический материал, характеризующий флору, растительность, гидрологический режим ООПТ, представляющий большую ценность для последующего мониторинга. Собранные данные могут быть использованы при характеристике видового и ценотического разнообразия растений на локальном и региональном уровнях.

Результаты реализации данной модели экологического образования и просвещения подтверждают ее высокую эффективность. Составлены гербарии сосудистых растений, коллекции мхов и лишайников. Результаты исследований: учащиеся успешно представляют на фестивалях, олимпиадах, НПК разного уровня.

В экспедициях школьниками сделаны настоящие научные открытия. В болотных экосистемах Соликамского и Красновишерского районов выявлены новые места обитания редких растений: 7 видов пальчатокоренников, очеретника белого, дремлика болотного, тайника яйцевидного, ладьяна трехнадрезного, любки двулистной. Во время зимней экспедиции на горе Южная Юбрышка было обнаружено совместное компактное обитание четырех видов лишайников, занесенных в Красную книгу Пермского края (2018): лобария легочная, лобария ямчатая, гетеродермия красивая, дендрискостикта Райта и одного вида, занесенного в Приложение к Красной книге Пермского края – уснея длиннейшая [4].

Более того, на Осокинском болоте впервые обнаружены популяции мха сфагнома скрученного. Ранее считалось, что этот мох в Пермском крае не встречается. Многие юные исследователи уже к моменту окончания школы имеют публикации в сборниках конференций и в специализированных журналах [1-3, 5,6].

Трудно переоценить мощный потенциал экспедиционной работы для экологического образования и просвещения школьников. В процессе экспедиции дети знакомятся с реальными, живыми объектами природы, учатся самостоятельно познавать явления и процессы, происходящие в природе, изучают взаимосвязи живых и неживых компонентов окружающей среды, а также влияние человеческой деятельности на естественные экосистемы. Исследовательский характер деятельности в экспедициях способствует воспитанию у школьников инициативы, увеличивает интерес к изучению экологического состояния своей местности, экологических проблем края.

Вовлечение учащихся в исследовательскую деятельность позволяет выявить иногда явно никак не проявляемую одаренность, способствует повышению интереса к школьным предметам, междисциплинарным вопросам, обеспечивает не только интеллектуальное, но и социальное, нравственное воспитание личности. Для подростков исследовательская работа – это реализация своего «Я», эффективная проба своих будущих профессиональных, социальных и субкультурных возможностей.

Библиографический список

1. Гусаров Д.А. Анализ флоры ООПТ «Круглое болото», «Осокинское болото» Соликамского района. II Международная интеллектуальная ассамблея школьников: сборник научно-исследовательских работ. Чебоксары: НИИ педагогики и психологии, 2010. С. 241–242.
2. Епифанов С.А. Анализ лекарственной флоры ООПТ «Валуевское болото», «Круглое болото», «Осокинское болото» Соликамского района. Сборник тезисов докладов участников V Всероссийской конференции обучающихся «Национальное достояние России». Москва, 2011. С. 203–204.
3. Кондаков Н.А. Ценофлористическая характеристика растительности ООПТ «Маргинское болото» (Соликамский район). Сборник тезисов работ участников X Всероссийской конференции обучающихся «Мой вклад в Величие России» / Под ред. Д.В. Попова, А.А. Обручниковой. М.: РОО «Доктрина», 2021. Том 1. С. 219–221.
4. Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
5. Маталасов Я.И. Бриофлора ООПТ «Осокинское болото». Сборник тезисов работ участников X Всероссийской конференции обучающихся «Мой вклад в Величие России» / Под ред. Д.В. Попова, А.А. Обручниковой. М.: РОО «Доктрина», 2021. Том 1. С. 169–172.
6. Москалев Д.Н. Характеристика популяций сосны обыкновенной на ООПТ «Круглое болото», «Осокинское болото» Соликамского района. Сборник тезисов докладов участников V Всероссийской конференции обучающихся «Национальное достояние России». Москва, 2011. С. 205–206.

О.Р. Мацаберидзе

Санкт-Петербургский горный университет
199106, город Санкт-Петербург, линия 21-я,
2

O.R. Matsaberidze

St. Petersburg Mining University
199106, St. Petersburg, V.O. line 21, 2

e-mail: olegromamam@gmail.com

ВОПРОС ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ЖЁСТКОСТИ ВОДЫ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ

В работе рассматривается понятие термина «жесткость воды» и способы ее определения, а именно ионоселективный, спектрофотометрический методы, использование специальных приборов и титрование. Приводятся способы снижения жесткости воды как на производствах, специальных станциях, так и в бытовых условиях. Представлены результаты экспериментальных исследований. Выполнена оценка эффективности умягчения жесткой воды. Исследования проводились с привлечением лабораторной базы Центра коллективного пользования Горного университета.

Ключевые термины: жесткость воды; ионоселективные электроды; титрование; реагентное умягчение.

A QUESTION OF EFFECTIVE WAYS TO REDUCE WATER HARDNESS IN THE HOME

The paper discusses the term «water hardness» and the ways of determining it, namely ion-selective, spectrophotometric methods, the use of special instruments and titration. Ways of reducing water hardness both at production facilities, special stations and in domestic conditions are given. The results of experimental studies are presented. The effectiveness of hard water softening is evaluated. Researches were carried out with attraction of the laboratory base of the Center of collective use of Mountain University.

Keywords: water hardness; ion-selective electrodes; titration; reagent softening.

Каждый день в средствах массовой информации мы сталкиваемся с понятием «жесткая вода». При кипячении такой воды образуется накипь, что в свою очередь приводит к ухудшению работы нагревающих элементов. Если не чистить бытовую технику от накипи своевременно, есть большая вероятность со временем столкнуться с ее ремонтом или утилизацией. В жесткой воде хуже мылятся вещи, так как сначала большая часть химических элементов уходит на то, чтобы образовать катионы нерастворимых соединений, что приводит к повышению расхода моющего средства. Такая вода ухудшает состояние наших волос из-за присутствия некоторого количества магния, железа и кальция, делая их жесткими, сухими, безжизненными и трудно поддающимися укладке. В строительстве нужно учитывать жесткость воды, контактирующей с бетоном, т.к. $MgCl_2$, $CaSO_4$ и $MgSO_4$ вызывают магниальную и сульфатную коррозию бетона. Таким образом, вопрос о контроле жесткости воды важен во многих сферах жизнедеятельности человека.

Жесткость воды – это химико-физическое свойство воды, связанное с содержанием в ней растворенных солей щелочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния [3,8]. Все двухвалентные катионы в той или иной степени влияют на жесткость. Они взаимодействуют с анионами, образуя соединения (соли жесткости) способные выпадать в осадок. На практике стронций, железо и марганец оказывают на жесткость столь небольшое влияние, что ими, как правило, пренебрегают. Алюминий (Al^{3+}) и трехвалентное железо (Fe^{3+}) также влияют на жесткость, но при уровнях pH, встречающихся в природных водах, их растворимость

и, соответственно, «вклад» в жесткость ничтожно малы. Аналогично, не учитывается и незначительное влияние бария (Ba^{2+}). В естественных условиях катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} поступают в воду в результате взаимодействия растворенного диоксида углерода CO_2 с карбонатными минералами (известняками, доломитами) при химическом выветривании и растворении горных пород: $CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2$. Источником этих ионов являются также сточные воды силикатной, металлургической и химической промышленности, поверхностный сток с сельскохозяйственных, обрабатываемых содержащими кальций минеральными удобрениями.

