

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ  
ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ»

---

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ЭКОЛОГИИ  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Сборник трудов  
XXV Международной  
научно-практической конференции**

*В двух томах*

**ТОМ 1**

*Москва, 26–28 апреля 2024 г.*

**Москва  
2024**

УДК 574:502/504:59(063)  
ББК 20.1+28.08  
A43

У т в е р ж д е н о  
РИС Ученого совета  
Российского университета  
дружбы народов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ответственный редактор –  
кандидат физико-математических наук, доцент *Т.Н. Ледащева*

Члены редколлегии:  
доктор экономических наук, профессор *М.М. Редина*;  
кандидат технических наук, профессор *Е.В. Станис*;  
кандидат биологических наук, доцент *Е.А. Парахина*

**A43      Актуальные проблемы экологии и природопользования** : сборник научных трудов XXV Международной научно-практической конференции : в 2 томах. Москва, 26–28 апреля 2024 г. – Москва : РУДН, 2024.  
ISBN 978-5-209-11853-4  
Том 1. – 518 с. : ил.  
ISBN 978-5-209-11854-1 (т. 1)

Сборник содержит материалы научных докладов двадцать пятой международной конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования», в институте экологии Российской университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы. В работе конференции принимали участие ученые, преподаватели, аспиранты и студенты российских и зарубежных вузов, а также сотрудники научно-исследовательских учреждений и производственных предприятий. В первый том сборника вошли материалы докладов, представленных в секциях «Популяционная экология и экология сообществ», «Геоэкология и природопользование», «Почвенные аспекты рационального природопользования»

ISBN 978-5-209-11854-1 (т. 1)  
ISBN 978-5-209-11853-4

© Коллектив авторов, 2024  
© Оформление. Российской университет  
дружбы народов, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВСТУПЛЕНИЕ .....</b>	<b>14</b>
<b>ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ</b>	
Болтнев А.И., Корнев С.И., Болтнев Е.А., Михайлов А.И. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСЛЕЖИВАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МЕЧЕНЫХ САМОК МОРСКИХ КОТИКОВ НА О. БЕРИНГА	16
Булавина М.К., Lu Y.-H., Зимин А.А. ОПЫТЫ ПО БИОАККУМУЛЯЦИИ БАКТЕРИОФАГА Т4 ДВУСТВОРЧАТЫМИ МОЛЛЮСКАМИ <i>UNIO PICTORUM</i> И <i>ANODONTA CYGNEA</i> ( <i>UNIONIDAE</i> , <i>UNIONIDA</i> , <i>BIVALVIA</i> ).	26
Быхалова О.Н., Кудактин А.Н. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАПОВЕДНИКА УТРИШ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СТАТУСА	32
Вагапов Б.Т., Ибрагимова К.К., Архипова Н.С. ВЛИЯНИЕ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ Г. КАЗАНИ НА АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ СПЕКТР	41
Василевская А.А. ГОРОДСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ И ПТИЦЫ: ПРИМЕРЫ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО И ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ	45
Васильев Д.В. КАЧЕСТВО СЕМЯН У ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ РАЙОНОВ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	49
Ветлужских С.Д., Нигматуллин Н.М., Смирнов А.А., Фролова Л.А. ТАФОЦЕНОЗЫ CLADOCERA РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМОВ ОСТРОВА СРЕДНИЙ (КЕРЕТСКИЙ АРХИПЕЛАГ, КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ БЕЛОГО МОРЯ)	53

Гасанова Д.А., Растрига Н.В., Смирнов С.А., Климов Д.А., Левашов П.А.	
ЗАВИСИМОСТЬ ОТ РН УСТОЙЧИВОСТИ К ФЕРМЕНТАТИВНОМУ ЛИЗИСУ	
РАЗЛИЧНЫХ БАКТЕРИЙ ГЕОСИСТЕМЫ ПОЧВ	59
Дмитриев П.А., Козловский Б.Л., Дмитриева А.А.	
ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ФЕНОЛОГИИ	
<i>PLATYCLADUS ORIENTALIS</i> (L.) FRANCO	63
Достовалова Д.А., Глухов А.З., Подгородецкий Н.С., Жуков С.П.	
МОНИТОРИНГ ФИТООПТИМИЗАЦИИ ЛАНДШАФТНОГО ТЕХНОГЕННОГО НОВООБРАЗОВАНИЯ	69
Жмылев П.Ю., Климович О.Р., Коваленко М.А., Лазарева Г.А.	
ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ДУБНА	77
Жмылев П.Ю., Коваленко М.А., Морозова О.В. О РАЗНООБРАЗИИ ПСЕВДО-ОДНОЛЕТНИКОВ	82
Занина М.А.	
НОВЫЕ МЕСТООБИТАНИЯ И СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ <i>HYACINTHELLA LEUCORHAEA</i>	
В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИХОПЁРЬЯ	87
Игнашев Н.Е., Рахимов И.И., Леонова Т.Ш.	
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВРАНОВЫХ ( <i>CORVIDAE</i> ) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	92
Калинина А.В.	
СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ВИДА <i>PLANTAGO MAJOR</i> L. В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЭКОТОПАХ Г.МАКЕЕВКИ	99
Кашкаров Р.Д., Митропольская Ю.О.	
ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ УЗБЕКИСТАНА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ФАУНИСТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ	103

Козловская О.В., Ильина В.Н., Митрошенкова А.Е., Машенко З.Е., Амосова А.А.	
К СОСТОЯНИЮ ТЕРРИТОРИИ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ СПИРТОВОЙ БАРДЫ В С. РОЖДЕСТВЕНО (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ, РФ)	114
Красновская И.Д. СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ РТУТИ В МЫШЦАХ РЕЧНОГО ОКУНЯ ( <i>PERCA FLUVIATILIS LINNAEUS, 1758</i> ) ИЗ ОЗ. ВОЖЕ (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)	119
Кудактин А.Н., Ромашин А.В., Самсонов С.Д. ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКСТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ГОРНОЛЫЖНЫХ КУРОРТОВ ДЛЯ ОХРАНЯЕМЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАВКАЗСКОГО ЗАПОВЕДНИКА И СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА	123
Лихачёв Е.Д., Трофимов И.Н., Осипова Г.С., Боков Д.А., Дёмина Л.Л. К ПРОБЛЕМЕ РЕГУЛЯЦИИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ПРО- И ЭУКАРИОТ В СИСТЕМЕ ПАРАЗИТ-ХОЗЯИННОГО СИМБИОЗА: УЧАСТИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ МАКРООРГАНИЗМА	128
Макаров М.В. ФАУНА МОЛЛЮСКОВ В НЕКОТОРЫХ БИОТОПАХ ВЕРШИННОЙ ЧАСТИ БУХТЫ КРУГЛАЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)	133
Медведева А.Д. ФЛОРА ВОЛЖСКОГО РАЙОНА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ	137
Мирненко Н.С. АНАЛИЗ ПЫЛЬЦЕВЫХ СПЕКТРОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ Г. ДОНЕЦКА	143
Мирненко Э.И. БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕТОВ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ	148

Молева М.Д., Сорокина Д.С., Тимошкин А.А. УССУРИЙСКИЙ КРОТ КАК УЧАСТИК НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ В ПОДЗЕМНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ	153
Нигаматзянова Г.Р., Федорова И.В., Смирнов А.А., Фролова Л.А. ЗООПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАССЕЙНОВ РЕК ОБЬ И ЕРКУТА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)	157
Нигматуллин Н.М., С.Д. Ветлужских, Смирнов А.А., Фролова Л.А. АНАЛИЗ ОСТАТКОВ CLADOCERA (CRUSTACEA) В ТАФОЦЕНОЗАХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА НЕЙТО- МАЛЬТО (ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ, РОССИЯ)	163
Парахина Е.А., Руднева М.А. РЕДКИЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ТЕПЛЫЙ СТАН»	171
Полынова Г. В., Полынова О.Е., Ишкина Р.И., Вязникова А.Д. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВОГО СОСТАВА ФЛОРЫ ОСНОВНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПЕСЧАНОГО МАССИВА САРЫКУМ	176
Прохоров С.М. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА БИОТУ ПОЙМЕННЫХ ВОДОЁМОВ ВЕРХОВИЙ РЕКИ ХОПЁР	180
Рабазанов Н.И. Смирнов А.А., Бархалов Р.М. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕЩА <i>ABRAMIS BRAMA</i> СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АГРАХАНСКОГО ЗАЛИВА КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ИЗМЕНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	185
Рахимов И.И., Игнашев Н.Е., Муртазин А.Р. ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ КАЗАНИ И ОСОБЕННОСТИ ОРНИТОЦЕНА ОКОЛОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРОДА	190
Реут А.А., Узянбаева Л.Х. ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ВИДОВ РОДА <i>DIANTHUS</i> L.	195

Сафонов А.И. ФИТОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДОНБАССА	199
Смирнова М.В., Койгерова А.А., Денисов Д.Б., Смирнов А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i> КАК ТЕСТ-МОДЕЛИ ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ВОДЫ	204
Солнцева С.А., Петрова В.В., Шапкин О.А. ПИТАНИЕ РЫЖЕЙ ВЕЧЕРНИЦЫ ( <i>NYCTALUS NOCTULA</i> ) НА ТЕРРИТОРИИ ДАРВИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ).	208
Сорокина Д.С., Молева М.Д., Тимошкин А.А. СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ РТУТИ В ПРИМОРСКОМ И ОЗЁРНОМ МАНЬЧЖУРСКОМ ГОЛЬЯНАХ	213
Сорокина Д.С. КОРМОВОЙ СПЕКТР ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ЛЕСНОГО КОТА <i>PRIONAILURUS BENGALENSIS EUPTILURA</i> (ELLIOTT, 1871) НА ЮГЕ СИХОТЭ-АЛИНЯ	217
Сурнина Т.А., Сиргалина Д.Р., Аринина А.В. СТРУКТУРА ОРНИТОЦЕНОЗА КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	221
Танцырев Н.В., Андреев Г.В., Петрова И.В., Иванова Н.С. ИЗМЕНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНКУРЕНЦИИ ДРЕВОСТОЯ НА ПОДРОСТ <i>PINUS SIBIRICA</i> В ПРОЦЕССЕ ПОСЛЕПОЖАРНЫХ СУКЦЕССИЙ В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНИКАХ УРАЛА	228
Темирбеков Р.О., Мусаев А.К., Исаилова И.О. ДОМИНИРУЮЩИЕ ПРОМЫСЛОВЫЕ ВИДЫ РЫБ В ВОДОЕМАХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН	233
Tesema Abraham Y. REVIEW ON SPECIES DIVERSITY RICHNESS AND DISTRIBUTION OF HERPETO-FAUNA IN SIX AGRO-ECOLOGICAL ZONES (AEZ) OF ERITREA	237

Тимошкин А.А., Сорокина Д.С., Молева М.Д. К ПРОБЛЕМЕ УЧАСТИЯ АМФИБИЙ В НАКОПЛЕНИИ РТУТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В НАЗЕМНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ	241
Уланова Н.Г. МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПОСЛЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ «КАТАСТРОФ» В ЕЛЬНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ	246
Холмогорова Н.В., Мухин И.А. МАКРОЗООБЕНТОС РЕКИ УЗГИНКИ (ПРИТОК КАМЫ 3-ГО ПОРЯДКА)	251
Шелоп В.В., Смирнова Е.Б. РЕСУРСНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАРОСЛЕЙ КРОВОХЛЁБКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В МЕЖДУРЕЧЬЕ ХОПЁР-ВОРОНА	256
Шиповалов А.Г., Кочина В.А., Кирика С.А. НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ОХРАНЯЕМЫХ И РЕДКИХ ВИДАХ МИКОБИОТЫ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	261
Шиповалов А.Г., Пакляшова Н.А. ОПЫТ ВЕДЕНИЯ МИКОЛОГИЧЕСКОГО УЧЕТА НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ «1С ПРЕДПРИЯТИЕ»	271

## **ГЕОЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕОЭКОСИСТЕМ**

Аимбетов И., Доспанов Р. ОЦЕНКА МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГРУНТОВЫХ ВОД ДЕЛЬТЫ АМУДАРЬИ НА ПРИМЕРЕ ХОДЖЕЙЛИЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН	279
Антохина В.А., Максимова О.А., Киреев П.Е. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СНИЖЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА, ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС (НА ПРИМЕРЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ)	285
Асцатрян К.Ш., Пыстин В.Н. ОБСЛЕДОВАНИЕ МАЗУТНОГО ОЗЕРА НА ПОЛИГОНЕ «ЗУБЧАНИНОВКА»	290

Бердникова Т.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЯМОГО СПЕКТРАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	296
Богданов В.Л., Головин П.Н., Гарманов В.В. МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ АГРОЛАНДШАФТОВ ПО ПРИЗНАКАМ ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ НАРУШЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ	301
Васейкина Н.А., Медведков А.А. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В МОНОГОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ Г. КИРОВСКА МУРМАНСКОЙ ОБЛ.)	309
Воробьев А.Ю., Локтеев Д.С., Бургов Е.В., Балобина А.А., Кадыров А.С. ТРЕХМЕРНЫЕ МОДЕЛИ БЕРЕГОВ РЕКИ ОКИ И ИХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ	315
Гали-Гали Д.Р. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ НА ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО МЕТОДАМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ	321
Грищенко М.Ю., Григорян А.Г., Алдошин И.А., Липовецкая М.А., Крылова А.А., Подгорный О.М. ИЗУЧЕНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПОДГОРНОЙ РАВНИНЫ ХРЕБТА ДОКУЧАЕВА (ОСТРОВ КУНАШИР, БОЛЬШАЯ КУРИЛЬСКАЯ ГРЯДА)	327
Гусарова Д.С., Яблонская Д.А., Липатникова О.А., Лубкова Т.Н., Филатова О.А. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ РОДНИКОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)	333
Ерёменко Д.К., Гармышев В.В. МОНИТОРИНГ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ	338

Жигалин А.Д., Архипова Е.В. ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА ГОРОДОВ И ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ	342
Зарипова К.М., Тихонова Д.А. ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОПЛАСТИКА В РЫБЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА	347
Igwe Emmanuel THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE IN GLOBAL FOOD CROP PRODUCTION	352
Клубов С.М., Третьяков В.Ю. ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ СТОКА ОБЩЕГО АЗОТА И ФОСФОРА В НЕВСКУЮ ГУБУ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КРАСНЕНЬКАЯ И ДУДЕРГОФСКОГО КАНАЛА)	355
Колпакова И.В. СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СИБАЙСКОГО ГОРНОРУДНОГО КОМПЛЕКСА	361
Лебедев И.В., Каманина И.З. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ АКТИВНОГО БИОМОНИТОРИНГА В ГОРОДЕ ЛИПЕЦК	365
Могилёва Е.Е., Кирилюк С.Е. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА АФРИКИ	370
Морено Перес Даниэль Александро, Кочетков С.Н., Мазин Г.М., Мазина С.Е. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДВУХ ЭКСКУРСИОННЫХ ПЕЩЕР РЕСПУБЛИКИ КРЫМ	377
Мурадов Ш.О. КЛИМАТЫ ПРОШЛОГО И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭВОЛЮЦИЮ ЖИЗНИ	384

Неспирный В.Н., Сафонов А.И. МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ ДОНБАССА	391
Никитин О.В., Степанова Н.Ю., Губеева С.К., Кузьмин Р.С., Латыпова В.З. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА НАД АКВАТОРИЕЙ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	397
Ратникова О.Н., Ракович В.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНОГО ВОЗРАСТА БОЛОТА ЕЛЬНИЯ РАДИОУГЛЕРОДНЫМ МЕТОДОМ	402
Рысин И.И., Григорьев И.И., Пермяков М.А. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЭРОЗИОННЫХ И РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТИИ	406
Сибгатулина А.Р., Алейникова А.М. АНАЛИЗ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА КИРОВСКА	412
Сибгатуллина М.Ш., Валеева Г.Р. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТАТАРСТАНА	418
Сидорова М.В., Ясинский С.В. ОЦЕНКА БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЧНОГО СТОКА В БАССЕЙНАХ ВОДОХРАНИЛИЩ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ И КАМЫ ПО ДАННЫМ КЛИМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	424
Стурман В.И., Логиновская А.Н. СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И ОКРЕСТНОСТЯХ	429
Шанина В.В. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МАССИВА ТУФОВ ПАУЖЕТСКОГО ГЕОТЕРМАЛЬНОГО РАЙОНА (КАМЧАТКА)	434

Швецова М.С., Каманина И.З., Зиньковская И. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН МОСКВЫ НА ОСНОВЕ СУММАРНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (ZC)	440
Широков Р. С. ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДИНАМИКИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ЯМАЛА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ	448
Шушанян Г.А., Пыстин В.Н., Савин К.А. ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ	453
Щербакова Е.С. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ИВАНОВО	457

### **ПОЧВЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Бондарева Л.Г., Федорова Н.Е. БЕНЗОВИНДИФЛУПИР – СИСТЕМНЫЙ ФУНГИЦИД: ПОВЕДЕНИЕ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ОЦЕНКА РИСКОВ	466
Готина А.А. ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВ	471
Кряжева Е.Ю., Лаптева Е.М., Сератирова В.В., Пильник Ю.Н. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ г. УХТЫ)	477
Леонтьева К.А., Назаров С.И., Романовская К.С. ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕРЫ НА ПОЧВЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	480
Марахова Н. А. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	485

Неведров Н.П., Кузнецова Е.А., Довидович Е.Д. ЦИКЛ УГЛЕРОДА В ЭКОСИСТЕМАХ С НАТИВНЫМИ И АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫМИ ТЕМНО-СЕРЫМИ ПОЧВАМИ	490
Никоноров М. М., Макарова Ю.В. РОЛЬ АВТОТРАНСПОРТА В ЗАГРЯЗНЕНИИ УРБАНОЗЕМОВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ	495
Прохорова Н.В., Рязанова Я.А., Кузовенко О.А. МЫШЬЯК В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ СТЕПНЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ	500
Савин И.Ю., Березуцкая Э.Р. ЗАКОНОМЕРНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОМБИНАЦИИ НАЗЕМНОГО ПОКРОВА И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ	505
Халикова Л.В., Помогайбин А.В., Кавеленова Л.М. ВЛИЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО МИКРОБИОМА	513

## ВСТУПЛЕНИЕ

Конференция "Актуальные проблемы экологии и природопользования" – одна из первых в России конференций экологической тематики – впервые была проведена в 1999 году на экологическом факультете Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы (ныне – Институт экологии), созданном всего за 4 года до этого и ставшим первым в России факультетом, реализующем системное экологическое образование. По результатам конференции был опубликован сборник аннотаций докладов и принято решение проводить конференцию ежегодно. Статус международной конференция получила в 2012 году.

Традиционно направления работы конференции охватывают широкий спектр вопросов экологии и природопользования и смежных с ними – мониторинг состояния компонент окружающей среды различными методами, анализ влияния деятельности человека на окружающую среду, технологии сокращения этого влияния и ремедиации территорий, вопросы экологии человека, ресурсной и продовольственной безопасности, а также социальной экологии, государственной политики в сфере охраны окружающей среды и экологического воспитания и образования. Участие в конференции принимают ученые, преподаватели, аспиранты и студенты российских и зарубежных вузов, а также сотрудники научно-исследовательских учреждений и производственных предприятий.

В 2024 году конференция прошла традиционно в апреле, приуроченная к Дню Земли. Соорганизаторами конференции стали: Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского; ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» (НЦМУ «Агротехнологии будущего»);

Всероссийский научно-исследовательский институт карантина растений (ВНИИКР); Институт зоологии КН МОН Республики Казахстан; Научно-исследовательский центр «Экология и водные проблемы» Каршинского инженерно-экономического института (Узбекистан); Самаркандский государственный университет (Узбекистан); Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий; Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета; Хаарарский технологический институт (Зимбабве); Аграрный университет Гаваны (Куба); Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина (Кыргызстан); Федеральный университет Рио-де-Жайноро (Бразилия); Богословский сельскохозяйственный университет (Индонезия).

Материалы докладов секций «Популяционная экология и экология сообществ», «Геоэкология и устойчивость геоэкосистем» и «Почвенные аспекты рационального природопользования» опубликованы в первом томе настоящего сборника. Второй том включил материалы докладов секций «Технологии экологической безопасности и энергосбережения», «Управление экологической безопасностью», «Продовольственная безопасность и экологизация сельскохозяйственного производства», «Экологическая инженерия урбанизированных систем», «Экология человека», «Экология, экономика, право», а также избранных докладов традиционной Экологической конференции школьников. Кроме того, материалы 55 докладов разных секций приняты к публикации в издании «E3S Web of Conferences» и будут опубликованы в открытом доступе на сайте издания и проиндексированы в международной базе научного цитирования Scopus.

Надеемся, что сборник будет интересен и полезен читателям и приглашаем к участию в следующей нашей конференции!

## ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ

*Болтнев А.И.<sup>1</sup>, Корнев С.И.<sup>2</sup>,  
Болтнев Е.А.<sup>1</sup>, Михайлов А.И.<sup>1</sup>*

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСЛЕЖИВАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МЕЧЕНЫХ САМОК МОРСКИХ КОТИКОВ НА О. БЕРИНГА

*<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Россия*

*<sup>2</sup>Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»),  
Россия*

[abolnev@vniro.ru](mailto:abolnev@vniro.ru)

Разработаны подходы к анализу материалов по возврату меток от северных морских котиков. Показана репрезентативность данных и возможность их использования для анализа репродуктивной биологии котиков. Впервые полностью прослежены жизненные циклы самок из поколений 1979-1997 гг. Представлены сведения о продолжительности жизненного цикла самок, возрасте вступления в размножение и репродуктивном вкладе в популяцию. Показана индивидуальная изменчивость параметров жизненного цикла самок, зависимость репродуктивного вклада в популяцию от скорости их полового созревания.

Параметры жизненного цикла животных (скорость полового созревания, продолжительность жизни, репродуктивный вклад и др. биологические параметры) являются важными характеристиками, определяющими популяционную динамику вида и его эволюционную историю. Как известно, в течение жизни особей энергия и ресурсы распределяются либо на соматический рост и поддержание функций тела, либо на воспроизводство. В зависимости от направления трат энергии и ресурсов выделяют два типа жизненных стратегий - «быстрой» и «медленной» жизни, между которыми распределяются

континуум промежуточных стратегий [1-6]. Анализ данных по материнскому инвестированию в потомков у северных морских котиков, их дальнейшему росту и развитию позволил нам высказать идею о роли *r*-*K*-отбора в выработке стратегий жизненного цикла животных [7-8].

В природных популяциях животных исследователи используют обычно метод «популяционного среза» - простую выборку из популяции с дифференцированным по возрасту и полу определением параметров жизненного цикла. Полученные данные часто трудно использовать для прогнозирования популяционной динамики. Так, например, беременность взрослых самок (4+лет) по результатам выборки в море составляет в среднем 80% [9]. Если использовать этот показатель для определения рождаемости, то нам следует ожидать экспоненциального роста популяции в течение одного-двух поколений, чего не происходит в реальности.

Исправить ситуацию могли бы данные по прослеживанию полного жизненного цикла с определением репродуктивного вклада самок в популяции. Однако подобных исследований на морских котиках до сих пор не проводилось.

Целью данной работы является характеристика параметров жизненного цикла самок котиков по результатам многолетнего мечения и чтения меток.

Мечение металлическими метками детёныш морских котиков проводилось на Командорских островах с 1961 г. Чтение меток на котиках с помощью оптических приборов проводилось в течение гаремного периода на Центральном участке Северного лежбища (о. Беринга) в 1982–2014 гг. Всего нами были зафиксированы 2229 меченых самок из поколений 1964–1978 годов, жизненный цикл которых прослежен частично, и 676 самок из поколений 1979–1997 годов, жизненный цикл которых прослежен полностью. Самки из поколений 1964–1978 годов повторно выходили на репродуктивное лежбище 8330 раз (каждая встреча –

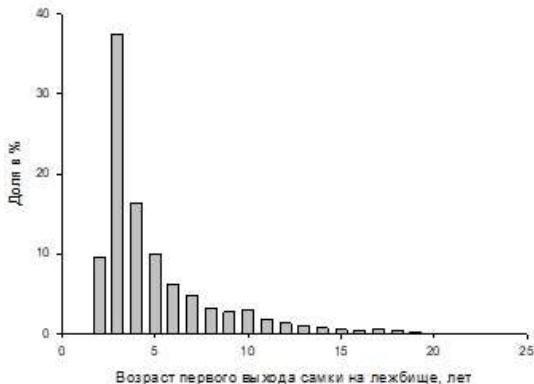
участие в очередном репродуктивном сезоне); из поколений 1979-1997 годов - 2849 раз соответственно.

Высокий уровень неопределенности при чтении меток затруднял анализ получаемых данных. Поэтому особое внимание было обращено на верификацию данных. Используя данные по периодичности чтения меток с Вышки и из передвижного наблюдательного пункта, а также сведения о продолжительности нахождения самок на берегу и в море, полученные по результатам радиомечения [7], мы показали репрезентативность данных возврата меток и возможность их использования для анализа жизненного цикла самок. Рассчитаны также коэффициенты мечения и потери меток самками до 14-летнего возраста, которые были использованы для экстраполяции полученных данных на популяцию в целом.

По результатам анализа были составлены матрица появления на лежбище ( $n=2849$ ) меченых самок ( $n=676$ ) и отдельно матрица рождения ими щенков ( $n=1068$ ).

Самки участвовали максимально в 17 репродуктивных сезонах, родив при этом от 1-го до 11-ти щенков. Часть самок (5,4%), после первого выхода для спаривания, больше не появилась на гаремном лежбище ни разу. Почти 60% самок «исчезали» из популяции к 5-му репродуктивному сезону и более 90 % к 10-му сезону.

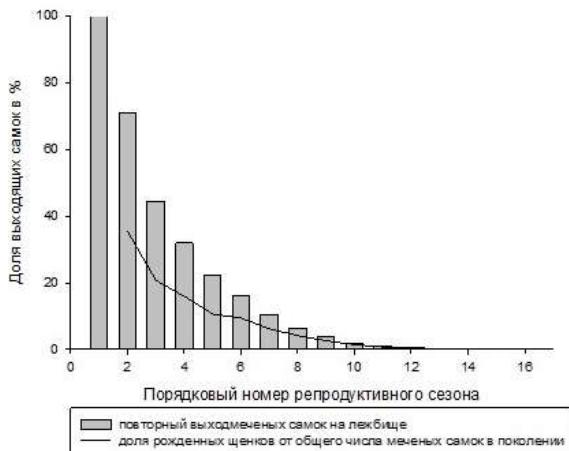
Первый выход самки в возрасте от 2 до 8 лет на гаремное лежбище рассматривался нами как первое спаривание самки по достижению ее половой зрелости; первая регистрация самки в возраст 9+ лет – как повторный выход для спаривания после первого выхода в молодом возрасте за пределами гаремного периода (когда наблюдателей не было на лежбище), спаривания (осенний «ложный гон») и неудачной попытки размножения. Доля впервые выходящих на лежбище самок в зависимости от их возраста представлена на рис. 1. В целом эти сведения совпадают с данными о возрасте полового созревания у котиков [9].



**Рис. 1.** Первый выход самок котиков на лежбище в зависимости от их возраста

В поколениях 1979–1997 гг. более 88% щенков были рождены самками 3–13 лет; к 19 годам, когда рождается 99,1% щенков, деторождение практически заканчивается. Максимальный возраст для самок этих поколений определен в 22 года. Мы не можем быть уверены в их гибели после этого возраста, но в старшем возрасте меченые самки этих поколений на лежбище не регистрировались. Об окончании воспроизводства у котиков после 22-летнего возраста сообщают и другие исследователи [9–10]. Однако единично мы встречали самок с детенышами и в возрасте 23–27 лет, относящихся, правда, к более ранним поколениям 1960-х - 1970-х годов.

Репродуктивным ядром популяции являются самки в возрасте от 4-х до 16-ти лет, которые рожают 95,7% щенков. 95,3% щенков самки рожают в течение 9 репродуктивных сезонов, включая сезоны, в которые они только спариваются, но щенков не рожают. Особое внимание мы обратили на частые пропуски размножения самками котиков, причиной чего являются их высокие затраты на размножение [8; 11]. Повторный выход самок на лежбище и доля рожденных ими детенышей в каждом повторном выходе представлены на рис.2.



**Рис.2.** Повторный выход самок на лежбище и доля рожденных ими детенышней (в % от числа самок в каждом повторном выходе)

Наибольший репродуктивный успех в жизненном цикле имели раносозревающие (2-4 года) самки – их вклад в популяцию составил более 65 % щенков. Среднесозревающие самки (5-6 лет) дали еще 25,8% щенков. Вклад поздносозревающих самок в воспроизведение популяции составил 6,6 % щенков в течение жизненного цикла (табл. 1). Суммарный вклад самок, впервые вышедших на лежбище в возрасте 9 лет и старше, составил лишь немногим более 2%.

**Таблица 1.** Доля (в %) рожденных щенков самками из поколений 1979-1997 гг. в связи с возрастом их полового созревания

Возраст первого выхода самок, лет	Возраст самок, в котором были рождены щенки, лет							Всего щенков %
	3-5	6-7	8-9	10-12	13-15	16-18	19-21	
2-4	28,60	16,61	11,20	7,33	1,53	0,19	0,06	65,5
5-6		12,30	5,27	5,80	1,81	0,50	0,13	25,8
7-8			3,13	2,36	0,80	0,27		6,6
9+				1,29	0,52	0,24	0,05	2,10
Всего	28,60	28,91	19,61	16,78	4,66	1,20	0,24	100

В таблице 2 можно видеть, что доля нерожавших самок варьировала от 24,5 до 44,4 % и в среднем для поколений 1971-1990 годов составила 25,7 %. Доля самок, которые родили по 1 щенку в жизненном цикле, колебалась от 24,5 до 42,9 % и составила в среднем 33,2 %, а доля рожденных ими щенков составила 17,9 %. Соответственно, 17 % самок родили по 2 щенка в жизненном цикле, а доля рожденных ими щенков составила 20,1 %. Трех щенков родили 11,1 % самок, и доля рожденных ими щенков составила 20%. Четырех щенков в жизненном цикле родили 6,0 % самок, а доля рожденных ими щенков составила 14,5 %. И наконец, 5 щенков и более отмечено у 8,6 % самок, доля рожденных ими щенков составила 34,1 % (табл. 2).

**Таблица 2.** Вариация репродуктивных показателей самок разных поколений в их жизненном цикле

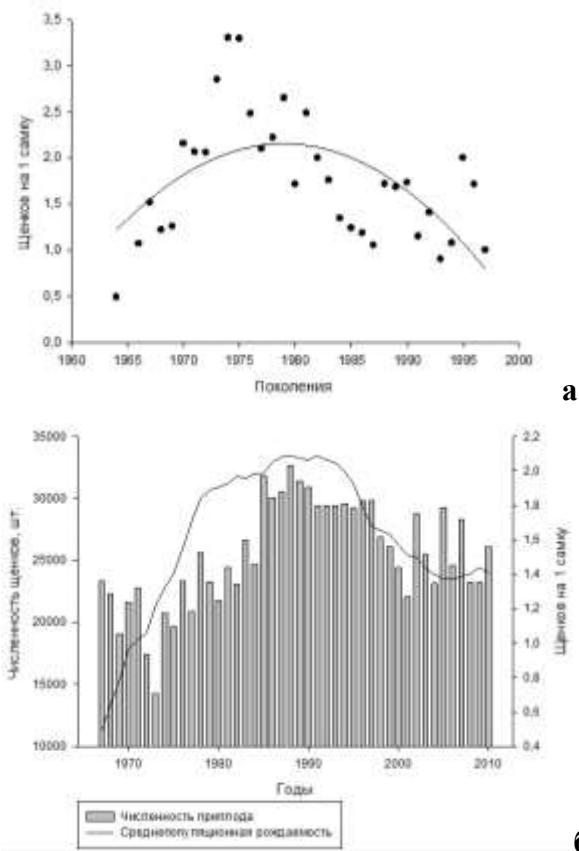
Поколения самок	Количество рожденных щенков самками в жизненном цикле										N факт.
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Доля самок, родивших от 0 до 11 щенков											
Среднее	1991-1997	1986-1990	1981-1985	1976-1980	1971-1975	1964-1970					
25,7	30,8	28,1	24,5	24,6	25,6	44,4					
33,2	42,9	34,2	36,8	24,5	37,2	36,8					
17,0	12,7	16,7	16,3	18,9	15,9	13,9					
11,1	9,0	10,8	8,6	13,7	11,2	2,1					
6,0	2,6	5,4	6,1	8,8	3,7	2,8					
3,4	1,0	4,2	2,9	4,2	2,3						
1,5	1,0		1,2	2,0	1,4						
1,7		0,6	2,4	1,3	2,3						
0,6			0,8	0,7	0,4						
1,0				1,0							
0,4					0,4	0,3					
1266	189	167	245	306	215	144					

Поколе- ния самок	Количество рожденных щенков самками в жизненном цикле											N факт.
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Доля щенков, рожденных самками соответствующей группы												
Сред- нее	1991- 1997	1986- 1990	1981- 1985	1976- 1980	1971- 1975	1964- 1970						
17,9	38,8	19,7	21	11,5	19,3	45,3						
20,1	21,8	23,2	19,1	19,1	18,9	34,5						
20,0	23,1	23,3	15,6	20	20,9	7,3						
14,5	7,8	16,5	14	17,2	10,2	12,9						
10,6	4,1	15	8,3	11,2	8							
4,9	4,4		4,4	5,7	4,6							
8,0		2,3	10,8	5,8	13,2							
4,2			4,3	3,3	4,9							
4,0					4							
2,4												
1946	222	245	415	608	338	118						

Для расчета показателей рождаемости у самок из поколений 1964-1978 годов, у которых мы не смогли проследить весь жизненный цикл полностью, мы использовали поправочный коэффициент, учитывающий среднюю долю рождения щенков в соответствующем возрасте (рис. 3а).

Поскольку на лежбище одновременно размножаются самки нескольких поколений, среднепопуляционные показатели рождаемости мы рассчитывали как среднюю арифметическую показателей рождаемости этих поколений самок. Так, для 1970 года мы оценили показатели рождаемости как среднюю арифметическую показателей рождаемости самок, поколений 1964-1967 годов; для 1980 года – как среднюю арифметическую показателей рождаемости поколений самок 1964-1977 годов и т.д. Этот осредненный для каждого года показатель рождаемости

мы сравнивали с общей численностью приплода котиков в соответствующем году (рис. 3б).



**Рис. 3.** Рождаемость в поколениях самок котиков (а) и средне популяционная рождаемость в сравнении с численностью приплода по годам (б) на Северном лежбище о. Беринга

Статистический анализ показал, что положительная корреляция между численностью приплода и среднепопуляционными показателями рождаемости у самок была достоверна на высшем уровне значимости ( $r = 0,64$ ;  $p < 0,001$ ), что подтверждает правомерность наших оценок.

Таким образом, разработав новые подходы к анализу

данных по чтению меток на морских котиках, нам удалось получить новые данные по индивидуальной изменчивости параметров жизненного цикла самок. Были показаны различия репродуктивного вклада самок котиков в зависимости от скорости полового созревания, которые выработаны в процессе эволюции под действием *r*-*K*-отбора на внутривидовом уровне.