Жесткость воды подразделяется на временную (карбонатную) и постоянную (некарбонатную), обуславливается содержанием сульфатов, хлоридов и других (кроме бикарбонатов) солей кальция и магния. Различия заключаются в том, что при кипячении временная снижается, из-за того, что она выпадает в накипь, а постоянная остается. Для уменьшения некарбонатной жесткости чаще всего используют метод анионирования воды. Существует ряд классификаций жесткости (таблица 1).

Таблица 1

Обзор классификаций жесткости воды

<i>Жесткость воды (мг-экв/дм³)</i>	<i>жесткость воды (ммоль/дм³)</i>	<i>Справочник по гидрохимии</i>	<i>Водоподготовка</i>	<i>Германия DIN 19643</i>	<i>США, US EPA</i>
до 1,2	до 0,6	Мягкая	Очень мягкая	Мягкая	Мягкая
1,2-1,6	0,6-0,75				Умеренной жесткости
1,6-2,4	0,75-1,2		Мягкая	Средней жест- кости	
2,4-3,0	1,2-1,5			Достаточно жесткая	Жесткая
3,0-3,6	1,5-1,8		Умеренной жест- кости		
3,6-4,0	1,8-2			Жесткая	Очень жесткая
4,0-6,0	2-3	Средней жест- кости			
6,0-8,0	3-4		Жесткая		
8,0-9,0	4-4,5	Очень жесткая			
9,0-12,0	4,5-6		Жесткая		
более 12	более 6	Очень жесткая			

Существует множество способов определения жесткости воды. В настоящее время активно используют ионоселективные электроды, которые преобразуют активность определенного иона, растворенного в растворе, в электрический потенциал. Приборы спектрофотометры измеряют отношение двух потоков оптического излучения, один из которых – поток, падающий на исследуемый образец, другой – поток, испытавший то или иное взаимодействие с образцом [4]. Активно используют специальные приборы, принцип действия которых заключается в измерении электропроводности воды, полоски жесткости воды, предназначенные для определения жесткости любой природной и технической воды и стоков. Титрование – процесс

определения концентрации исследуемого вещества путем добавления раствора титранта к раствору титруемого вещества по каплям. Данный метод использовался в экспериментальной части данной работы [7].

Есть много методов для снижения жесткости воды. Самый часто используемый способ – это изменение температуры жидкости [6]. Как при нагревании, так и при замерзании происходит выпадение твердого осадка, который представляет из себя карбонаты кальция и магния. В лабораториях можно использовать реагентное умягчение, суть которого сводиться к добавлению или гашеной извести, или соды, или фосфатов, которые вступают в химическую реакцию, после чего образуется вода [7]. Но при данном методе, такую воду нельзя использовать как питьевую. На больших станциях по умягчению воды часто используются Na- и H-катионирование (рисунок). Принцип этого способа осуществляется за счет способности некоторых нерастворимых в воде катионитов вступать в реакцию ионного обмена, заменяя свои катионы на катионы солей жесткости, которые могут растворяться в воде [1, 2]. Иногда используются установки NH_4 – катионирования. Самый часто используемый способ, который используется во многих местах от квартир до водоочистительных станций – обратный осмос. Метод основан на прохождении воды через полупроницаемые мембраны (как правило, полиамидные). Вместе с солями жесткости удаляется и большинство других солей. Эффективность очистки может достигать 99,9 % [5]. Также, используется электродиализ, который смягчает воду за счет действия электрического поля. Удаление ионов растворенных веществ происходит за счёт специальных мембран.

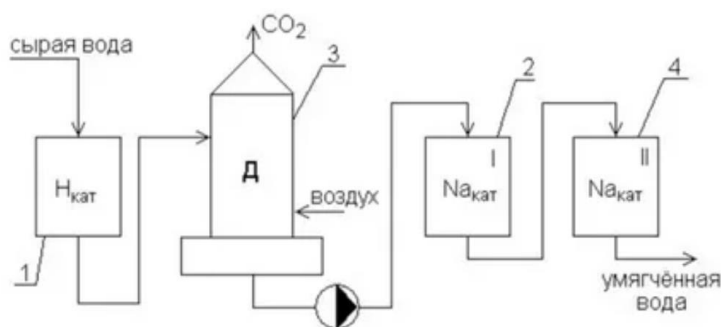


Рисунок. Схема совместного Na- и H- катионирования

На базе Центра коллективного пользования Горного университета были проведены измерения концентраций ионов Mg, Ca, CO_3 и HCO_3 в исследуемых пробах. Исходная проба представляет питьевую воду систему холодного водоснабжения дер. Большие Горки Ломоносовского района Ленинградской области. В ходе эксперимента исходную воду подвергли термальному воздействию (замораживание, кипячение) и обратному осмосу (картридж Аквафор), а также их комбинациям. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Результаты эксперимента показали, что самый неэффективный метод – использование обратного осмоса (уменьшение жесткости составило всего 6%). Замораживание воды с последующим оттаиванием позволило снизить жесткость на 20%, а кипячение – на 37%. При этом комбинация обратного осмоса и кипячения показало снижение жесткости всего на 38%. Наиболее эффективным оказался метод кипячения талой воды – 47%.

Можно сделать вывод, что использование обратного осмоса в виде картриджа Аквафор дает самое незначительное снижение жесткости воды (что отмечено использованием только этого метода или в комбинации с кипячением). С другой стороны термическая обработка позволила значительно избавиться от ионов Ca в воде. Это связано с тем, что при нагревании

воды ионы Ca реагируют с водой и HCO_3^- , из-за чего образуется нерастворимый осадок, накипь, также при замерзании из-за того, что вода, в которой растворены вещества, замерзает при температурах ниже нуля, вследствие чего происходит кристаллизация и выпадение карбонатов. При разморозке такой воды кристаллические карбонаты плохо растворяются в ней.

Таблица 2

Результаты изменения жесткости воды в бытовых условиях

Способ изменения жесткости	Концентрация						Жесткость		
	Ca		Mg		HCO_3^-		Жо	Жк	Жнк
	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	мг-экв/дм ³		
исходная проба	73	3,65	40	3,28	397	6,51	6,93	6,51	0,42
обратный осмос (Аквафор)	60	3	43	3,52	393	6,44	6,52	6,44	0,08
замораживание	48	2,4	38	3,11	308	5,05	5,51	5,05	0,46
кипячение	18	0,9	42	3,44	220	3,61	4,34	3,61	0,73
обратный осмос и кипячение	10	0,5	46	3,77	210	3,44	4,27	3,44	0,83
замораживание и кипячение	10	0,5	39	3,2	180	2,95	3,7	2,95	0,75

*концентрация CO_3 во всех пробах равняется 0

Библиографический список

1. Амосова Э.Г. Н-катионирование в режиме «голодной» регенерации на катионите КУ-2-8 // Теплоэнергетика. 1999. №7. С. 7–16.
2. Амосова Э.Г., Долгополова П.И., Гутникова Р.И. Опыт применения противоточного натрийкатионирования в промышленной котельной // Энергосбережение и водоподготовка. 2003. № 2. 48 с.
3. Бердонос С.С., Менделеева Е.А. Химия. Новейший справочник. М.: Изд-во Махаон, 2006. 368 с.
4. Вертинский А.П. Применение спектрофотометрического метода для мониторинга природных вод // Успехи современного естествознания. 2014. № 5 (часть 1). С. 205–207.
5. Волков В.Н., Горбунов С.А. Современные технологии обратного осмоса и ионного обмена в системах водоподготовки теплоснабжения: эффективность и экологичность // Энергосбережение и водоподготовка. 2010. № 4. С. 13–15.
6. Ермолаева В.А. Изучение сезонных изменений жесткости и щелочности питьевой воды. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-sezonnyh-izmeneniy-zhestkosti-i-schelchnosti-pitievoy-vody/viewer> (дата обращения: 16.02.22).
7. Лапова Т.В., Субботина Н.В. Жесткость воды Методические указания к лабораторной работе. Томск: ТГАСУ, 2014. 22 с.
8. Суворов А.В., Никольский Л.Б. Общая хими. СПб: ХИМИЗДАТ, 2017. 624 с.

Л.В. Новоселова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Ю.Е. Хохлова

Пермское краевое отделение Общероссий-
ской общественной организации «Всерос-
сийское общество охраны природы»

О.Н. Писцова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

L.V. Novoselova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

Yu.E. Chochlova

Perm regional branch of the Russian Society
for the Protection of Nature

O.N. Pistsova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

Novoselova@psu.ru, voop.pk@mail.ru, pistsova@gmail.com

**ЭКОЛОГО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ «ТРАВОВЗНАЙ» И «ДРЕВОВЕД»:
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БОТАНИЧЕСКАЯ ШКОЛА»**

Ключевые слова: экопросвещение, ботаническая школа, ботанические соревнования, видовое разнообразие растений, «Травовзнай», «Древовед», флора, растительность.

В статье дано краткое описание социального экопросветительского проекта «Травовзнай» и «Древовед»: научно-популярная ботаническая школа. Проект является оригинальной разработкой Пермского краевого отделения «Всероссийского общества охраны природы» и реализуется совместно с учеными ПГНИУ в течение 2021-2022 гг. Ботаническая школа представляет собой комплекс офлайн и онлайн мероприятий, адресованных жителям (детям, подросткам, взрослым) г. Перми и Пермского края. Мероприятия школы направлены на повышение у участников уровня знаний о видовом составе и особенностях региональной флоры (травы, деревья, кустарники), на формирование компетенций, связанных с определением растений, а также на вовлечение целевой аудитории в практику экологически дружественных форматов применения знаний в области ботаники (экскурсии, зеленые классы, ботанические соревнования и др.). Проект нацелен на решение социальной проблемы – слабой вовлеченности пермяков и жителей края в экологически дружественные, активно-познавательные формы пребывания на природе, связанные с наблюдениями за растениями, их изучением, фотографированием, уходом за ними и работами по озеленению территорий.

**ECO-EDUCATIONAL PROJECT "TRAVOZNAY" AND "DREVOVED":
POPULAR SCIENCE BOTANICAL SCHOOL**

Keywords: eco-education, botanical school, botanical competitions, species diversity of plants, "Travoznay", "Drevoved", flora, vegetation.

The article gives a brief description of the social eco-educational project "Travoznay" and "Drevoved": popular science botanical school. The project is an original development of the Perm regional branch of the Russian Society for the Protection of Nature and is being implemented jointly with scientists from Perm State National Research University during 2021-2022. The botanical school is a complex of offline and online events addressed to residents (children, teenagers, adults) of Perm and the Perm Region. The activities of the school are aimed at increasing the level of knowledge of the participants about the species composition and characteristics of the regional flora (grasses, trees, shrubs), at the formation of competencies related to the identification of plants, as well as at involving the target audience in the practice of environmentally friendly formats for applying knowledge in the field of botany (excursions, green classes, botanical competitions, etc.). The project is aimed at solving a social problem – the poor involvement of Permians and residents of

the region in environmentally friendly, active and educational forms of being in nature, associated with observing plants, studying them, photographing, caring for them and landscaping.

Пермское краевое отделение «Всероссийского общества охраны природы» (далее – ПКО «ВООП») занимается эколого-просветительской деятельностью на территории региона более 60 лет. Важными направлениями работ общественной организации являются просвещение широкой разновозрастной аудитории жителей г. Перми в вопросах биологического разнообразия (прежде всего, видового состава и экологических особенностей местной флоры и фауны), а также формирование представлений об экологических дружественных форматах взаимодействия с природой с учетом полученных знаний.

Несмотря на индустриальный характер возникновения и развития, Пермь богата природными территориями (1, 9), при этом более 20-ти из них имеют статус ООПТ (6, 7). Для сохранения городской природной среды необходимы не только законодательные и административные меры, но также осознанное, бережное, экологически грамотное отношение жителей к ней. По наблюдениям сотрудников ПКО «ВООП», на территории города преобладает «стихийный» формат пребывания жителей «на природе». Это хорошо иллюстрирует ситуация с ООПТ «Чернышевский лес» – самой посещаемой природной территорией города. Большинство горожан практикуют «мангально-шашлычные выходные» (4); активный отдых представлен вело- и пешими прогулками, а экологически дружественная деятельность сводится к подкормке (часто избыточной, несвоевременной и некорректной) белок и птиц. Такие форматы взаимодействия с лесной территорией при высокой рекреационной нагрузке ведут к ее деградации и сокращению биоразнообразия, в т.ч. к уничтожению краснокнижных видов. В то же время сохранение биоразнообразия, как и сохранение природных территорий, приоритетно в экологической повестке, предусмотрено национальным проектом «Экология» и является одной из целей в области устойчивого развития, разработанных ООН (2).

«В теории» пермяки относятся к природе как к ценности и не мыслят комфортной городской среды без нее (4). Часть горожан, осознанно желающих изучать и защищать природу (преимущественно – школьники, их родители, учителя, руководители экоотрядов, экодобровольцы, пенсионеры), активно заинтересованы в освоении новых экологически дружественных форматов посещения территорий с познавательными и природоохранными целями. Однако многих останавливает отсутствие представлений об этих форматах, достаточных знаний об окружающем мире, а также наставничества со стороны специалистов.

Одной из групп живых организмов, особенно привлекающих внимание горожан, являются растения. Они разнообразны, повсеместно распространены, доступны для наблюдений и имеют большое практическое значение. Ботанические экскурсии традиционно собирают много участников и стимулируют массу вопросов познавательного характера, о чем свидетельствуют ранее реализованные ПКО «ВООП» проекты: «Малые реки Перми – развиваем вместе» (2018); «Прогулки с экологом» (2017-2021), «Тропа к Егошихе» (2019-2021) и др.

Недостаточность знаний о местной флоре у школьников объясняется особенностями общеобразовательной программы, а также отсутствием учебных экскурсий на природу (в силу организационных сложностей, отсутствия компетенций у учителей биологии и др.). Учителя же, как и взрослые других заинтересованных целевых групп, не видят возможности приобрести компетенции в определении растений без тьюторства ботаников, а такие услуги в Перми не развиты даже на коммерческой основе. Непросто познакомиться с местной флорой и в теории: книги о ней, например, «Деревья и кустарники города Перми» (5), «Травы лесов города Перми» (3), имеют малый тираж и не поступают в продажу для широкой аудитории.