### *Литература*

1. Stearns S.C. Life-history tactics: a review of the ideas // The Quarterly Review of Biology. 1976. V.51. P. 3-47.
2. Stearns S.C. The evolution of life histories. Oxford Univ. Press, 1992. - 262 с.
3. Ellis B.J., Figueredo A.J., Brumbach B.H., Schlomer G.L. Fundamental Dimensions of Environmental Risk. The Impact of Harsh versus Unpredictable Environments on the Evolution and Development of Life History Strategies // Human Nature. 2009. V.20. № 2. P.204-268.
4. Desprez M., Gimenez O., McMahon C.R., Hindel M.A., Harcourt R.G. Optimizing lifetime reproductive output: Intermittent breeding as a tactic for females in a long- lived, multiparous mammal // J. Anim. Ecol. 2017. V.87. P.199–211.
5. Braendle C., Heyland A., Flatt T. Integrating mechanistic and evolutionary analysis of life history variation // Mechanisms of Life History Evolution//T. Flatt, A. Heyland (ed.). The Genetics and Physiology of Life History Traits and Trade-Offs. Oxford: Oxford University Press. 2011. P.3–10.
6. Bielby J.G.M., Mace O.R. Bininda-Emonds P., Cardillo M., Gittleman J.L., Jones K.E., Orme C.D.L., Purvis A. The fast–slow continuum in mammalian life history: an empirical reevaluation // American Nature. 2007. V.169. P.748–757.
7. Болтнев А.И. Северный морской котик командорских островов. М.: ВНИРО, 2011. - 264 с.
8. Болтнев А.И. Внутривидовой г/К-отбор у северного морского котика// Труды ВНИРО. М.: Изд-во ФГБНУ «ВНИРО», 2017. Т.168 Морские млекопитающие. Р. 4-13.

9. Кузин А.Е. Северный морской котик. Владивосток: Изд-во «ТИНРО-центр», 2014 - 492 с.
10. Владимиров В.А. Структура популяций и поведение северных морских котиков // Северный морской котик: систематика, морфология, экология, поведение. / Соколов В.Е., Лисицына Т.Ю., Аристов А.А. (ред.). -М. Наука, 1998. - В 2-х частях. - С. 555-722.
11. Boltnev A.I., York A.E. Maternal investment in northern fur seals (*Callorhinus ursinus*): interrelationships among mothers' age, size, parturition date, offspring size, and sexratios // *J. of Zoology (London)*. 2001. V. 254. P.219-228.

**A.I.Boltnev<sup>1</sup>, E.A.Boltnev<sup>1</sup>, S.I.Kornev<sup>2</sup>, A.I.Mikhailov<sup>1</sup>**

**RESULTS OF TRACKING THE LIFE CYCLE OF TAG  
FEMALE SEALS ON BERING ISLAND**

*<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(FGBNU “VNIRO”), Russia*

*<sup>2</sup>Kamchatka branch of the Federal State Budgetary Institution  
“VNIRO” (“KamchatNIRO”), Russia*

Approaches to the analysis of materials on the return of tags from northern fur seals have been developed. The representativeness of the data and the possibility of their use for the analysis of the reproductive biology of seals is shown. For the first time, the life cycles of females from the generations of 1979-1997 were completely traced. Information is presented on the duration of the female life cycle, the age of entry into reproduction, and the reproductive contribution to the population. The individual variability of the life cycle parameters of females and the dependence of the reproductive contribution to the population on the rate of their puberty are shown.

*Булавина М.К.<sup>1,2</sup>, Lu Y.-H.<sup>3</sup>, Зимин А.А.<sup>1</sup>*  
**ОПЫТЫ ПО БИОАККУМУЛЯЦИИ БАКТЕРИОФАГА**  
**T4 ДВУСТВОРЧАТЫМИ МОЛЛЮСКАМИ**  
***UNIO PICTORUM И ANODONTA CYGNEA***  
***(UNIONIDAE, UNIONIDA, BIVALVIA).***

<sup>1</sup> *Институт биохимии и физиологии микроорганизмов*  
им. Г.К. Скрябина Российской академии наук.

<sup>2</sup> *Пущинский филиал федерального государственного бюджетного*  
образовательного учреждения высшего образования  
*РОСБИОТЕХ.*

<sup>3</sup> *College of Life Sciences, Shanghai Normal University.*  
[ruffusramone@yandex.ru](mailto:ruffusramone@yandex.ru)

Двухстворчатые моллюски являются организмами с фильтрующим типом питания, способными накапливать различные вещества из окружающей среды, включая вирусы. Информации о бактериофагах в моллюсках недостаточно, однако эти организмы могут быть важны для биомониторинга и экологии водных сообществ. Этот факт побудил нас к более подробному изучению биоаккумуляции фагов в моллюсках. В результате исследований было выявлено, что бактериофаги, несмотря на различия условий, показывают сходную модель биоаккумуляции, где их титр зависит от активности моллюска и меняется циклами. Бактериофаг размножается за счет естественной микрофлоры животного и может удерживаться им из-за его фильтрационного типа питания.

Явление накопления в организмах веществ из окружающей среды называют биоаккумуляцией [1]. *Bivalvia* (тип Моллюски – *Mollusca*) или двухстворчатые моллюски (Linnaeus, 1758) – организмы с фильтрующим типом питания [2]. Они пропускают через себя большие объемы воды, задерживая в себе различные патогены и другие вредные вещества, в том числе и вирионы вирусов. [3]. Вирусы, адсорбирующиеся на довольно крупных частицах могут быть отфильтрованы моллюском и сохранятся в его тканях длительное время поэтому эти животные могут быть

причиной вспышек некоторых заболеваний, вызываемых такими патогенами как астровирус и вирус Коксаки, вирус гепатита А (HAV), вирус гепатита Е (HEV) [4].

Информации о аккумуляции бактериофагов в моллюсках недостаточно, однако они могут быть важным объектом для биомониторинга инфекций. Бактериофаги используются для оценки эффективности очистных сооружений и оценки качества природных и искусственных водоемов [5,6]. Использование бактериофагов включены в правила оценки безопасности воды. Так, СанПиН 2.1.4.1074-01 включает требование обязательного анализа воды на содержание колифагов [7]. Наиболее подходящими для отслеживания патогенов, вызывающих болезни желудочно-кишечного тракта, являются бактериофаги, заражающие *E. coli* и другие колiformные бактерии, в сточных водах чаще всего обнаружаются фаги семейств *Myoviridae* и *Siphoviridae* (входят в порядок *Caudovirales*), в том числе *Escherichia virus T4* (семейство *Myoviridae*) [8,9]. Бактериофаги имеют важное значение в экосистеме, влияя на численность бактерий, их эволюцию и горизонтальный перенос генов [10]. Они способствуют сохранению биоразнообразия среди микроорганизмов и участвуют в круговороте веществ, таких как азот и углерод [11,12]. Фаги также влияют на микрофлору моллюсков, паразитируя на бактериях-хозяевах. Изучение поведения бактериофагов позволяет лучше понять их роль в экологическом сообществе. Все эти факторы побудили нас к более подробному изучению биоаккумуляции бактериофагов моллюсками.

В качестве лабораторных животных использовались *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) и *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) [2]. Они принадлежат к семейству *Unionidae*, отряда *Unionida*, класса двустворчатых или пластинчатожаберных моллюсков (*Bivalvia*). *Unio pictorum* имели размеры от 6,8 до 7,5 см в длину, представители же *Anodonta cygnea* достигали 8,3 – 9 см. Моллюски были отобраны в реке Ока около города

Пущино на мелководье в мае-августе 2023 года Зиминым А.А. и Никулиным Н.А. Моллюски содержались в условиях приближенных к естественным в стеклянных аквариумах объемом от 15 до 40 литров в течение 1 - 8 месяцев с дехлорированной водопроводной водой, где поддерживалась хорошая аэрация. Эксперименты проводили с бактериофагом *Escherichia virus* T4. Фаги получали, используя штамм *E.coli* B. В качестве контроля использовалась стерильная вода из аквариума, куда вносились суспензия бактериофага в той же концентрации и объеме, пробы отбирались по схеме, представленной выше. Все образцы титровались по методу Грациа, вносились на среду LB на чашки Петри и культивировались в течении ночи при 37 С°, а затем производился подсчет образовавшихся бляшек, после которого выводилось среднее значение для каждой пробы, эти данные шли в основу графиков.

Из результатов нашего исследования мы выявили несколько важных особенностей биоаккумуляции бактериофагов в моллюсках. Мы отметили следующую закономерность: спустя час концентрация бактериофагов увеличивалась, затем к третьему часу уменьшалась, и такая же динамика сохранялась через 6 и 24 часа после начала эксперимента. Также были проведены посевы на наличие *E. coli*, где мы зафиксировали не только ее наличие, но и некоторую корреляцию с экспериментами.

Мы предполагаем, что изменения в концентрации бактериофагов связаны с наличием в микрофлоре моллюска бактерий *E. coli*, которые способствуют размножению фагов. Бактериофаг циркулирует волнами, и эта закономерность повторяется во всех экспериментах. Вероятно, циркуляция фагов связана с активностью моллюска. Несмотря на сходство результатов экспериментов, циркуляция фагов в моллюске и окружающей среде может различаться в зависимости от конкретного представителя, в связи с уникальной микрофлорой каждого организма. Возможно, также играет

роль индивидуальная активность отдельного моллюска. В контроле, где в стерильную воду из аквариума добавлялся фаг, титр не сильно изменялся, но падал к концу эксперимента. Похоже, фаг начинает оседать спустя 24 часа, что коррелирует с результатами опытов с моллюсками.

Подобные результаты были получены в экспериментах с *Anodonta cygnea*, аналогичные тем, что проводились с *Unio pictorum*. Анализируя результаты опытов, можно увидеть схожую цикличность изменения концентрации бактериофагов в зависимости от времени, с чередующимися периодами снижения и увеличения концентрации вируса. Это позволяет сделать вывод, что механизм биоаккумуляции бактериофагов у различных двустворчатых моллюсков имеет сходные особенности, по которым фаги циркулируют в воде и моллюсках.

Авторы выражают признательность за приготовление микробиологических сред и подготовку посуды Дручковой Ю.Н., за подготовку и передачу исходного штамма T4 Никулиной А.Н., за сбор моллюсков Никулину Н.А. Исследование было поддержано грантом Российского научного фонда № 24-26-00205, <https://rscf.ru/project/24-26-00205/>

### *Литература*

1. Alexander D.E., Fairbridge R.W. Encyclopedia of Environmental, Geological Magazine, 1999. pp.697-711, <http://dx.doi.org/10.1017/S0016756899393328>
2. Linnaeus C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (in Latin) (10th ed.). Stockholm: Laurentius Salvius., 1758. - 645 c.
3. Lees D. Viruses and Bivalve Shellfish. // International Journal of Food Microbiology. 2000. Vol.59. P.81-116. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00248-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00248-8)
4. Capizzi-Banas S. et all, The Utility of *Dreissena polymorpha* for Assessing the Viral Contamination of Rivers by Measuring the

Accumulation of F-Specific RNA Bacteriophages. // Water. 2021. Vol.13. P.904. <https://doi.org/10.3390/w13070904>

5. *Colford J.M. et al.* Water quality indicators and the risk of illness at beaches with nonpoint sources of fecal contamination. // Epidemiology. 2007. Vol.18. P.27-35.

<https://doi.org/10.1097/01.ede.0000249425.32990.b9>

6. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества, 2002.

7. *Muniesa M, Lucena F, Jofre J.* Study of the potential relationship between the morphology of infectious somatic coliphages and their persistence in the environment. // J Appl Microbiol. 1999. Vol.87. P.402-409. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03957.x>

8. *Toribio-Avedillo D., Méndez J., Muniesa M., Blanch A.R.* Evaluation of New Components in Modified Scholten's Medium for the Detection of Somatic Coliphages. // Food Environ. Virol. 2020. Vol.13. P.148–157 <https://doi.org/10.3390/v13061089>

9. *Wommack K.E., Ravel J., Hill R.T., Colwell R.R.* Population dynamics of Chesapeake Bay viroplankton: total community analysis using pulsed field gel electrophoresis. // Appl Environ Microbiol. 1999. Vol.64. P. 231–240. <https://doi.org/10.1128/mmbr.64.1.69-114.2000>

10. *Ankrah N.Y. et all,* Phage infection of an environmentally relevant marine bacterium alters host metabolism and lysate composition. // The ISME journal. Vol.8. P.1089-1100.

<https://doi.org/10.1038/ismej.2013.216>

11. *Beijerinck M.W.* Culturversuche mit Zoothorellen, Lichen-Engonidien und Anderen Niederen Algen I-III. // Botanische Zeitung. 1890. Vol. 48. P. 726-740

12. *Matos Â.P. et all,* Cultivation of Chlorella vulgaris in medium supplemented with desalination concentrate grown in a pilot-scale open raceway // Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2018. Vol.35. P.1183-1192.

***M.K.Bulavina<sup>1,2</sup>, Y.-H. Lu<sup>3</sup>, A.A. Zimin<sup>1</sup>***  
**ACCUMULATION OF BACTERIOPHAGE T4 BY BIVALVES**  
***UNIO PICTORUM AND ANODONTA CYGNEA (UNIONIDAE,***  
***UNIONIDA, BIVALVIA) IN MODEL EXPERIMENTS***

<sup>1</sup>*Biochemistry and Physiology of Microorganisms named after.*

*G.K. Scriabin of the Russian Academy of Sciences.*

<sup>2</sup>*Pushchino branch of the Federal State Budgetary Educational*  
*Institution of Higher Education ROSBIOTEC.*

<sup>3</sup>*College of Life Sciences, Shanghai Normal University.*

Bivalve mollusks are filter feeders that accumulate various particles suspended in water, including viruses. Shellfish also accumulate bacteriophages, but, unfortunately, there is little information about this, despite the fact that these organisms make a significant contribution to the ecology of aquatic communities of living organisms and can be used as a good object for biomonitoring. This knowledge gap prompted us to study in more detail the bioaccumulation of phages by mollusks. As a result of the research, it was revealed that bacteriophages, despite differences in species of mollusk, show a similar bioaccumulation model, where their titer depends on the activity of the mollusk and changes in cycles. The bacteriophage multiplies due to the natural microflora of the animal and can be retained by it due to its filtration type of nutrition.

**Быхалова О.Н.<sup>1</sup>, Кудактин А.Н.<sup>2</sup>**  
**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАПОВЕДНИКА**  
**УТРИШ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СТАТУСА**

<sup>1</sup>*ФГБУ «Государственный заповедник «Утриши»,*  
<sup>2</sup>*ФГБУ «Кавказский государственный природный биосферный  
заповедник имени Х.Г. Шапошникова»*  
[bykhalovao@mail.ru](mailto:bykhalovao@mail.ru)

В настоящее время отмечена тенденция изменения категорий ООПТ: государственные природные заповедники переводятся в национальные парки. На протяжении 10 лет обсуждается вопрос о смене статуса Государственного природного заповедника «Утриши» на национальный парк. Смена категории влечет за собой уменьшение площади заповедной зоны практически в 3 раза. Прогноз, построенный путем проецирования изменения состояния вида-биондикора - кавказского благородного оленя (*Cervus elaphus maral* Ogilbi, 1840), показал, что введение режима национального парка приведет к необратимым изменениям состава и структуры экосистем низкогорных субсредиземноморских гемиксерофитных ландшафтов.

Одним из приоритетных направлений экологической политики государства, согласно Экологической доктрине Российской Федерации, является обеспечение экологической безопасности, сохранение биологического разнообразия и охрана уникальных природных территорий. В этой связи, вопросы изменения границ, преобразования и ликвидации особо охраняемых природных территорий (ООПТ) требуют пристального внимания и детального исследования [1].

За последнее пятилетие четыре федеральных заповедника из 103-х переведены в национальные парки (НП): Гыданский (2019), Красноярские столбы (2019), Тебердинский (2021), Командорские острова (2022). Площадь заповедных зон на их территориях соответственно. снизилась во втором, третьем и четвертом до 89,7%, 78,5%, 0,9% .

Начиная с 2013 г, третий год после учреждения заповедника Утриш, поднимается вопрос о его

преобразовании в НП, со ссылкой на эколого-экономическое обоснование, базирующееся на научных данных о состоянии, закономерностях развития экосистем и их компонентов, включающее прогноз, оценку рисков и последствий изменения категории ООПТ.

Для оценки состояния, устойчивости и прогноза природной среды широко применяются мониторинговые биоиндикационные исследования [2-5]. Общепризнанным видом-биоиндикатором состояния окружающей среды не только в России, но и в других странах: Польше, Хорватии, Испании, Болгарии и др. [6-13] является олень.

В условиях ООПТ на ряду с такими зонами как особо охраняемая, рекреационная, охраны объектов культурного наследия, хозяйственного назначения, традиционного экстенсивного природопользования, только заповедная зона предназначена для сохранения естественного состояния экосистем, где запрещается любая хозяйственная деятельность.

С целью прогнозирования возможных последствий для экосистем заповедника Утриш, выявления проблем и перспектив развития при изменении статуса, выделен вид-индикатор – кавказский благородный олень. Определена современная фактическая площадь среды его обитания и при переходе в категорию НП, рассмотрена динамика состояния биоиндикатора в новых условиях.

В НП выделяются 5 функциональных зон. Заповедные зоны, в 60 национальных парках России из 67, имеют 59. В 52 из них (88%) она варьирует от 0,1 до 30% общей площади, в семи – 31-90%, средняя величина заповедной зоны – 17%, минимальная – 0,1%, максимальная – около 90% [14].

В государственных природных заповедниках, кроме биосферных, зонирование отсутствует, выделяются лишь участки абсолютной заповедности, площадью не менее 95%, и небольшие участки ограниченной хозяйственной деятельности (до 5%). В государственном природном заповеднике Утриш участки, на которых исключается всякое

вмешательство человека в природные процессы, занимают 8885,42 га (89,6%) площади лесного фонда.

Биоиндикаторами состояния экосистем являются копытные и хищники – виды, занимающие вершину экологической пирамиды. В заповеднике Утриш ввиду отсутствия крупных хищников, основным видом-биоиндикатором является кавказский благородный олень (*Cervus elaphus maral* Ogilbi, 1840). Жизненные функции популяции (оптимальная численность, плотность, эффективный минимальный размер жизнеспособной популяции, охотугодий, пастбищная нагрузка, по классу бонитета, постпирогенных сукцессий) тесно коррелируют с факторами среды и могут использоваться для оценки состояния окружающей среды [15,16].

По качественной оценке (бонитировке) основных элементов среды обитания благородного оленя Анапский и Новороссийский районы Краснодарского края, в пределах заповедника, приближаются к низшей категории, занимая промежуточное положение между средними и плохими угодьями, и отнесены к IV классу бонитета с характерной численностью 2-8 ос./1000га, оптимальной -5 ос./1000га [15].

Низкую биологическую продуктивность пастбищ и урожайность кормов низкогорных гемиксерофитных субсредиземноморских ландшафтов усугубляют неравномерный водный режим, расчлененность рельефа, сложная мозаичная ландшафтная структура, аномальные низкие температуры во время цветения плодовых культур и частые засухи, продолжительностью от 3-х до 18-ти месяцев с периодичностью 1-2 года. Популяция оленя, находясь в условиях островного эффекта, на крайнем западном пределе ареала, с момента организации заповедника в 2010 г., вышла из состояния депрессии и достигла эффективного минимального размера жизнеспособной популяции 54 ос., при плотности 5,4 ос./1000га, средней степени благополучия [15].

Площадь территории, исключающей влияние урбанизации

(шумовое воздействие, заходы бродячих собак и др.), где регулярно встречаются следы оленей, меньше заповедной и составляет 8366 га, 84,4%. В течение года она пульсирует, сокращаясь в летний сезон и расширяясь в осенне-зимне-весенний период. Олень – фитофаг с предпочтением травянистых растений [17].

Пастбищная нагрузка на фитоценозы носит неравномерный сезонный характер. В период гона и осенне-зимний сезон охоты на сопредельных охотугодьях, заповедник становится рефугиумом, стацией переживания для копытных прилегающих территорий п-ова Абрау. Количество мигрантов часто превышает численность аборигенной группировки. Максимальную нагрузку при этом испытывают луговые травянистые фитоценозы. В осенне-зимний период в поясе ксерофитных субсредиземноморских формаций пастбищная нагрузка оstepненных участков превышает оптимальную в 4-8 раз. Такие участки обладают высоким биоразнообразием, насыщенностью редкими и исчезающими видами растений, занесенными в Красные книги Российской Федерации и Краснодарского края [15].

Введение режима национального парка приведет к сокращению площади заповедной зоны до среднего (17%), минимального (0,1%), максимального (90%), либо преобладающего значений (30%). Площадь среды обитания копытных сократится до 1684,76га, 888,542 га, 2973,1 га, 8919,3 га соответственно. Плотность популяции увеличится в 6 раз до 32 ос./1000 га, в 12 раз до 61 ос./1000 га, не изменится, увеличится в 3 раза до 18 ос./1000 га соответственно, что создаст угрозу переуплотнения с непредсказуемыми последствиями.

На территориях ООПТ России, последствия от переуплотнения популяций оленя отмечались еще в середине XX века в Воронежском и Кавказском заповедниках, Крымском заповедно-охотниччьем хозяйстве [17-22]. Быстрый рост численности и медленное расселение за пределы охраняемых

территорий привели к превышению плотности оленя выше оптимальных значений, прогрессирующей деградации пастбищ, в отдельные годы падежу от бескормицы. Массовое повреждение подроста и подлеска создавало угрозу значительного ослабления водоохранных и защитных функций лесов.

Превышение оптимальных значений пастбищной нагрузки, в условиях дефицита кормов, неизбежно приводит к деградации растительного покрова: подавлению развития неморальных видов деревьев и кустарников, флористическим потерям светолюбивых луговых и лугово-степных видов, снижению устойчивости лесов к засухе [23,24]. В предгорных и горных районах сведение растительности способствует ускоренной эрозии почв [25].

Переуплотнение популяции обостряет внутривидовые взаимоотношения. Законы равновесия, внутрипопуляционные механизмы регуляции численности стимулируют откочевки животных, которые, покидая ООПТ, становятся жертвами браконьеров.

В случае преобразования заповедника Утриш в национальный парк следует ожидать уменьшение площади среды обитания оленя как минимум в 3-6 раз, увеличения плотности популяции в 3-6 раз, пастбищной нагрузки, внутривидовой и межвидовой конкуренции, вероятности падежа от бескормицы и эпидемий, активизации миграции и откочевки, снижающей численность вида.

Проектирование состояния биоиндикатора дает возможность построить прогноз состояния субсредиземноморских гемиксерофитных экосистем Северо-Восточного Причерноморья в пределах ООПТ при введении режима НП: уменьшение заповедной зоны в 3-6 раз; увеличение площади с хозяйственной и экономической деятельностью в 3-5- раз; не естественное увеличение плотности видов фауны в 3-6 раз; деградация растительного покрова и как следствие, дефицит кормов; угнетение неморальных видов деревьев

и кустарников, флористические потери светолюбивых луговых и лугово-степных видов, включая виды, занесенные в Красные книги Российской Федерации и Краснодарского края; ослабление водоохраных и защитных функций горных лесов; эрозия почв; ввоз и расселение адвентивных видов растений; прогрессирование болезней лесных насаждений; внедрение в экосистему инвазионных видов; фаунистические потери; снижение уровня биоразнообразия.

Таким образом изменение статуса малого по площади заповедника, где проявляется «островной эффект», неизбежно приведет к необратимым процессам разрушения экосистем.

### *Литература*

1. *Андреев И.С.* Изменение границ, преобразование и ликвидация особо охраняемых природных территорий: проблемы правового регулирования и правоприменения. // Актуальные проблемы российского права. 2022. №17(2). С.163-175. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-granits-preobrazovanie-i-likvidatsiya-osobo-ohranyaemym-prirodnyh-territoriy-problemy-pravovogo-regulirovaniya-i> (дата обращения: 03.02.2024).
2. *Шихшабекова Б.И., Шихшабеков М.М.* Биоиндикаторы для оценки состояния окружающей среды // Современные научноемкие технологии. 2004. №2. С.60-60. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=21632> (дата обращения: 08.02.2024).
3. *Рассадина Е.В.* Биоиндикация и ее место в системе мониторинга окружающей среды // Вестник Ульяновской ГСХА. 2007. №2 (5). С.48-53 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioindikatsiya-i-ee-mesto-v-sisteme-monitoringa-okrughayushey-sredy> (дата обращения: 08.02.2024).
4. *Кушибокова Д.А.* Биоиндикация как метод исследования экосистем // Достижения вузовской науки. 2013. №1. С.92-97. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioindikatsiya-kak-metod-issledovaniya-ekosistem> (дата обращения: 09.02.2024).
5. *Зачиняев Я.В., Зачиняева А.В., Сергиенко С.С.* Биоиндикация. К вопросу об использовании животных для изучения загрязнений окружающей среды // NovaInfo, 2014. № 23.

- URL: <https://novainfo.ru/article/2055> (дата обращения: 08.02.2024).
6. Сазонов Н.Н. Охотничьи животные биоиндикаторы биогеохимических провинций Якутии // Вестник СВФУ. 2012. №1. С.41-45. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ohotnichi-zhivotnye-bioindikatory-biogeohimicheskikh-provintsiy-yakutii> (дата обращения: 08.02.2024).
  7. Городничев Р.М., Пестрякова Л.А., Николаев А.Н., Колодезников В.Е., Черосов М.М., Пестряков Б.Н., Захаров Е.С., Ушицкая Л.А., Ядрихинский И.В., Левина С.Н., Давыдова П.В. Биоиндикация арктических районов Якутии, находящихся в зоне техногенного воздействия (аналитический обзор, обработка фонового материала и создание основы для выполнения работ на будущее) // Вторая Якутская комплексная экспедиция: начало пути : сборник материалов республиканской научно-практической конференции. – Якутск: Издательский центр СВФУ, 2017. – С. 85-88.
  8. Wieczorek-Dąbrowska M., Tomza-Marciniak A., Pilarczyk B., Balicka-Ramisz A. Roe and red deer as bioindicators of heavy metals contamination in north-western Poland // Chemistry and Ecology. 2012. №29(2). P.1-11. DOI:10.1080/02757540.2012.711322
  9. Kierdorf Uwe, Ludolphy Catharina, Kierdorf Horst. Antlers as bioindicators of environmental pollution: principles, achievements, and future research directions // Animal Production Science. 2022. №63(16). P.1594-1606. <https://doi.org/10.1071/AN22145>.
  10. Markov G. G., Ahmed A. A., Zhelev C. D. Red deer *Cervus elaphus* L., 1758 (Mammalia: Cervidae) as a Biomonitor for Contemporary Heavy Metal Pollution of the Environment in Forest Mountain Regions in Bulgaria // *Acta Zoologica Bulgarica*. 2020. P.229-234. WOS:000600610400033.
  11. Gizejewska, A., Szkoda, J., Nawrocka, A. et al. Can red deer antlers be used as an indicator of environmental and edible tissues' trace element contamination? // Environ Sci Pollut Res. 2017. №24. P.11630–11638 <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8798-7>.
  12. Oropesa AL., Ramos A., Gómez LJ. Toxic and essential metal levels in the hair of red deer (*Cervus elaphus*) and wild boar (*Sus scrofa*) for monitoring the contamination in protected areas of South-Western Spain // Environ. Sci. Pollut. Res. 2022. №29. P.27430–27442.

<https://doi.org/10.1007/s11356-021-16439-0>

13. *Gros M.* Važnost trofejnih vrijednosti kao mjerila za procjenu kvalitete gospodarenja jelenom običnim u lovištima istočne Hrvatske (Master's thesis). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology. 2023. Retrieved from <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:885247>
14. Особо охраняемые природные территории и объекты России (ООПТ) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mnr.gov.ru/activity/oopt/>. Дата обращения: 20.11.2023.
15. Быхалова О.Н., Кудактин А.Н. О метапопуляции кавказского благородного оленя (*Cervus elaphus maral* Ogilby, 1840) на полуострове Абрау . Наземные и морские экосистемы полуострова Абрау : история, состояние, охрана. Научные труды. том 5. – Анапа. 2021 г. – С.145-153.
16. Быхалова О.Н., Кудактин А.Н., Рыбченко А.А., Туктагулов Э.Р. Последствия пирогенных воздействий на популяцию благородного оленя заповедника «Утриш» // Горные экосистемы и их компоненты: Материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием, посвященной Году науки и технологий в Российской Федерации. Нальчик, 2021. С.91. <https://iemt.ru/wp-content/uploads/2021/09/materialy-konferencii-gornye-jekosistemy-i-ih-komponenty-2021.pdf>
17. Александров В.Н. Экология кавказского оленя // Труды Кавказского государственного заповедника. М., 1968. Вып. 10. С. 95-200.
18. Казневский П.Ф. Взаимоотношения леса и настоящих оленей в заповедниках СССР//Сообщения ин-та леса. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Вып. 13. С.25-31.
19. Казневский П.Ф. Европейский олень в Воронежском заповеднике за 40 лет (динамика численности поголовья и допустимая плотность населения) // Зоол. журн. 1963. Т. 42, № 6. С.926-931.
20. Голгофская К.Ю. Рост населения копытных и состояние кормовых угодий Кавказского заповедника // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 1970. Т. 125, вып.4. С. 17-21.
21. Мишинев В.Г. (общ. ред.) О сохранении буковых лесов Крыма. Крым. Симферополь. 1970. - 127с.

22. Соломатин А.О. Благородный олень русской лесостепи // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1974. Т. 79. Вып. 1. С. 56-64.
23. Стародубцева Е.А. Флористические потери на заповедных территориях (Воронежский заповедник, 1935–2015 гг.) // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2016. Vol. 1 (4). С.1-22. DOI 10.21685/2500-0578-2016-4-4.
24. Candaele R., Ligot Gauthier, Licoppe Alain, Lievens Julien, Fichefet Violaine, Jonard Mathieu, André Frédéric, Lejeune Philippe. Ungulates and Succession Dynamics Restrict Tree Species Richness in Temperate Oak-Beech Forests. 2022.1. 32p. Available at <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4292675>.
25. Кузнецов М.С., Каитанов А.Н. Распространение эрозии почв. Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: Астель: ACT, 2011. С. 268-269.

*O.N. Bykhalova<sup>1</sup>, A.N. Kudakin<sup>2</sup>*

**PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE UTRISH  
RESERVE WHEN CHANGING STATUS**

<sup>1</sup>*State Reserve "Utrish",*

<sup>2</sup>*Caucasian State Natural Biosphere Reserve named after  
Kh.G. Shaposhnikov"*

Currently, there is a tendency to change the categories of protected areas: state nature reserves are being transferred to national parks. For 10 years, the issue of changing the status of the Utrish State Nature Reserve to a national park has been discussed. Changing the category entails a reduction in the area of the protected area by almost 3 times.

The forecast, constructed by projecting changes in the state of the bioindicator species - the Caucasian red deer (*Cervus elaphus maral* Ogilbi, 1840), showed that the introduction of the national park regime will lead to a reduction in the area of the protected area, which is the natural habitat of flora and fauna, and will entail irreversible changes in ecosystems of low-mountain sub-Mediterranean hemixerophytic landscapes.

*Вагапов Б.Т., Ибрагимова К.К., Архипова Н.С.*  
**ВЛИЯНИЕ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА  
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ Г. КАЗАНИ НА  
АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ СПЕКТР**

*Казанский федеральный университет*

[vagapov.bulat.t@yandex.ru](mailto:vagapov.bulat.t@yandex.ru)

В работе представлены результаты маршрутного обследования флоры древесных растений, а также палинологических мониторинговых исследований г. Казани. Сравнительный анализ демонстрирует, что флористический состав города не может в полной мере демонстрировать распределение аллергенных групп пыльцевых зерен растений, полученных в результате волюметрической апробации.

Аллергическим ринитом страдают от 10 до 40% населения всего мира. Одним из ведущих факторов, оказывающим значительное влияние на самочувствие аллергиков, является пыльца растений, в особенности ветроопыляемых [1]. В связи с этим актуальным является проведение ежегодных мониторинговых работ, направленных на выявление основных типов аллергенных пыльцевых зерен, представленных в атмосфере крупных населенных пунктов [2]. Также при проведении аэропалинологических исследований важно учитывать особенности флористического состава населенных пунктов, что в свою очередь позволяет точнее определять основные группы риска при аллергии.

Материалами к данной работе послужили результаты аэропалинологических исследований, проводимые в рамках проекта pollenlab на базе Казанского федерального университета с 2018 по 2023 гг., а также результаты маршрутных обследований зеленых насаждений с определением видов древесных растений на территории г. Казани в 2022 г. [3].

Анализ пыльцевого состава атмосферы г. Казани проводился с применением классических методов с использованием волюметрических пробоотборников Hirst типа компании Lanzoni VPPS2010. Пыльцевые зерна, осевшие

на полиэстеровую ленту, покрытой глицерин-желатиновым раствором, использовали для приготовления препаратов, которые в дальнейшем исследовались методами микроскопии. Анализировалось 25% от общей площади препарата 4 продольными трансектами при 400Х увеличении [4]. Инвентаризация зеленых насаждений города проводились по заданным маршрутам методом прямого подсчета особей различных видов в шести районах Казани Советском, Вахитовском и Приволжском, Ново-Савиновском, Московском, Кировском.

За период пятилетнего палинологического мониторинга были выявлены более 30 различных типов пыльцевых зерен. При анализе палинологического спектра Казани наибольшее внимание оказывалось известным аллергенам, а именно пыльце древесных растений рода *Betula*, *Acer*, *Alnus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Picea*, *Pinus*, *Populus*, *Ulmus*, *Salix*, *Corylus* [3]. При ранжировании исследуемых таксонов по встречаемости их пыльцевых зерен на исследуемых препаратах в 2023 г. было выявлено, что наибольшая доля частиц была представлена древесными растениями рода *Betula* (43%), *Acer* (19%), *Alnus* (11%). Подобное распределение имеет определенную вариативность в разные сезоны, однако общая тенденция сохранялась каждый год наблюдений.

За время флористического анализа зеленых насаждений г. Казани исследовались как парковые зоны, так и территории жилых массивов города. Всего было исследовано и описано 176 670 растений, из которых 94 621 деревьев и 82 049 кустарников. Было выявлено 93 вида деревьев и 94 вида кустарников. Наибольшее количество видов древесных и кустарниковых насаждений было выявлено в Советском и Приволжских районах (63 вида), меньше всего на улицах Кировского и Ново-Савиновского районов, где удалось идентифицировать 57 видов. Среди всех обнаруженных объектов мы выделили ряд наиболее широко представленных таксонов (табл. 1). Для каждого района города характерно

свое уникальное распределение таксонов, однако в среднем доля растений рода *Tilia*, *Acer* и *Betula* выше во всех исследуемых участках.

**Таблица 1.** Встречаемость родов древесных растений на улицах города Казани

Таксономические единицы	Доля от общего числа, %
<i>Tilia</i>	24
<i>Acer</i>	22
<i>Betula</i>	11
<i>Populus</i>	10
<i>Picea</i>	7
<i>Larix</i>	7
<i>Pinus</i>	6
Др. роды	13

Сравнивая результаты инвентаризации растительных насаждений, а также мониторинговых исследований можно обнаружить, что встречаемость растений в городе не совпадает с долей его пыльцы в исследуемых образцах. В частности, пыльца береслы, одного из наиболее распространенных аллергенов, присутствует в препаратах в значительном количестве (43% от общего числа), при этом в городской флоре данный род представлен в меньшей степени (11%). Растения рода *Tilia*, обнаруживается в значительном количестве в городских насаждениях, однако пыльцевые зерна данного таксона слабо представлены в общей палинологической сводке. Подобное явление вероятнее всего связано с тем, что пыльцевые зерна, обнаруживаемые в атмосфере, принадлежат, в основном, ветроопыляемым растениям, исходя из этого значительную долю пыльцы насекомоопыляемых растений в палинологическом спектре обнаружить крайне затруднительно.

Для эффективного прогнозирования начала сезонных аллергических заболеваний крайне важно давать оперативную

и актуальную для данной местности сводку. Результаты данной работы показывают, что информация о флористическом составе города не всегда может дать корректные данные об аэропалинологическом спектре атмосферы. В связи с этим при оценке рисков возникновения поллинозов необходимо полагаться как на таксономический состав флоры города, так и на результаты палинологических наблюдений.