С учетом вышеописанных социальных проблем и на основе запроса от жителей в 2020 г. ПКО «ВООП» был разработан и реализован городской экопросветительский проект «Травознай» и «Древовед»: городские ботанические соревнования», который включал несколько познавательных ботанических экскурсий со специалистами и последующую проверку знаний участников в пробном формате соревнований. Проект получил большой отклик среди пермяков: в течение полугода его благополучателями стали более 700 человек.

Успешный опыт пилотного проекта решено было углубить, расширить и развить в сторону системности в более масштабном проекте «Травознай» и «Древовед»: научно-популярная ботаническая школа» (далее – Ботаническая школа), который в данный момент находится в стадии реализации.

Цель Ботанической школы – в течение 17 месяцев 2021-2022 гг. для не менее чем 1500 жителей г. Перми и Пермского края создать условия для повышения уровня информированности о региональной флоре, для формирования компетенций и практических навыков в области наблюдений за растениями, их определения, исследования, практического использования, а также для повышения уровня вовлеченности участников в экологически дружелюбные познавательные форматы пребывания на природных территориях с применением знаний в области ботаники.

Из потенциальной целевой аудитории Ботанической школы – жителей, проявляющих интерес к изучению и защите природы и обладающих активной жизненной позицией, выделены три основные группы:

- 1) дети 6-10 лет, преимущественно в составе семей или организованных учебных и воспитательных групп;
- 2) подростки 11-18 лет: индивидуально и в составе организованных групп от учреждений основного и дополнительного образования, летних лагерей, экоотрядов;
- 3) взрослые, в т.ч.: педагоги ДООУ, школ, учреждений дополнительного образования, а также экоактивисты, экодобровольцы, пенсионеры, дачники.

Технология реализации Ботанической школы включает:

- 1) привлечение внимания к региональной флоре и вовлечение целевой аудитории в познавательные и практико-ориентированные ботанические мероприятия посредством тематических публикаций о растениях и ботанических событиях, организованных в Перми и Пермском крае, в специально созданном тематическом сообществе (подробнее – 8), а также посредством проведения мотивирующих конкурсов (конкурс эссе «Удивительное растение Пермского края», конкурс о фенологических наблюдениях за первоцветами и др.);

- 2) просвещение целевой аудитории в вопросах видового состава, особенностей и определения растений региональной флоры через:

- очные обучающие занятия со специалистами-ботаниками на природе и в аудитории;
- учебные видеоролики и публикации материалов о местных растениях;
- ботанические экскурсии на природных территориях, в парках, на улицах г. Перми;
- мастер-классы по определению растений, гербаризации, посадке, ландшафтному дизайну, изготовлению фитосборов, поделок и др.

- 3) вовлечение целевой аудитории в экологически дружелюбные форматы пребывания на природе посредством участия в «зеленых классах», ботанических экопрактиках и соревнованиях.

Офлайн-мероприятия Ботанической школы запланированы в Перми: участвовать в них могут жители разных районов города без ограничений. В качестве природных локаций для организации событий выбраны преимущественно городские леса, долины рек Егошихи, Данилихи, Ивы, в т.ч. ООПТ (Черняевский лес, Андроновский лес, Липовая гора, Егошихинское

кладбище), а также территории с обустроенными экологическими маршрутами и экологическими тропами («Ботаническая тропа», «Тропа к Егошихе», «Сад Соловьев на речке Уинке» и др.). Экскурсии запланированы также на территории Ботанического сада ПГНИУ, который является ООПТ. Несколько маршрутов предусмотрено в парках (включая ООПТ «Парк им. М. Горького») и на дворовых территориях с высоким разнообразием растений. В онлайн-мероприятиях – ботанических конкурсах и опросах – могут принять участие все желающие жители Пермского края (перечень населенных пунктов не ограничен).

В результате реализации Ботанической школы у участников повышается уровень:

- мотивации к изучению, наблюдению растений и их защите (фиксируется по отзывам, предусмотренным как форма обратной связи на мероприятиях);
- информированности в вопросах видового состава флоры, свойств и идентификационных признаков растений (для проверки предусмотрены мини-тесты на зеленых классах, экскурсиях и занятиях в Ботаническом музее с «входными» и итоговыми вопросами, а также мини-истории участников «Мое ботаническое открытие» устно или письменно);
- компетенций в области идентификации растений, работы с определителями (ведется контроль по результатам ботанических соревнований, по мини-зачетам в конце экскурсий, где участники сами выделяют идентификационные признаки);
- вовлеченности в практику экологических дружественных форматов пребывания на природе, связанных с наблюдениями, фотографированием, заботой о растениях (регистрируется по неоднократному участию в разных мероприятиях ботанической школы на природе, по личным «отчетным» работам, представленным на онлайн-конкурсы, эссе и фото в проекте).

Кроме того, при посредничестве ПКО «ВООП» на мероприятиях разного формата выстраивается взаимодействие «любителей» растений разных возрастов с профессиональным сообществом ботаников.

Соревнования «Травознай» и «Древовед», входящие в состав ключевых мероприятий Ботанической школы, представляют оригинальную разработку ПКО «ВООП» и коллег-ботаников из ПГНИУ. Они адресованы всем целевым группам Ботанической школы и предполагают состязание в трех номинациях: школьные команды, семейные команды и индивидуальное участие (только для взрослых). Участники до 12 лет соревнуются в составе семейных команд или со взрослыми руководителями.

Природная территория и локация для организации соревнований на ней должны быть определены с учетом рекомендаций научного консультанта-ботаника после предварительного обследования и составления чек-листа видов травянистых/древесных растений. После согласования необходимо сделать карту местности, которой будут пользоваться участники. Территориями проведения ботанических соревнований «Травознай» в Перми стали ООПТ «Андроновский лес» (2020 г.) и ООПТ «Липовая гора» (2021 г.), а «Древовед» – «Серебрянский парк» в долине р. Данилиха (2020 г.) и ООПТ «Черняевский лес» (2021 г.).

В командном формате в соревнованиях участвуют группы от 2 до 5 человек. При регистрации соревнующиеся получают стартовый набор с карточкой команды, чек-листом растений (может быть фиксированным или открытым, дополняемым), правилами соревнований, а также карту и маршрут. Участники проходят инструктаж по правилам экологически-грамотного поведения на природной территории (особенно ООПТ) и технике безопасности (Пермь и Пермский край находятся в зоне риска в связи с болезнями, переносимыми клещами).

Соревнования включают 2 этапа – «полевой» и «аудиторный». В течение полевого этапа участники перемещаются по природной локации, отыскивают травянистые/древесные растения в соответствии с чек-листом. В исходный чек-лист в нашем регионе оптимально включить

до 20-25 видов древесных растений («Древовед») и 40-50 травянистых («Травознай»). Желательно сделать чек-листы открытыми и предусмотреть возможностью самостоятельного дополнения списка командами по итогам находок. Старт участников на полевом этапе может быть одномоментным или разновременным, однако на поиск и определение растений в природе команды должны потратить не больше оговоренного времени (в нашей практике до 3-х часов). «В поле» участники фотографируют растения и могут сразу приступить к их идентификации. Впоследствии доопределение продолжается на аудиторном этапе, который также ограничен по времени (оптимально, по нашему опыту – 1-2 дня). При идентификации растений разрешено пользоваться справочной литературой – атласами, определителями, справочниками.

Отчетные работы команды представляют в виде набора фотографий травянистых/древесных растений и соответствующего им видового списка растений. После аудиторного этапа жюри оценивает правильность идентификации растений до вида и определяет победителей.

Так как полевой этап соревнований продолжителен, желательно предусмотреть чаепитие для участников на финише. Награждение победителей целесообразно организовать тоже на природной аудитории: по нашему опыту, для таких целей подходят оборудованные визит-центры в городских лесах.

В результате участия в соревнованиях «Травознай» пермяки разных возрастов проверяют уровень своих знаний и компетенций в определении травянистых растений, а при участии в соревнованиях «Древовед» – древесных. Кроме того, участники получают мотивирующий опыт нового, экологически дружественного формата времяпрепровождения на природной территории с применением знаний по ботанике. Обучаясь друг у друга, игроки повышают уровень знаний о видовом составе и идентификационных признаках древесных и травянистых растений и уровень компетенций в их определении. Кроме того, соревнования обладают большим командообразующим потенциалом: в результате мы наблюдаем, как в Перми формируется сообщество замотивированных, любящих ботанику людей.

Библиографический список:

- 1) Быкова С. Пермские леса вплетены в ткань города // Коммерсантъ. 16.10.2018. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3772274>
- 2) Доклад о целях в области устойчивого развития // URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/progress-report/>
- 3) Ефимик Е.Г., Овёснор С.А. Травы лесов города Перми. Атлас-определитель. Пермь, 2018. 200 с.
- 4) Интервью с Еленой Плешковой. «У нас Черняевский лес воспринимают как шашлычную или стадион» // PROPERM.ru. 10.09.2020. URL: <https://properm.ru/realty/news/188975/>
- 5) Овёснор С.А., Молганова Н.А., Василенко В.В. Деревья и кустарники города Перми: справочник. Нижний Новгород, 2019. 225 с.
- 6) Особо охраняемые природные территории // Природа города Перми. URL: <http://www.priodaperm.ru/osobo-ohranyaemye-territorii/0-perpage/>
- 7) Таблица в разделе "Экологический барометр" // Экология города. Состояние и охрана окружающей среды г. Перми. 2019. С. 19.
- 8) ТРАВОЗНАЙ и ДРЕВОВЕД (Пермский край) // URL: https://vk.com/botanic_perm
- 9) Черанева О.С. Тенденция рекреационного развития городских лесов // Экология города. Состояние и охрана окружающей среды г. Перми. 2019. С. 36-37.

К.А. Спиридонова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

K.A. Spiridonova

Perm State University, 614068, Perm, street
Bukireva, 15

e-mail: spiridonovaksenia16@gmail.com

ПРОБЛЕМА ОБРАЩЕНИЯ С ЖИВОТНЫМИ БЕЗ ВЛАДЕЛЬЦЕВ

В данном сообщении рассматривается проблема, которая затрагивает каждого человека, так как животные без владельцев во всем мире огромное количество. И в каждой стране по-своему решается данная проблема. В этом сообщении рассматриваются: биологическая характеристика собаки, животные без владельцев: теоретический обзор, а также опыт обращения с животными без владельцев за рубежом (на примере Германии и Белоруссии), так же в районах Российской Федерации (на примере Казани и Перми) и в районах Пермского края.

Ключевые термины: бездомные и безнадзорные животные; численность; стерилизация; приюты для животных; отлов.

THE PROBLEM OF HANDLING ANIMALS WITHOUT OWNERS

This message addresses a problem that affects every person, since there are a huge number of animals without owners all over the world. And each country solves this problem in its own way. This report discusses: the biological characteristics of dogs, animals without owners: a theoretical overview, as well as the experience of handling animals without owners abroad (for example, Germany and Belarus), as well as in the regions of the Russian Federation (for example, Kazan and Perm) and in the Perm Region.

Keywords: homeless and neglected animals; numbers; sterilization; animal shelters; trapping.

Собака, одомашненное млекопитающее семейство псовых отряда хищных, одно из самых популярных домашних животных [10].

Внешний вид и поведение домашних и диких представителей семейства псовых сильно отличаются. В настоящее время существуют 400 пород собак. Все существующие породы собак выведены тщательного отбора особей с определенными качествами [7].

Каждый владелец собаки должен иметь представление о системах органов собаки и их функциях.

Внешний вид собаки, или особенностей строения отдельных частей тела (стат), называется экстерьером. Стати – это отдельные части тела, форма и размеры которых определяют породные особенности. По размерам представителей семейства можно разделить на 3 группы: мелкие с длиной тела 40–79 см (фенек), средние 80–119 см, крупные 120–160 см (волк). Длина хвоста от 11 до 55 см. Масса тела от 2 кг у фенека до 80 кг у волка. У псовых голова, удлинённая с вытянутой мордой. Клыки большие, островершинные. Хищнические зубы сильно развиты. Щечные зубы относительно низкие, несколько уплощенные, с невысокими тупыми буграми на жевательной поверхности. Уши, как правило, высокие, иногда короткие, вершина их заостренная и лишь изредка округлая. Длина конечностей варьирует от очень длинных (гривистый волк), менее длинных (волк), до укороченных (лисица) и коротких (енотовидная собака). Передние и задние конечности примерно одинаковой длины. Когти не втяжные, слабо-изогнутые, тупые. Волосной покров обычно высокий, густой и пушистый, у южных форм –

более грубый и редкий. Окраска его, как правило, одноцветная – серая, желтоватая, рыжая или черная, иногда с пятнами – белыми, черными и рыжими. Большинство псовых ведет оседлый образ жизни, некоторые совершают дальние, сезонные или нерегулярные кочевки. Передвигаются быстро и ловко, способны догонять добычу во время охоты. Держатся поодиночке, иногда парами, некоторые – семейными группами и стаями, иногда собираясь в значительных количествах [7,8].

Проблемы, связанные с наличием в мегаполисах бездомных животных, весьма актуальны для многих стран. Бездомные животные представляют собой угрозу безопасности населения городов: они являются переносчиками различных инфекционных заболеваний, в том числе бешенства; отдельные стаи собак регулярно нападают на прохожих, домашних животных, животных-компаньонов, пугают детей, уничтожают диких животных, в том числе редкие виды [1].

Не менее актуальны проблемы и безнадзорных хозяйских животных, которые временно, по тем или иным причинам оказались на улице без попечения хозяев. В основном эти проблемы связаны с собаками, в меньшей степени с кошками и значительно реже с другими животными-компаньонами, служебными, лабораторными, домашними животными, а также животными, используемыми в культурно-зрелищных мероприятиях [1].

Бездомные собаки обитают в различных экологических нишах. Бездомные и обитающие в природных и сельскохозяйственных биоценозах изучены лучше, нежели городские. В урбанизированных экосистемах они менее исследованы, хотя здесь происходят частые их контакты с людьми. Экологические и поведенческие особенности собак городских популяций отражают адаптации к специфической и неоднородной среде [5].

Сведения об экологии, поведении и биоценотических связях бездомных собак дают возможность разработки методов регуляции их численности с целью сохранения многообразия дикой фауны. Регуляции численности бездомных собак должна учитывать их экологические и этологические особенности [6].