### *Литература*

1. Brožek J.L., Bousquet J., Agache I., Agarwal A., Bachert C., Bosnic-Anticevich S., et al. Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) Guidelines-2016 Revision // J. Allergy Clin. Immunol. 2017. Vol.140, Iss. 4. P. 950–9588
2. Buters J.T.M., Antunes C., Galveias A., Bergmann K.C., Thibaudon M., et al. Pollen and spore monitoring in the world // Clin Transl Allergy. 2018. Vol. 8, Iss. 9.
3. Vagapov B.T., Ibragimova K.K. Assessment of palynological spectrum of air in Kazan // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 407. P.04004
4. Соколов С.М., Науменко Т.Е. Гриценко Т.Д. и др. Методика аэробиологических исследований пыльцы растений и спор грибов для составления календарей пыления. Республиканский центр научно-практической гигиены // Гигиена и санитария. 2014. №4. С. 25-28

**B.T. Vagapov, K.K. Ibragimova, N.S. Arhipova, N.V. Salahov**  
**THE INFLUENCE OF THE FLORAL COMPOSITION**  
**OF WOODY PLANTS OF KAZAN ON THE**  
**AEROPALINOLOGICAL SPECTRUM**

*Kazan Federal University*

The paper presents the results of a route survey of the flora of woody plants, as well as palynological monitoring studies in Kazan.

Comparative analysis shows that the floral composition of the city cannot fully demonstrate the distribution of allergenic groups of pollen grains of plants obtained as a result of volumetric approbation.

*Василевская А.А.*  
**ГОРОДСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ И ПТИЦЫ:  
ПРИМЕРЫ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО  
И ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ**

*Российский государственный аграрный университет – МСХА  
имени К.А. Тимирязева  
[AlexVas13b@yandex.ru](mailto:AlexVas13b@yandex.ru)*

В статье проанализировано влияние городского освещения на некоторые аспекты жизненных циклов птиц. Показано, что оно может быть положительным, отрицательным и смешанным. Данная проблема по-прежнему остаётся малоизученной и требует специальных исследований.

Показано, что искусственное освещение в городах может смещать сроки гнездования и миграций птиц, менять их кормовое поведение и суточные циклы. Ночная и ранняя утренняя кормёжка, особенно зимой, обеспечивает дневных птиц дополнительной энергией [1-5]. Ранний прилёт и раннее гнездование могут повысить репродуктивный успех и удлинить репродуктивный цикл [6,7]. Однако насекомоядные птицы могут столкнуться с тем, что сдвинутые сроки их гнездования не совпадают с периодами повышенной активности насекомых и попадают в то время, когда погода ещё неустойчива, что повышает смертность птенцов [8]. Изменения суточного цикла, вызванные городским освещением, могут по-разному отражаться на жизни птиц. С одной стороны, интенсивное освещение удлиняет период активности птиц [9], с другой – вызывает нарушения сна [10, 11]. При этом у городских птиц значительно повышается порог освещённости, необходимый для пробуждения [12]. Городское освещение может вызывать смещение миграционных путей и дезориентацию мигрирующих птиц. В зоне повышенного риска находятся птицы, мигрирующие по ночам [13, 14].

Один из самых обсуждаемых примеров влияния городского

освещения на птиц – подсветка в заказнике «Воробьёвы горы», установленная в конце декабря 2017 года. Выявлены участки с такой степенью светового загрязнения, которая может угрожать птицам, в том числе охраняемым [15]. Однако пятилетние учёты птиц по методу Ю.С. Равкина [16] в 2018-2022 гг. не выявили ни снижения плотности, ни уменьшения числа видов птиц на территории заказника (рис. 1, 2).

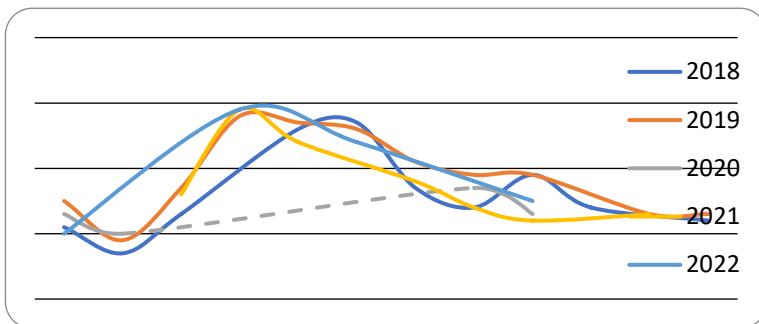


Рис. 1. Динамика числа видов птиц в заказнике «Воробьёвы горы» в 2018-2022 гг.

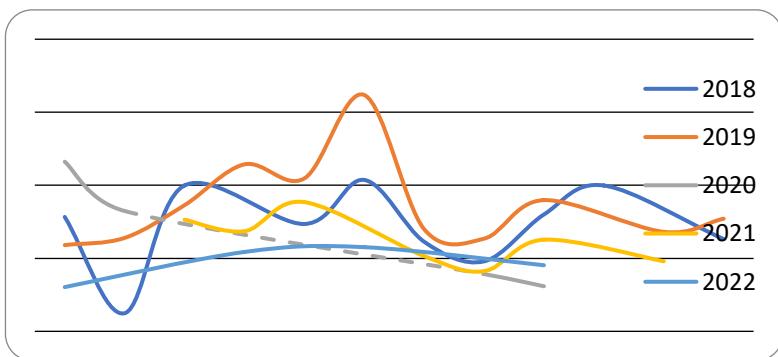


Рис. 2. Динамика плотности населения птиц (осо́бей/км<sup>2</sup>) в заказнике «Воробьёвы горы» в 2018-2022 гг.

По всей видимости, птицы уже адаптировались к искусственному освещению: так, певчий дрозд в мае 2021 года свил гнездо прямо на фонаре. В гнезде было 2 яйца. Впоследствии гнездо было уничтожено в ходе монтажных

работ.

Можно заключить, что влияние городского освещения на птиц остаётся во многом неизученным. Существуют примеры как отрицательного, так и положительного влияния. Уменьшить негативные эффекты от интенсивного городского освещения, вероятно, можно следующими путями:

- направлять источники света строго вниз;
- нормировать яркость освещения;
- нормировать спектр освещения;
- оставлять в озеленённых зонах участки без искусственного освещения.

### *Литература*

1. Асоскова Н.И., Амосов П.Н. Изменение поведения серой вороны *Corvus cornix* в урбанизированных ландшафтах севера таёжной зоны Архангельской области //Русский орнитологический журнал. 2004. Т. 13. № 261. С. 465-466.
2. Резанов А.Г. Кормовое поведение птиц в условиях искусственного ночного освещения //Русский орнитологический журнал. 2008. Т.17. №. 429. С. 1066-1072.
3. Резанов А.Г. Ночная кормёжка рябинника *Turdus pilaris* при искусственном освещении //Русский орнитологический журнал. 2012. Т. 21. №. 746. С. 813-814.
4. Резанов А.Г. К вопросу о поведенческих инновациях городского сизого голубя (*Columba livia* f. *domestica*) //Проблемы экологии и природопользования в Среднем Поволжье. 2013. С. 27-32.
5. Clewley G.D. et al. The effect of artificial lighting on the arrival time of birds using garden feeding stations in winter: A missed opportunity? //Urban ecosystems. 2016. Т.19. С. 535-546.
6. Авилова К.В. Жизненный цикл и динамика численности городской популяции кряквы (*Anas platyrhynchos*, Anseriformes, Aves) в Москве // Зоологический журнал. 2016. Т.95. №12. С.1427-1440.
7. Куранов Б.Д. Гнездовая биология птиц в урбанизированном и техногенно загрязненном ландшафте: автореф. дис. ... д. биол. наук– Томск, 2009. – 50 с.

8. *Shipley J.R.* Birds advancing lay dates with warming springs face greater risk of chick mortality // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2020. T. 117. № 41. C. 25590-25594
9. *Березовиков Н.Н.* Ночное токование самца малой горлицы *Streptopelia senegalensis* в условиях искусственного освещения //Русский орнитол. журнал. 2008. Т.17. №.434. С.1230-1231.
10. *Aulsebrook A.E. et al.* White and amber light at night disrupt sleep physiology in birds //Current Biology. 2020. T.30. №.18. C. 3657-3663.
11. *Dominoni D.M.* The effects of light pollution on biological rhythms of birds: an integrated, mechanistic perspective //Journal of Ornithology. 2015. T.156. №. Suppl 1. C. 409-418.
12. *Ockendon N. et al.* Urbanization and time of arrival of common birds at garden feeding stations //Bird Study. 2009. T.56. №.3. C. 405-410.
13. *Унжаков А.Р.* Экологические последствия влияния светового загрязнения на фауну в условиях урбанизации //Инженерные технологии и системы. 2009. №.1. С.150-151.
14. *Lao S. et al.* The influence of artificial light at night and polarized light on bird-building collisions //Biological Conservation. 2020. T.241. С.108358.
15. *Лукьянов Л.Е., Красовская Т.М.* Влияние светового загрязнения на местообитания птиц на территории природного заказника «Воробьевы горы» (г. Москва) //Проблемы региональной экологии. 2022. №.1. С. 101-107.
16. *Равкин Ю.С.* К методике учета птиц в лесных ландшафтах. В кн.: Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967. – С. 66-75.

*A.A. Vasilevskaya*

## **STREET LIGHTING AND BIRDS: EXAMPLES OF POSITIVE AND NEGATIVE EFFECTS**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

The effects of street lighting on some aspects of birds' life cycles are considered in this paper. It is shown that these effects may be both positive and negative, as well as mixed. This problem still remains a poorly studied one, so special research is needed.

*Васильев Д.В.*

## КАЧЕСТВО СЕМЯН У ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ РАЙОНОВ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
радиологии и агроэкологии национального исследовательского  
центра «Курчатовский институт», Обнинск, Россия,  
[treworqwert@mail.ru](mailto:treworqwert@mail.ru)*

Оценены характеристики семенного потомства сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) из районов радиоактивного загрязнения Брянской области. Установлено, что до сих пор у семенного потомства сосны с загрязненных радионуклидами территорий всхожесть и энергия прорастания понижены.

В корневой меристеме проростков семян частота цитогенетических нарушений увеличивается с ростом плотности радиоактивного загрязнения.

На подвергшихся в результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению территориях одним из основных лесообразующих видов является сосна обыкновенная, характеризующаяся высокой чувствительностью к действию ионизирующих излучений. Радиоактивное загрязнение наибольшую опасность представляет для репродуктивных органов сосны, имеющих сложную организацию и длительный генеративный цикл. Поскольку способность растений к размножению и передаче наследственной информации является наиболее важным свойством для сохранения популяций и целостности биоценозов, исследование качества семенного потомства является важным элементом разработки, обоснования и принятия решений по поддержанию жизнеспособности популяций в загрязненных радионуклидами районах.

Настоящая работа посвящена оценке репродуктивных свойств семян сосны обыкновенной, произрастающих в условиях радиоактивного загрязнения в Брянской области.

Исследовались популяции сосны произрастающие

в Брянской области, на трех экспериментальных участках с разным уровнем радиоактивного загрязнения: 622 ( $7.93\text{Ки}/\text{км}^2$ ); 623 ( $76.63\text{Ки}/\text{км}^2$ ); 624 ( $80.81\text{Ки}/\text{км}^2$ ), расположенных в Красногорском районе, и двух контрольных участках: К1 ( $0.22\text{ Ки}/\text{км}^2$ ); К2 ( $0.17\text{ Ки}/\text{км}^2$ ), в Суражском районе Клинцовского лесничества.

Морфологические признаки семян в значительной степени определяются влиянием условий среды, но анализ качества семенного потомства не выявил статистически значимых отличий у исследуемых популяций по частоте встречаемости abortивных семян (Рис 1).

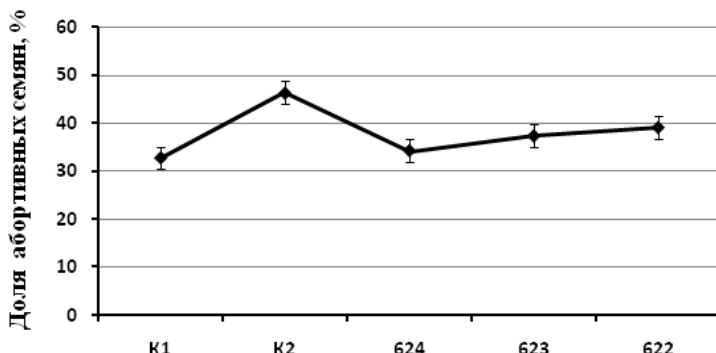


Рис. 1.Доля abortивных семян в популяциях сосны обыкновенной.

Еще одним важным показателем жизнеспособности потомства растений является способность семян к прорастанию. Здесь уже было выявлено статистически значимое снижение энергии прорастания и всхожести у семенного потомства сосен с загрязненных радионуклидами участков (Рис 2).

На клеточном уровне обнаружено статистически значимо большая частота встречаемости аномалий митоза у семенного потомства растений, произрастающих на импактных участках, по сравнению с контролем (Рис. 3). При этом частота нарушений увеличивается с плотностью радиоактивного загрязнения ( $r = 0.78, p < 0.05$ ).

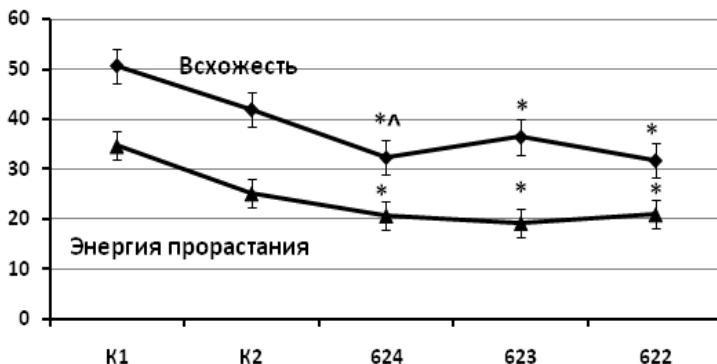


Рис 2. Всходесть и энергия прорастания семян экспериментальных популяций.

Примечание: \* - отличие от K1 и ^ - отличие от K2 является статистически значимым.

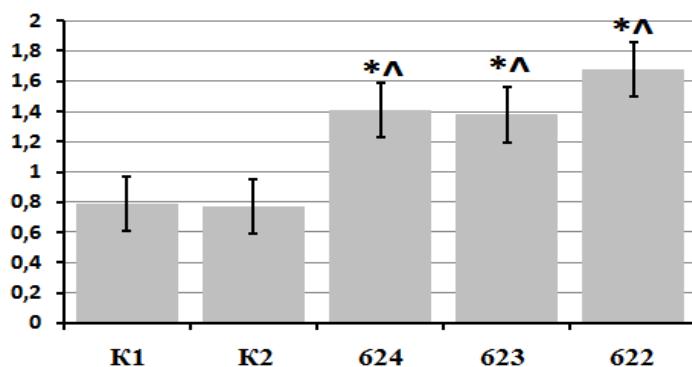


Рис 3. Частота аномалий митоза в популяциях сосны обыкновенной.

Примечание: \* - отличие от K1 и ^ - отличие от K2 является статистически значимым.

Стрессовые воздействия способны повышать вариабельность проявления ответных эффектов у растений. Благодаря этому при изменении внешних условий популяция или вид в ряду поколений способны приспособиться к новым условиям существования. Анализ дисперсий частоты цитогенетических нарушений в исследуемых популяциях показал,

что во всех импактных популяциях сосны наблюдается более высокая по сравнению с контрольными вариабельность частоты аберрантных клеток в проростках семян.

Одним из следствий индуцированных хроническим радиационным воздействием изменений в природных популяциях является выявляемое при анализе результатов дополнительного острого  $\gamma$ -облучения семян, увеличение средних популяционных значений радиационной устойчивости [1]. У исследованных популяций данный эффект не обнаружен.

### *Литература*

1. *Geras'kin S.A., Oudalova A.A., Dikarev V.G. et al.* Effects of chronic exposure in populations of *Koeleria gracilis* Pers. from the Semipalatinsk Test Site, Kazakhstan // *J. Environmental Radioactivity*. 2012. V. 104. P. 55–63.

*D.V. Vasiliev*

## **SEED QUALITY IN POPULATIONS OF SCOTS PINE FROM AREAS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION IN THE BRYANSK REGION**

*National research centre "Kurchatov Institute "Federal state budgetary scientific institution" Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Russia*

The characteristics of the seed progeny of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) from the areas of radioactive contamination of the Bryansk region are evaluated. It has been established that, so far, the germination and germination energy of pine seed offspring from radionuclide-contaminated territories have been reduced. In the root meristem of seed seedlings, the frequency of cytogenetic disorders increases with increasing density of radioactive contamination.

*Ветлужских С.Д.<sup>1</sup>, Нигматуллин Н.М.<sup>1</sup>,  
Смирнов А.А.<sup>3,4,5</sup>, Фролова Л.А.<sup>1,2</sup>*

**ТАФОЦЕНОЗЫ CLADOCERA РАЗНОТИПНЫХ  
ВОДОЕМОВ ОСТРОВА СРЕДНИЙ  
(КЕРЕТСКИЙ АРХИПЕЛАГ, КАНДАЛАКШСКИЙ  
ЗАЛИВ БЕЛОГО МОРЯ)**

<sup>1</sup>*Казанский федеральный университет (КФУ),*

<sup>2</sup>*Институт археологии и этнографии СО РАН,*

<sup>3</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),*

<sup>4</sup>*Северо-Восточный государственный университет,*

<sup>5</sup>*Дагестанский государственный университет)*

*[SDVetluzhskikh@kpfu.ru](mailto:SDVetluzhskikh@kpfu.ru), [NiMNigmatullin@kpfu.ru](mailto:NiMNigmatullin@kpfu.ru),*

*[andrsmir@mail.ru](mailto:andrsmir@mail.ru), [larissa.frolova@kpfu.ru](mailto:larissa.frolova@kpfu.ru)*

Приведены данные о видовой структуре тафоценозов Cladocera поверхности донных отложений водоемов острова Средний (Керетский архипелаг, Кандалакшский залив Белого моря).

По биотипической характеристике отмечено преобладание литоральных таксонов группы Cladocera, среди которых наиболее часто встречались эврибионтный *Chydorus cf. sphaericus* (O. F. Muller, 1776) и типичный для заболоченных участков водоемов фитофильный таксон *Alonella nana* (Lilljeborg, 1853).

В условиях возрастающей антропогенной нагрузки на водные объекты бассейна Белого моря особенно актуальным представляется изучение водных экосистем региона. Особенного внимания заслуживают сообщества зоопланктона организмы, ввиду их ценности как биологических индикаторов при оценке качества вод и экологического состояния водоема [1]. Между тем, водная биота малых озёр побережья Белого моря до сих пор остается слабо изученной [2]. В ещё меньшей степени исследованы рецентные зоопланктоные сообщества в тафоценозах озёр региона [3-4]. Целью данной работы явилось изучение рецентных сообществ ветвистоусых ракообразных (Branchiopoda: Cladocera) в поверхностных донных

отложениях озёр, расположенных на территории о-ва Средний Керетского архипелага Кандалакшского залива Белого моря.

Пробы поверхностных донных отложений были отобраны в ходе летней научно-исследовательской экспедиции в июле 2023 г. Отбор проб производился при помощи дночерпателя Петерсена из верхнего слоя грунта в наиболее глубоких участках озёр. Обработка проб производилась с применением стандартной методики А. Корхола и М. Раутио [5]. Субфоссильные остатки экзоскелета *Cladocera* (головные щиты, створки панциря, постабдомены, постабдоминальные коготки) идентифицировались до видового и родового уровней с применением специализированного определителя [6]. Классы доминирования выделялись по шкале Любарского [7], в качестве меры видового разнообразия использовался индекс Шеннаона-Уивера [8], оценка выравненности видовой структуры сообщества производилась с применением индекса Пиелоу [9], степень сходства определялась с использованием индексов Жаккара и Чекановского-Серенсена [10].

В результате анализа тафоценозов донных отложений исследуемых озер были идентифицированы остатки 22 таксонов *Cladocera*. Доминирующим семейством являлись *Chydoridae* (65%), в меньшей степени представлены семейства *Bosminidae* (23%), *Polyphemidae* (7%), *Daphniidae* (3,6%), *Sididae* (1,8%), *Leptodoridae* и *Cercopagidae* (0,2%). Значение индекса Чекановского-Серенсена для исследованных озёр составило 0,37, значение индекса Жаккара – 0,47, что указывает на среднюю степень сходства между сообществами.

Основные морфометрические и гидрологические показатели исследованных озёр приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Основные морфометрические и гидрологические показатели исследованных озёр

Показатель	Безымянное	Малое	Большое
Площадь, м <sup>2</sup>	6216	4815	64902
Макс. глубина, м	2,00	2,50	7,20
Т воды, °C	18,8	23,8	17,2
Прозрачность, м	0,5	1,0	2,45
Минерализация, мг/л	45	25	23

Безымянное озеро на территории беломорской биологической станции КФУ имеет сравнительно небольшой размер: 143 м в длину и 44 м в ширину. Площадь водоема составляет около 6200 м<sup>2</sup>. Литораль озера обильно заросла осоками, вахтой трехлистной и белокрыльником. Наибольшая глубина составляет 2 м, минерализация – 43 мг/л, вода богата органикой. В тафоценозе отмечено 16 таксонов Cladocera, среди которых преобладают литоральные виды. Доминирует таксон *Chydorus cf. sphaericus* (O. F. Muller, 1776), индикатор повышенной трофности [11]. Велика доля мелких литоральных таксонов *Alona guttata* (Sars, 1862) и *Coronatella rectangula* (Sars, 1861). Отмечено обилие остатков таксона *Bosmina longirostris* (O. F. Muller, 1776), являющегося показателем увеличения трофности водоема [12]. Значение индекса Шеннона-Уивера составило 1,35, индекса выравненности Пиелу – 0,49, что может указывать на загрязненность водного объекта.

Озеро Малое, расположенное неподалеку от морской биологической станции СПбГУ, по сути представляет собой верховое болото, имеет небольшие размеры (Табл. 1) и низкую степень минерализации – 25 мг/л. Литораль обильно заросла сфагновыми мхами, встречаются осоки. Наибольшая глубина составляет 2,5 м. Донные отложения озера торфянистые. Преобладают литоральные таксоны,

доминанты отсутствовали, субдоминантами являлись *Alonella nana* (Lilljeborg, 1853), типичный обитатель сфагновых болот [12], и хищный ракок *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1758). В меньшей степени представлены *Acroperus harpae* (Baird, 1843), *Biapertura affinis* (Leydig, 1860) и *C. cf. sphaericus*. Значение индекса Шеннона – 2,15; индекса Пиелоу – 0,79, что может говорить об умеренной степени загрязненности вод при достаточно высокой выравненности сообщества.

Озеро Большое, расположенное в южной части острова, имеет треугольную форму, является наиболее крупным из исследованных водоемов (Табл. 1). Минерализация водоема составила 0,23 мг/л. Обильное количество частиц торфа в воде могло возникнуть из-за привноса с расположенного рядом верхового болота. На лitorали обильны осоки, вахта трехлистная, встречаются кувшинки и кубышки. В тафоценозе доминирует *B. longirostris*, обильно представлен лitorальный таксон *A. nana* (субдоминант). Среди малозначимых видов можно выделить *Bosmina (Eubosmina) longispina* (Leydig, 1860) и *A. guttata*. Индекс Шеннона составил 1,78; индекс Пиелу – 0,62.

Таким образом, видовая структура тафоценозов Cladocera в поверхностных донных отложениях исследуемых водоемов имеет ощутимые различия, несмотря на их близкое расположение. Уникальная для каждого водоёма структура сообществ Cladocera может быть объяснена гидрологическими и гидрохимическими особенностями озёр, степенью антропогенного влияния и историей формирования водоемов.

Анализ рецентных кладоцера выполнен при поддержке РНФ (проект № 24-17-00192). Статистический анализ выполнен за счет субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету по государственному заданию FZSM-2023-0023. Результаты исследований были использованы при создании баз данных биоиндикаторов в рамках РНФ проекта 22-47-08001.

## Литература

1. Круглова А.Н. Зоопланктон рек Кандалакшского побережья Белого моря // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. 2014. С. 186-190.
2. Куликова Т.П. Изученность зоопланктона водных объектов Республики Карелия // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2013. №. 6. С. 63-75.
3. Ибрагимова А.Г., Фролова Л.А., Котов А.А. История формирования озер Заонежского полуострова на основе исследования кладоцерного анализа донных отложений // Актуальные проблемы изучения ракообразных. 2018. С. 72-79.
4. Ибрагимова А.Г., Фролова Л.А., Субетто Д.А. Реконструкция палеоклимата на территории республики Карелии на основе кладоцерного анализа донных отложений озера Гахкозеро // Наземные и морские экосистемы Причерноморья и их охрана. 2018. С. 49-51.
5. Korhola A., Rautio M. Cladocera and Other Branchiopod Crustaceans // Dordrecht: Tracking Environmental Change Using Lake Sediments: Volume 4: Zoological Indicators, 2001. - P. 5-41.
6. Szeroczyńska K., Sarmaja-Korjonen K. Atlas of subfossil Cladocera from central and northern Europe // Friends of the Lower Vistula Society, Świecie. 2007. - 84 pp.
7. Любарский Е.Л. К методике экспресс-квалификации и сравнения описаний фитоценозов // Количественные методы анализа растительности: материалы Четвёртого Всесоюзного совещания по проблеме «Применение количественных методов в анализе структуры растительности». – Уфа: БФАН СССР, 1974. – С. 123-125.
8. Shannon C., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. Illinois: Univ. Illinois Press, 1948. 144 p.
9. Pielou E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections // J. Theor. Biol. 1966. Vol.13. P.131–144.
10. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
11. De Eyto E. Chydorus sphaericus as a biological indicator of water

quality in lakes //Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen. 2001. Vol. 27. №. 6. P. 3358-3362.

12. Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю., Неретина А.Н. и др. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. II. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. 544с.

*S.D. Vetluzhskikh<sup>1</sup>, N.M. Nigmatullin<sup>1</sup>,  
A.A. Smirnov<sup>3,4,5</sup>, L.A. Frolova<sup>1,2</sup>*

**CLADOCERA TAPHOCENOSES OF POLYTYPIC  
WATERBODIES ON THE SREDNIY ISLAND (KERETSKY  
ARCHIPELAGO, KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA)**

<sup>1</sup>*Kazan Federal University (KFU),*

<sup>2</sup>*Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS,*

<sup>3</sup>*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(«VNIRO»),*

<sup>4</sup>*North-Eastern State University,*

<sup>5</sup>*Dagestan State University*

The data on the species structure of the Cladocera taphocenoses from surface sediments of waterbodies on the Sredniy Island (Keretsky Archipelago, Kandalaksha Bay of the White Sea) were presented. According to the biotypic characteristics, a predominance of littoral taxa of the Cladocera was noted. *Chydorus cf. sphaericus* (O.F. Muller, 1776), the eurybiont species, and the phytophilous taxon *Alonella nana* (Lilljeborg, 1853), typical of wetlands, were most common among others.

**Гасанова Д.А., Растрига Н.В., Смирнов С.А.,  
Климов Д.А., Левашов П.А.**

**ЗАВИСИМОСТЬ ОТ РН УСТОЙЧИВОСТИ  
К ФЕРМЕНТАТИВНОМУ ЛИЗИСУ РАЗЛИЧНЫХ  
БАКТЕРИЙ ГЕОСИСТЕМЫ ПОЧВ**

*ФГБОУ ВО Московский государственный университет имени  
М. В. Ломоносова, Москва, 119991 Россия*

[sipuha240194@yandex.ru](mailto:sipuha240194@yandex.ru)

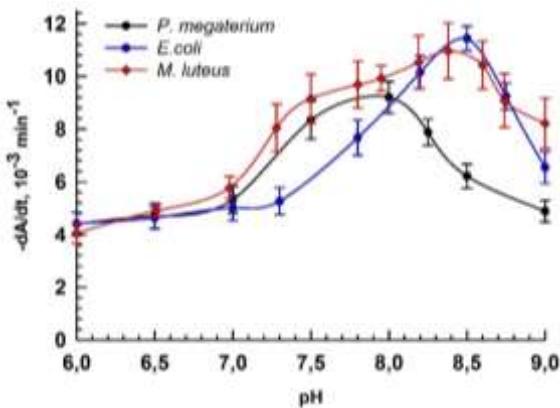
Бактерии являются неотъемлемым элементом геосистемы почв, активно участвуя в химических преобразованиях компонентов почвенной среды. Одним из факторов, определяющих состав бактериальной популяции в почве, является устойчивость бактерий к ферментам, гидролизующим клеточную стенку. Исследована устойчивость бактерий (*Priestia megaterium*, *Micrococcus luteus* и *Escherichia coli*) к лизоциму в диапазоне значений pH, характерном для почвенной среды. Показано, что все три вида наиболее чувствительны к лизоциму в слабощелочной среде, а в диапазоне pH от 7,0 до 6,0 устойчивость к ферментативному лизису меняется незначительно для всех трех микроорганизмов. Предполагаемым фактором, определяющим pH-оптимум лизоцима по отношению к этим бактериям, может являться строение носителей заряда, присутствующих на поверхности клеточной стенки.

Бактериолитические ферменты катализируют гидролиз клеточной стенки бактерий. Они могут вырабатываться самой бактерией или же разнообразными другими организмами. Наиболее известным примером бактериолитических ферментов является семейство лизоцимов – гидролаз, расщепляющих полисахаридные цепочки в составе клеточных стенок. Лизоцимы характерны для большинства видов животных, в том числе практически всех позвоночных [1]. Другая разновидность бактериолитических ферментов – ферменты бактериофагов, используемые для проникновения ДНК вируса (бактериофага) внутрь клетки-хозяина и последующего выхода синтезированных частиц бактериофага из неё. [2]. Разнообразие бактериолитических

ферментов (по строению, специфичности и физико-химическим свойствам) наблюдается у самих бактерий [3].

В данной работе исследована устойчивость к действию модельного бактериолитического фермента – куриного лизоцима при различной кислотности среды трех видов бактерий геосистемы почв, различающихся морфологическими характеристиками и условиями обитания. Нами выбраны *Priestia megaterium* штамм ATCC 14581 и *Micrococcus luteus* штамм ATCC 4698, входящие в набор стандартных микроорганизмов при оценке численности бактерий в сельскохозяйственной почве методом быстрой проточной цитометрии [4], и *Escherichia coli* штамм K-12, принятый как эталонный при сравнении свойств штаммов, выделенных из почв [5].

Измерения проведены турбидиметрическим методом с живыми клетками микроорганизмов [6]. Зависимости скорости ферментативного лизиса от pH в диапазоне 6,0—9,0 получены в условиях линейной зависимости скорости реакции от концентрации фермента-лизоцима и линейности аналитического сигнала в зависимости от концентрации субстрата – бактериальных клеток (рис.1).



**Рис. 1.** Зависимости активности лизоцима по отношению к *Priestia megaterium*, *Micrococcus luteus* и *Escherichia coli* от pH. Условия измерений: 0,01 M Tris-MES с добавлением NaCl 55 мМ

для *P.megaterium*, 40 мМ для *M.luteus*, 25 мМ для *E.coli*, Концентрации лизоцима: 0,5 мкг/мл для *P. megaterium*, 0,2 мкг/мл для *M. luteus* и 0,1 мкг/мл для *E. coli*. Исходное поглощение суспензии клеток 0,42—0,45. Температура 37°C.

Таким образом, наименьшая устойчивость бактерий к лизоциму наблюдается в слабощелочной области рН (8.0—8.6), но для различных видов бактерий её диапазон несколько отличается, а в диапазоне рН от 6.0 до 7.0 устойчивость к ферментативному лизису практически не меняется для каждого из исследованных микроорганизмов. Установленные закономерности, вероятно, связаны с особенностями структуры отрицательно заряженных компонентов поверхности бактериальных клеток. [7, 8].

Работа выполнена в МГУ имени М.В. Ломоносова в рамках государственного задания «Изучение резистентности бактерий к антибиотикам на основе получения рекомбинантных бета-лактамаз, определения их структуры и взаимодействия с субстратами и ингибиторами методами математического моделирования и ферментативной кинетики, разработки антибактериальных соединений и новых лекарственных форм, методов молекулярной диагностики антибиотикорезистентности бактерий и определения антибиотиков в объектах окружающей среды и продуктах питания для создания новых подходов эффективного преодоления резистентности». Номер ЦИТИС: 123032300028-0.

### *Литература*

1. *Callewaert L, Michiels CW. Lysozymes in the animal kingdom // J Biosci. 2010. Vol.35(1) P.127–160.*
2. *Levashov P.A., Popov D.V., Popova V.M. , Zhilenkov E.L., Morozova O.A., Belogurova N.G., Sedov S.A., Dyatlov I.A., Klyachko N.L., Levashov A.V. Enzymes of SPZ7 phage: Isolation and properties. // Biochemistry Moscow, 2010, Vol. 75. P.1160–1164*
3. *Кулаев И.С., Северин А.И., Абрамочкин Г.В. Бактериологические ферменты микробного происхождения в биологии и медицине // Вестн. АМН СССР, 1984, Т. 8, С. 64–69.*

4. Bressan M., Trinsoutrot Gattin I., Desaire S., Castel L., Gangneux C., Laval K. A rapid flow cytometry method to assess bacterial abundance in agricultural soil // Applied Soil Ecology. 2015. Vol. 88. P.60–68.
5. Brennan F.P., Grant J., Botting C.H., O'Flaherty V., Richards K.G., Abram F. Insights into the low-temperature adaptation and nutritional flexibility of a soil-persistent *Escherichia coli*. // FEMS Microbiology Ecology. 2013. Vol. 84 (1). P.75–85
6. Levashov P.A., Sedov S.A., Shipovskov S.V., Belogurova N.G., Levashov A.V. Quantitative turbidimetric assay of enzymatic gram-negative bacteria lysis. // Anal.Chem. 2010. Vol.82(5). P.2161–2163.
7. Pakkiri L.S., Wolucka B.A., Lubert E.J., Waechter C.J. Structural and topological studies on the lipid-mediated assembly of a membrane-associated lipomannan in *Micrococcus luteus*. // Glycobiology, 2004, Vol.14 (1). P. 73-81.
8. Ghuyzen J.-M. Complex acide teichoïque-mucopeptide des parois cellulaires de *Bacillus megaterium* KM. // Biochim. Biophys. Acta. 1961. Vol. 50. P. 413-429

*D.A. Gasanova, N.V. Rastriga, S.A. Smirnov,  
D.A. Klimov, P.A. Levashov*

## **RESISTANCE OF VARIOUS SOIL GEOSYSTEM BACTERIA TO ENZYMATIC LYSIS AT DIFFERENT PH**

*Department of Chemistry, Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russia*

Bacteria appear to be an inevitable element of soil geochemistry because they participate actively in chemical transformations of soil media components. One of the factors determining the composition of bacterial population in soil is resistance of bacteria to enzymes which hydrolyze cell walls. In the following research, resistance of bacteria (*Priestia megaterium*, *Micrococcus luteus* and *Escherichia coli*) to lysozyme in the pH range characteristic for soils is investigated. All three species are proved to be most sensitive to lysozyme in slightly alkaline conditions and resistance of all three microorganisms in the range of pH values of 6.0—7.0 changes insignificantly. A possible factor defining the pH optimum for lysozyme activity in relation to these bacteria is the structure of charged oligomers present at the surface of the cell walls.

**Дмитриев П.А., Козловский Б.Л., Дмитриева А.А.**  
**ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ФЕНОЛОГИИ**  
***PLATYCLADUS ORIENTALIS* (L.) FRANCO**

*Ботанический сад Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета*  
[pdmmitriev@sfedu.ru](mailto:pdmmitriev@sfedu.ru)

Спектральная фенология, основанная на временных рядах вегетационных индексов (ВИ) – удобный инструмент для мониторинга состояния растительности и климатических изменений. Для спектральной фенологии хвойных растений перспективной метрикой является chlorophyll/carotenoid index (CCI). В работе проведена оценка потенциала CCI, в качестве фенологической метрики, для *Platykladus orientalis*. Установлено, что временные ряды отношения хлорофиллов к каротиноидам (Хл/Кар) и CCI тесно коррелируют ( $R^2 = 0.89$ , при  $p < 0.001$ ).

Показано, что модель двойной логистической регрессии временного ряда CCI позволяет точно определить начало и конец фенологического вегетационного периода *P. orientalis*.

Спектральная фенология растений (СФР) основана на годовых временных рядах их спектральных характеристик, которые можно получать как дистанционно, так и проксимально. В качестве метрик в СФР преимущественно используются вегетационные индексы (ВИ). В сравнении с «классической фенологией» она является менее детальной, но при этом более оперативной и масштабной (как по площади, так и по объектам). Это делает СФР удобным инструментом для мониторинга состояния растительного покрова и климатических изменений.

Фенология листопадных древесных растений хорошо описывается хлорофилл-чувствительными ВИ, среди которых наиболее часто используемый – normalized difference vegetation index (NDVI) [1]. При этом, для описания фенологии хвойных видов применение NDVI ограничено, так как концентрации хлорофиллов и площадь листовой поверхности по сезонам у этих растений меняется

незначительно. В этой связи большой интерес представляет динамика пигментов ксантофиллового цикла и chlorophyll/carotenoid index (CCI) [2-4]. Показано, что CCI может быть использован для диагностики состояний вегетации и зимнего покоя у *Platycladus orientalis* [5].

Цель исследования – сравнение временных рядов отношения хлорофиллов к каротиноидам (Хл/Кар) и CCI, а также оценка этого ВИ в качестве фенологической метрики для *P. orientalis*.

Отбор побегов *P. orientalis* для определения фотосинтетических пигментов и измерения спектральных характеристик проводился раз в 7-10 дней в период с 14 февраля 2023 г. по 14 февраля 2024 г. Пигменты экстрагировались в 96% этаноле [6]. Спектральная съемка побегов проводилась в лабораторных условиях с помощью гиперспектральной камеры Cubert UHD-185. Для построения модели двойной логистической регрессии временных рядов CCI и Хл/Кар использован пакет “greenbrown” (v2.5.0) [7]. Основные фенологические метрики построенной модели: SOS – начало вегетации, EOS – завершение вегетации, POP – пик вегетации, LOS – продолжительность вегетации. При переводе календарных дат в непрерывный ряд чисел за начало отсчета было взято 14 февраля 2023 года.

В результате проведенного исследования установлено, что временные ряды CCI и Хл/Кар тесно коррелируют ( $R^2 = 0.89$ , при  $p < 0.001$ ) (рис.1).

Модель двойной логистической регрессии временного ряда Хл/Кар (рис.2) хорошо предсказывает сроки начала и завершения фенологического вегетационного периода (ФВП) (раскрытие мужских стробил произошло 1 апреля, осенне побурение хвои наступило 20 ноября). Календарная дата наступление SOS – 29 марта, EOS – 22 ноября. Календарная дата POP (21 июня), скорее всего, отражает пик роста побегов *P. orientalis*. По фенологическим наблюдениям начало этого процесса 19 апреля, его пик 30 мая, завершение

25 июля (визуально границы и пик роста побегов фиксируются с погрешностью).

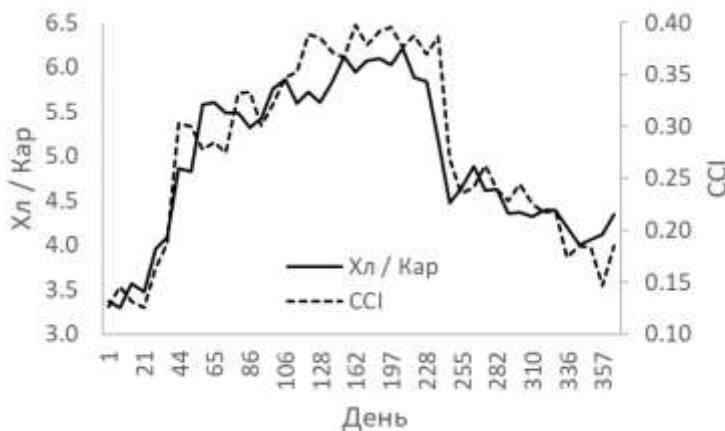


Рис. 1. Временные ряды Хл/Кар и CCI для побегов *P. orientalis*

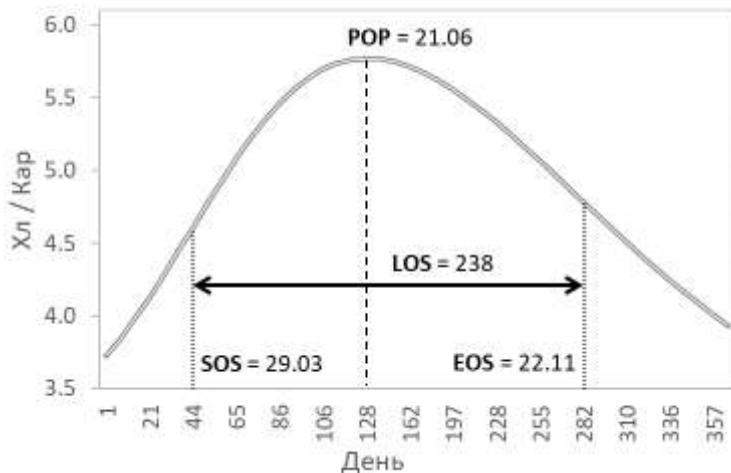


Рис. 2. Модель двойной логистической регрессии временного ряда Хл/Кар для *P. orientalis*

Модель двойной логистической регрессии временного ряда CCI позволяет точно определить начало ФВП

и с погрешностью в 10 дней срок его завершения (рис.3). Дата POP – ближе к завершению роста побегов, чем к его пику.

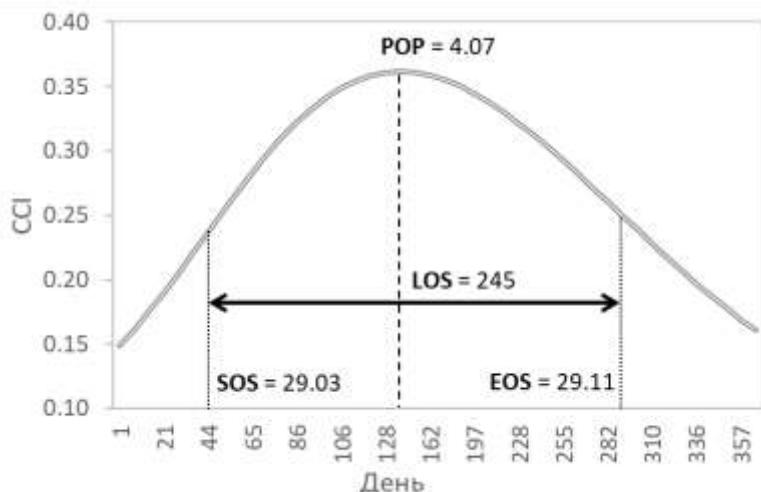


Рис. 3. Модель двойной логистической регрессии временного ряда CCI для *P. orientalis*

Таким образом, временные ряды CCI хорошо отражают динамику Хл/Кар и границы ФВП *P. orientalis* (начало вегетации без погрешности, завершение вегетации с погрешностью в сторону увеличения продолжительности ФВП).

Считается, что CCI [2] отражает продуктивный сезон растений. Для вечнозеленых растений продуктивный сезон может выходить далеко за пределы ФВП [8]. Развитие технологий спектральной фенологии позволит дистанционно оценивать состояние хвойных растений без проявления видимых признаков их развития.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00390, <https://rscf.ru/project/23-24-00390/>, в Южном федеральном университете.

## Литература

1. *Fawcett D., Bennie J., Anderson K.* Monitoring spring phenology of individual tree crowns using drone-acquired NDVI data // *Remote Sensing in Ecology and Conservation.* 2020. Vol.7. <https://doi.org/10.1002/rse2.184>.
2. *Gamon J., Huemmrich K., Wong C., Ensminger I., Garrity S., Hollinger D., Noormets A., Penuelas J.* A remotely sensed pigment index reveals photosynthetic phenology in evergreen conifers // *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2016. Vol.113. №46. <https://doi.org/10.1073/pnas.1606162113>.
3. *Wong C.Y.S., D'Odorico P., Bhathena Y., Arain M.A., Ensminger I.* Carotenoid based vegetation indices for accurate monitoring of the phenology of photosynthesis at the leaf-scale in deciduous and evergreen trees // *Remote Sensing of Environment.* 2019. Vol.233. P. 111407. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111407>.
4. *D'Odorico P., Besik A., Wong C.Y.S., Isabel N., Ensminger I.* High-throughput drone-based remote sensing reliably tracks phenology in thousands of conifer seedlings // *New Phytol.* 2020. Vol.226. № 6. P.1667-1681. <https://doi.org/10.1111/nph.16488>.
5. *Dmitriev P.A., Kozlovsky B.L., Dmitrieva A.A.* Vegetation and Dormancy States Identification in Coniferous Plants Based on Hyperspectral Imaging Data // *Horticulturae.* 2024. Vol.10. P.241. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030241>.
6. *Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R.* Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // *Biochemical Society Transactions.* 1983. Vol. 11. P. 591-592. <https://doi.org/10.1042/BST0110591>.
7. *Forkel M., Migliavacca M., Thonicke K., Reichstein M., Schaphoff S., Weber U., Carvalhais N.* Codominant water control on global interannual variability and trends in land surface phenology and greenness // *Glob Change Biol.* 2015. Vol.21. P.3414–3435. <https://doi.org/10.1111/gcb.12950>.
8. *Yang Q., Blanco N.E., Hermida-Carrera C., Lehotai N., Hurry V., Strand Å.* Two dominant boreal conifers use contrasting mechanisms to reactivate photosynthesis in the spring // *Nat Commun.* 2020. Vol.11. P.128. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13954-0>.

*P.A. Dmitriev, B.L. Kozlovsky, A.A. Dmitrieva*  
**SPECTRAL PHENOLOGY FEATURES**  
**OF *PLATYCLADUS ORIENTALIS* (L.) FRANCO**  
*Botanical Garden, Academy of Biology and Biotechnologies,*  
*Southern Federal University*

Spectral phenology, based on time series of vegetation indices (VI), is a useful tool for monitoring vegetation condition and climatic changes. For spectral phenology of conifers, the chlorophyll/carotenoid index (CCI) is a promising metric. This study evaluates the potential of CCI as a phenological metric for *Platycladus orientalis*. The time series of chlorophyll/carotenoid ratio (Chl/Car) and CCI were found to be closely correlated ( $R^2 = 0.89, p < 0.001$ ). The double logistic regression model of the time series CCI accurately determines the beginning and end of the phenological vegetation period of *P. orientalis*.

*Достовалова Д.А.<sup>1</sup>, Глухов А.З.<sup>1</sup>,  
Подгородецкий Н.С.<sup>2</sup> Жуков С.П.<sup>1</sup>*

**МОНИТОРИНГ ФИТООПТИМИЗАЦИИ  
ЛАНДШАФТНОГО ТЕХНОГЕННОГО  
НОВООБРАЗОВАНИЯ**

*<sup>1</sup>ФГБНУ Донецкий ботанический сад*

*<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры»*

[dasha.dostovalova1997@mail.ru](mailto:dasha.dostovalova1997@mail.ru)

В работе осуществлен мониторинг фитооптимизации породного отвала ш. 5/6 им. Димитрова, находящегося в черте г. Донецка, ДНР. Произведена оценка состояния зеленых насаждений и самого объекта озеленения, оценка эффективности рекультивационных мероприятий. В результате мониторинга выявлено, что преобладающее большинство зеленых насаждений породного отвала находится в неудовлетворительном состоянии.

Древесным зеленым растениям помимо процесса фотосинтеза особенно свойственны такие важнейшие функции как климатообразующая, шумопоглощающая, фитонцидная, эстетическая и др. Зеленые насаждения, используемые при рекультивации ландшафтных техногенных новообразований, в том числе породных отвалов, выбираются с целью поглощения токсикантов из породы, поглощения шумовых волн (снижают уровень шума примерно на 20%) [1-6].

Воздействие атмосферного загрязнения на растительность — биохимическое явление, затрагивающее в первую очередь метаболические и физиологические процессы и разрушающее микроскопические структуры клеток листа. Основным диагностическим признаком повреждения растений являются хлорозы и некрозы листовых пластинок. Наличие тех или иных диагностических симптомов повреждения растений позволяет, хотя и не всегда, осуществить индикацию, опознавание фактора (или факторов), вызвавшего данное повреждение [7].

Мониторинг состояния зеленых насаждений породного

отвала позволит: оценить состояние зеленых насаждений и самого объекта озеленения, оценить эффективность рекультивационных мероприятий [6].

Фитооптимизация ландшафтных техногенных новообразований является одним из основных направлений охраны окружающей среды и безопасности жизнедеятельности населения при расположении антропогенно трансформированного объекта в черте города.

Цель исследования – мониторинг фитооптимизации породного отвала ш. 5/6 им. Димитрова как одного из типичных представителей рекультивированных породных отвалов. Задачи исследования: оценка состояния зеленых насаждений и самого объекта озеленения, оценка эффективности рекультивационных мероприятий, определение степени нарушенности растительного покрова на породном отвале.

Донбасс является антропогенно трансформированным регионом, одними из представителей ландшафтных техногенных новообразований являются породные отвалы угольных шахт.

Объектом исследования является отвал шахты №5/6 им. Димитрова, находящийся в одном из центральных районов г. Донецка, на пересечении двух магистральных проспектов – Дзержинского и Ильича.

Рекультивация отвала была выполнена по проекту Донецкого ботанического сада в 1977-1979 г.г., с объединением нескольких разновозрастных конических отвалов в плоский многоярусный отвал и его биологической рекультивацией. С тех пор рекультивационные насаждения развились и стали определяющим фактором развития экосистем отвала. Также тут проводилось испытание новых видов фиторекультивантов, что в итоге приблизило эти насаждения по видовому составу и декоративности к региональным парковым насаждениям [8].

Основные растения, произрастающие на отвале – северо-восточный склон (условно северный): акация белая *Robinia*

*pseudoacacia* L., вяз приземистый *Ulmus pumila* L., ясень пенсильванский *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., клен ясенелистный *Acer negundo* L., айлант высочайший *Ailanthus altissima* Mill. Юго-восточный склон (условно южный): акация белая *Robinia pseudoacacia* L., клен татарский *Acer tataricum* L.; бирючина обыкновенная *Ligustrum vulgare* L., боярышник сглаженный *Crataegus laevigata* Poir., клен остролистный *Acer platanoides* L., клен ясенелистный *Acer negundo* L., айлант высочайший *Ailanthus altissima* Mill.

Мониторинг состояния зеленых насаждений проводился в соответствии с Методикой [9].

Породный отвал разделили условно на учетные участки. Первый учетный участок представляет групповая посадка *Robinia pseudoacacia* L., второй участок – одиночные экземпляры *Acer tataricum* L., третий участок – групповая посадка *Ligustrum vulgare* L., четвертый участок – одиночные экземпляры *Crataegus laevigata* Poir., пятый участок – групповая посадка *Ulmus pumila* L., шестой участок – групповая посадка *Betula pendula* Roth, седьмой участок – одиночные экземпляры *Acer negundo* L., восьмой участок – одиночные экземпляры *Quercus rubra* L., девятый участок – одиночные экземпляры *Rosa cinnamomea* L., десятый участок – одиночные экземпляры *Syringa vulgaris* L., одиннадцатый участок – одиночные экземпляры *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., двенадцатый участок – групповой самосев *Ailanthus altissima* Mill., тринадцатый участок – одиночные экземпляры *Prunus armeniaca* L., четырнадцатый участок – одиночные экземпляры *Sorbus intermedia* Ehrh., пятнадцатый участок – одиночные экземпляры *Quercus robur* L., шестнадцатый участок – одиночные экземпляры *Prunus avium* L., семнадцатый участок – одиночные экземпляры *Malus sylvestris* L., восемнадцатый участок – одиночные экземпляры *Juglans regia* L., девятнадцатый участок – одиночные экземпляры *Populus alba* L., двадцатый участок – групповая посадка *Rhus typhina* L., двадцать первый участок – групповой

самосев *Cornus mas* L., двадцать второй участок – одиночные экземпляры *Symporicarpos albus* Dill., двадцать третий участок – одиночные экземпляры *Prunus mahaleb* L., двадцать четвертый участок – одиночные экземпляры *Prunus cerasifera* Ehrh. На каждом учетном участке проводились измерения расстояний между деревьями (кустарниками), определялось отношение их относительно друг друга, присваивался порядковый номер участка (выборка до 10 деревьев при групповой и рядовой посадке) [9]. Учитывались следующие данные: вид насаждений (групповая, рядовая посадка, одиночные экземпляры); порода (род, вид); состояние насаждений.

Состояние насаждений характеризовалось по признакам [9]:

- «хорошее» – насаждения здоровые, с хорошо развитой кроной, без существенных повреждений;
- «удовлетворительное» – насаждения здоровые, но с неправильно развитой кроной, со значительными, но не угрожающими их жизни ранениями или повреждениями, с дуплами и др.;
- «неудовлетворительное» – насаждения с неправильной и слабо развитой кроной, со значительными, повреждениями, ранениями, зараженностью болезнями или вредителями, угрожающими их жизни.

В результате мониторинга выявлено, что преобладающее большинство зеленых насаждений угольного отвала находятся в неудовлетворительном состоянии. В процентном соотношении от выборки это отображено на диаграмме (рис.1).

Таким образом, состояние зеленых насаждений и самого породного отвала характеризуется как неудовлетворительное, эффективность рекультивационных мероприятий недостаточна.

Результаты мониторинга представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Результаты инвентаризации зеленых насаждений породного отвала

Участок	Вид насаждений	Порода (род, вид)	Состояние	Примечания (повреждения, особые признаки)
1	Г	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	неуд.	наличие дупла, хлороз, пестролистность, гипогенезия побега и листа
2	О	<i>Acer tataricum</i> L.	неуд.	пестролистность, гипогенезия побега и листа, поражения побега
3	Г	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	неуд.	хлороз, пестролистность, нетипичный альбинизм, некроз
4	О	<i>Crataegus laevigata</i> Poir.	неуд.	неправильно развиты побеги
5	Г	<i>Ulmus pumila</i> L.	неуд.	пестролистность, хлороз, поражения побега
6	Г	<i>Betula pendula</i> Roth	неуд.	неправильно развита корона
7	О	<i>Acer negundo</i> L.	неуд.	неправильно развита корона, поражения короны
8	Г	<i>Quercus rubra</i> L.	неуд.	гипогенезия побега
9	О	<i>Rosa cinnamomea</i> L.	неуд.	неправильно развиты побеги, недоразвиты побеги и листья, хлороз
10	О	<i>Syringa vulgaris</i> L.	удовл.	гипогенезия побега
11	О	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	удовл.	неправильно развитая корона
12	Группово й самосев	<i>Ailanthus altissima</i> Mill.	неуд.	поражения побега
13	О	<i>Prunus armeniaca</i> L.	неуд.	поражения побега

14	О	<i>Sorbus intermedia</i> Ehrh.	удовл.	гипогенезия побега
15	О	<i>Quercus robur</i> L.	неуд.	неправильно развитая крона
16	О	<i>Prunus avium</i> L.	удовл.	гипогенезия побега
17	О	<i>Malus sylvestris</i> L.	неуд.	поражения побега
18	О	<i>Juglans regia</i> L.	удовл.	гипогенезия побега
19	О	<i>Populus alba</i> L.	неуд.	неправильно развитая крона
20	Г	<i>Rhus typhina</i> L.	удовл.	гипогенезия побега
21	ГС	<i>Cornus mas</i> L.	удовл.	гипогенезия побега
22	О	<i>Symporicarpos albus</i> Dill.	удовл.	гипогенезия побега
23	О	<i>Prunus mahaleb</i> L.	неуд.	поражения побега
24	О	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	удовл.	гипогенезия побега

\*О – одиночные экземпляры, Г – групповая посадка, ГС – групповой самосев

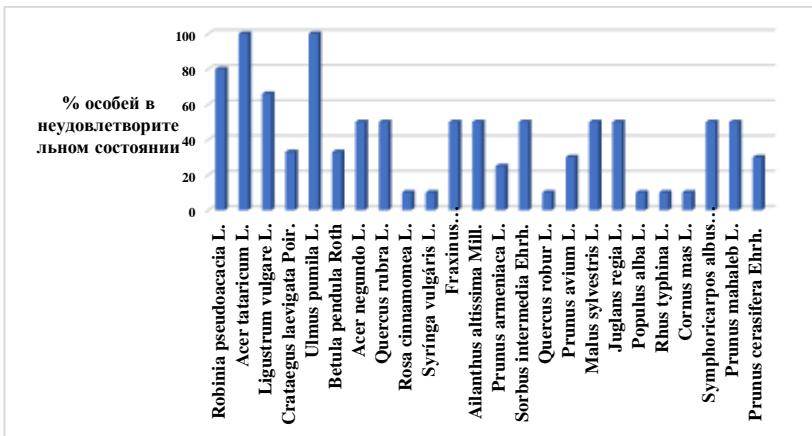


Рис.1. Соотношение особей в неудовлетворительном состоянии ко всем особям выборки

Обследование состояния отдельных особей древесных растений показало, что здоровые деревья составляют 29% от общего числа древесных растений, ослабленные – 31%, сильно ослабленные – 40%.

Наиболее распространёнными патологическими явлениями среди древесных растений породного отвала являются точечный некроз листьев (60% от общего числа обследованных деревьев), краевой некроз (30%) и хлороз листьев (70%), наличие галлов насекомых на поверхности листьев (14%).

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБНУ Донецкий ботанический сад по теме FREG-2023-0002 «Качественные и функциональные характеристики почв сельскохозяйственных угодий в степной зоне и пути восстановления их биологической продуктивности», № 1023020800023-9-1.6.19.

### *Литература*

1. Голованов Я.М., Баранова О.Г. К вопросу сохранения редких видов растений урбanoфлор городов южной промышленной зоны республики Башкортостан //Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2013. вып. 1. С. 26.
2. Крючков А.Н. Мониторинг состояния городских зеленых насаждений как часть эффективного управления зеленым хозяйством г.о. Тольятти // Проблемы прикладной экологии. Изв. Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17 № 4 (5) С. 1053.
3. Майдебура И.С., Чупахина Г.Н. Оценка жизненного состояния древостоя в условиях города //Вестник РГУ им. И. Канта. 2007. Вып. 1. Естественные науки. С. 88-97.
4. Коршиков И.И. Фитоиндикация качества окружающей среды в техногенных районах/ И.И. Коршиков, В.С. Котов, И.П. Михеенко //В кн.: Каталог разработок Донецкого ботанического сада. Донецк, 1994: 14–15.
5. Мартынова Е.А., Повх В.Н. Фитоиндикация отвалов угольных шахт Донбасса в системе регионального биомониторинга // Проблемы охраны и рекультивации нарушенных земель.

Материалы межреспубликанского совещания. Томск, 1992. С.59-63.

6. Хархома А.И., Агурова И.В., Прохорова С.И. Фитоиндикация состояния техногенной среды с использованием популяционных параметров травянистых видов растений // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Материалы IX Всероссийской научной конференции с международным участием (Екатеринбург, 20–25 августа 2012 г.). Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2012: 284–290.
7. Эйтинген Г.Р. Лесоводство. Москва: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1949. 368 с.
8. Жуков С.П. Слияние рекультивированных отвалов шахт с городским ландшафтом как вариант экологической оптимизации старопромышленных территорий// Сборник научных трудов ГНБС. 2018. Том 147. С. 210-211.
9. Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. Москва: Минстрой России, Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 1997. - 14 с.

**D.A. Dostovalova<sup>1</sup>, A.Z. Glukhov<sup>1</sup>, N.S. Podgorodetsky<sup>2</sup>, S.P. Zhukov<sup>1</sup>**  
**MONITORING OF PHYTOOPTIMIZATION  
OF LANDSCAPE TECHNOGENIC NEOPLASM**

<sup>1</sup>*Donetsk Botanical Garden*

<sup>2</sup> *Higher Educational Institution "Donbass National Academy of Civil  
Engineering and Architecture"*

In the work, the phytooptimization of the rock dump sh. 5/6 named after was monitored. Dimitrov, located within the city of Donetsk, DPR. An assessment of the condition of green spaces and the landscaping object itself, an assessment of the effectiveness of reclamation measures. As a result of monitoring, it was revealed that the vast majority of the green spaces of the rock dump are in an unsatisfactory condition.

*Жмылев П.Ю., Климович О.Р.,  
Коваленко М.А., Лазарева Г.А.*

## **ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ДУБНА**

*Государственный университет «Дубна»  
[zhmylev@gmail.com](mailto:zhmylev@gmail.com)*

На территории г. Дубна, одного из малых городов Московской области, выявлено 36 видов редких растений. Численность многих из них в последние годы сокращается в результате антропогенного влияния и естественных природных процессов. Эти данные обсуждены в связи с представлениями о значении урбанизированных территорий в сохранении биоразнообразия.

Понятие «редкий вид» является одним из центральных в экологии, учении о биоразнообразии, эволюционной биологии, охране природы и т.п. Однако общепринятого его определения не существует. Более того, для выделения редких видов предложены разные системы критериев. К сожалению, на практике их использовать трудно [1-4]. Поэтому чаще ориентируются только на какой-то один признак. В частности, начиная с Ч. Дарвина, «редкость» вида воспринимают как показатель риска его исчезновения. Исходя из этого к редким видам относят те, которые включены в Красные книги (Красные списки). Именно такой подход и был использован нами при выявлении редких видов растений на территории г. Дубна.

Г. Дубна расположен на севере Московской области, где в силу своеобразия природы Верхневолжской низменности преобладают хвойные леса бореального склада, заболоченные березняки и черноольшаники. В настоящее время этот молодой, небольшой по площади и средний по численности населения город бурно развивается как центр научноемкого производства [5, 6]. Это сопровождается антропогенной трансформацией растительного покрова. Считается, что наиболее чувствительны к таким процессам как раз редкие

виды [7, 8]. Именно поэтому города традиционно рассматривают как территории, на которых невозможно эффективное сохранение исчезающих (редких) видов. Это общепринятое представление недавно было подвергнуто сомнению [8]. Дело в том, что даже в мегаполисах существуют исчезающие виды. Например, в Австралии 30% таких растений и животных встречаются в городах [9]. Причем это не обязательно обусловлено только тем, что на урбанизированной территории сохранились природные экосистемы. Оказалось, что некоторые исчезающие виды могут осваивать антропогенные местообитания (парки, кладбища, палисадники, обочины дорог и т.п.). В частности, светолюбивые и засухоустойчивые орхидные вполне успешно растут на вторичных местообитаниях, поскольку здесь отсутствуют их конкуренты [10]. В связи с этим ряд экологов предлагает рассматривать города как территории, которые могут внести существенный вклад в сохранение биоразнообразия [8].

К настоящему времени на территории г. Дубна обнаружено 36 видов редких сосудистых растений. Среди них 20 видов охраняются в Московской области. Остальные включены в мониторинговый список. Поскольку природный компонент флоры города насчитывает 629 видов [5], то доля редких видов кажется небольшой (5,7%). Однако, если для сравнения взглянуть, например, на флору г. Москвы, то это впечатление изменится. В Красной книге г. Москвы значится 128 видов сосудистых растений. Из них 51 вид – это те, которые охраняются в Московской области или включены в мониторинговый список. И это в городе, где 145 ООПТ, суммарная площадь которых более чем в 3 раза превышает площадь г. Дубна. Так что 36 видов редких растений на сравнительно небольшой урбанизированной территории – это на самом деле не мало. Естественно, можно предположить, что это результат хорошего состояния городской среды (включая сохранения природных

комплексов). Действительно, комплексная экологическая оценка г. Дубна подтверждает это [11]. Однако не все так просто.

Во-первых, численность 17 редких видов заметно сократилась в последние годы. Восемь видов, возможно, вообще исчезли с территории города либо (напр., *Rubus chamaemorus*) из-за антропогенного влияния (уничтожение и трансформация местообитаний), либо (напр., *Equisetum variegatum*) из-за естественных процессов (сукцессии). Еще у 9 видов уменьшилось число местонахождений (уничтожение популяций) или плотность популяций. Например, в результате строительства и хозяйственного использования территории в последние годы были уничтожены отдельные популяции *Dactylorhiza incarnata*, *D. maculata*, *D. traunsteineri*, *Epipactis palustris* и *Goodyera repens*. Другой пример представляет *Hammarbya paludosa*. За 11 лет площадь единственной в городе популяции этого охраняемого в Московской области вида сократилась с 34 м<sup>2</sup> до 5,5 м<sup>2</sup>, вероятно, в силу естественных причин (увеличение сомкнутости крон и разрастание конкурентных видов).

Во-вторых, почти все редкие виды флоры г. Дубна – это растения лесов, болот и водоемов, т.е. тех эколого-ценотических групп, доля которых в урбanoфлорах заметно снижается в результате не только уничтожения природных экосистем, но и формирования особой городской среды.

Конечно городу нужно развиваться. И понятно, что это неминуемо влечет за собой уничтожение редких видов как наиболее чувствительных к антропогенным нарушениям [7, 8]. Вопрос в другом. Нужно ли стараться сохранить редкие виды на территории города? Еще недавно считалось, что поскольку редкие виды представлены в биоценозах небольшим числом особей то они имеют ограниченное значение для устойчивости экосистем. Однако современные исследования свидетельствуют об обратном – даже в очень богатых экосистемах редкие виды имеют большое

функциональное значение. Так что сохранение редких видов на урбанизированной территории – это не просто вклад в сохранение биоразнообразия вообще, а неотъемлемый элемент поддержания нормального функционирования экосистем города.

### *Литература*

1. Вахрамеева М.Г. Охрана растительного мира. М.: МГУ, 1988. 95с.
2. Злобин Ю.А. Редкие виды растений: флористический, фитоценотический и популяционный подход // Журнал общей биологии. 2011. Т. 72, № 6. С. 422–435.
3. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Универ. кн., 2013. 439 с.
4. Трепет С.А., Акатов В.В. Редкие виды и их сохранение. Майкоп: ИП Войнов Д.В, 2019. 178 с.
5. Карпухина Е.А., Алексеев Ю.Е., Жмылёв П.Ю., Лазарева Г.А. Флора городского округа Дубна. Дубна: Гос. ун-т «Дубна», 2016. 275 с.
6. Введение в экологию. Город Дубна – история и экология. Дубна: Междунар. ун-т природы, общества и человека «Дубна», 2001. 164с.
7. Knapp S. Plant biodiversity in urbanized areas. Plant functional traits in space and time, plant rarity and phylogenetic diversity. Vieweg, Teubner, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2010. - 150 p.
8. Planchuelo G., Kowarik I., Lippe M. Plant traits, biotopes and urbanization dynamics explain the survival of endangered urban plant populations // J. Appl. Ecol. 2020. Vol. 57. 10.1111/1365-2664.13661.
9. Ives C.D., Lentini P.E., Threlfall C.G., Ikin K., Shanahan D.F., Garrard G.E., Bekessy S.A., Fuller R.A., Mumaw L., Rayner L. Cities are hotspots for threatened species// Glob. Ecol. Biogeogr. 2016. Vol. 25(1). P. 117-126.
10. Вахрамеева М.Г., Варлыгина Т.И., Татаренко И.В. и др. Виды евразиатских наземных орхидных в условиях антропогенного

воздействия и некоторые проблемы их охраны // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1997. Т. 102. Вып. 4. С. 35-43.

11. Каманина И.З., Каплина С.П., Макаров О.А., Кликодуева Н.А. Комплексная оценка экологического состояния наукограда Дубна. Дубна: ОИЯИ, 2019. - 168 с.

*P.Yu. Zhmylev, O.R. Klimovich, M.A. Kovalenko, G.A. Lazareva*  
**CHANGES IN THE NUMBER OF RARE PLANT SPECIES  
IN THE TERRITORY OF DUBNA**

*Dubna State University*

On the territory of Dubna, one of the small towns of Moscow region, 36 species of rare plants have been identified. The numbers of many of them have been declining in recent years as a result of anthropogenic influence and natural processes. These data are discussed in connection with ideas about the importance of urbanized areas in the conservation of biodiversity

**Жмылев П.Ю.<sup>1</sup>, Коваленко М.А.<sup>1</sup>, Морозова О.В.<sup>2</sup>**  
**О РАЗНООБРАЗИИ ПСЕВДО-ОДНОЛЕТНИКОВ**

<sup>1</sup>*Государственный университет «Дубна»*

<sup>2</sup>*Институт географии РАН*

[zhmylev@gmail.com](mailto:zhmylev@gmail.com)

Псевдо-однолетники – слабо изученная небольшая группа клonalных растений. Выделены три подхода ее определения. Обсуждены результаты изучения ее разнообразия. На примере псевдо-однолетников Средней России показано, что эта группа характеризуется большим разнообразием зимующих структур и своеобразным экологическим обликом.

Псевдо-однолетники (вегетативные однолетники) – это своеобразная группа травянистых клonalных растений, которые по длительности жизни особей напоминают однолетних монокарпиков, а по образованию зимующих вегетативных «органов» – поликарпиков. Впервые ее предложил выделить Е. Warming [1], а у нас в стране – Е.Л. Любарский [2-4]. Так уж сложилось, но границы этой группы определяют по-разному, что позволяет выделить следующие подходы:

1. Традиционный подход. С самого начала к псевдо-однолетникам относят клональные растения, у которых дочерние особи живут не более одного года [1-7]. При этом возрастные изменения вегетативного размножения не учитывают или считают не очень существенным признаком.

2. Широкий подход. Нередко к псевдо-однолетникам относят многолетники, которые развиваются как замещающие двулетники [8], или клональные растения с однолетними условными особями, независимо от длительности существования морфологической (подземные отбеги) связи между ними [5].

3. Узкий подход. Иногда к псевдо-однолетникам предлагают относить клональные растения, у которых не только особи живут не более 1 года, но и морфологическая

дезинтеграция особи происходит в первый год после прорастания семени [9].

Ни один из перечисленных подходов не позволяет избежать основной проблемы – отсутствие резкой границы между псевдо-однолетниками и другими травами (однолетниками, многолетниками). В этой связи мы считаем необходимым выделять облигатные и факультативные псевдо-однолетники. К первым следует отнести клональные растения, которые всегда (почти всегда) развиваются как псевдо-однолетники согласно традиционному подходу. Ко вторым – многолетние и однолетние растения, которые иногда (с той же частотой) могут развиваться как псевдо-однолетники согласно традиционному подходу. Например, облигатным псевдо-однолетником является *Trientalis europea* [1, 5, 6], хотя в его популяциях часть особей могут развиваться как замещающие двулетники [10]. Напротив, *Ruppia maritima* – это факультативный псевдо-однолетник, поскольку чаще всего живет как типичный однолетник [11].

В настоящее время о таксономическом разнообразии псевдо-однолетников известно крайне мало. E. Warming [1] упомянул всего 39 видов однодольных и двудольных растений, хотя считал, что в Дании псевдо-однолетников гораздо больше. A. Krumbiegel [5] для Центральной Европы привел 87 видов из 34 родов и 22 семейств покрытосеменных. К сожалению, ориентироваться на эти цифры трудно. Во-первых, оба автора отнесли к псевдо-однолетникам несколько типичных многолетников (напр., *Chrysosplenium alternifolium*). Во-вторых, E. Warming [1] вообще не рассматривал водные растения, а A. Krumbiegel [5] ограничил их круг только теми, у которых есть «турионы».