Животное без владельца – животное, которое не имеет владельца или владелец которого неизвестен. Традиционно домашние животные (собаки и кошки), оставшиеся без попечения людей и не имеющие непосредственного надзора со стороны собственника (владельца), находящиеся на улице или в иных общественных местах без сопровождающего лица. Данные животные могут быть адаптированы или не адаптированы к проживанию в природных или городских условиях, иметь или не иметь признаков собственности, поведения и внешнего вида, которые свидетельствуют о наличии у них владельцев в текущий или предыдущий период времени (ухаживенный вид, демонстрация навыков совместного проживания с человеком и т.д.) [1,2].

Животных без владельца можно разделить на 3 группы: безнадзорные животные (животные, имеющие собственника и оставленные им без присмотра, из числа домашних животных.), бездомные животные (подразумеваются домашние животные, которые не имеют дома или находятся вне границ своего дома и без непосредственного надзора своего владельца) и бродячие животные (которые ведут неоседлый образ жизни или отдельные особи которых способны к дальним выселениям за пределы своих популяций) [2,5].

Так же все бездомные животные условно делятся на 2 группы:

- животные, родившиеся на улице и никогда не бывшие владельческими;
- животные, когда-то имевшие хозяина, но впоследствии оказавшиеся на улице в силу каких-либо причин [1].

Зарубежные и отечественные специалисты выявили основные причины появления на улицах городов бездомных и безнадзорных животных:

1. Безответственность и недостаточно высокий культурно-образовательный уровень многих владельцев домашних животных (животных-компаньонов) и заводчиков.

2. Урбанизация и развитие ветеринарной медицины. Способствуют расширению возможных условий существования, увеличению продолжительности жизни животных и их способности к размножению.

3. Отсутствие системной работы со стороны государственных и муниципальных органов власти по решению проблемы бездомных и безнадзорных животных на уровне городов.

Выделяют несколько основных проблем присутствия на улицах городов бездомных и безнадзорных животных являются: гуманная, санитарно-гигиеническая, социальная, культурная, эстетическая, медико-биологическая [1].

Проблема контроля численности бездомных животных успешно решается только в экономически развитых странах. Западные специалисты используют следующие мероприятия:

- разработка необходимой законодательной базы;
- осуществление государственного контроля;
- взаимодействие органов местной власти и благотворительных общественных организаций;
- обучение и просвещение граждан;
- идентификация приобретаемых животных;
- использование экономических стимулов, косвенно регулирующих численность собак;
- организация стерилизации животных;
- организация приютов;
- стимулирование граждан забирать животных, найденных на улице;
- введение методик «безвозвратный отлов» и/или «отлов – стерилизация – возврат»
- гуманное умерщвление бездомных собак [1].

Специалисты в экономических развитых стран отказались от отлова и умерщвления животных, так как это малоэффективные способы. Для решения данной проблемы был выбран иной путь – превентивная работа по просвещению населения и законодательное урегулирование обращения с животными [1].

Очень жаль, что данная проблема ещё существует в мире. Во всех странах мира специалисты занимаются данной проблемой. Рассмотрим на примере Германии и Белоруссии, а также России.

Рассмотрим опыт решения данной проблемы в Германии. Для решения данной проблемы требуется выполнение трех обязательных условий:

1. Принятие нормативных актов, ограничивающие воспроизводство животных;
2. Проведение Программ стерилизации и работы приютов;
3. Воспитание и просвещение населения [1].

Германия – первая страна мира, которая в мае 2002 г. ввела в Конституцию страны статью о защите животных [1].

В Германии действует закон о защите животных, распоряжение по содержанию собак, законодательно утверждена система приютов. Действующее законодательство поощряет жалобы третьих лиц на безответственных хозяев. Этот закон устанавливает штрафные санкции

в случае нарушения правил обращения с животными. Так же государство стремится регулировать численность рождающихся животных. Она взимает налог на содержание собак. В Германии, как и в других странах, основным методом контроля животных считается стерилизация. Основным принцип работы заключается в «безвозвратном отлове». Найденных животных передают всем желающим. А для лечения душевно больных людей разработаны программы «Животные помогают людям». Государство совместно с общественными организациями и приютами воздействуют на общественное мнение, ориентирует людей на приобретение беспородных собак и кошек из приютов. Основным механизмом государственного урегулирования численность безнадзорных и бродячих собак является безвозвратный отлов, помещение в приют, передержка и эвтаназия для особей, которых не удалось передать новым владельцем или в частные приюты, где они могут содержаться пожизненно [1].

В 2001 г. Советом Министров Республики Беларусь были утверждены «Правила содержания домашних собак и кошек, а также отлова безнадзорных животных». В 2002 г. вступило в силу решение Минского городского совета депутатов «О сборе с владельцев собак и утверждении Правил содержания домашних собак и кошек, а также отлова безнадзорных животных в Минске». В 2004 г. в Минске был создан «Пункт отлова и временного содержания безнадзорных животных». Отловленных животных, которые раньше уничтожали сразу, стали содержать в вольерах не менее 5 суток. Большую роль в этом сыграли: социальная реклама в СМИ; служба поиска хозяев потерянных животных, система идентификации владельческих животных с помощью микрочипов; создание единой базы данных животных [1].

В России высокая численность и плотность бродячих животных во многих городах создает значительные проблемы для жителей этих городов. В России законодательная база для решения проблемы недостаточна. На уровне регионов и муниципалитетов крайне ограничено финансирование мероприятий по регулированию численности безнадзорных животных, практически не ведутся исследования по реальной численности животных [1,4].

Рассмотрим опыт решения данной проблемы на примере Казани и Перми.

В Казани действует метод ОСВ. И по последним публикациям доказывают несостоятельность мнения об эффективности метода ОСВ – отлов, стерилизация, возврат в места прежнего обитания. Предполагалось, что стерилизованные бродячие собаки станут естественными ограничителями роста численности бродячих собак, т.к. не допустят новых особей на свою территорию и сами не принесут потомства. Очевидно, что стерилизованное животное становится неконкурентоспособным. Такая собака не может отстаивать свою территорию от других собак. Стерилизованные в Казани службой отлова бродячих животных, созданной в 2005 году при Департаменте внешнего благоустройства города, бродячих собак не могут решить проблемы в принципе. Основной формой работы с безнадзорными владельческими и бродячими животными в западных странах является безвозвратный отлов. Это может быть усыпление для тех животных, которым невозможно найти хозяина, в случае если их дальнейшее содержание препятствует приёму в приют новых животных. На сегодняшний день, горожане, предприятия, организации, имеющие собак, не соблюдают Правил их содержания, а органы местного самоуправления, жилищно-эксплуатационные службы, службы санитарно-эпидемиологического и ветеринарного надзора, органы внутренних дел не осуществляют должного контроля над их соблюдением [9].

Для Пермского края, как и для большинства регионов России, важной проблемой остаётся наличие животных без владельцев на улицах городов и сельских поселений. Безнадзорные животные зачастую являются переносчиками заболеваний и причиной других опасных

для человека явлений. Нередко жители края страдают от покусов, которые наносятся безнадзорными животными. В декабре 2018 г. принят Федеральный закон № 498-ФЗ «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – Закон об ответственном обращении с животными), положениями которого устанавливаются обязательные требования к содержанию и использованию, в том числе животных без владельцев. По данным администрации г. Перми, источниками пополнения безнадзорными собаками территорий города являются временно потерявшиеся, сбежавшие домашние животные (в основном собаки), брошенные (примерно 15%), нерегулируемое естественное размножение безнадзорных собак, миграция безнадзорных животных с территорий, прилегающих к г. Перми. Факторами, влияющими на появление и наличие животных без владельцев на территории г. Перми, являются отсутствие системы учёта домашних животных, круглогодичный избыток доступного корма и укрытий [3].