По нашим данным список облигатных псевдо-однолетников мировой флоры насчитывает 127 видов из 48 родов и 27 семейств трахеофитов. Среди них два вида р. *Lycopodiella*. Остальные – двудольные (79 видов) и однодольные (46 видов) растения. Несомненно, дальнейшие

исследования расширят этот список. В частности, псевдо-однолетность, скорей всего, встречается среди мохообразных. Однако, уже сейчас, вероятно, можно признать, что псевдо-однолетники - это очень небольшая группа клональных растений. Например, во флоре Средней России встречается всего 72 вида облигатных псевдо-однолетника. Их анализ свидетельствует о следующем.

1. Среди облигатных псевдо-однолетников Средней России преобладают плюриональные виды (40%) и есть выходцы из тропиков и субтропиков. Это позволяет считать, что псевдо-однолетность встречается в разных климатических зонах.

2. Почти все (91%) облигатные псевдо-однолетники Средней России встречаются в трех местообитаниях: водные объекты, берега и болота. Причем часто на голых или слабо заросших участках.

3. Большинство облигатных псевдо-однолетников Средней России идентифицируют условия полного или почти полного освещения (67%) и сырых или водных местообитаний (78%) с более или менее богатыми, не кислыми почвами.

4. Среди облигатных псевдо-однолетников Средней России можно выделить 9 типов зимующих «структур»: клубень, чешуйчатый клубень, клубнелуковица, турион, псевдотурион, листец, надземный столон, подземный столон и горизонтальный побег.

Перечисленные результаты следует рассматривать как предварительные свидетельства разнообразия псевдо-однолетников. Тем более, что некоторые из них противоречат представлениям других авторов относительно эколого-ценотического облика этой группы [1-5, 7, 12-14]. Пока кажется ясным только одно – псевдо-однолетность редко встречается среди трахеофитов. Причины этого остаются пока непонятными.

## Литература

1. Warming E. Om jordudløbere // Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter. Naturvidensl. Og Mathem. Afd. 1918. Vol.8. Rakke. II. 6. P. 298-376.
2. Любарский Е.Л. Об эволюции вегетативного возобновления и размножения травянистых поликарпиков // Бот. журн. 1961 Т. 46. №7. С. 959-968.
3. Любарский Е.Л. Вегетативные однолетники/ в кн.: Успехи экологической морфологии растений и ее влияние на смежные науки. М.: МПГУ, «Прометей», 1994. – С. 11.
4. Любарский Е. Л. Дополняющая ветвь эволюции жизненных форм покрытосеменных к вегетативным однолетникам// Бюл. бот. сада Саратов. гос. у-та. 2006. Т. 5, вып. 1. С. 362-365.
5. Krumbeigel A. Vegetative reproduction strategies of pseudoannual plants in central Europe// Beiträge zur Biol. Pflanzen. 2001. Vol. 72. P.287–313.
6. Жмылёв П.Ю., Алексеев Ю.Е., Морозова О.В. Биоморфологическое разнообразие растений Московской области. Дубна: Государственный университет «Дубна», 2017. 325 с.
7. Жмылёв П.Ю., Леднев С.А., Щербаков А.В. Биоморфология водных растений: проблемы и подходы к классификации жизненных форм/ Леонид Васильевич Курдяшов: Ad memorium: сборник статей. М.: МАКС Пресс, 2012. - С. 101–128.
8. Ворошилов В.Н. Лекарственная валериана. М.: Наука, 1959. 160с.
9. Савиных Н.П. О жизненных формах водных растений// в кн.: Гидроботаника: методология, методы. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. - С. 39–48.
10. Piqueras J., Klimeš L. Demography and modelling of clonal fragments in the pseudoannual plant *Trientalis europaea* L.// Pl. Ecol. 1998. Vol. 136. P. 213-227.
11. Malea P., Kevrekidis T., Mogias A. Annual versus perennial growth cycle in *Ruppia maritima* L.: temporal variation in population characteristics in Mediterranean lagoons (Monolimni and Drana Lagoons, Northern Aegean Sea// Bot Mar. 2004. Vol. 47. P. 357–366.

12. Kawano S. Life history characteristics of temperate woodland plants in Japan/ in: The population structure of vegetation. Dordrecht: Dr. W. Junk, 1985. – P. 515–549.
13. Klimeš L., Klimešová J., Hendriks R., van Groenendaal J. Clonal plant architecture: a comparative analysis of form and function/ in: The ecology and evolution of clonal plants. Backhuys Publ., Leiden, Netherlands, 1997. – P. 1 - 29.
14. Keating R.C., Hoch P.C., Raven P.H. Perennation in *Epilobium* (Onagraceae) and its relation to classification and ecology// *Syst. Bot.* 1982. Vol. 7. P. 379-404.

***P.Yu. Zhmyle<sup>1</sup>, M.A. Kovalenko<sup>1</sup>, O.V. Morozova<sup>2</sup>***  
**ON THE DIVERSITY OF PSEUDO-ANNUALS**

<sup>1</sup>*Dubna State University*

<sup>2</sup>*Institute of Geography Russian Academy of Sciences*

Pseudo-annuals are a poorly studied small group of clonal plants. Three approaches to its definition are identified. The results of studying its diversity are discussed. On the example of pseudo annuals of Central Russia it is shown that this group is characterized by a great diversity of overwintering structures and a peculiar ecological appearance.

*Занина М.А.*

## **НОВЫЕ МЕСТООБИТАНИЯ И СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ *HYACINTHELLA LEUCOPHAEAE* В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИХОПЁРЬЯ**

*Балашихинский институт (филиал) Саратовского государственного  
университета имени Н.Г. Чернышевского*

[zanmarina@yandex.ru](mailto:zanmarina@yandex.ru)

Гиацинтик серо-голубой научно-познавательный и декоративный вид. Предъявляет требования к почвенному увлажнению и питанию. Охраняется в Саратовской области с категорией 1 – редкий вид. Изученная ценопопуляция стабильная во времени и пространстве (индекс восстановления – 160).

Необходимость сохранения редких видов, вытекает не только из декоративного значения и ресурсной ценности, но и из роли, которую они выполняют в круговороте веществ и энергии. Каждый исчезнувший вид растений влечет за собой исчезновение 4-5 видов беспозвоночных животных, существование которых связано с этим растением [1].

Мы продолжаем серию публикаций о результатах изучения ценопопуляций редкого растения Саратовской области – гиацинтика пепельно-серого (светло-голубого) – *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch.) Schur., семейства гиацинтовые (Hyacinthaceae) [2-5].

Гиацинтик пепельно-серый имеет категорию охраны в Саратовской области – 1 как вид, находящийся под угрозой исчезновения. Возможности культивирования не изучены [6]. Охраняется в ряде областей России (Белгородской, Волгоградской, Курской, Липецкой, Тамбовской), города Севастополь, ДНР.

Экологические характеристики вида: отношение к условиям увлажнения – мезофит; отношение к питанию – мезотроф; отношение к свету – светолюбивое. Ресурсное значение – декоративное, научно-познавательное (Причерноморско-Донецкий эндемик). Восточноевропейско-

малоазиатский степной вид. Эфемероид. В России гиацинтик пепельно-серый распространен на юге и юго-востоке Европейской части. В Саратовской области произрастает в Балашовском и Романовском районах.

Исследования проводили с 25 апреля по 9 мая 2023 года в Романовском районе Саратовской области, в окрестности села Бобылевка. Географические координаты ценопопуляции – 51.795473, 42.761654. Высота над уровнем моря 117 метров (рис. 1). Район исследования находится в зоне разнотравно-ковыльных степей Окско-Донской равнины.



Рис. 1. Карта-схема расположения ценопопуляции гиацинтика пепельно-серого

Ценопопуляция расположена на склоне надпойменной террасы реки Сухой Карай (правый приток реки Хопёр, Донской бассейн) северной экспозиции и занимает площадь, в среднем, 200 м в длину и 30 м в ширину. Почвы аллювиально-дерновые со средним содержанием гумуса (5,9 %) и низким макро- и микроэлементов.

Геоботаническое описание растительных сообществ выполнено по общепринятым методам. Проективное покрытие видов определялось глазомерно. Для получения фитоценотических характеристик были заложены случайным образом 15 пробных площадей по 100 кв. м каждая. Видовые

названия приводятся по Черепанову [7]. Для изучения онтогенетической структуры в ценопопуляции закладывались 20 пробных площадей, площадью 1 кв. м каждая.

Гиацинтик пепельно-серый в изученной ценопопуляции представляет собой многолетнее травянистое луковичное растение (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид растения в ценопопуляции

Побег прямостоячий, высотой –  $20,3 \pm 3,5$  см. Листья простые, линейные, сидячие, острые на верхушке, в нижней части с красноватым оттенком. Ширина листьев –  $1,2 \pm 0,5$  см. Соцветие – рыхлая кисть с  $14,2 \pm 5,8$  цветками. Цветки мелкие. В начале цветения сине-голубые, в конце грязно-белые. Околоцветник колокольчато-воронковидный. Плод – сплюснутая коробочка с округлыми ребрами. Формула цветка  $O3+3T3+3P1$ . Яйцевидная луковица в диаметре достигает у генеративных особей –  $1,3 \pm 0,4$  см.

Фитоценоз с участием гиацинтика пепельно-серого слагают – кустарник-доминант – *Amygdalus nana*. Содоминанты – *Chamaecytisus ruthenicus*, *Genista tinctoria*. Сопутствующие кустарники – *Spiraea crenata*, *Rosa majalis*. Из травянистых растений присутствуют *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *Galatella villosa*, *Phlomoides tuberosa*, *P. pungens*, *Salvia tescuicola*, *Adonis volgensis*.

В возрастном спектре ценопопуляции преобладали генеративные особи (g1 +g2) – 52 %. Имматурных – 12 %, виргинильных – 46 %. Индекс восстановления равен 160.

Таким образом, проведенные исследования показали, что состояние ценопопуляции гиацинтика пепельно-серого относительно устойчиво. Мониторинг популяции данного редкого вида, встречающегося в местах произрастания кустарниковых сообществ, позволит выявить тенденцию её существования во времени и пространстве и предложить меры по сохранению, выявить новые места обитания в пределах среднего Прихопёрья.

### *Литература*

1. Арушанян Г.С., Смирнова Е.Б. Миндаль низкий (*Amygdalus nana* L.) в ландшафтных катенах прихоперья // Степи Северной Евразии : материалы девятого международного симпозиума, Оренбург, 07–11 июня 2021 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2021. – С. 78-82. – DOI 10.24412/cl-36359-2021-78-82
2. Занина М.А., Смирнова Е.Б., Смирнов Д.И. Гиацинтик беловатый во флоре окрестностей поселка Ветельный Балашовского района Саратовской области // Живые системы - 2019 : Сб. науч. ст. Межд. науч. конф., посвящ. 110-летию СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, 09–11 сентября 2019 года. – Саратов: ООО «Амирит», 2019. – С. 109-111.
3. Занина М.А., Смирнова Е.Б., Семенова Н.Ю. и др. Редкие растения флористических комплексов реки Ветлянка // Поволжский экологический журнал. 2022. № 2. С. 242-252. DOI 10.35885/1684-7318-2022-2-242-252.
4. Семенова Н.Ю., Смирнова Е.Б., Семенова Е.А. Состояние ценопопуляции *Hyacinthella leucophaea* (С. Koch.) Schur. в Балашовском районе // Проблемы развития науки и образования: теория и практика: сб. науч. тр. по матер. Межд. науч.-практ. конф. – М.: АР-Консалт, 2015. – Ч. 1. – С. 38-40.
5. Смирнова Е.Б., Невзоров А.В., Шатаханов Б.Д. Биоразнообразие редких растений на особо охраняемых природных территориях Правобережья Саратовской области // Вестник российских

- университетов. Математика, 2017. Т. 22. №5-1. С. 998-1001.
6. Красная книга Саратовской области: грибы, лишайники, растения. Животные / Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области. – Саратов : Папирус, 2021. – С. 149.
7. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995.-990с.

*M.A. Zanina*  
**NEW HABITAT AND STATE  
OF *HYACINTHELLA LEUCOPHAEA* POPULATIONS  
IN THE MIDDLE KHOPER REGION**

*Balashov Institute (branch) of Saratov State University named after  
N.G. Chernyshevsky*

Blue-gray hyacinth is a scientific, educational and decorative species. Makes demands on soil moisture and nutrition. Protected in the Saratov region with category 1 - a rare species. The studied cenopopulation is stable in time and space (recovery index – 160).

*Игнашев Н.Е., Рахимов И.И., Леонова Т.Ш.*  
**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВРАНОВЫХ  
(*CORVIDAE*) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ  
ТАТАРСТАН**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет*  
[Ignashhev13Nil@mail.ru](mailto:Ignashhev13Nil@mail.ru)

В настоящем природоохранном законодательстве Российской Федерации существуют методы оценки видового разнообразия животных разных категорий (краснокнижные, охотничьи, синантропные и т.д.), но данные штрафы и таксы не отображают реальную экологическую стоимость вида, в связи с этим необходимо разработать подходы, включающие лимитирующие факторы воздействия на них и определить стоимостные показатели птиц, в частности семейства Врановые (*Corvidae*), в Республике Татарстан, обитающих на различных ландшафтах.

В биологической литературе используется понятие об экономической стоимости вида, которое включается в себя подходы и оценки объектов живого мира, а именно птиц. Важное значение для природоохранной деятельности имеет учет экономически значимых видов биологического разнообразия птиц [1]. Птицы, как одни из самых заметных представителей животного мира являются биоиндикационным звеном в экосистеме. Зоогеографическое распространение современной орнитофауны во многом зависит от изменений климатических условий, а также антропогенных факторов, действующих на них. Изменение разнообразия птиц происходит с изменением границ природных территорий, соотношению фаз годового цикла жизнедеятельности и миграционного статуса и т.д.

Зашита биоразнообразия врановых птиц, как одних из более устойчивых синантропных представителей антропогенных ландшафтов, является важной задачей в целях устойчивого развития страны. На территории Республики Татарстан насчитывается 8 представителей семейства врановые (*Corvidae*), такие как: Ворон (*Corvus corax*), Ворона

серая (*Corvus cornix*), Галка (*Coloeus monedula*), Грач (*Corvus frugilegus*), Кедровка (*Nucifraga caryocatactes*), Кукша (*Perisoreus infaustus*), Сойка (*Garrulus glandarius*), Сорока (*Pica pica*) [2].

В данном исследовании приводятся эколого-экономические оценки и шкалы птиц на основе методик и такс расчета, причинённого объектам живого мира (Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 28.04.2008 г.), (табл.1,2,3).

В данном исследовании приводятся эколого-экономические оценки и шкалы птиц на основе методик и такс расчета, причинённого объектам живого мира (Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 28.04.2008 г.), (табл.1,2,3).

1. Половая принадлежность (женская особь – 10 баллов, мужская – 5 баллов). В экосистемах женская особь более значима, чем мужская, в связи с продолжением рода и дальнейшего воспроизводства);

2. Средняя численность (<50 – 10 баллов, 50-249 – 9 баллов, 250-999 – 8 баллов, 1000-2499 – 7 баллов, 2500-9999 – 6 баллов, 10000-19999 – 5 баллов, 20000-49000 – 4 балла, 50000-99999 – 3 балла, 100000-499999 – 2 балла, 500000 – 999999 – 1 балл). Численность определялась в соответствии с рекомендациями списка SPES-видов (Species of European Conservation Concern, SPECs) и личного учета годичных и сезонных колебаний в различных биомах;

3. Средняя продолжительность жизни (1,4-5 лет – 1 балл, 6-8 лет – 2 балла, 9-12 лет – 3 балла, 13-15 – 4 балла, 16-19 лет – 5 баллов, 20-24 лет – 6 баллов, 25-29 лет – 7 баллов, 30-36 лет – 8 баллов, 37-45 лет – 9 баллов, 45-60 лет – 10 баллов), данное распределение баллов было исходя средней продолжительности вида в неволе и естественной среде обитания;

4. Средняя продуктивность вида (за сезон) (1-2 яйца – 10 баллов, 2-3 яйца – 9 баллов, 3-4 яйца – 8 баллов, 4-5 яиц –

7 баллов, 5-6 яиц – 6 баллов, 6-7 яиц – 5 баллов, 7-8 яиц – 4 балла, 8-9 яиц – 3 балла, 9-10 яиц – 2 балла, более 10 яиц – 1 балл);

5. Характер пребывания птиц в Республике Татарстан (оседлые виды – 2 балла, гнездящиеся виды – 4 балла, зимующие виды – 6 баллов, виды, встречающиеся на пролете – 8 баллов, залетные виды – 10 баллов);

6. Отнесение вида в Красную книгу Республики Татарстан (5 баллов);

7. Отнесение вида в Красную книгу Российской Федерации (10 баллов);

8. Отнесение вида в Международный список охраны природы (15 баллов);

9. Отнесение вида к объектам охоты (виды, не отнесенные к какой-либо категории охоты – 2 балла, типичные представители охоты – 4 балла, условно-охотничьи виды – 6 баллов, виды, подверженные незаконной продажи или уничтожению (браконьерство) – 8 баллов, виды, занесенные в две категории охоты – 10 баллов);

10. Отнесение вида к синантропам (типичные гнездящиеся урбофилы – 3 балла, урбофилы – 6 баллов, урбофобы – 10 баллов).

**Таблица 1.** Оценочные показатели врановые (*Corvidae*) на территории Республики Татарстан

Виды	Критерии										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итог
Ворона серая <i>Corvus cornix</i>	♂ - 5	3	7	7	2	0	0	0	6	3	33
	♀- 10										38
Галка <i>Corvus monedula</i>	♂ - 5	2	3	6	2	0	0	0	6	3	27
	♀- 10										32
Грач <i>Corvus frugilegus</i>	♂ - 5	2	5	7	4	0	0	0	6	3	32
	♀- 10										37

Виды	Критерии										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итог
Кедровка <i>Nucifraga aryocatactes</i>	♂ - 5	9	3	8	2	5	0	0	8	6	46
	♀- 10										51
Кукша <i>Perisoreus infaustus</i>	♂ - 5	10	4	8	10	0	0	0	6	10	53
	♀- 10										58
Сойка <i>Garrulus glandarius</i>	♂ - 5	7	2	5	2	0	0	0	6	3	30
	♀- 10										35
Сорока <i>Pica pica</i>	♂ - 5	5	4	4	2	0	0	0	6	3	29
	♀- 10										34

Вышеперечисленные критерии способны определить экологическую ценность видового разнообразия. Для каждого экологического критерия были выявлены балльные оценки, которые затем были переведены в денежный эквивалент (рубль), на основе существующих природоохранных законов, актов и методик расчета стоимости причинённого вреда объектам, относящимся к охотничьям и краснокнижным видам. Птицы, которые не оцениваются в настоящих законах, были оценены благодаря генетически схожим видам. Для выявления экономической оценки использованы итоговые экологические стоимости, сумма рациона питания (с количеством дней в неволе до половой зрелости вида), средняя сумма, затрачиваемая на содержание вида в неволе с учетом оплаты услуг ветеринарного врача, 1/10 суммы оклада сотрудника зоопарка, кВ энергии и водопотребление вида.

**Таблица 2.** Расчет итоговой экологической стоимости врановых (*Corvidae*) на территории Республики Татарстан

Виды	Пол	Балл	Стоимость 1 балла (руб.)	Итоговая экол. стоимость вида в естест. среде обитания (руб.)
Ворон <i>Corvus corax</i>	♂	34	1 000	34 000
	♀	39	1 000	39 000
Ворона серая <i>Corvus cornix</i>	♂	33	1 000	33 000
	♀	38	1 000	38 000
Галка <i>Corvus monedula</i>	♂	27	1 000	27 000
	♀	32	1 000	32 000
Грач <i>Corvus frugilegus</i>	♂	32	1 000	32 000
	♀	37	1 000	37 000
Кедровка <i>Nucifraga aryocatactes</i>	♂	46	1 000	46 000
	♀	51	1 000	51 000
Кукша <i>Perisoreus infaustus</i>	♂	53	1 000	53 000
	♀	58	1 000	58 000
Сойка <i>Garrulus glandarius</i>	♂	30	1 000	30 000
	♀	35	1 000	35 000
Сорока <i>Pica pica</i>	♂	29	1 000	29 000
	♀	34	1 000	34 000

Для определения итоговой экономической стоимости птиц (табл. 3) использовали получившиеся данные средней стоимости содержания вида с учетом средней суммы тарифов затрат на электроэнергию и потреблением воды за 1 день в рублях (58 р, независимо от вида), средней суммы 1/10 часть оклада сотрудника зоопарка и ветеринарного врача в рублях (140 р, независимо от вида), количество дней до половой зрелости (столбец «Д»), средняя сумма рациона питания с учетом дней до половой зрелости с учетом средних цен на продукты питания в Российской Федерации за 2023 год в рублях (столбец «Р») [3], итоговой экологической стоимости

в рублях (табл. 2) (столбец «Э») и при сложении всех стоимостных показателей, получается итоговая экономическая стоимость вида в неволе в рублях.

**Таблица 3.** Расчет итоговой экономической стоимости врановых (*Corvidae*) на территории Республики Татарстан

Виды	Пол	Д	Р	ЭС	Итоговая экон. стоимость вида в неволе (руб.)
Ворон <i>Corvus corax</i>	♂	730	226 796,40	34 000	260 796,4
	♀	730	226 796,40	39 000	265 796,4
Ворона серая <i>Corvus cornix</i>	♂	730	226 796,40	33 000	259 796,4
	♀	730	226 796,40	38 000	264 796,4
Галка <i>Corvus monedula</i>	♂	730	135 765,40	27 000	162 765,4
	♀	730	135 765,40	32 000	167 765,4
Грач <i>Corvus frugilegus</i>	♂	730	226 796,40	32 000	258 796,4
	♀	730	226 796,40	37 000	263 796,4
Кедровка <i>Nucifraga aruocatactes</i>	♂	545	156 126,15	46 000	202 126,15
	♀	545	156 126,15	51 000	207 126,15
Кукша <i>Perisoreus infaustus</i>	♂	730	135 765,40	53 000	188 765,4
	♀	730	135 765,40	58 000	193 765,4
Сойка <i>Garrulus glandarius</i>	♂	730	135 765,40	30 000	165 765,4
	♀	730	135 765,40	35 000	170 765,4
Сорока <i>Pica pica</i>	♂	730	226 796,40	29 000	255 796,4
	♀	730	226 796,40	34 000	260 796,4

По данным примерам в таблицах 1,2,3 можно определить реальную экологическую и экономическую стоимость врановых (*Corvidae*) птиц на территории Республики Татарстан. Стоимостные показатели способны дополнить существующие природоохранные акты, законы и методики исчисления вреда, причинённого объектам животного мира в целях устойчивого развития не только региона, но и страны в целом.

## *Литература*

1. Приказ Российской Федерации от 8.12.2022 г. N 948 «Об утверждении методики исчисления размера вреда, причинённого охотничьям ресурсам».
2. *Рахимов И.И., Аринина А.В., Байсыров А.М.* Птицы города Казани: Монография. Казань: Издательство ООО "Олитех", 2021. - 212с.
3. *Горваль В.Н., Комкова Ю.В.* Книга рационов. Основные нормы кормления животных Московского зоопарка. Москва: Издательство ООО"Елена и Ко", 2009. - 201с.

*N.E. Ignashev, I.I. Rakhimov, T.Sh. Leonova*  
**ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT  
OF CORVIDAE ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC  
OF TATARSTAN**  
*Kazan (Volga Region) Federal University*

In the current environmental legislation of the Russian Federation, there are methods for assessing the species diversity of animals of different categories (Red Book, hunting, synanthropic, etc.), but these fines and fees do not reflect the real environmental value of the species, therefore it is necessary to develop approaches that include limiting factors impacts on them and determine the cost indicators of birds, in particular the Corvidae family, in the Republic of Tatarstan, living in various landscapes.

*Калинина А.В.*  
**СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ВИДА *PLANTAGO MAJOR L.* В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЭКОТОПАХ Г.МАКЕЕВКИ**

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», Россия  
[kalinina.angela91@mail.ru](mailto:kalinina.angela91@mail.ru)

Выполнено исследование ценопопуляции *Plantago major* L. в условиях трансформированных экотопов г. Макеевки.

Определены особенности онтогенетической структуры и некоторые фитоценотические характеристики ценопопуляций.

Исследования ценопопуляций (ЦП) в условиях антропогенно трансформированных экотопов являются актуальным научным направлением, которое имеет большое практическое значение, может быть использовано для разработки мер по сохранению биоразнообразия и восстановлению нарушенных местообитаний [1, 2]. Популяционный подход позволяет разносторонне изучить вид в определенных условиях в составе конкретных растительных сообществ [3, 4].

*Plantago major* L. – космополитный вид, который играет важную роль в растительном покрове, особенно в составе нарушенных экотопов [4]. Вид достаточно изучен во многих регионах, однако исследования ценопопуляций *P. major* на трансформированных территориях Донецкого региона ранее не проводились. Следует отметить, что Донбасс характеризуется высоким уровнем урбанизации и индустриализации [5, 6, 7], но на данный момент происходит переформатирование экологической нагрузки на экосистемы, которые вызваны боевыми действиями.

Цель исследования – определить особенности эколого-демографической структуры ценопопуляций *P. major* в условиях антропогенно трансформированных экотопов г. Макеевки.

Исследование проводили в августе 2023 г. на территории

г. Макеевки. Геоботанические и популяционные исследования осуществляли методом трансект с применением общепринятых методик.

Изучены ценопопуляции *P. major*, сформированные в условиях антропогенно нарушенных экотопов: ЦП 1 – сквер на пересечении ул. Московской и просп. 250-летия Донбасса; ЦП 2 – сквер у площади В.И. Ленина; ЦП 3 – сквер на пересечении ул. Донецкой и Московской; ЦП 4 – на территории парка им. В. Джарты; ЦП 5 – в центральном парке культуры и отдыха «Северный»; ЦП 6 – на придорожной территории ул. Ленина; ЦП 7 – на территории гаражного кооператива квартала Строитель; ЦП 8 – на дворовой территории квартала Гавардейский; ЦП 9 – на территории кладбища; ЦП 10 – на прилегающей территории к шахте им. Калиновская-Восточная.

Проективное покрытие обследованных растительных сообществ варьирует в пределах от 80% до 100%. На опытных участках зарегистрировано от 15 до 33 видов. Пространственная структура особей всех ценопопуляций – контагиозная, плотность варьирует в пределах от 33,6 до 162,4 особей/м<sup>2</sup>. В составе фитоценозов ценопопуляции *P. major* занимают различное положение: ЦП 1, ЦП 2, ЦП 6 преобладают в сообществе, ЦП 4, ЦП 7, ЦП 8, ЦП 10 являются второстепенными, ЦП 3, ЦП 5 – сопутствующими.

Результаты изучения онтогенетической структуры демонстрируют, что все изученные ценопопуляции являются нормальными, свидетельствует о способности ЦП к самоподдержанию. ЦП 9 определена как полночленная, остальные являются неполночленными. В ЦП 8, ЦП 5 не выявлены особи в ювенильном, виргинильном, синильном и субсинильном возрастных состояниях. В составе ЦП 2, ЦП 10 не обнаружены особи в синильном и субсинильном состояниях. В ЦП 1, ЦП 3, ЦП 6 отсутствуют особи в субсинильном состоянии (табл.1). Из 10 нормальных ценопопуляций 9 являются молодыми с левосторонним

онтогенетическим спектром, только ЦП 8 определена как зреющая с центрированным спектром. Отмечены различия относительно локальных максимов в прогенеративной группе ЦП, что может быть связано с типом и интенсивностью нагрузки на ценопопуляции.

**Таблица 1.** Онтогенетическая структура ценопопуляций *Plantago major* L. в трансформированных экотопах г. Макеевки

ЦП	Онтогенетическая структура, %		
	прогенеративная группа	генеративная группа	постгенеративная группа
1	50,7	49,3	-
2	38,1	61,9	-
3	59,9	38,8	1,3
4	74,4	24,5	1,1
5	64,4	34,9	0,7
6	50,1	49,6	0,3
7	19,6	80,4	-
8	17,3	82,7	-
9	50,3	47,1	2,6
10	40,9	59,1	-

Таким образом, условия антропогенно трансформированных экотопов г. Макеевки являются благоприятными для ценопопуляций *P. major*. В большинстве исследованных ЦП отмечено преобладание прогенеративного онтогенетического состояния особей, что указывает на перспективность их развития. Выявленные различия и закономерности онтогенетической структуры и фитоценотических параметров свидетельствуют о высокой пластичности и адаптационной способности вида в условиях сложных гетерогенных нарушенных экотопов. Результаты исследования подтверждают научный интерес для дальнейших исследований ценопопуляций *P. major*.

## *Литература*

1. *Османова Г.О., Животовский Л. А.* Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2020. № 2. С. 144-152.
2. *Калинина А.В.* Состояние ценопопуляций видов рода *Oenothera* L. в трансформированных экотопах Донбасса // Лесохозяйственная информация. 2022. № 3. С. 135-144.
3. *Жукова Л.А., Полянская Т.А.* О некоторых подходах к прогнозированию перспектив развития ценопопуляций растений // Вестник ТвГУ. Серия "Биология и экология". 2013. Выпуск 32. №31. С. 160-171.
4. *Османова Г.О.* Состояние ценопопуляций *Plantago major* L. и *Plantago media* L. в лесных фитоценозах Республики Марий Эл // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2007. № 5. С. 75-79.
5. *Мирненко Э.И.* Таксономическое разнообразие фитопланктона реки Кальмиус и водохранилищ, расположенных на ней // Трансформация экосистем. 2022. Т. 5, № 2(16). С. 63-73.
6. *Корниенко В.О., Яицкий А.С.* Экологические последствия шумового загрязнения города Донецка // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 11/2. С. 28-34
7. *Safonov A.* Indicator plants of anthropogenic disturbances: Scientific approach, educational technologies // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 431. P. 01031.

*A.V. Kalinina*

### **STATE OF CENOPOPULATIONS OF *PLANTAGO MAJOR* L. IN ATROPOGENICALLY DISTURBED ECOTOPES OF MAKEYEVKA**

*Donetsk State University*

A study of the cenopopulation of *Plantago major* L. was carried out in transformed ecotopes of the city of Makeevka. The features of the ontogenetic structure and some phytocenotic characteristics of cenopopulations are determined. Plants are being implemented on the territory of Central Donbass.

*Кашкаров Р.Д., Митропольская Ю.О.*

**ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
УЗБЕКИСТАНА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ  
ФАУНИСТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ  
МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

*Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан  
[roman.kashkarov@iba.uz](mailto:roman.kashkarov@iba.uz)*

Предлагаемый в статье комплекс из 8 индикаторов позволяет сравнивать фаунистическое разнообразие, степень его сохранности, экономической значимости и эндемизма.

Посредством системы индикаторов возможно оценивать значимость разных регионов страны для сохранения фауны, разработать меры ее охраны и устойчивого использования. Оценка значимости различных территорий Узбекистана для сохранения фаунистического разнообразия млекопитающих демонстрируется на примере двух административных областей страны. Анализ современного состояния фауны и тенденций ее изменений с применением комплекса индикаторов рекомендуется проводить регулярно и параллельно с ведением мониторинга фауны.

Необходимость разработки и использования индикаторов для мониторинга биоразнообразия отражена в целях и задачах Конвенции о биоразнообразии [1]. С целью интеграции результатов мониторинга в систему управления биоразнообразием индикаторы разрабатываются с учетом рекомендаций «Руководства по разработке национальных систем мониторинга по биоразнообразию» [2]. К индикаторам предъявляются стандартные требования: простота для понимания; возможность проведения количественных оценок; возможность подбора значимых критериев или пороговых значений; научная обоснованность и статистическая достоверность; возможность выявления пространственных различий и изменений во времени; наличие доступных источников данных и долгосрочных рядов наблюдений. Основным источником таких данных для мониторинга фауны позвоночных животных являются результаты

инвентаризации.

Наиболее показателен опыт применения различных индикаторов для оценки биоразнообразия на охраняемых природных территориях [3, 4,], при проведении мониторинговых работ в области ресурсов биоразнообразия [5].

Ведение мониторинга фауны позвоночных животных на различных территориях и последующая оценка их значимости для сохранения биоразнообразия требует унификации подходов и методов. Система индикаторов для Узбекистана была разработана нами с учетом стандартных требований «Руководства...»[2] и региональной специфики; апробирована в двух административных областях Узбекистана – Сырдарьинской и Джизакской. Предварительно, в 2021-2023 гг. в указанных областях была проведена инвентаризация всех групп позвоночных животных [6, 7, 8] и получена современная информация для проведения такой оценки.

Комплекс разработанных нами индикаторов содержит следующие показатели.

Индикатор 1. Видовое богатство фауны – количество видов позвоночных животных (по систематическим группам), обитающих на конкретной территории, и их доля в % от общего видового разнообразия фауны позвоночных животных Узбекистана.

Индикатор 2. Экосистемная репрезентативность – представленность (количество) различных местообитаний на территории исследований.

Индикатор 3. Индекс редких видов – доля краснокнижных видов исследуемой территории (по систематическим группам) в % от общего количества видов Красной книги Узбекистана [9].

Индикатор 4. Индекс глобально угрожаемых видов - доля глобально угрожаемых видов исследуемой территории (по систематическим группам) в % от общего количества видов Узбекистана, занесенных в список глобально

угрожаемых видов МСОП.

Индикатор 5. Индекс охотничьей фауны – доля охотничьих видов, обитающих на территории исследований в % к общему количеству объектов охоты в стране( в соответствии с официальным «Перечнем видов позвоночных животных, подлежащих государственному учету, учету объемов их использования и включению в государственный кадастр объектов животного мира» [10].

Индикатор 6. Уровень охраны фауны - совокупная площадь ОПТ I-IV категорий в % от общей площади исследуемой территории.

Индикатор 7. Уровень эндемизма фауны - доля эндемичных видов в % в фауне позвоночных животных (по систематическим группам) исследуемой территории.

Индикатор 8. Уровень естественности фауны – доля аборигенных видов в фауне позвоночных животных исследуемой территории (в %) по отношению к количеству инвазивных видов

Для большей наглядности анализа и сравнения, значение каждого индикатора оценивалось по десятибалльной шкале. (табл. 2).

Территории Сырдарьинской и Джизакской областей Узбекистана (общая площадь 4280 км<sup>2</sup> и 21210 км<sup>2</sup> соответственно) включают большое разнообразие ландшафтов и мест обитания.

В равнинной Сырдарьинской области представлены естественные понижения – Джетысайская и Сардобинская впадины, небольшие озера, в восточной части – речные террасы реки Сырдарьи общей протяженностью около 110 км. Равнинная часть обеих областей, представляет собой цельный физико-географический район, известный под названием «Голодная степь», в настоящее время практически полностью освоенный. Значительная северная часть Джизакской области представлена Айдар-Арнасайской системой озер и песчаной пустыней Кызылкум. Южная часть Джизакской области

включает обширный пояс предгорий и среднегорья западной части Туркестанского хребта, на западе – хребты Мальгузар и Нуратау.

С помощью предлагаемых индикаторов был проведен сравнительный анализ состояния териофауны Сырдарьинской и Джизакской областей Узбекистана и оценена значимость каждой из этих территорий для поддержания фаунистического разнообразия млекопитающих страны (табл.2). Далее приводятся описание и расчеты для каждого индикатора

1. Видовое богатство фауны: Териофауна Узбекистана включает 107 видов. В пределах Сырдарьинской области за весь период зоологических исследований был зарегистрирован 41 вид млекопитающих 6 отрядов и 15 семейств, что составляет 38,3% всего разнообразия фауны млекопитающих Узбекистана. На территории Джизакской области видовое разнообразие млекопитающих несколько богаче в сравнении с Сырдарьинской областью и представлено 68 видами (63,5% разнообразия фауны млекопитающих страны) 6 отрядов и 19 семейств [7].

2. Экосистемная репрезентативность: В 2018 году нами был разработан фиксированный двухуровневый список местообитаний Узбекистана, состоящий из 8 типов экосистем и 22 местообитаний [11]. Для Сырдарьинской области характерно 9, для Джизакской – 20 типов местообитаний (табл. 1).

**Таблица 1.** Представленность основных типов экосистем и местообитаний на территории Сырдарьинской (С) и Джизакской (Д) областей

Основные типы экосистем (I – VIII) и местообитаний (1-22) Узбекистана		Для областей	
экосистемы	местообитания	С	Д
I. Пустыни	1. Песчаные пустыни	-	+
	2. Щебнистые пустыни	-	+

	3. Глинистые пустыни	+	+
	4. Солончаковая пустыня	+	+
	5. Останцовые возвышенности	-	+
	6. Обрывы и чинки	-	-
II. Речные долины	7. Пойменные местообитания	+	+
	8. Песчаные массивы	+	-
III. Водоемы	9. Водно-болотные территории	+	+
IV. Предгорья	10. Подгорные равнины и адыры	-	+
V. Низкогорья	11. Древесно-кустарниковые местообитания и саваноиды ниже пояса горного леса	-	+
VI. Среднегорья	12. Горный лиственничный лес и лесосады	-	+
	13. Арчовый лес	-	+
	14. Среднегорные луга	-	+
	15. Скалы и осыпи	-	+
VII. Высокогорья	16. Субальпийские луга	-	+
	17. Альпийские луга	-	+
	18. Нивальный пояс	-	+
VIII. Антропогенные территории	19. Населенные пункты		
	20. Пахотные земли: посевы, богарные посевы	+	+
		-	+
	21. Сады и виноградники	+	+
	22. Неудобья	+	+

3. Индекс редких видов: В Красную книгу Узбекистана (2019) включено 32 редких и находящихся под угрозой исчезновения вида млекопитающих. На территории Сырдарьинской области отмечаются 3 вида млекопитающих, занесенных в Красную книгу РУз [9]. Это 9,4% всех редких видов млекопитающих Узбекистана. К различным категориям редких и находящихся под угрозой исчезновения млекопитающих Джизакской области относится 12 видов, занесенных в национальную Красную книгу, или 37,5% всех редких видов млекопитающих Узбекистана.

4. Индекс глобально угрожаемых видов: 22 вида млекопитающих Узбекистана занесены в список глобально угрожаемых видов МСОП [12]. Из них на территории Сырдарьинской области встречается только один, что составляет 4,5% всех глобально угрожаемых видов млекопитающих страны. На территории Джизакской области встречаются 4 глобально угрожаемых вида - 18,2% всех глобально угрожаемых видов млекопитающих страны. Все эти виды также занесены в национальную Красную книгу, что свидетельствует о синергизме национальной и международной природоохранной политики.

5. Индекс охотничьей фауны: «Перечень видов позвоночных животных, подлежащих государственному учету, учету объемов их использования и включению в государственный кадастр объектов животного мира» [10] включает 16 охотничьих видов млекопитающих. Фауна охотничьих млекопитающих Сырдарьинской области включает 9 видов. Это 56,2% охотничьей териофауны страны. Фауна охотничьих млекопитающих Джизакской области представлена 13 видами (81,2%).

Индикатор 6: Площадь охраняемых природных территорий Узбекистана составляет 6,321 млн. га, или 14,08% от общей площади страны [13]. Часть природных территорий Джизакской области имеет достаточно высокую значимость для сохранения фауны. Так, Айдар-Арнасайская система озер в 2008 году получила статус Рамсарского водоема. На исследуемой территории расположены 4 Важнейших орнитологических территории (IBA) международного значения [14] и 1 орнитологический заказник. Восточная часть Нуратинского хребта является строго охраняемой природной территорией (Нуратинской государственный заповедник) и основным местом обитания эндемичного барана Северцова. На Туркестанском хребте располагается Зааминский государственный заповедник и Зааминский национальный природный парк. В 2017 году эта территория

получила статус «Ключевой район биоразнообразия» (КВА) по критериям IUCN. Статус КВА имеет еще одна территория, частично расположенная в пределах Джизакской области – Северная подгорная равнина хребта Нурагау [15]. Совокупная площадь ОПТ (I-IV категорий), расположенных в области, равна 68 702 га, что составляет 3,2% от площади области.

В отличии от Джизакской, в Сырдарьинской области отсутствуют ОПТ I-IV категорий. В совокупности с интенсивным сельскохозяйственным освоением, это крайне негативно отражается на состоянии фауны и ограничивает возможности для восстановления экосистем и мест обитаний.

Индикатор 7: Фауна млекопитающих Узбекистана включает 16 эндемичных для Центральной Азии видов – 14,9% териофауны страны. На территории Сырдарьинской области отмечено обитание только двух центральноазиатских эндемиков - 4,9% териофауны области. В Джизакской области обитает 6 эндемичных видов млекопитающих среднеазиатского происхождения – 8,8% от общего количества видов млекопитающих области.

Индикатор 8: Фауна млекопитающих Узбекистана включает 5 инвазивных, или чужеродных видов - 4,7% всей териофауны страны. Соответственно, степень ее естественности или сохранности можно оценить в 95,3%. В Сырдарьинской и Джизакской областях представлены по 3 чужеродных вида грызунов. Таким образом, показатель сохранности териофауны Сырдарьинской области составляет 92,7%, Джизакской области – 95,6%

**Таблица 2.** Оценка значимости Джизакской и Сырдарьинской областей для сохранения фауны млекопитающих

Индикатор	Базовый показатель (Узбекистан)	Сырд. область	Джизакская область
	Абс. / % / Балл	Абс. / % / Балл	Абс. / % / Балл
1. Видовое богатство фауны	107 / 100 / 10	41 / 38,3 / 4	68 / 63,5 / 6

Индикатор	Базовый показатель (Узбекистан)	Сырд. область	Джизакская область
	Абс./ % /Балл	Абс. / % / Балл	Абс. / % / Балл
2. Экосистемная репрезентативность	22 / 100 / 10	9 / - / 4	20 / - / 9
3. Индекс редких видов	32 / 100 / 10	3 / 9,4 / 1	12 / 37,5 / 4
4. Индекс глобально угрожаемых видов	22 / 100 / 10	1 / 4,5 / <1	4 / 18,2 / 2
5. Индекс охотничьей фауны	16 / 100 / 10	9 / 56,2 / >5	13 / 81,2 / 8
6. Уровень охраны фауны	6321 тыс.га / 14,08 / 10	- / - / -	68,7 тыс га / 3,2 / >2
7. Уровень эндемизма фауны	16 / 14,9 / 10	2 / 4,9 / >3	6 / 8,8 / >6
8. Уровень естественности фауны	5 / 95,3 / 10	3 / 92,7 / ~10	3 / 95,6 / ~10
Средний показатель в баллах	10	3,8	6,2

Комплексный анализ индикаторов (табл. 2) показывает, что итоговый показатель значимости Джизакской области для сохранения териофауны Узбекистана достаточно высок – 6,2 балла из 10. Для Сырдарьинской области он значительно ниже – 3,8 из 10. Это вполне закономерно из-за низкой степени экосистемной репрезентативности этой области (4 балла из 10) и чрезвычайно высокой степени ее хозяйственного использования. Этим же определяются и низкие индексы редких и глобально угрожаемых видов (соответственно 1 и 2 из 10).

Показатель видового богатства териофауны Джизакской области также достаточно высок – 6 баллов из 10, что обусловлено ее высокой (9 баллов из 10) экосистемной репрезентативностью. В прямой зависимости от видового богатства находятся и индексы охотничьего использования

Сырдарьинской и Джизакской областей – 5 и 8 баллов соответственно.

Уровень естественности териофауны в обеих областях составляет почти по 10 баллов. Это обусловлено тем, что в фауне Узбекистана достаточно низок процент чужеродных видов млекопитающих.

Крайне негативным является отсутствие в Сырдарьинской области охраняемых природных территорий. Наряду с этим, наши исследования показывают, что здесь сохранились естественные места обитания – водно-болотные угодья в юго-восточной оконечности Чардаринского водохранилища, тугайные местообитания вдоль реки Сырдарьи, неудобья, прибрежные заросли. В условиях интенсивного хозяйственного освоения эти участки выполняют роль рефугиумов сохранения фаунистического разнообразия, в том числе для редких и угрожаемых видов млекопитающих. Решить проблему сохранения видового разнообразия Сырдарьинской области можно путем создания охраняемых природных территорий на участках пойменных экосистем реки Сырдарьи.

Работа выполнена в 2021-2024 гг. в рамках фундаментальных научных исследований лаборатории позвоночных животных Института зоологии Академии наук Республики Узбекистан по теме «Инвентаризация и оценка современного состояния фауны наземных позвоночных животных и разработка научно-практических рекомендаций по ее устойчивому использованию»

### *Литература*

1. Конвенции о биологическом разнообразии. Рио-де-Жанейро, 1992
2. Руководство по разработке национальных систем мониторинга по биоразнообразию. 2023 г., Публикация Организации Объединенных Наций, изданное Европейской экономической комиссией ООН. ЕСЕ/СЕР/198. eISBN: 978-92-1-002401-3.
3. Яшина Т.В. Индикаторы оценки биоразнообразия на особо

охраняемых природных территориях Алтая-Саянского экорегиона. Руководство по использованию. Красноярск, 2011. – 56 с.

4. Елина Е.Е. Состояние биоразнообразия млекопитающих в государственном природном заповеднике «Оренбургский» // Наземные позвоночные аридных и субаридных экосистем Арало-Каспийского региона. Материалы III Международной конференции, посвящённой памяти выдающегося орнитолога, натуралиста и путешественника Николая Алексеевича Зарудного. Россия, Оренбург, 2023. С. 209-211.
5. Бирюлина Е.Ю. Применение индикаторов в системе эколого-экономического мониторинга биоразнообразия // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. С. 353-356.
6. Митропольская Ю.О. Территориальный, видовой и природо-охранный анализ фауны редких млекопитающих Джизакской области // Материалы III Республиканской научно-практической конференции «Зоологическая наука Узбекистана: современные проблемы и перспективы развития». Ташкент, 2021. С. 278-782.
7. Каикаров Р.Д., Митропольская Ю.О. Анализ современной фауны птиц и млекопитающих Сырдарьинской и Джизакской областей (Узбекистан) // Наземные позвоночные аридных и субаридных экосистем Арало-Каспийского региона. Материалы III Международной конференции, посвящённой памяти выдающегося орнитолога, натуралиста и путешественника Николая Алексеевича Зарудного. – Россия, Оренбург, 2023. – С. 78-87.
8. Каикаров Р.Д., Митропольская Ю.О., Тен А.Г., Азимов Н.Н., Жумаев Ф.К. Классификация видов позвоночных животных по типу экономической значимости и степени использования (рептилии, птицы, млекопитающие). Методические рекомендации. – Ташкент, 2023. – 45 с.
9. Красная книга Республики Узбекистана. Том 2. Животные. Ташкент: “Chinor ENK”, 2019. – 374 с.
10. Перечень видов позвоночных животных, подлежащих государственному учету, учету объемов их использования и включению в государственный кадастр объектов животного мира. Минприроды РУз, 2023.

11. Kashkarov R.D., Mitropol'skaya Yu.O., Gritsina M.A., Ten A.G., Abduraupov T.V. Basic approaches to the inventory of regional faunas in Uzbekistan // European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Science. 2019. Vol. 6, Issue 10, 56-61. ISSN 2349-8870.
12. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023–2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
13. Министерство экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан. (2023). Национальный доклад о состоянии окружающей среды: Узбекистан. Международный институт устойчивого развития. – 155 с.
14. Важнейшие орнитологические территории Узбекистана / Ред. Р.Н.Кашкаров, Д.Р. Уэлш, М. Бромбахер, Е.Н. Лановенко. – Ташкент, 2008. 191 с.
15. The Mountains of Central Asia Biodiversity Hotspot Ecosystem Profile (2017). <http://www.cepf.net/SiteCollectionDocuments/mountains-central-asia/Mountains-Central-Asia-ecosystem-profile-Rus.pdf>

*R.D. Kashkarov, Yu.O. Mitropol'skaya*

**ASSESSMENT OF THE IMPORTANCE OF DIFFERENT  
AREAS OF UZBEKISTAN FOR THE CONSERVATION  
OF FAUNAL DIVERSITY OF MAMMALS**

*Institute of Zoology of Academy of science of Republic of Uzbekistan*

The complex of 8 indicators proposed in this article allows comparing faunal diversity, the degree of its conservation, economic importance and endemism. Through the system of indicators it is possible to assess

the importance of different regions of the country for fauna conservation, to develop measures for its protection and sustainable use. The assessment of the importance of different territories of Uzbekistan for the conservation of faunal diversity of mammals is demonstrated on the example of two administrative regions of the country. It is recommended to analyse the current state of the fauna and trends in its changes using a set of indicators on a regular basis and in parallel with fauna monitoring.

**Козловская О.В.<sup>1</sup>, Ильина В.Н.<sup>2</sup>, Митрошенкова А.Е.<sup>2</sup>,  
Мащенко З.Е.<sup>1</sup>, Амосова А.А.<sup>1</sup>**

**К СОСТОЯНИЮ ТЕРРИТОРИИ  
НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ  
СПИРТОВОЙ БАРДЫ В С. РОЖДЕСТВЕНО  
(САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ, РФ)**

<sup>1</sup>*Самарский государственный технический университет*

<sup>2</sup>*Самарский государственный социально-педагогический  
университет*  
[Siva@mail.ru](mailto:Siva@mail.ru)

Проведено изучение территории несанкционированной свалки барды спиртового завода и твердых бытовых отходов на территории с. Рождествено (Самарская область). Выявлена сильная трансформация растительного покрова, состав флоры. Проведено зонирование территории по состоянию растительности.

На территории Самарской области (Россия) в 2012 году обнаружен несанкционированный полигон промышленных спиртовых отходов в селе Рождествено. В черте г. Самара (Самарский, Октябрьский и Ленинский районы), а также на территории Самарской Луки в окрестностях с. Рождествено в то время распространился устойчивый неприятный запах. В результате проверки состояния территории было установлено, что спиртзавод ООО «Рождественское» не утилизировал отходы производства, а незаконно сливал их на территории нацпарка «Самарская Лука» [1].

Изучаемый полигон расположен на Самаркой Луке, в границах одноименного национального парка и ключевой орнитологической территории. Выявлено, что данная свалка существовала на окраине с. Рождествено уже несколько лет. На незаконной свалке накапливалась не только спиртовая барда, но бытовые отходы, вывозимые местным населением. По мере накопления отходов негативное влияние на окружающую среду постоянно усиливалось. Для стабилизации экологической обстановки территории несанкционированного размещения спиртовой барды должна

быть рекультивирована. Ликвидация полигона размещения спиртовой барды в Самарской области была намечена на 2022-2023 годы. Одним из важных этапов рекультивации являются предварительный анализ состояния растительного покрова и определение степени его антропогенной трансформации.

Целью наших исследований являлось изучение растительного покрова на момент максимального действия полигона на окружающую среду до начала проведения рекультивационных работ. Результаты исследования могут быть использованы для оценки состояния растительного покрова в сходных обстоятельствах и выявить дальнейшие изменения на территории, в том числе в ходе рекультивации. Полевые работы проводились маршрутными и полустационарными методами [2-4] по территории объекта и буферной зоны.

По периметру участка проходит земляной вал, который может считаться границей района максимального антропогенного воздействия (рис.1). Участок в южной части выходит на территорию с малоэтажной жилой застройкой с. Рождествено. Рассматриваемый участок представляет фрагмент агроландшафта, являясь частью с. Рождествено. Периферия участка используется в качестве пастбища крупного рогатого скота. В непосредственной близости располагаются сельхозугодья.

В ходе работ выявлено, что на участке складирования барды сформировался характерный для бросовых и отвальных земель комплекс рудеральной растительности. Ввиду практически полного отсутствия кустарниковой и древесной растительности (имеются единичные кустарники и отдельно стоящие деревья), на площадке выделены 4 зоны, отличающиеся по степени формирования растительности.

Флористически бедные сообщества отмечены на частично бетонированной площадке (зона 1) с наибольшим скоплением мусора. Часть бытового мусора складирована по обочине грунтовой дороге. На части территории отмечены участки

выхода барды на поверхность (зона 2), где растительный покров отсутствует. На склонах отмечены скопления бытового мусора. На части территории (зона 3), снят почвенный слой и образован вал, внутри вала зафиксировано незначительное число видов растений. Относительная выравненность площадки и обеденный таксономической состав флоры (зона 4) говорит как о производимой вспашке на большей части участка, так и о длительном воздействии при захоронении отходов спиртовой промышленности.



Рис.1. Вид полигона у с. Рождествено (Самарская область)

В Самарской области работы по изучению влияния полигонов на состояние окружающей среды проводятся на разных территориях [1, 5-7], однако состояние данного участка в границах национального парка вызывает тревогу со стороны исследователей и общественности.

Территория планируемого производства рекультивационных работ представляет собой площадку, состоящую из участков с разной степенью зарастания рудеральной

растительностью, с единичными кустарниками и деревьями. Особенности по пространственному распределению растений связаны с типом техногенного воздействия – захоронением спиртовой барды, созданием грунтового вала, а также использованием ранее части территории в качестве сельхозугодий и выпаса скота. В период исследования, а также с учетом архивных, опубликованных данных и коллекционных материалов флора представлена 41 видом растений. Таким образом, обследуемый участок подвержен сильной трансформации, в целом состояние растительного покрова можно охарактеризовать как неудовлетворительное. В настоящее время рекультивация не завершена и отсрочена до 2024 года.

### *Литература*

1. Вольнов А.А., Пыстин В.Н. Обследование и рекультивация территорий, техногенно деградированных несанкционированым размещением спиртовой барды // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT 2019. Сб. трудов седьмого международ. экологического конгресса. 2019. Том 5. С.45-48.
2. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.
3. Голубев И.Ф. Почвенно-геоботаническое обследование и использование его при землеустройстве. М.: «Колос», 1972 - 151с.
4. Воронов А.Т. Геоботаника. М.: «Высшая школа», 1973. – 384 с.
5. Веревкина Ю.А., Ильина В.Н., Козловская О.В. О трансформации растительного покрова в зоне воздействия полигона твердых бытовых отходов «Преображенка» (Самарская область) // Карбышевские чтения: Сб. научн. тр. международ. научно-практ. конф. Т.2. Тюмень: ТВВИКУ, 2021. С. 19-22.
6. Ильина В.Н., Козловская О.В., Сазонова Н.Н., Туцицына О.В., Чертес К.Л. Особенности растительного покрова и фауны в зоне

влияния полигона твёрдых бытовых отходов «Преображенка» (Самарская область) // Самарский научный вестник. 2021. Т.10, №4. С. 51–60. DOI: 10.17816/snv2021104108.

7. Козловская О.В., Рыжихина Э.В., Сычева Е.В., Копнина А.Ю. Токсикологическая оценка почв на территории несанкционированного размещения барды в с. Рождествено методом биотестирования // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2023. Т. 32. № 4. С. 61-66. УДК 57.084.1 DOI 10.24412/2073-1035-2023-10510

*O.V. Kozlovskaya<sup>1</sup>, V.N. Ilyina<sup>2</sup>, A.E. Mitroshenkova<sup>2</sup>,  
Z.E. Mashchenko<sup>1</sup>, A.A. Amosova<sup>1</sup>*

**ON THE CONDITION OF THE TERRITORY  
OF UNAUTHORIZED PLACEMENT OF ALCOHOL DISH  
IN THE VILLAGE OF ROZHDESTVENO  
(SAMARA REGION, RUSSIA)**

<sup>1</sup>*Samara State Technical University*

<sup>2</sup>*Samara State University of Social Sciences and Education*

A study was carried out of the territory of an unauthorized dump of stillage from a distillery and solid household waste in the village.

Rozhdestveno (Samara region). A strong transformation of the vegetation cover and flora composition was revealed. Zoning of the territory according to the state of vegetation was carried out.

**Красновская И.Д.**  
**СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ РТУТИ В МЫШЦАХ**  
**РЕЧНОГО ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS LINNAEUS,***  
**1758) ИЗ ОЗ. ВОЖЕ (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)**  
Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия  
[kukipecenka@gmail.com](mailto:kukipecenka@gmail.com)

В работе представлены данные по содержанию общей ртути в мышцах речного окуня (*Perca fluviatilis*) одного из крупнейших водоёмов Вологодской области оз. Воже собранные в июле 2023 г.

Концентрация общей ртути в мышцах окуней варьировалась в пределах от  $0,0085 \text{ мг/кг} \pm 0,0677 \text{ мг/кг}$  сырого веса (СВ) до  $0,2516 \text{ мг/кг} \pm 0,0677 \text{ мг/кг}$  СВ. Есть риски для местного населения при употреблении окуней несколько раз в неделю, связанные с дозой.

В процессе технологического развития человечества окружающая среда подвергается все большему негативному воздействию, в том числе и водоемы. Водные объекты являются одними из главных накопителей загрязнений, так как в них попадают промышленные и бытовые стоки. Одним из опасных видов загрязнений являются тяжелые металлы [1, 2]. При попадании в организм человека или животных они способствуют развитию патологий, приводят к сильной интоксикации с последующим летальным исходом. Ртуть является одним из них, по степени воздействия на живые организмы, она отнесена к первому классу опасности химических веществ наряду с мышьяком, кадмием, селеном, цинком и фтором [2]. В водной среде под воздействием совокупности микробиологических, физических и химических факторов ртуть трансформируется/метилируется в сильно токсичные соединения, которые интенсивно накапливаются гидробионтами, среди которых рыбы играют важную роль в накоплении металла в водных экосистемах [5].

На севере Вологодской области расположено озеро Воже, являющееся остаточным приледниковым водоёмом, образовавшимся после дегляциации Валдайского ледника

около 14 тыс. лет назад [4]. Здесь средняя температура июля +16,9, количество годовых атмосферных осадков 730-760 мм. Большая часть осадков выпадает в летнее время (60%–70%). Поэтому такое соотношение осадков и относительно невысокой летней температуры обуславливает заболачивание и создает условия для процессов метилирования ртути в болотах и озерах.

Речной окунь (*Perca fluviatilis*) – это широко распространенная хищная рыба, которая относится к излюбленному объекту спортивного и промышленного рыболовства, и часто потребляется местным населением в значительных количествах. Это может иметь высокие экологические риски для здоровья людей. Представилось актуальным оценить ртутный уровень окуня из оз. Воже.

Для исследования с помощью спиннинга было отловлено 10 экземпляров 12.07.2023, которые хранились в морозильной камере при температуре -18°C с 12.07.2023 по 17.10.2023. Затем они были разморожены и обработаны по классическим методикам [3, 7].

Содержание общей ртути во всех пробах определяли на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара без предварительной пробоподготовки (нижний предел обнаружения ртути в образцах 0,001 мг/кг). Измерения выполнены в сыром весе (СВ). Диапазон измерений более трех порядков, верхняя его граница — 5 мг/кг. (Инструкция). [Анализатор ртути «РА-915М» приставки «РП-92», «УРП», «ПИРО-915+», «РП-91 НГ»]

Для лучшего понимания результатов исследования по ртути мы исследовали кормовые особенности окуней из выборки. Для определения питания отловленных особей речного окуня было проведено вскрытие их пищеварительного тракта каждой особи, где можно было рассмотреть содержимое в виде гомогенной массы, в которой находились различные останки. Эти останки были изъяты и рассмотрены

под бинокуляром как в сыром, так и в сухом виде [3]. Изучение содержимого под бинокуляром позволило идентифицировать остатки как позвоночный столб, части жаберных крышек, плавники, отолиты и кости. Половина образцов содержала хорошо идентифицируемые остатки рыбы, а конкретнее позвоночный столб. В двух особях были обнаружены части жаберных крышек. В одном из речных окуней были найдены остатки плавника. В ходе вскрытия были обнаружены отолиты. В двух пищеварительных трактах находились косточки рыб и лишь у одного речного окуня желудок был пуст. Такой тип питания рыбой позволяет ожидать у молодых окуней высокий уровень общей ртути в мышцах.

В результате проведённого анализа содержание ртути в мышечной ткани речного окуня из оз. Воже варьировало от  $0,0085 \text{ мг/кг} \pm 0,0677 \text{ мг/кг}$  до  $0,2516 \text{ мг/кг} \pm 0,0677 \text{ мг/кг}$ . Средняя длина и масса особей в целом составляла 173,0 мм и 52,2 г, а возраст от 1+ до 3+. Анализ возрастной изменчивости накопления токсиканта показал следующую зависимость: годовики речного окуня озера Воже накапливают в среднем  $0,1343 \text{ мг/кг} \pm 0,0677 \text{ мг/кг}$  СВ, двухлетки –  $0,1855 \text{ мг/кг} \pm 0,0677 \text{ мг/кг}$  СВ, а трёхлетки –  $0,0645 \text{ мг/кг} \pm 0,0677 \text{ мг/кг}$  СВ. Это ниже в 3-10 раз предельно допустимой концентрации для хищных видов рыб. Сравнительно низкое содержание ртути в организме речного окуня, вероятно, обусловлено небольшим размером выборки, а также из-за принадлежности особей к возрастной группе до 5 лет.

Таким образом, есть риски, связанные с дозой, то есть ежедневным употреблением такой рыбы, поэтому наше предварительное исследование нуждается в продолжении для последующей выработки рекомендаций по безопасному режиму потребления местного окуня. в связи с чем в мышцах накопилось меньшее количество общей ртути.

## *Литература*

1. Опасности, связанные с содержанием свинца в почвах городской среды. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018014765#>
2. ГОСТ 17.4.1.02-83-1983. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М: Стандартинформ, 2008. – 5с.
3. Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. Методы исследования пресноводных рыб. Пермь, 2003.
4. Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озёр и внутренних морей Восточной Европы. Л., Наука, 1975 - 275с.
5. Немова Н.Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб. М.: Наука, 2005. 165 с.
6. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. М., Просвещение, 1977. – 178с.
7. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: 1959.

*I.D. Krasnovskaya*

**THE CONTENT OF TOTAL MERCURY IN THE MUSCLES  
OF RIVER PERCH (*PERCA FLUVIATILIS LINNAEUS, 1758*)  
FROM LAKE. VOZHE (VOLOGDA REGION)**

*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia*

The paper presents data on the total mercury content in the muscles of the river perch (*Perca fluviatilis*) of one of the largest reservoirs of the Vologda oblast. In the samples collected in July 2023, the concentration of total mercury in the muscles of perch ranged from  $0.0085 \text{ mg/kg} \pm 0.0677 \text{ mg/kg}$  of raw weight (RW) to  $0.2516 \text{ mg/kg} \pm 0.0677 \text{ mg/kg}$  RW. There are risks for the local population when eating perch several times a week associated with the dose.

*Кудактин А.Н.<sup>1</sup>, Ромашин А.В.<sup>2</sup>, Самсонов С.Д.<sup>2</sup>*

**ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ  
ЭКСТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ГОРНОЛЫЖНЫХ  
КУРОРТОВ ДЛЯ ОХРАНЯЕМЫХ  
МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАВКАЗСКОГО  
ЗАПОВЕДНИКА И СОЧИНСКОГО  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА**

*<sup>1</sup>ФГБУ Кавказский природный биосферный государственный заповедник им. Х. Г. Шапошникова,*

*<sup>2</sup>ФГБУ «Сочинский национальный парк»*

*[kudaktinkavkaz@mail.ru](mailto:kudaktinkavkaz@mail.ru), [romashin@sochi.com](mailto:romashin@sochi.com)  
[samrex@yandex.ru](mailto:samrex@yandex.ru)*

Рассмотрены негативные последствия от реализации плана развития транспортной инфраструктуры г. Сочи до 2030 г. для крупных охраняемых млекопитающих прилегающего Кавказского биосферного заповедника и Сочинского национального парка

Планы развития инфраструктуры горнолыжных курортов и в целом г. Сочи без учета непосредственного контакта с прилегающими крупными ООПТ (Кавказский биосферный заповедник (КПБГЗ) и Сочинский национальный парк (СНП)) представляют реальную угрозу устойчивости сохраняемых экосистем и популяциям копытных и крупных хищников.

Материалы по оценке реакции кавказского благородного оленя, тура кавказского, бурого медведя и волка на строительство и развитие горнолыжных комплексов в окрестностях п. Красная Поляна и верхней части долины р. Мzymта собраны в период с 1972 по 2024 гг. Произведена оценка площади занимаемых местообитаний оленем на территории парка к 2016 г. [1] и после реализации плана развития курортной инфраструктуры к 2030 г. [2] с применением ArcGis 7.8.

По результатам обобщенной динамики летних учетов численности благородного оленя на территории КПБГЗ в период с 1924-1994 гг. установлена четкая негативная пространственная реакция этого вида на близость

подходящих к границам заповедника дорогам [3].

Многолетние наблюдения за сезонным размещением оленей в СНП показывает, что этот вид не приближается к населенным пунктам и дорогам с интенсивным движением транспорта на расстояние ближе 1700 м. Это позволило оценить площадь, теряемую оленем в СНП после реализации новых глобальных планов развития горнолыжных курортов на отторгаемых землях СНП, граничащих с КГПБЗ (Рис. 1).



**Рис. 1.** Прогноз сокращения и фрагментации местообитаний кавказского благородного оленя в Сочинском национальном парке после реализации Генплана развития г. Сочи до 2030 г. (Голубым цветом перечеркнуты фрагментируемые новыми дорогами пятна оставшихся местообитаний оленя в приморской части парка и в районе горного олимпийского кластера).

В результате площадь местообитаний благородного оленя в СНП сократится до 98 624 га, (на 21 %) по сравнению с 125 000 га по материалам лесоустройства национального парка 2016 года. Если учесть, что в летнее время основная часть оленей уходит из парка на сопредельную высокогорную территорию заповедника, а на зимовку возвращается назад, то становится очевидным, что в результате реализации плана развития транспортной инфраструктуры согласно нового Генплана развития г. Сочи до 2030 г. возникает угроза мощного негативного влияния на группировку этого вида,

с перспективой ее утраты из-за потери ценнейших зимовочных местообитаний на южных склонах Главного Кавказского хребта в пределах СНП.

Будут разрушены исторически сложившиеся миграционные пути бурых медведей к местам осенней нажировки и сезонный миграционный путь туров из заповедника (урочище Аишха) через р. Мзымта на массив Туры горы и назад. Строительство дороги к проектируемому курорту "Долина Васта" в корне перерезает этот миграционный путь, что уже ведет к фиксируемому ускоренному сокращению встречаемости этой кочующей группировки туров на хр. Аибга с перспективой изоляции от основного ареала. Построенная два года назад дорога по р. Мзымта от курорта Роза-хутор до урочища Энгельмановы поляны, а в проекте намечаемая к продолжению в Карачаево-Черкесию с неминуемым ростом дорожного трафика будет представлять реальную угрозу гибели на ней косуль, серн, волков, медведей и других животных населяющих дубово-буковые леса в верхнем течении этой реки. Это будет второй мощный изолирующий барьер для животных, обитающих в Абхазии и Кавказском заповеднике. Строительство совмещенной автомобильной и железной дороги по долине реки Мзымта соединяющей приморский и горные кластеры олимпийской инфраструктуры, уже разделили популяции животных, обитавших на правом и левом берегу [4]. Освоение горного кластера уже привело к сокращению численности оленя и бурого медведя и расширению ареала синантропных и аддентивных видов (шакал, енот полоскун, енотовидная собака), освоению этой территории одичавшими домашними кошками и бродячими собаками. Новые дороги позволят им с легкостью проникнуть на заповедную территорию с трудно прогнозируемыми последствиями.

Вызывают удивление методы работы современных проектантов, предусматривающие исключительно экстенсивную застройку охраняемых территорий ООПТ

с предварительным изменением их охранного статуса, что является грубейшим нарушением федерального закона «Об ООПТ». Примером могут быть и планируемые автострады через центральные участки Сочинского национального парка и Кавказского биосферного заповедника.

Вызывает недоумение и решения местных и региональных властей по загрузке оставшихся после Олимпиады строительных мощностей на «облагораживание» охраняемых ландшафтов ООПТ (например разрытие русел рек Аше, Псезуапсе, Шахе и Мзымы в СНП [5]) на фоне действительно передовых решений зарубежных проектировщиков, всячески щадящих и поддерживающих биоразнообразие в своих странах [6]. Перманентное изменение состава и структуры хрупких и уязвимых горных экосистем может запустить каскад разрушительных сукцессионных процессов и утраты уникальности всего региона. Примером может быть утрата третичного реликта самшита и массовое усыхание каштана посевного.

### *Литература*

1. Лесохозяйственный регламент лесничества Сочинский национальный парк. Сочи, 2016, 140 с.
2. Генеральный план городского округа «город Сочи» схема развития транспортной инфраструктуры. ОАО Российский институт градостроительства и инвестиционного строительства. Гипрогор. 2023, Веб-студия АЙСТАРВЭБ.
3. *Ромаин А.В.* Статистический анализ факторов детерминирующих летнее размещение копытных в луговом поясе Кавказского заповедника.// Экология. 1995. N 1, с. 20-28.
4. *Кудактин А.Н., Ромаин А.В.* Енот-полоскун в российском Причерноморье//Биота и среда заповедных территорий. 2019. № 2, с.88-103.
5. *Ромаин А.В., Кудактин А.Н.* Кавказская выдра в Причерноморье//Экологический вестник Северного Кавказа. Т.19, № 3. 2023. С.89-95.

6. The Line: революция в урбанистике. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.neom.com/ru-ru/regions/theline> (дата обращения 28.01.2024 г.)

*A.N. Kudactin<sup>1</sup>, A.V. Romashin<sup>2</sup>, S.D. Samsonov<sup>2</sup>*

**PROJECTED CONSEQUENCES OF SKI RESORTS  
EXTENSIVE DEVELOPMENT FOR PROTECTED MAMMALS  
OF CAUCASIAN RESERVE AND SOCHI NATIONAL PARK**

*<sup>1</sup>Federal State Budgetary Institution «Caucasian Natural Biosphere State Reserve named after Kh. G. Shaposhnikov»,  
<sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution «Sochi National Park»*

Negative consequences from the implementation of the Sochi transport infrastructure development plan until 2030 for protected mammals of the adjacent Caucasian Biosphere Reserve and Sochi National Park were considered.

*Лихачёв Е.Д.<sup>1</sup>, Трофимов И.Н.<sup>1</sup>, Осипова Г.С.<sup>1</sup>,  
Боков Д.А.<sup>1</sup>, Дёмина Л.Л.<sup>2</sup>*

**К ПРОБЛЕМЕ РЕГУЛЯЦИИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ  
ПРО- И ЭУКАРИОТ В СИСТЕМЕ ПАРАЗИТ-  
ХОЗЯИНА НОГО СИМБИОЗА: УЧАСТИЕ  
РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ МАКРООРГАНИЗМА**

*<sup>1</sup>Оренбургский государственный медицинский университет*

*<sup>2</sup>Оренбургский государственный педагогический университет*

*cells-tissue.bokov2012@yandex.ru*

В эксперименте по моделированию сальмонеллёзной эндотоксинемии мышей-гибридов СВА×C<sub>57</sub>Bl<sub>6</sub> установили, что развитие инфекционного процесса приводит к повреждению герминативных и интерстициальных структур половых желёз самцов. Параллельно с этим, реактивно перестраивается эндокринный аппарат: клетки Лейдига гипертрофируются, увеличивается их количество. Волна сперматогенеза сохраняется. Вероятно, увеличивается уровень стероидогенеза. Учитывая, известные данные о том, что о тестостерон подавляет персистентный потенциал микроорганизмов, можно предположить, важную роль андрогенов в регуляции взаимоотношений про- и эукариот, как фактора восстановления параметров тканевой динамики и активации репаративных процессов.