На территории Пермского края действует Закон Пермского края от 29 февраля 2016 г. № 612-ПК «О передаче органам местного самоуправления Пермского края отдельных государственных полномочий по организации мероприятий при осуществлении деятельности по обращению с животными без владельцев». В соответствии с требованиями Закона о передаче отдельных государственных полномочий органам местного самоуправления муниципальных образований Пермского края переданы отдельные государственные полномочия по организации отлова животных без владельцев, транспортировки и немедленной передаче их в приюты для животных, содержанию животных без владельцев в приютах для животных, возврату потерявшихся животных их владельцам, а также поиску новых владельцев поступившим в приюты животным без владельцев, возврату животных без владельцев, не проявляющих немотивированной агрессивности, на прежние места их обитания [3].

В городе Перми обитают в естественных условиях среды, более 6 840 собак. Животные имеют свободный доступ к кормовой базе, в связи, с чем их численность стабилизирована в последние годы и в отдельные месяцы увеличивается в связи с приплодом. Программы стерилизации и помещение собак в приюты компенсируют естественный рост числа бездомных животных [4].

Проблема брошенных и оказавшихся бездомными бывших домашних животных существует во всем мире не один десяток лет [4]. В каждой стране используют свои методы с безнадзорными животными. Где-то справляются меньше 10 лет, а где-то и десятилетиями. Но в каждой стране уменьшается численность бездомных, безнадзорных животных.

Библиографический список

1. *Акимов В.А.* Безнадзорные животные. Основные проблемы и пути решения. Пермь: Гармония, 2010. 48 с.
2. *Беляева Ю.В., Королева Т.В.* Методическое пособие по работе с безнадзорными животными на территории РФ. М.: Экология человека, 2020. 59 с.
3. *Кульневская М.Н., Киселёв Д.С.* Реализация требований законодательства в области обращения с животными без владельцев на территории Пермского края // Пермский институт ФСИН России, 2021. С. 229–232.
4. *Май И.В., Максимова Е.В.* Медико-биологические аспекты обитания бродячих животных в крупном городе (на примере г. Перми) // Вестник Пермского университета. 2017. С. 341–346.

5. Поярков А.Д., Верецагин А.О., Богомолов П.Л. Исследование популяции бездомных собак (*Canis familiaris*) на территории Москвы. Сообщение 1 // Зоологический журнал, 2011, том 90, №4. С. 498–504.
6. Рахимов И.И., Шамсувалеева Э.Ш. Этологическая структура популяции и особенности экологии бездомных собак в г. Казани // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2008. Т. 3. № 2(8). С. 140–142.
7. Фатеева Е.И. Все о собаке. Москва: Лада, 2004. 480 с.
8. Шалабот Н.Е., Пастухова Л.А., Тихонова Т.В., Ефимик В.Е., Демидов В.В., Михайлюк А.Д. Экология Собаки домашней: Учебное пособие. Пермь: ПВИ ВВ МВД России, 2013. 290 с.
9. Шамсувалеева Э.Ш., Рахимов И.И. Особенности экологии бездомных собак в условиях города Казани и его окрестностей. Казань: Новое знание, 2013. 168 с.
10. Энциклопедия Кругосвет. Собака. URL: <https://www.krugosvet.ru/enc/biologiya/sobaka>. (дата обращения: 01.03 22).

Т.С. Чечкина

Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

T.S. Chechkina

Perm State University, 614068, Perm,
street Bukireva, 15

e-mail: t.chechkina@list.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

В сообщении дан обзор на современные методы обращения с отходами производства и потребления. Приводится краткая история проблемы, классификация и свойства отходов. Рассматриваются примеры методов управления отходами зарубежных стран, Российской Федерации, а также Пермского края. Также описаны актуальные проблемы в области обращения с отходами производства и потребления, одной из которых является утилизация одноразовых масок во время пандемии.

Ключевые термины: отходы; утилизация; переработка; вторичное сырье; захоронение; сжигание; пластик.

MODERN METHODS OF WASTE MANAGEMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION

The report provides an overview of modern methods of waste management of production and consumption. A brief history of the problem, classification and properties of waste are given. Examples of waste management methods from foreign countries, the Russian Federation, and the Perm Region are considered. It also describes current problems in the field of waste management of production and consumption, one of which is the disposal of disposable masks during a pandemic. Keywords: waste; recycling; recycling; secondary raw materials; burial; incineration; plastic.

Отходы – атрибут любой действующей производственной системы. Накапливаемые в сфере антропогенеза, они определяются как «остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий и продуктов, которые образовались в процессе производства и потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства».

Проблема отходов появилась еще в доиндустриальном обществе – люди средневековья использовали органические отходы для корма домашних животных, а остатки располагали в выгребные ямы и покрывали землей. По мере роста и развития городов, появлялись новые виды отходов. Основным способом избавления от отходов было захоронение под тонким слоем земли. Только во второй половине XX века появились новые подходы, согласно которым отходы используются в качестве вторичного сырья [5].

Отходы в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду делятся, в соответствии с критериями, установленными федеральным органом исполнительной власти, на пять классов опасности [7]:

- I класс – чрезвычайно опасные отходы;
- II класс – высокоопасные отходы;
- III класс – умеренно опасные отходы;
- IV класс – малоопасные отходы;
- V класс – практически неопасные отходы.

К свойствам отходов, повышающим их экологическую опасность, относятся [5]: растворимость, нестабильность, летучесть, склонность к пылеобразованию.

Увеличение численности населения приводит к нерациональному использованию земельных ресурсов. Появляются отходы, которые в дальнейшем засоряют окружающую среду.

По мнению ученых, каждый день Земля получает пять с половиной миллионов тонн мусора. С каждым годом это число увеличивается. Загрязняются водоемы, почва и атмосфера. И если проблему утилизации отходов никак не решать, жизнь на планете через несколько десятков лет может прекратиться, поэтому в первую очередь важно обратить внимание на управление и поиск путей развития переработки в городах, на производствах, в жилых районах. Методы утилизации – это действия, направленные на избавление от мусора, которые соответствуют экологическим требованиям [3].

Во многих развитых странах существует программа трех R – reduce, reuse and recycle (сокращение, повторное использование, переработка). Цель состоит в том, чтобы увеличить переработку отходов и уменьшить количество свалок. Следуя этим трем правилам, граждане узнают, как многократно использовать многие вещи вместо того, чтобы их выбрасывать, а также сортировать мусор. Задача правительств заключается в увеличении количества перерабатываемых отходов и сокращении числа свалок [6].

Наращение проблемы отходов в России и безвозвратная потеря ценных ресурсов требовали особого внимания со стороны органов власти. В России образуется более 15 миллионов тонн макулатуры в год, из них пригодны для переработки 12 миллионов тонн. Переработка осуществляется в основном изготовлением макулатурного тарного картона. Еще один потребительский сегмент – санитарно-гигиенические изделия (туалетная бумага, полотенца). Существуют способы производства кровельных материалов, эковаты, литевых бумажных изделий и т.п. Также в Российской Федерации имеются компании, занимающиеся сбором и транспортировкой стеклобоя, насчитывается около 80 предприятий по переработке электронных отходов. В России принято захоранивать и/или складировать отходы на полигонах, потому что практически отсутствуют заводы, которые могли бы соблюдать весь цикл переработки [1].