Проникновение патогенных бактерий в многоклеточный организм и развитие инфекционного процесса осуществляется при последовательном непосредственном взаимодействии прокариот с различными типами биологических тканей [1]. При этом, в макроорганизме развивается комплекс реактивных процессов, направленных на элиминацию генетически чужеродных агентов. Наряду с иммунитетом, очевидно, также значимую роль в ограничении инфекционного процесса играют неспецифические защитные свойства тканей и те конкретные гистогенетические возможности, которые обусловливают лимитирование повреждений и восстановление всех морфофункциональных параметров

тканевой динамики – прежде всего, активацию и регуляцию репарации [1]. Со свойствами тканей связан и персистентный потенциал бактерий, которые уклоняются от иммунных механизмов их уничтожения. К таким приспособлениям микроорганизмов относятся, например, возможности изменять состав макромолекулярного комплекса соединительнотканного матрикса (способствует интенсификации проникновения и распространения), феномен эндосомного укрытия внутри эукариотических клеток, антигенная мимикрия, антилизоцимная, антилакторферриновая, антикарнозиновая активность и пр. [2,3].

Очевидно, что весь комплекс описанных явлений целесообразно рассматривать как условия регуляции взаимоотношений про- и эукариот. Здесь важно найти возможности влияния на отдельные элементы работающего механизма существования паразит-хозяинного симбиоза для повышения эффективности иммunoэффекторных процессов, а также регенераторного потенциала тканей [1,2].

Наибольший интерес представляет в контексте обозначенной проблематики морфодинамика тканевых элементов половых желёз самцов и регуляторные условия сохранения и восстановления fertильности. Кроме того, перспективной является разработка вопроса о значении реакции репродуктивной системы, в целом, для всего инфицированного организма [3].

Цель работы – установить гистофизиологические параметры перестройки эндокринного аппарата половых желёз самцов при развитии инфекционного процесса в условиях сальмонеллёзной эндотоксикемии. Обосновать роль активации клеток Лейдига как фактора восстановления сперматогенеза и fertильного потенциала в результате потенцирования репаративных гистогенезов после инактивации патогена.

Для эксперимента сформировали две группы самцов мышей-гибридов первого поколения [CBA×C<sub>57</sub>Bl<sub>6</sub>]F<sub>1</sub> массой

22-25 грамм: контрольную (N=15) и импактную (N=30). До эксперимента зверьки прошли карантин. Животным импактной группы интраперитонеально вводили бактерии клинического штамма *Salmonella* *серовар Enteritidis* в количестве  $2 \times 10^6$  прокариотических клеток на одну мышь. Контрольным зверькам внутрибрюшинно инъецировали соответствующий объём физиологического раствора. Для определения эндотоксина в крови использовали хромогенный LAL-тест с использованием наборов Hbt LAL (Hycult biotech, Нидерланды). Максимальная концентрация эндотоксина в крови регистрировалась на 10-е сутки эксперимента, поэтому в этот же момент для гистологических исследований забирались семенники и их придатки. Схема опыта разработана на основе ранее проведённых исследований [4,5]. Для визуализации микроскопического строения органов препараты окрашивали гематоксилином Майера и эозином. Количественные данные обрабатывали статистически, приняв уровень значимости сравнения выборок, не превышающим величины 5%. При морфометрии семенников пользовались указаниями Ухова Ю.И. [6].

Из данных таблицы видно, что в условиях сальмонеллёзной эндотоксинемии, сперматогенез подавляется. При этом семенные канальцы заполняются дегритом. Регистрируется диффузный асперматогенез. Несмотря на данные процессы, волна сперматогенеза сохраняется. В герминогенной паренхиме можно учесть все стадии цикла сперматогенного эпителия, а в канале придатка обнаруживаются зрелые нормальные сперматозоиды, хотя и в значительно меньшем количестве. Параллельно, в три раза (!) увеличивается объём интерстиция (табл.). Клетки Лейдига выраженно гипертрофируются при низком отношении Гертвига, больше чем в два раза возрастает их количество на одно поле зрения: до 80-100 клеток.

**Таблица 1.** Морфометрия семенников мышей

Наименование параметра	Контроль	Опыт	Критерий достоверности Стьюдента (t)
Диаметр извитых семенных канальцев, мкм	135,8±1,5 n <sub>α</sub> =100	95,4±3,3 * n <sub>α</sub> =64	10,36>3,29 <sub>st</sub> , для p≤0,001
Относительная площадь интерстиция, %	5,9±0,2 n <sub>α</sub> =18000	19,2±0,5 * n <sub>α</sub> =6916	32,0>3,9 <sub>st</sub> , для p≤0,001

Дисперсионный анализ показал, что гиперпластические процессы в эндокринном аппарате гонад развиваются равномерно во всём объёме.

Гиперплазия эндокринного аппарата семенников при сальмонеллёзной эндотоксикемии может рассматриваться как условие повышения уровня стероидогенеза. Тестостерон регулирует сперматогенез, потенцируя пролиферацию и дифференцировку половых клеток. Данный аспект эффектов влияния тестостерона следует рассматривать как фактор reparации сперматогенного эпителия и восстановления fertильности. С другой стороны, по данным Бухарина О.В. [2], тестостерон ограничивает персистентный потенциал бактерий. Вероятно, увеличение его синтеза в организме при инфекции, способствует восстановлению его морфофизиологических параметров, в целом, а также элиминации патогена.

### *Литература*

1. Шевлюк Н.Н. Взаимодействие про- и эукариот и проблемы биологии тканей // Морфология. 2015. № 5. С. 8-13.
2. Бухарин О.В. Персистенция патогенных бактерий. М.: Медицина, 1999. 367 с.
3. Логинова А.К. Универсальный механизм взаимодействия бактерий, обладающих антигистоновой активностью, с клетками эукариот // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 16. С. 300-302.

4. Пак С.Г. Сальмонеллэз. М.: Медицина, 1988. 304 с.
5. Смолягин А.И. Оценка влияния милицина на развитие экспериментальной сальмонеллэзной инфекции // Российский иммунологический журнал. 2014. № 3. С. 593-596.
6. Ухов Ю.И. Морфометрические методы в оценке функционального состояния семенников // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1983. № 3. С. 66-72.

*E.D. Likhachev<sup>1</sup>, I.N. Trofimov<sup>1</sup>, G.S. Osipova<sup>1</sup>,  
D.A. Bokov<sup>1</sup>, L.L. Dyomina<sup>2</sup>*

**ON REGULATION OF PROKARYOTE AND EUKARYOTE  
INTERACTIONS IN HOST-PARASITE SYMBIOTIC SYSTEM:  
CONTRIBUTION OF THE HOST'S REPRODUCTIVE SYSTEM**

<sup>1</sup>*Orenburg State Medical University*

<sup>2</sup>*Orenburg State Pedagogical University*

In an experimental model of *Salmonella*-induced endotoxemia in CBA×C<sub>57</sub>Bl<sub>6</sub> mice it was shown that development of infection leads to lesions of germinal and interstitial structures in the male gonads. Simultaneous rearrangements occur in endocrine elements: increase in the number of Leydig cells and their hypertrophy. A wave of spermatogenesis is preserved. Intensity of steroidogenesis is expected to increase. Considering the available data on the ability of testosterone to suppress microbial persistence potential, androgens are assumed to play an important role in the regulation of prokaryote and eukaryote interactions, recovery of tissue dynamics and activation of reparative processes.

*Макаров М.В.*  
**ФАУНА МОЛЛЮСКОВ В НЕКОТОРЫХ БИОТОПАХ  
ВЕРШИННОЙ ЧАСТИ БУХТЫ КРУГЛАЯ  
(ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

*ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей  
им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия  
[mihaliksevast@inbox.ru](mailto:mihaliksevast@inbox.ru)*

Определены видовой состав и трофическая принадлежность, рассчитаны численность, биомасса и встречаемость моллюсков в вершине бухты Круглая на рыхлых грунтах и в эпифитоне макрофитов с ноября 2022 г. по июль 2023 г. На рыхлых грунтах отмечено 6 видов, из которых 4 вида относятся к *Bivalvia* и 2 вида к *Gastropoda*. Средняя численность составила 3281 экз./м<sup>2</sup>, средняя биомасса 7,8 г/м<sup>2</sup>. Доминировал брюхоногий моллюск *Hydrobia acuta* Draparnaud, 1805. Максимальные численность и биомасса моллюсков были в ноябре, минимальные – в марте. В эпифитоне макрофитов обнаружено 8 видов *Mollusca* (1 вид *Bivalvia* и 7 видов *Gastropoda*). На различных водорослях преобладали разные виды моллюсков.

Бухта Круглая – одна из бухт Севастополя. Её протяжённость 1,4 км, максимальная ширина 0,9 км. Вершина бухты – водоём, возникший на месте солёного озера, соединившегося с морем. В эту часть бухты выведены аварийный сток канализационных вод и ливневой канализации [1]. Бухта Круглая – одна из наименее загрязнённых нефтяными углеводородами среди севастопольских бухт [2]. Фауну *Mollusca* б. Круглая ранее изучали, но в сезонном аспекте и в эпифитоне макрофитов в вершинной части таких работ немного [3-7].

Цель работы – оценить современное (2022-2023 гг.) состояние фауны *Mollusca* в вершине б. Круглая на рыхлых грунтах и в эпифитоне макрофитов в разные сезоны.

Пробы отбирали на глубине 0,1 м в ноябре 2022 – июле 2023 гг. на рыхлых грунтах (8 проб) ручным дночерпателем площадью 0,04 м<sup>2</sup> и макрофитах: цистозире, кладофоре и ульве (13 проб) мешком из мельничного газа. В лабора-

торных условиях пробы промывали через сито размером ячей 0,5 мм. Моллюсков определяли по [8,9]. Таксономия приведена в соответствии со Всемирным реестром морских видов WoRMS [10]. Рассчитаны численность (экз.) и биомасса (г) видов на площадь дна ( $\text{м}^2$ ) для рыхлых грунтов и на вес водорослей (кг) для эпифитона. На мягких субстратах посчитана встречаемость (%). Трофика определена по [9].

На рыхлых субстратах найдено 6 видов *Mollusca*. Средняя численность 3281 экз./ $\text{м}^2$ , средняя биомасса 7,8 г/ $\text{м}^2$ . По этим показателям доминировала гидробия – обитатель вершин бухт и заливов [9,11]. Максимальные численность (6563 экз./ $\text{м}^2$ ) и биомасса (13,2 г/ $\text{м}^2$ ) моллюсков отмечены в ноябре преимущественно благодаря *H. acuta*, минимальные (1038 экз./ $\text{м}^2$  и 0,8 г/ $\text{м}^2$  соответственно) – в марте. Максимальная встречаемость (88 %) у *H. acuta*. В трофическом отношении определены сестонофаги (4 вида *Bivalvia*), детритофаги и фитофаги (по 1 виду *Gastropoda*). По численности и биомассе преобладали детритофаги, к которым относится гидробия.

В эпифитоне макрофитов обнаружено 8 видов *Mollusca*, из них 1 вид *Bivalvia* (*Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791)) и 7 видов *Gastropoda*. Максимальное количество видов (7) отмечено на цистозире. Она определена до рода, а обитающие в Чёрном море виды в современной номенклатуре относятся к разным родам, использовано прежнее название – *Cystoseira*. Эпифитон зелёных водорослей ранее мало исследован, а фауна *Mollusca* на *Ulva intestinalis* Linnaeus, 1753 у побережья Крыма вовсе не изучалась, поэтому все виды моллюсков (6), отмеченные на ней, встречены впервые. В эпифитоне *Cladophora* sp. найдено 6 видов *Mollusca*, на *U. rigida* C. Agardh, 1823 и ассоциациях водорослей цистозира+ульва+кладофора – по 3 вида. Наибольшая численность (1026 экз./кг) моллюсков в среднем на кладофоре преимущественно за счёт митилястера, наименьшая – на *U. intestinalis* (195 экз./кг). Максимальная биомасса малакофауны отмечена на *U. rigida* (9,7 г/кг), преобладает

*Rissoa splendida* Eichwald, 1830. Это эвритопный вид, характерный и в зарослевых сообществах [9,12]. Минимальная биомасса Mollusca в эпифитоне *U. intestinalis* (0,3 г/кг). В трофике по количеству видов доминируют фитофаги (4 вида), а сестонофаги, детритофаги, полифаги и эктопаразиты представлены по 1 виду. По численности и биомассе преобладают фитофаги за счёт *R. splendida*.

Выражаю благодарность к.б.н., н.с. ФИЦ ИнБЮМ и НИС ПСГ Р.Е. Белогуровой за помощь в отборе проб и к.б.н., с.н.с. ФИЦ ИнБЮМ М.А. Ковалевой за помощь в определении *Bivalvia*.

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения» (№ гос. регистрации 1023032000049-6-1.6.21).

### *Литература*

1. Куфтаркова Е.А., Родионова Н.Ю., Губанов В.И., Бобко Н.И. Гидрохимическая характеристика отдельных бухт севастопольского взморья // Труды ЮГНИРО. 2008. Т. 46. С. 110-117.
2. Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алемов С.В. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. 185 с.
3. Зернов С.А. К вопросу об изучении жизни Черного моря // Записки Импер. Акад. наук. Серия 8. 1913. Т. 32. № 1. 283 с.
4. Копий В.Г. Макрозообентос в прибрежной зоне бухт Севастополя (Крымское побережье Черного моря) // Морской экологический журнал. 2011. Отд. вып. № 2. С. 43-48.
5. Алёмов С.В., Витер Т.В., Гусева Е.В. Многолетние изменения состояния сообществ макрозообентоса бухты Круглая (регион Севастополя) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2019. Вып. 2. С. 59-66.
6. Макаров М.В., Бондаренко Л.В., Копий В.Г. Донная фауна бухты Круглой (Чёрное море, Крым). Сообщение I. Эпифитон макрофитов // Труды Карадагской научной станции имени Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН. 2022. Т. 7. № 1 (21). С. 11-26.
7. Болтачева Н.А., Ревков Н.К., Бондаренко Л.В., Макаров М.В.,

Надольный А.А. Донная фауна бухты Круглой (Чёрное море, Крым). Сообщение II. Таксономический состав и количественное развитие макрозообентоса рыхлых грунтов // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН. 2022. Т. 7. № 2 (22). С. 3-22.

8. Голиков А.Н, Старобогатов Я.И. Определитель фауны Чёрного и Азовского морей // Т. 3: моллюски – Киев: Наукова думка, 1972. С. 60-249.
9. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1984. 176 с.
10. World register of marine species [Электронный ресурс] <http://www.marinespecies.org>. (Дата обращения: 27.02.2024).
11. Копий В.Г., Бондаренко Л.В. Атлас обитателей псевдолиторали Азово-Черноморского побережья Крыма. Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН. Севастополь: ФИЦ ИнБИОМ, 2020. 120 с.
12. Маккавеева Е.Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1979. 229 с.

*M.V.Makarov*

**MOLLUSCA FAUNA IN SOME BIOTOPES OF THE UPPER  
PART OF THE KRUGLAYA BAY (THE BLACK SEA)**

*Institute of biology of the southern seas, Sevastopol, Russia*

Species composition and trophic affiliation were identified, abundance, biomass and occurrence of mollusks were calculated in the upper of Kruglaya Bay on soft substrates and in the macrophyte epiphyton from November 2022 to July 2023. On soft sediments 6 species were recorded, of which 4 species belong to Bivalvia and 2 species to Gastropoda. The average abundance was 3281 ind./m<sup>2</sup> and the average biomass was 7.8 g/m<sup>2</sup>. The gastropod mollusk *Hydrobia acuta* Draparnaud, 1805 was dominated. The maximum abundance and biomass of molluscs were in November, and the minimum - in March. Eight species of Mollusca (1 species of Bivalvia and 7 species of Gastropoda) were found in the epiphyton of macrophytes. Different species of Mollusca prevailed on different algae.

*Медведева А.Д.*

*Научный руководитель: к.б.н., доцент Козловская О.В.*

**ФЛОРА ВОЛЖСКОГО РАЙОНА**

**САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Самарский государственный технический университет*

[Annliiss28289@mail.ru](mailto:Annliiss28289@mail.ru)

Приводятся результаты флористического анализа, выполненного в мае-августе 2023 г. на территории Волжского района Самарской области. Данный район исследования включает в себя 429 видов сосудистых растений. Большая часть видов относится к травам (263 вида). Зафиксировано произрастание редких, раритетных и адвентивных видов растений.

Волжский район Самарской области расположен в центре области, является частью провинций Высокое Заволжье и Самарская Лука. Рельеф равнинный, волнистый с грядами холмов. Почвы преимущественно чернозёмы. Естественную растительность представляют преимущественно остеоподобные луга и типчаково-ковыльные степи. Коренная растительность каменистых степей сохранилась только на крутых склонах сыртов, речных долин и крупных балок.

Уточнение флористической информации проводилось при помощи определителей растений [1, 2]. В ходе исследований выявлено 429 видов высших сосудистых растений местной флоры. Они принадлежат к 150 родам, 66 семействам и 3 отделам. Большинство представителей изучаемой флоры относятся к ведущему отделу *Magnoliophyta* – 425 видов, присутствует отдел *Gymnospermae*, представленный 1 видом: *Pinus sylvestris*, и отдел *Equisetophyta*, представленный 3 видами: *Equisetum arvense*, *Equisetum hyemale* и *Equisetum pratense*.

По числу видов доминирует класс *Magnoliopsida* – включает 365 видов. Класс *Liliopsida* насчитывает 60 видов. Довольно высокая степень устойчивости видов отмечается у следующих семейств: *Asteraceae* (62 вида), *Poaceae* (31 вид), *Brassicaceae* (21 вид), *Apiaceae* (19 видов), *Fabaceae* (42 вида), *Rosaceae* (24 вида). Наряду с этим, 17 семейств являются

малочисленными и включают по одному представителю, например: сем. Сосновые – *Pinus sylvestris*, сем. Санталовые – *Thesium arvense*, сем. Бересклетовые – *Euonymus verrucosa*, сем. Тыквенные – *Echinocystis lobata*. Характерными представителями самого крупного семейства *Asteraceae* являются: род *Artemisia* (6 видов) и род *Inula* (4 вида). Также во флоре Волжского района Самарской области весомыми родами оказались род *Galium* – 11 видов, род *Astragalus* – 9 видов, род *Salix* – 8 видов.

Определение экобиоморф проведено традиционно, согласно системе И.Г. Серебрякова [3]. Древесно-кустарниковая форма малочисленна – 63 вида, в том числе представлена 28 видами деревьев. Отмечено 27 представителей кустарниковой формы, например: *Corylus avellana*, *Sambucus racemosa*. Произрастает 2 вида кустарников: *Genista tinctoria* и *Krascheninnikovia ceratoides*. Полукустарники представлены 3 видами: *Artemisia abrotanum*, *Rubus caesius* и *Solanum dulcamara*. Типичные представители полукустарников: *Onosma simplicissima*, *Astragalus macropus* и *Thymus marschallianus*.

Наиболее многочисленную группу флористического разнообразия составляют поликарпические травы – 263 вида. Они играют большую роль в предотвращении эрозии почвы. Значительные позиции занимают во флоре стержнекорневые растения – 90 видов, в т.ч.: *Sympytum officinale*, *Gypsophila paniculata*, *Salvia tesquicola* и другие. Весомую часть видового состава составляют длиннокорневищные многолетники (68 видов). Примерами могут служить *Origanum vulgare*, *Galium album*, *Calamagrostis canescens*. Выявлено произрастание 1 вида водного столонообразующего многолетника – *Potamogeton perfoliatus*. Наиболее приспособленными к условиям оステпененного ландшафта являются представители стержнекорневых (90 видов) и длиннокорневищных многолетников, что и доказали результаты исследования.

Анализ жизненных форм, выполненный на основе

положения и способе защиты почек возобновления у растений в течение неблагоприятно периода года показал, что наиболее многочисленной группой в спектре жизненных форм флоры оказались гемикриптофиты (234 вида). Несколько повышенное число терофитов (69 видов) во флоре в целом связано с многочисленными адвентивными видами. В целом полученные соотношения ожидаемы, т. к. доминирование гемикриптофитов, небольшое участие нанофанерофитов (27 видов) и хамефитов (21 вид) свойственны для флоры умеренной зоны.

Опираясь на основополагающие работы А.П. Шенникова [4] и Т.К. Горышиной [5], было выявлено 9 экологических групп растений по отношению к условиям увлажнения. Флора территории имеет ярко выраженный мезофитный (232 вида) характер. Ксерофиты занимают второе место (63 вида). Данный факт можно объяснить засушливостью многих мест обитания. Промежуточная группа ксеромезофитов насчитывает 46 видов. Типичными видами являются: *Thlaspi arvense*, *Trifolium alpestre*, *Echinops sphaerocephalus*. Группа мезогигрофитов представлена 4 видами травянистых растений: *Bidens tripartita*, *Sympyrum officinale*, *Epilobium palustre* и *Ranunculus sceleratus*.

Сведения о фитоценотипе, полученные на основе анализа литературных данных [6], корректировались по результатам собственных наблюдений. Доминирует лесостепная группа растений (86 видов). Типичными представителями являются: *Hypericum elegans*, *Portulaca oleracea*, *Galium verum* и другие. В сложении растительного покрова немаловажная роль принадлежит видам лугового фитоценотипа (53 вида). Наиболее часто встречаются: *Crepis tectorum*, *Taraxacum officinale*, *Tragopogon pratensis*. Большое количество сорных растений (36 видов), за счет адвентивной фракции (26 видов) флоры и городской части территории изучаемого объекта, демонстрирует влияние антропогенного фактора на растительность. Например *Erucastrum armoracioides*, *Sinaps arvensis*, *Sisymbrium loeselii*.

Невысокая доля водных (8 видов), прибрежно-водных (11 видов) и болотных (5 видов) фитоценотипов связана с высокой антропогенной нарушенностью водно-болотного комплекса. Отмечены *Carex acuta*, *Elodea canadensis*, *Juncus gerardii*, *Lemma trisulca*. Произрастает 1 вид, принадлежащий к пустынно-степному фитоценотипу: *Limonium gmelinii*. Выполненный фитоценотический анализ выявил соответствие флоры зональным типам растительности, что говорит о её устойчивости.

Для ареалогической характеристики видов была применена классификация основных типов ареалов, предложенная Т.И. Плаксиной [7]. В исследованных эколого-флористических комплексах преобладают виды евроазиатской ареалогической группы (206 видов). Подавляющее большинство видов этой группы обладает евроазиатскими европейско-западноазиатским типами ареалов. Не менее значительную роль играет европейский тип ареала (66 видов). В своем распространении эти элементы приурочены к умеренной зоне континента. Отмечено произрастание 5 дичавших видов растений с культурным типом ареала: *Ribes nigrum*, *Cerasus vulgaris*, *Malus domestica*, *Prunus domestica* и *Parthenocissus inserta*.

Среди хозяйственных групп растений доминируют лекарственные растения (200 видов). Также большая роль принадлежит медоносным (169 видов) и кормовым (166 видов) растениям. Декоративные растения насчитывают 113 видов, остальные группы представлены 40 и менее видами. Меньшее число принадлежит сапониноносным видам: *Gypsophila paniculata* и *Saponaria officinalis*.

На территории Волжского района Самарской области зафиксировано 26 видов сосудистых растений, включенных в Красную книгу Самарской области [8]: *Aconitum septentrionale*, *Ajuga glabra*, *Astragalus macropus*, *Astragalus sulcatus*, *Bupleurum aureum*, *Campanula latifolia*, *Carex disticha*, *Cicuta virosa*, *Clausia aprica*, *Dianthus leptopetalus*, *Eriophorum*

*gracile*, *Fritillaria ruthenica*, *Jurinea ledebourii*, *Knautia tatarica*, *Laser trilobum*, *Lilium pilosiusculum*, *Linum flavum*, *Maianthemum bifolium*, *Menyanthes trifoliata*, *Nymphaea candida*, *Primula macrocalyx*, *Salix rosmarinifolia*, *Scabiosa isetensis*, *Syrenia cana*, *Tulipa quercetorum*, *Valeriana tuberosa*. При натурном осмотре данных видов, выявлено их нестабильное состояние: особи низкорослые, с повреждениями листьев.

Флористическую ценность данного района исследования определяют раритетные виды растений (19 видов) [7-9], из них 10 региональных эндемиков, например: *Astragalus rupifragus* Pall., *Euphorbia seguierana* и *Melampyrum arvense*, имеющих важное научно-познавательное значение при ботаническом изучении. Малое наличие реликтов (9 видов) говорит о древнем геологическом и тектоническом сложении, а также о высокой антропогенной нарушенности изучаемой территории. Такие реликты кайнозойской эры, как *Clausia aprica* – плиоценовый горно-степной реликт, *Maianthemum bifolium* – плиоценовый реликт широколиственных лесов, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Onosma simplicissima* и *Aconogoron alpinum* – голоценовые реликты, *Quercus robur* и *Corylus avellana* реликты ледниковой эпохи, плохо приспособливаются к неблагоприятным условиям и изменениям природной среды.

Анализ видового состава растений, показал гетерогенность флоры изучаемой территории. Регулярный анализ позволяет фиксировать состояние растений Волжского района Самарской области и принимать меры по их сохранению. Наиболее действенными формами охраны биотических сообществ являются: государственная система особо охраняемых природных территорий; запрет пастьбы крупного и мелкого рогатого скота; ограничение въезда на территорию; экспериментальную реинтродукцию редких видов растений; мониторинг флоры и растительности; популяционные исследования видов растений, занесенных в Красные книги РФ и СО.

## *Литература*

1. *Маевский П.Ф.* Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.
2. Определитель растений Среднего Поволжья / Под ред. В.В. Благовещенского. – Л.: Наука, 1984. 391 с.
3. *Серебряков И.Г.* Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. Т 3. М.-Л.: Наука, 1964. 230 с.
4. *Шенников А.П.* Введение в геоботанику. Раздел «Экология фитоценозов». Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. 447 с.
5. *Горышна Т.К.* Экология растений. М.: Высш. школа, 1979. 364с.
6. Сосудистые растения Самарской области: учебное пособие / под ред. А.А. Устиновой и Н.С. Ильиной. – Самара: ООО ИПК «Содружество», 2007. 400 с.
7. *Плаксина Т.И.* Конспект флоры Волго-Уральского региона. - Самара: Издательство «Самарский университет», 2001. 388 с.
8. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов/Под ред. С. А. Сенатора и С. В. Саксонова. — Самара: Издательство Самарской государственной областной академии (Наяновой), 2017. 284 с.
9. *Конева Н.В., Саксонов С.С., Быстрова Е.Д.* Развитие идеи красной книги самарской области: 3. Второй список раритетных видов сосудистых растений (Т. И. Плаксина и др., 1978) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2019. №3. 292 с.

*A.D. Medvedeva*

*Scientific adviser: O.V. Kozlovskaya*

### **FLORA OF THE VOLZHSKY DISTRICT OF THE SAMARA REGION**

*Samara State Technical University*

The results of a floristic analysis carried out in May-August 2023 on the territory of the Volzhsky district of the Samara region are presented. This study area includes 429 species of vascular plants. Most of the species are herbs (263 species). The growth of rare, rare and adventive plant species has been recorded.

*Мирненко Н.С.*

## **АНАЛИЗ ПЫЛЬЦЕВЫХ СПЕКТРОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ Г. ДОНЕЦКА**

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», Россия*

[natalya\\_zaharenkova@mail.ru](mailto:natalya_zaharenkova@mail.ru)

В работе представлены данные по изучению качественного состояния пыльцевых зерен древесных растений в г. Донецке.

Установлены морфологические показатели пыльцевых зерен, фертильность, составлен календарь пыления. Особенно важными показателем календаря цветения является пыльцевой дождь, наблюдаемый первой-второй декаде мая, что может вызывать обострение поллиноза у населения.

Одной из самых актуальных проблем современности является разработка новых действующих средств по контролю биологического загрязнения окружающей среды адвентивными (заносными) видами растений [1]. Изучение адвентивных видов, как фракции аллохтонного элемента флоры определенного региона является научно интересным и перспективным направлением экологической ботаники, так как, распространение адвентиков в новых исторически нетипичных местообитаниях приводит к прямому или косвенному влиянию на состав, структуру и функционирование экосистем. Занесение адвентивных видов может иметь устойчивые эволюционные последствия, которые отражаются в геномной изменчивости между занесенными и нативными видами, или между несколькими адвентивными видами путем интрагрессивной гибридизации [2].

Донбасс был и остается промышленным регионом, в котором существует необходимость для проведения исследований урбанизированных территорий с целью создания эколого-флористической базы данных для проведения биоиндикационных исследований состояния окружающей среды и воздействия военных действий [4].

Качество пыльцевых зерен имеет прямую связь со способностью к оплодотворению и является важным

показателем репродуктивной стратегии выживания растительных организмов. Нарушения, которые проявляются в процессах микроспорогенеза и микрограметогенеза являются реакциями растительного организма на внешние факторы антропогенной среды. Полученные данные будут использоваться для оценки экологической пластиичности и толерантности репродуктивных механизмов растений в Донбассе и Северном Причерноморье. На кафедре ботаники и экологии Донецкого государственного университета проводится ряд исследований, посвященных анализу пыльцевых спектров [1-5].

Цель работы – определить уровень антропогенного воздействия на древесные растения и дать оценку разнообразия палинологического спектра с последующей оценкой степени промышленного напряжения г. Донецка.

Для каждого из представленных видов были установлены основные показатели развития пыльцевого зерна (табл.1).

**Таблица 1.** Морфологические показатели пыльцы древесных растений Донецкой агломерации

Вид	Размер (мкм)	Скульптура	Показатель фертильности, %
<i>Acer negundo</i> L.	22-24	струйчатая	84,2±0,27
<i>Acer tataricum</i> L.	20-22	струйчатая	83,2±0,37
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	47-49	струйчатая	79,4±0,14
<i>Betula pendula</i> Roth	18-21	буторчатая	84,1±0,24
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	54-58	сетчатая	82,1±0,35
<i>Juglans regia</i> L.	91-93	буторчатая	83,1±0,32
<i>Salix alba</i> L.	26-28	борозда	73,6±0,21
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	26-29	струйчатая	81,2±0,07
<i>Tilia cordata</i> Mill.	61-64	ямчатая	84,1±0,67
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	59-62	морщинистая	81,1±0,27

Количество и состав пыльцевых зерен существенно изменяется в зависимости от природно-климатических

характеристик региона географического положения, репродуктивного цикла растений и сезона наблюдения. Каждый из наблюдаемых таксонов имел индивидуальную ритмику пыления, характерную только для Юга России, что выражается в изменении размера пыльцевых зерен и степени их fertильности. Максимум пыльцевой продуктивности наблюдался с увеличением температуры. Так у видов: *Acer negundo* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Betula pendula* Roth., *Fraxinus excelsior* L., *Juglans regia* L., *Salix alba* L. отобранных пик весеннего цветения наблюдалась наивысшая степень fertильности.

**Таблица 2.** Календарь цветения травянистых растений  
Донецкой агломерации

Таксон	апрель		май		июнь		июль
<i>Acer negundo</i> L.							
<i>Acer tataricum</i> L.							
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.							
<i>Betula pendula</i> Roth			*		X		
<i>Fraxinus excelsior</i> L.							
<i>Juglans regia</i> L.							
<i>Salix alba</i> L.							
<i>Sorbus aucuparia</i> L.							
<i>Tilia cordata</i> Mill.							
<i>Ulmus laevis</i> Pall.							

X - период активного цветения

\* - пыльца наблюдается в воздухе

Во время весеннего пыльцевого дождя в г. Донецке преобладали зерна древесных растений: их доля варьировала от 67,2% до 78,4% от всей пыльцевой суммы. Анализ состава палинологического спектра показал, что к основным продуцентам пыльцы относятся не более 10 древесных таксонов: *Acer negundo* L., *Acer tataricum* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Betula pendula* Roth., *Fraxinus excelsior* L.,

*Juglans regia* L., *Salix alba* L., *Sorbus aucuparia* L., *Tilia cordata* Mill. Количество пыльцевых зерен у каждого из перечисленных видов древесных растений в среднем превышал 1,5% от общего годового содержания пыльцы. Вклад доминирующих таксонов в палинологический спектр г. Донецка составил 49,12% от общего количества пыльцевых зерен.

Составленный календарь пыления наиболее распространенных древесных растений показал, что пыльцевой дождь наблюдается в первой и второй декадах мая, при этом, в июне постоянно наблюдалась фоновая, но высокая концентрация пыльцевых зерен.

Таким образом, исследование пыльцевых спектров древесных растений показало низкую степень вовлеченности человеческого фактора в состояние пыльцы. Особенно важными являются показатели высокой концентрации пыльцевых зерен в мае, при высокой степени фертильности, что характеризует устойчивое состояние древесной флоры.

Полученные результаты имеют важное значение для палинологов, экологов и аллергологов, так как они помогают понять сезонные изменения в пыльцевом составе городов Юга России, что необходимо для разработки мер по снижению воздействия аллергенов на здоровье населения. Кроме того, проведенные исследования способствуют расширению понимания о биологическом разнообразии Донбасса и его экологическом состоянии.

Выполнено в рамках в рамках молодежной лаборатории «Диагностика и механизмы адаптации природных и антропогенно-трансформированных экосистем Донбасса» (№ НИОКР 1023110700153-4-1.6.19;1.6.11;1.6.12) и работы Азово-Черноморского математического центра.

### *Литература*

1. Мирненко Н.С., Сафонов А.И. Пыльца как тест-система индикации неблагоприятной городской среды (на примере

- г. Донецка) // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 3. С. 12-17.
2. Сафонов А.И. Аномалии эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса // Разнообразие растительного мира. 2022. №3(14). С. 5-18.
3. Сафонов А.И., Гермонова Е.А. Оценка геосистем Донбасса: фитоиндикация тератогенности и картографический анализ // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2023. № 1. С. 98-104.
4. Сафонов А.И. Экспозиции раритетных растений на кафедре ботаники и экологии Донецкого государственного университета // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 4. С.18-33.
5. Safonov A. Indicator plants of anthropogenic disturbances: Scientific approach, educational technologies // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 431. P. 01031.

*N.S. Mirnenko*

**ANALYSIS OF POLLEN SPECTRA OF WOODY PLANTS  
OF DONETSK CITY**  
*Donetsk State University*

The paper presents a palynological analysis on the study of the qualitative state of pollen grains of woody plants in Donetsk. The morphological indicators of pollen spectra were established, and the pollen calendar was compiled. Particularly important indicator of the pollen calendar is pollen rain, observed in the first-second decade of May, which determines the presence of exacerbation of pollinosis in the population.

*Мирненко Э.И.*  
**БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ  
ВОДНЫХ ОБЪЕТОВ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ  
РЕСПУБЛИКИ**

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», Россия  
[eduard\\_mirnenko@list.ru](mailto:eduard_mirnenko@list.ru)*

На территории Центрального Донбасса реализуется долгосрочный мониторинговый эксперимент по формированию базы данных микроводорослей в бассейне р. Кальмиус на базе кафедры ботаники и экологии Донецкого государственного университета. Существующий список видов позволяет проводить оценку степени напряжённости водных экосистем на основании структурной пластиичности микроводорослей и результатах ингредиентного аналитического контроля.