Образование и накопление отходов производства и потребления – одна из наиболее значимых экологических проблем Пермского края. По информации Федеральной службы по надзору в сфере управления природными ресурсами, на данной территории ежегодно образуется более 40 миллионов тонн отходов в год [4]:

На территории города Перми раздельное накопление отходов осуществляется несколькими способами [4]:

- в контейнеры, установленные на местах накопления отходов, жителями города складировается макулатура, пластик, стекло, металлы и т.д.;
- в контейнеры, установленные около торговых центров;
- в пунктах приема/закупа вторичного сырья принимается от населения и юридических лиц бумага, картон, различные виды пластика, стеклянные отходы, ветошь, отходы черных и цветных металлов, электронное оборудование;
- на территории некоторых организаций и предприятий также организован современный способ накопления отходов.

На сегодняшний день существует несколько методов утилизации отходов: захоронение, сжигание и переработка. Из трех способов только рециклинг не оказывает негативного влияния на окружающую среду. Огромные по площади территории земли выделяют под полигоны для захоронения отходов. В то же время в Российской Федерации действуют сотни нелегальных свалок, производятся несанкционированные выбросы токсичных веществ в атмосферу и гидросферу, загрязняются поверхностные грунты, вследствие чего погибает животный и растительный мир.

К преимуществам мусоросжигательных заводов в сравнении с иными методами по переработке отходов можно отнести:

– резкое сокращение количества мусора: в зависимости от типа мусора – на 80 – 95%. Из этого следует, что требуются незначительные площади для захоронения мусора, меньше земли занимают свалками;

– производство тепловой и электрической энергии.

К недостаткам мусоросжигательных заводов относятся:

– дым, который образуется при сжигании. Помимо углекислого газа он может содержать диоксины, канцерогены, тяжелые металлы и химические соединения. Большинство из них не только ядовиты, но и порождают смертельные болезни;

– зола может иметь в своем составе тяжелые металлы, яды и вредные вещества.

Все больше людей задумываются о переработке отходов, звучит мысль о так называемой циркулярной экономике. То есть экономике, при которой характерна минимизация потребления первичного сырья. Кроме того, циркулярная экономика подразумевает разработку и распространение продукции, имеющей большую вероятность повторного использования.

Одним из шагов к циркулярной экономике является использование отходов как вторичных ресурсов. Современному обществу необходима система раздельного сбора и переработки отходов. Во многих странах она уже работает, в России же эта проблема остается нерешенной, что во многом связано с несформированностью у населения культуры раздельного сбора мусора [2].

Пандемия коронавируса, вызвавшая всемирный кризис здравоохранения, имеет очевидные последствия, в частности, становится серьезной угрозой для окружающей среды. За последние годы увеличилось использование средств индивидуальной защиты: ежемесячно по всему миру используется около 129 миллиардов одноразовых масок и 65 миллиардов перчаток [10]. Такой большой расход масок несет за собой негативные последствия как для населения, так и для окружающей среды. Таким образом, COVID-19 породил еще одну вспышку: всемирное возрождение одноразового пластика [9].

В связи с этим следует отметить, что переработка средств индивидуальной защиты без надлежащей стерилизации может привести к увеличению распространения вируса. Стерилизация медицинских отходов с помощью автоклавирования, обработки микро- и радиоволнами, химической дезинфекции гарантирует снижение риска передачи вируса от использованных средств индивидуальной защиты (СИЗ) и других пластиковых отходов [8]. На данный момент перед деятелями науки стоит задача по поиску новых способов утилизации и переработки средств индивидуальной защиты. Активно ведется поиск возможностей их применения. Некоторые из способов вторичного использования СИЗ представлены в таблице.

Таблица

Способы вторичного использования СИЗ в разных странах [11]

<i>Страна</i>	<i>Применение</i>
Великобритания	Стулья, ящики для инструментов
Япония	Судовые контейнеры, пластиковые пиломатериалы
Индия	Кирпичи, биотопливо
Испания	PLA нити для 3D принтеров

Проведенный обзор позволяет сделать следующие выводы. Методы управления отходами активно применяются в решении проблемы загрязнения окружающей среды. Основными задачами этих методов являются сокращение количества отходов как промышленных, так и коммунальных, уменьшение объема отходов, перевозимого на полигоны для захоронения, использование отходов в качестве вторичного сырья.

Библиографический список

1. Гнетов Е.М., Митина Н.Н. Утилизация промышленных отходов в России и в мире: проблемы и решения // Деловой журнал *neftegaz.ru*. 2020. №3. С.99–105.
2. Коростелева Н.В, Лепехина С.А. Обращение с твердыми коммунальными отходами: существующие проблемы и пути решения // Вестник волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. №3. С. 97–107.
3. Костренко П.В., Русина В.В. Альтернативные варианты переработки отходов производства и потребления в городах России // Экологические риски антропогенных загрязнений биосферы. 2020. С.185–186.
4. *Обращение с отходами*. URL: <https://www.gorodperm.ru/actions/jkh/Razvitie%20infrastrukturi/toclean/> (дата обращения: 07.03.22).
5. *Отходы производства и потребления. Основные понятия и определения*, 2021. URL: <https://moodle.kstu.ru/mod/page/view.php?id=96598> (дата обращения: 05.02.22).
6. Раксина А. От отходов на улицах до глубокой сортировки: мировой опыт борьбы с мусором. URL: https://tass.ru/спец/mirovoi_musor (дата обращения: 07.02.22).
7. *Федеральный закон «Об отходах производства и потребления»* от 24.06.1998 N 89-ФЗ (последняя редакция). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/7243eae6242e49089f4e8192566463c014f87bd8/ (дата обращения: 05.02.22).
8. Чистякова Е.В., Виноградова О.Н. Куда пропадают одноразовые маски? // Дни науки и инноваций НОБГУ. 2021. С.194–198.
9. Шалдина М. Проблемы утилизации одноразовых средств индивидуальной защиты в период пандемии вируса Covid-19 // Устойчивое развитие цифровой экономики, промышленности и инновационных систем: Сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием. СПб: 2020. С. 253–255.
10. Joana C. Prata, Ana L.P. Silva, Tony R. Walker, Armando C. Duarte, Teresa Rocha-Santos. COVID-19 Pandemic Repercussions on the Use and Management of Plastics // *Environmental Science & Technology*. 2020. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32531154/> (дата обращения 07.03.22).
11. Whitehead D. Recycling Technology Turns COVID-19 PPE into Reusable Plastic Blocks. URL: <https://news.sky.com/story/covid-19-game-changing-ppe-recycling-technology-turns-masks-and-gowns-into-school-chairs-12273756>. 2021 (дата обращения 07.03.22).

Научное издание

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Материалы Всероссийской школы-семинара,
посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка
(21-22 апреля 2022 года, г. Пермь)

Издается в авторской редакции
Компьютерная верстка: *С. В. Баландин*

Объем данных 12,3 Мб
Подписано к использованию 20.04.2022

Размещено в открытом доступе
на сайте www.psu.ru
в разделе НАУКА / Электронные публикации
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15