Биологическое равновесие в водных экосистемах поддерживается разнообразными динамическими связями между организмами и окружающей средой. При антропогенном воздействии биологическое равновесие разрушается, что в первую очередь проявляется на видовом составе биоценоза. Биологический мониторинг один из методов определения качества вод, который позволяет установить последствия разового или многочисленного загрязнения, что при химическом или микробиологическом анализе может быть не определено, так как результаты таких анализов показывают состояние только в конкретный момент взятия пробы [1-3].

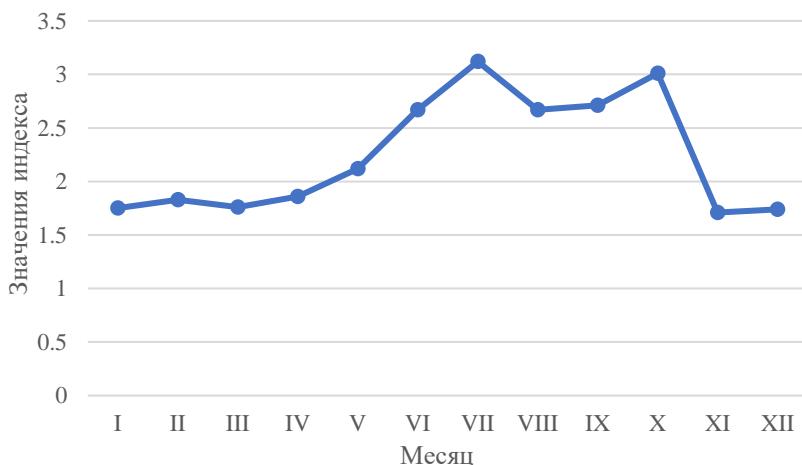
Биологический мониторинг поведенный на основании развития микроводорослей позволяет обнаружить антропогенное загрязнение водного объекта в течение длительного, и что не мало важно предшествующего времени его функционирования [4,5].

Цель исследований – установить степень антропогенного воздействия на водоемы г. Донецка исходя из данных экологического анализа.

Из всех гидробиологических критериев система сапробности вод является одной из универсальных которая

позволяет с помощью видов-индикаторов оценить степень загрязнения вод органическими веществами и продуктами их распада. При расчете показателей загрязнения брали в расчет количество индикаторных организмов (особей) и абсолютное число (численность) [6-10].

Для прудов г. Донецка в период исследований (2020-2023 гг.) были характерны высокие показатели численности микроводорослей, обусловленные доминированием отдела *Chlorophyta*. Численность микроводорослей имела четкую сезонную динамику с незначительной вариабельностью количественных показателей в наблюдаемом сезоне. Для разных сезонов численность отличалась в геометрической прогрессии, так максимальные показатели характерны для конца весны и середины лета, при этом исключение составил 2023 г. когда пик численности приходился на октябрь, за счет аномально теплой осени.

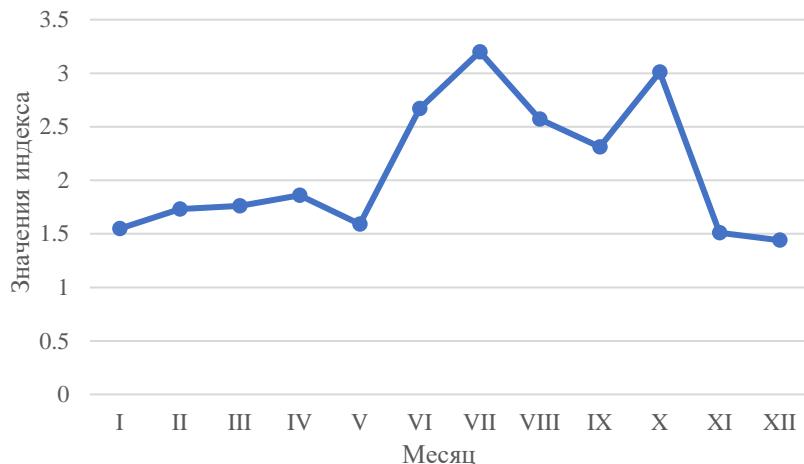


**Рис. 1. Динамика сапробности «Первого городского пруда»**

Осенний период характеризовался доминированием отдела *Bacillariophyta*. Основу видового богатства фитопланктона прудов составили: *Chlamydomonas monadina* Stein., *Chlorella*

*vulgaris* Beijer., *Chloromidium flaccidum* Kütz. (Kütz.), *Chlorothecium gladius* Pascher., *Coelastrum microporum* Näge., *Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) West., *Merismopedia punctata* Mey., *Oocystis lacustris* Chod., *Scenedesmus quadricauda* (Turp.). Breb., *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag., *Melosira varians* Ag., *Navicula placenta* Ehrb., *Stephanodiscus hantzschii* Grun. in Cl. et Grun., *Microcystis aeruginosa* f. *aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *Microcystis aeruginosa* f. *flos-aquae* (Witttr.) Elenk., *Euglena caudata* var. *caudata* Hübn., *Euglena oxyuris* var. *oxyuris* Schmarda., *Trachelomonas caudata* f. *caudata* (Ehrb.) Stein.

Средние показатели сапробности для пруда «Первый городской» составила 2,24, а пруда «Второй городской» – 2,21.



**Рис. 2. Динамика сапробности «Второго городского пруда»**

По степени сапробности пруды г. Донецка испытывали на себе одинаковую степень загрязнения и относятся к  $\beta$ -мезосапробной зоне (средняя степень загрязнения воды) [1]. Динамику загрязнения по месяцам в каждом из исследованных прудов г. Донецка можно проследить на рис. 1 и 2.

Таким образом, по степени загрязнения можно утверждать,

что в воде присутствуют аммиак и продукты его окисления – азотной и азотистой кислот, в незначительных количествах встречается сероводород, насыщение кислорода достаточное для поддержания нормальных процессов жизнедеятельности гидробионтов. Минерализация проходит за счет полного окисления органических веществ. Наблюдается высокое видовое разнообразие водорослей, однако численность и биомасса микроводорослей может быть снижена, за счет колебаний уровня кислорода. Содержание углекислоты колеблется в зависимости от времени суток.

Выполнено в рамках в рамках молодежной лаборатории «Диагностика и механизмы адаптации природных и антропогенно-трансформированных экосистем Донбасса» (№ НИОКР 1023110700153-4-1.6.19;1.6.11;1.6.12) и работы Азово-Черноморского математического центра.

### *Литература*

1. Баринова С.С. Медведева Л.А., Анисимова О.В., Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды // Тельль-Авив. Pilies Studio. 2006. С. 6-98.
2. Мирненко Э.И. Семейство Hydrodictyaceae в водоемах Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 1-2. С. 35-40.
3. Мирненко Э.И. Scenedesmus quadricauda в водохранилищах бассейна Р. Кальмиус // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2022. № 1-2. С. 6-10.
4. Сафонов А.И., Гермонова Е.А. Оценка геосистем Донбасса: фитоиндикация тератогенности и картографический анализ // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2023. № 1. С. 98-104.
5. Сафонов А.И. Аномалии эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса // Разнообразие растительного мира. 2022. № 3(14). С. 5-18.
6. Inyang A.I., Wang Y.-S. Phytoplankton diversity and community responses to physicochemical variables in mangrove zones of

Guangzhou province, China // Ecotoxicology. 2020. Vol. 29. № 6. P.650-668.

7. *Lewis K.M., Van Dijken G.L., Arrigo K.R.* Changes in phytoplankton concentration now drive increased arctic ocean primary production // Science 2020. Vol. 369. № 6500. P. 198-202
8. *Pantle R.* Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gasund Wasserbach. 1955. Vol.96 (18). P. 386-412 p.
9. *Mirnenko E. I.* Taxonomic diversity of phytoplankton of the Kalmius River and its reservoirs // Ecosystem Transformation. 2022. Vol.5. No.2(16). P. 3-13
10. *Safonov A.* Indicator plants of anthropogenic disturbances: Scientific approach, educational technologies // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 431. P. 01031.

*E.I. Mirnenko*

**BIOLOGICAL MONITORING OF THE STATE OF WATER  
BODIES OF THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC**

*Donetsk State University*

On the territory of the Central Donbass a long-term monitoring experiment on the creation of a database of microalgae in the basin of the Kalmius River is being carried out on the basis of the Department of Botany and Ecology of the Donetsk State University. The existing list of species will make it possible to assess the degree of stress of aquatic ecosystems on the basis of the structural plasticity of microalgae and the results of analytical control of their constituents.

**Молева М.Д., Сорокина Д.С., Тимошкин А.А.  
Научный руководитель: доцент Поддубная Н.Я.  
УССУРИЙСКИЙ КРОТ КАК УЧАСТИК  
НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ В ПОДЗЕМНОЙ  
ЭКОСИСТЕМЕ**

*Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия  
[mdmoleva@chsu.ru](mailto:mdmoleva@chsu.ru)*

Объектом исследования является уссурийская могера. У двух особей значения OHg оказались аномально большими: шерсть лопатка: 9.042 мг/кг и 6.9885 мг/кг, мышцы: 2.09 мг/кг и 2.09 мг/кг сухой массы. Среднее значение содержания ртути представлено следующим убывающим рядом: шерсть  $0,929 \pm 0,185$  мг/кг → почки  $0,749 \pm 0,139$  мг/кг → печень  $0,3609 \pm 0,07$  мг/кг → мышца  $0,1859 \pm 0,037$  мг/кг → мозг  $0,1191 \pm 0,02$  мг/кг.

Ртуть – это токсичный элемент, который попадает в окружающую среду из антропогенных и природных источников [1]. При учете концентрации ртути в тканях и органах важно учитывать возраст и рацион питания вида [2]. Уссурийская могера обитает преимущественно в верхнем горизонте почвы широколиственных лесов [3]. Основными компонентами питания служат дождевые черви и другие беспозвоночные, живущие в гумусовом слое и листовой подстилке, также среди кормов регулярно встречаются насекомые [4]. Уссурийская могера в трофической цепи занимает уровень консумента 2 порядка, что свидетельствует о возможном риске для животных, занимающих следующий уровень пищевой цепи [5]. К тому же этот вид насекомоядных животных является недостаточно изученным [6]. Таким образом, исследование концентрации ртути в тканях, органах и шерсти уссурийской могеры является актуальным.

Объектом исследования является большая могера, или уссурийская могера, или уссурийский крот (*Mogera robusta Pomet*, 1848). Предмет исследования – общая ртуть (OHg) в органах и тканях могеры. Материал собран в Лазовском заповеднике в период 2005-2021 год и представлен 16 особями

различной половой и возрастной принадлежности. Лазовский заповедник расположен на побережье Японского моря, находится под влиянием Тихого океана, что обуславливает уникальность климата района исследований. Этот фактор наряду с актуальностью решения ртутных проблем влияет на значимость исследований. Измерение общей ртути в органах и тканях были произведены в сухом весе на ртутном анализаторе RA-915M (Lumex), который находится в эколого-аналитической лаборатории Череповецкого государственного университета. Точность анализатора была проверена при помощи эталонных образцов DORM-4 с известной концентрацией ртути (мг/кг). Статистический анализ проводился с использованием программ Stat Soft Statistica12.0 и Microsoft Excel 2016.

У двух особей значения OHg получились аномально большими: шерсть в области лопатки: 9.042 мг/кг и 6.9885 мг/кг, мышцы: 2.09 мг/кг и 2.09 мг/кг сухой массы. Печень, почки и мозг были проанализированы на ртуть только у первой особи, их значения 3.382 мг/кг, 4.574 мг/кг и 2.213 мг/кг сухой массы соответственно.

Статистическая обработка была проведена без этих особей ( $n=14$ ). Среднее значение ртути представлена следующим убывающим рядом: шерсть  $0,929 \pm 0,185$  мг/кг → почки  $0,749 \pm 0,139$  мг/кг → печень  $0,3609 \pm 0,07$  мг/кг → мышца  $0,1859 \pm 0,037$  мг/кг → мозг  $0,1191 \pm 0,02$  мг/кг. Мышцы и мозг статистически различаются с остальными органами (рис. 1). Возможно, что большое содержание ртути в шерсти имеется из-за того, что на неё могут попадать внешние загрязнения, а в почках и печени накапливаются тяжёлые металлы, в том числе ртуть, так как это органы, в силу обмена веществ накапливающие в себе различные вещества. Полученные данные сопоставимы с содержанием общей ртути в шерсти хищных млекопитающих [6].

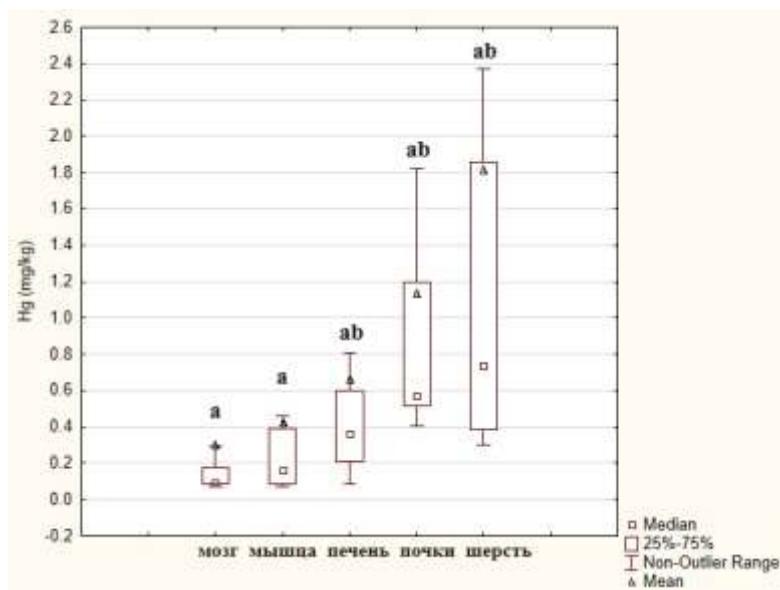


Рис. 1. Содержание OHg в органах и тканях моргеры

Таким образом, проведенная оценка содержания общей ртути у большой моргеры подтвердила ее высокий трофический уровень в подземной экосистеме.

Признательны в.н.с. Лазовского заповедника И.В. Волошиной и в.н.с. Череповецкого госуниверситета Н.Я. Поддубной за предоставленный материал и научное сопровождение работы. Работа выполнена с использованием оборудования Регионального центра коллективного пользования Череповецкого государственного университета.

### Литература

1. Zaferani S., Biester H. Mercury Accumulation in Marine Sediments – A Comparison of an Upwelling Area and Two Large River Mouths // Frontiers in Marine Science. 2021. V. 8
2. Antonova E., Viktor I., Komov V., Khizhkin E., Kalinina S., Gremyachikh V., Kamshilova T., Belkin V., Yakimova A. The Mercury Content and Antioxidant System in Insectivorous Animals (Insectivora, Mammalia) and Rodents (Rodentia, Mammalia) of Various Ecogenesis

Conditions // *Biology Bulletin*. 2017. V. 44.

3. *Нестеренко В.А.* Насекомоядные юга Дальнего Востока и их сообщества. Владивосток: Дальнаука. 1999. 173 с.
4. *Охотина М.В.* Дальневосточный крот и его промысел. Москва: Наука, 1966. 136 с.
5. *Poddubnaya N., Khabarova L., Fishchenko M., P., Salkina P., Voloshina I., Ivanova E.* Mercury concentration in the tissues of the three abundant shrew species (*Sorex unguiculatus*, *S. caecutiens*, and *S. isodon*) inhabiting the Sikhote-Alin mountain system // *Journal of Critical Reviews*. 2020. V. 10.
6. *Поддубная Н.Я., Салькина Г.П., Ельцова Л.С., Иванова Е.С., Олейников А.Ю., и др.* Содержание общей ртути в шерсти млекопитающих - консументов 2 и 3 порядков на юге российского Дальнего Востока // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник научных трудов XXII международной научно-практической конференции. М.: изд-во РУДН, 2021. Т.2. С. 99-103.

*M.D. Moleva, D.S. Sorokina, A.A. Timoshkin*  
*Scientific adviser: N.Ya. Poddubnaya*

**THE USSURI MOLE AS A PARTICIPANT IN THE  
ACCUMULATION OF MERCURY IN THE UNDERGROUND  
ECOSYSTEM**

*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia*

The object of the study is the Ussuri mole. In two individuals, the values of the OHg turned out to be abnormally large: the hair of the shoulder blade: 9.042 mg/kg and 6.9885 mg/kg, muscles: 2.09 mg/kg and 2.09 mg/kg wet weight. Liver, kidneys and brain were analyzed for mercury only in the first individual, their values were 3.382 mg/kg, 4.574 mg/kg and 2.213 mg/kg wet weight, respectively. The average mercury value is represented by the following decreasing series: wool 0.929  $\pm$  0.185 mg/kg  $\rightarrow$  kidneys 0.749  $\pm$  0.139 mg/kg  $\rightarrow$  liver 0.3609  $\pm$  0.07 mg/kg  $\rightarrow$  muscle 0.1889  $\pm$  0.037 mg/kg  $\rightarrow$  brain 0.1191  $\pm$  0.02 mg/kg.

*Нигаматзянова Г.Р.<sup>1,2</sup>, Федорова И.В.<sup>3</sup>,  
Смирнов А.А.<sup>4,5,6</sup>, Фролова Л.А.<sup>1,2</sup>*

**ЗООПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА И ОЦЕНКА  
КАЧЕСТВА ВОД РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ  
ОБЪЕКТОВ БАССЕЙНОВ РЕК ОБЬ И ЕРКУТА  
(ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

*<sup>1</sup>Казанский федеральный университет (КФУ),*

*<sup>2</sup>Институт археологии и этнографии СО РАН, <sup>3</sup>Институт  
ботаники имени А.Л. Тахтаджяна Национальной Академии наук  
республики Армения,*

*<sup>4</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),*

*<sup>5</sup>Северо-Восточный государственный университет*

*<sup>6</sup>Дагестанский государственный университет*

*[GuRNigamatzyanova@kpfu.ru](mailto:GuRNigamatzyanova@kpfu.ru), [umnichka@mail.ru](mailto:umnichka@mail.ru),  
[andrsmir@mail.ru](mailto:andrsmir@mail.ru), [larissa.frolova@kpfu.ru](mailto:larissa.frolova@kpfu.ru)*

Приводятся данные о составе зоопланктонных сообществ и оценке качества вод водоемов бассейнов рек Обь и Еркута (Западная Сибирь). Несмотря на то, что по зоогеографической характеристики в сообществах преобладали космополитные виды, численность и биомассу зоопланктона обуславливали холодноводные таксоны, типичные для высокотропных водных экосистем. Исследованные водоемы характеризовались низким содержанием органических веществ и качеством воды от чистого до умеренно загрязнённого.

Водные объекты Западной Сибири подвержены серьезным антропогенным воздействиям, в первую очередь из-за изменений, сопряженных с интенсивными разработками нефтяных и газовых месторождений [1]. Контроль за динамикой развития и изменениями арктических экосистем, а также прогноз будущих трансформаций возможен при междисциплинарном подходе к анализу состояния водных экосистем. Одним из основных биоиндикаторов в оценке современного состояния водных экосистем является зоопланктон [2, 3]. Целью данной работы являлось изучение

таксономического разнообразия зоопланкtonных сообществ и оценка качества вод разнотипных водных объектов бассейнов рек Обь и Еркута (Западная Сибирь). В рамках научно-исследовательской экспедиции в Ямalo-Ненецкий АО летом 2019 г. в бассейне р. Обь и Еркута были отобраны качественные и количественные образцы зоопланктона из 13 водоемов, расположенных в районе стационара Еркута (бассейн р. Еркута), в районе г. Салехард и р. Шайтанка (бассейн р. Обь). Сбор материала осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам с помощью малой сети Апштейна [4, 5]. Для всех водоемов рассчитан индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера [6]. Сапробность водных объектов определялась с помощью индекса сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека [7].

Одновременно с отбором гидробиологических проб были проведены измерения основных физических и гидрохимических параметров изученных объектов (Табл.1).

**Таблица 1.** Координаты и основные гидрохимические параметры изученных водных объектов в бассейне р. Обь и Еркута

Наименование озер	Координаты, с.ш., в.д.	рН	Электропроводность, мкСм/см	Растворенный в воде кислород	
				мг/л	%
Er2019-1	68°12'07.2", 68°56'38.4"	7,4	-	8,72	94,0
Er2019-3	68°12'00.0", 68°54'36.0"	7,3	52,6	9,98	111,0
Er2019-4	68°12'39.6", 68°57'39.6"	7,3	309,0	9,31	107,0
Er2019-5	68°10'30.0", 68°57'46.8"	6,1	92,0	8,81	111,0
Er2019-6	68°10'04.8", 68°58'12.0"	7,4	84,1	10,32	127,0
Er2019-7	68°09'57.6", 68°57'39.6"	7,2	-	9,96	118,0

Наименование озер	Координаты, с.ш., в.д.	рН	Электропроводность, мкСм/см	Растворенный в воде кислород	
				мг/л	%
Er2019-8	68°10'04.8", 68°57'21.6"	7,2	75,6	9,98	114,0
Er2019-12	68°14'27.6", 69°03'50.4"	7,7	157,3	9,42	108,0
Ya2019-L14	66°31'04.8", 66°55'22.8"	-	612,0	8,09	90,0
Теплое 1	66°33'10.8", 66°34'32.2"	-	189,8	8,06	94,0
Теплое 2	66°33'03.6", 66°34'58.8"	7,5	74,1	8,81	104,0
Лебединое	66°32'02.4", 66°39'25.2"	9,7	159,0	9,99	112,0

Исследованные водные объекты характеризовались небольшими размерами и глубинами, а также хорошо развитой зоной макрофитов. Среднее значение водородного показателя составило  $7,5 \pm 0,3$  рН, что указывает на нейтральную среду в исследуемых объектах. Степень насыщения кислородом на момент проведения измерений составила в среднем  $107,5 \pm 3,1\%$ . Значения удельной электропроводности варьировали значительно, составив в среднем  $180,6 \pm 53,7$  мкСм/см.

В общей сложности в составе зоопланктона водных объектов бассейнов рек Обь и Еркута идентифицировано 76 таксонов (72 вида), из них 42 таксона (39 видов) принадлежало к типу Rotifera, 18 видов Cladocera и 16 таксонов (15 видов) веслоногих ракообразных. Коловратки *Kellicotia longispina* (Kellikott, 1879), *Conochilus unicornis* (Rousselet, 1892), *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Keratella quadrata* (Carlin, 1943) и неполовозрелые стадии веслоногих ракообразных были наиболее многочисленными. Cladocera представлены видами рода *Bosmina* (*Eubosmina*), а также таксоном *Chydorus cf. sphaericus* (Muller, 1785).

Идентифицировано 3 вида веслоногих ракообразных: *Heterocope appendiculata* (Sars GO, 1863), *Eucyclops macruroides* (Lilljeborg, 1901), *Cyclops kolensis* (Lilljeborg, 1901). Наибольшим видовым богатством (23 таксона (22 вида)) характеризовалось оз. Теплое 2 (г. Салехард). Минимальное количество видов (6 таксонов, 5 видов) идентифицировано в зоопланктонном сообществе в безымянном озере Er2019-7.

Численность зоопланктона в исследованных водных объектах определяли в основном Rotifera (*K. longispina*, *C. unicornis*). Значения численности варьировали от 116,37 до 398,70 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Биомассу зоопланктона обуславливали большей частью *Bosmina coregoni* (Baird, 1857), Cladocera и *H. appendiculata*, Сорепода. Значения биомассы варьировали в пределах от 87,0 мг/м<sup>3</sup> до 3,2 г/м<sup>3</sup>. Количественные показатели зоопланктона в исследованных водоемах подтверждаются литературными данными [8-9], однако существенно различаются между собой. Антропогенное воздействие на озеро Теплое 2 в г. Салехард может быть косвенной причиной снижения количественных показателей зоопланктона. Индекс Шеннона-Уивера выявил умеренное загрязнение вод в исследуемых водоемах, значения индекса варьировали от 1,45 до 2,34 бит/экз.

По биотопической принадлежности обнаружено большое количество литоральных видов (55,1%), что связано с малыми глубинами, небольшими размерами по площади и развитой прибрежной растительностью водных объектов. Истиннопланктонных таксонов отмечено 37,2%, 7,7% видов были отнесены к эвритопным видам. Видовой состав планктонного сообщества р. Шайтанка ближе к таковому озер, а не рек, что можно объяснить хорошо выраженным заводямы и низкой скоростью течения в районе исследования. По зоогеографической характеристике в сообществах зоопланктона преобладали космополитные виды (56,3%), 25,4% и 18,3% видов являлись палеарктическими и голарктическими,

соответственно. Согласно корреляционному анализу, положительная корреляция установлена между таксономическим богатством, температурой воды и концентрациями растворенного кислорода в водоемах бассейна р. Обь ( $r=0,76$  и  $r=0,69$ , соответственно).

Таким образом, оценка современного состояния разнотипных водных объектов в бассейнах рек Обь и Еркута, основанная на изучении сообществ зоопланктона, выявила, что представители группы Rotifera вносят наибольший вклад в видовое богатство сообществ зоопланктона. Качество воды исследованных водоемов варьировало от олигосапробного до умеренно-загрязненного.

Анализ биоиндикаторов выполнен в рамках проекта РНФ № 24-17-00192, статистический анализ выполнен за счет средств субсидии, выделенных КФУ для выполнения государственного задания № FZSM-2023-0023 в сфере научной деятельности.

### *Литература*

1. Ермолаева Н.И. Зоопланктон таежной реки в условиях хронического нефтяного загрязнения // Водные ресурсы. 2020. Т.47. № 1. С. 68–77.
2. Nigmatzyanova G.R., Frolova L.A., Nigmatullin N.M., Valieva E.A. Zooplankton species diversity dynamics of thermokarst lake from Lena delta river // 20 International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2020. 2020. Volume 2020, Issue 4.1. P.553-560. DOI: 10.5593/sgem2020/4.1/s19.069 4.
3. Nigmatzyanova G.R., Frolova L.A., Pestryakova L.A. Hydrobiological investigations of Kytalyk Wildlife Reserve polygonal ponds (North-Eastern Yakutia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. Volume 107. Issue 1. 012038. DOI: 10.1088/1755-1315/107/1/012038.
4. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высш. шк. 1960. 191 с.
5. Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высш. шк. 1986. 472 с.

6. *Shannon C.E., Weaver W.* The mathematical theory of communication. Urbana: Univ. Illinois Press. 1963. 117 p.
7. *Sládeček V.* System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol. 1973. No 7. P. 1-218.
8. *Семенова Л.А., Алексюк В.А.* Зоопланктон Нижней Оби // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтования. 2010. №10. С.156-159.
9. *Ермолаева Н.И.* Видовой состав и пространственное распределение зоопланктона Обской губы и Гыданской губы // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: труды III Всероссийской научной конференции с международным участием: в 4 т. 2017. Т. 1. С. 91-99.

*G.R. Nigmatzyanova<sup>1,2</sup>, I.V. Fedorova<sup>3</sup>,  
A.A. Smirnov<sup>4,5,6</sup>, L.A. Frolova<sup>1,2</sup>*

**ZOOPLANKTON COMMUNITIES AND ASSESSMENT  
OF WATER QUALITY OF DIFFERENT TYPES OF WATER  
BODIES IN THE BASINS OF THE OB AND YERKUTA RIVERS  
(WESTERN SIBERIA)**

<sup>1</sup>*Kazan Federal University, KFU,*

<sup>2</sup>*Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS,*

<sup>3</sup>*Institute of Botany after A.L. Takhtajyan of National Academy  
of Sciences of the Republic of Armenia,*

<sup>4</sup>*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(«VNIRO»),*

<sup>5</sup>*North-Eastern State University,*

<sup>6</sup>*Dagestan State University*

Data on the composition of zooplankton communities and the assessment of water quality of reservoirs in the basins of the Ob and Yerkuta rivers (Western Siberia) are presented. Despite the fact that cosmopolitan species prevailed in the communities according to zoogeographic characteristics, the abundance and biomass of zooplankton were determined by cold-water taxa typical of high-latitude aquatic ecosystems. The studied reservoirs were characterized by a low content organic substances and water quality from clean to moderately polluted.

**Нигматуллин Н.М.<sup>1</sup>, Ветлужских С.Д.<sup>1</sup>,  
Смирнов А.А.<sup>2,3,4</sup>, Фролова Л.А.<sup>1,5</sup>**

**АНАЛИЗ ОСТАТКОВ CLADOCERA (CRUSTACEA)  
В ТАФОЦЕНОЗАХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА  
НЕЙТО-МАЛЬТО (ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ  
АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ, РОССИЯ)**

<sup>1</sup>*Казанский федеральный университет (КФУ),*

<sup>2</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии ФГБНУ «ВНИРО»,*

<sup>3</sup>*Северо-Восточный государственный университет,*

<sup>4</sup>*Дагестанский государственный университет,*

<sup>5</sup>*Институт археологии и этнографии СО РАН*

[niyaz.nigmatullin.1995@mail.ru](mailto:niyaz.nigmatullin.1995@mail.ru), [andrsmir@mail.ru](mailto:andrsmir@mail.ru),

[ant.furman@yandex.ru](mailto:ant.furman@yandex.ru), [larissa.frolova@kpfu.ru](mailto:larissa.frolova@kpfu.ru)

Исследован седиментационный архив донных отложений озера

Нейто-Малто (Нейтинские озера, полуостров Ямал) с целью изучения тафоценоза Cladocera (Crustacea). Выявлено невысокое таксономическое богатство группы кладоцера в озере, стабильная структура тафоценоза с абсолютным доминированием одного таксона, а именно *Bosmina longirostris*. Отмечена тенденция увеличения таксономического разнообразия в последнее время за счет увеличения видового богатства литоральных таксонов.

Арктические озера являются чувствительными индикаторами глобальных климатических изменений, чутко реагирующими на изменения факторов окружающей среды. Северные территории испытывают гораздо более заметное воздействие глобальных климатических факторов на экосистемы, по сравнению с другими регионами земного шара, в последние десятилетия произошло серьезное потепление климата, в частности установлено, что в арктической криолитозоне глобальная температура повышается на 0,3 °С за десятилетие [1]. Донные отложения озер представляют собой ценные и малоизученные палеоэкологические и палеоклиматические архивы, отражающие условия прошлого [1-5]. Оценка воздействия

изменения окружающей среды и климата на озерные экосистемы основана на интерпретации косвенных данных подобных архивов (биологических, геохимических, геологических). Понимание того, как озерные биомы реагируют на изменения условий окружающей среды и климатические вариации, имеет решающее значение для прогнозирования траектории развития экосистем и оценки их уязвимости по отношению к экологическим изменениям и антропогенному прессингу [4].

Целью данной работы было изучение рецентных и субфоссильных остатков Cladocera (Crustacea) из колонки седиментационного архива озера Нейто-Малто (группа Нейтинских озер, полуостров Ямал) с целью таксономического анализа состава тафоценозов и реконструкции палеоэкологических и палеоклиматических изменений.

В группу Нейтинских озер входят три крупных озера, соединенных между собой проливами (Нейто, Нейто-Ерто и Нейто-Малто), а также озеро Ямбуто, отделенное от остальных водоемов перешейком. Водоемы расположены в Нейтинско-Сеяхинском участке центральной части п-ова Ямал [6]. Объект данного исследования - крупное термокарстовое озеро Нейто-Малто ( $70^{\circ}07'16.5''$  с.ш.  $70^{\circ}13'33.3''$  в.д.) - имеет наибольшую площадь среди нейтинских озер. Котловина озера имеет округлую форму, ее протяженность с юга на север составляет 17,8 км, с запада на восток – 16,5 км, а длина береговой линии – почти 60 км. Несмотря на значительные размеры, озеро мелководное – средняя глубина менее 3 м, максимальная глубина до 21 м. Берега озера обрывистые, высотой до 20–25 м, на южном участке – до 2–5 м [6]. Высокие берега расчленены оврагами и долинами ручьев, практически повсеместно отмечаются признаки абразии средней интенсивности. Содержание растворенного кислорода в воде высокое – 158%, электропроводность воды в озере низкая – 29 мкСм/см, показатель pH имеет значение 6,2 [6,7].

Колонка донных отложений озера длиной 16 см была отобрана в наиболее глубокой части озера Нейто-Малто в июле 2020 г. при помощи пробоотборника Uwitec (Австрия). Согласно литостратиграфическому анализу, колонка донных отложений представлена пелитоморфной глиной серо-коричневого цвета с процессами лимонитизации. В полевых условиях седиментационная колонка была нарезана с высокой степенью разрешения, с шагом в 1 см, образцы до камеральной обработки хранились в темных, прохладных условиях. Анализ остатков *Cladocera* проводился по методике, разработанной А. Корхола и М. Раутио [8]. Навеску сухого грунта весом от 2 до 5 г подвергали термо-химической пробоподготовке в 10%-м растворе KOH в течение 30 минут. Затем приготовленную суспензию фильтровали через сито с ячейй 50 мкм. Для предотвращения процессов гниения пробы фиксировали спиртом и добавляли краситель сафранин. Субфоссильные остатки идентифицировали с помощью специализированных определителей [9-11], подсчитывали такие экзоскелетные части животных, как карапаксы, постабдомены, концевые коготки постабдомена, мандибулы и головные щиты *Cladocera*. Из каждой пробы было идентифицировано не менее 200 экземпляров *Cladocera* для достижения необходимой статистической достоверности. Кластер-ный анализ, построение стратиграфической диаграммы и выделение зон были выполнены в программе Tilia/TiliaGraph с помощью программного пакета CONISS [12] (рис.1).

Концентрация остатков субфоссильных кладоцера в донных отложениях была невысокой и варьировала от 38 до 173 экз./г, в среднем составив  $105 \pm 11$  экз./г. В составе зоотанатоценозов было отмечено 17 таксонов *Cladocera*, из которых большая часть принадлежала семейству *Chydoridae*. *Bosminidae*, *Daphniidae* и *Eurycercidae* были представлены в сумме пятью таксонами. Видовое богатство характеризовалось низкими показателями и варьировало

от 3 до 11 (mean=6). Отметим, что кроме остатков кладоцер, при микроскопировании в образцах обнаружены остатки других беспозвоночных животных, таких как Chyironomidae, Copepoda, Insecta.

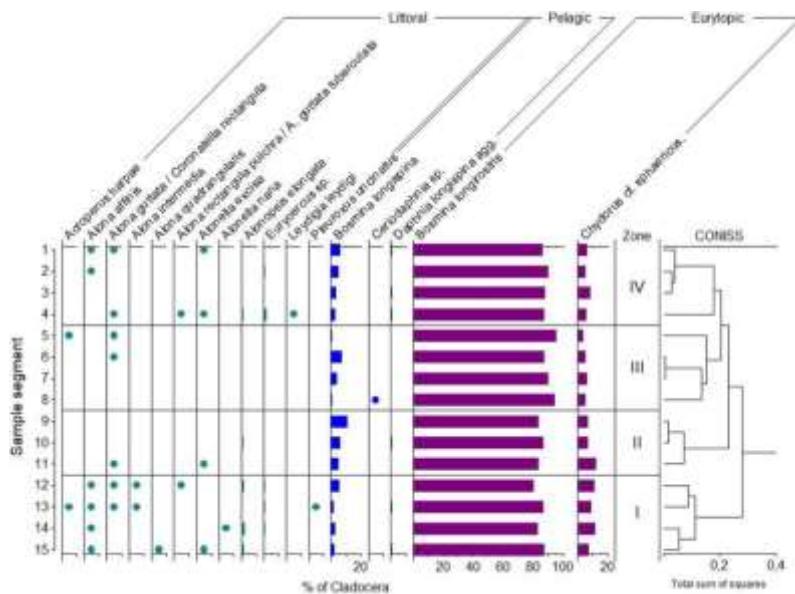


Рис.1. Распределение таксонов Cladocera в колонке донных отложений озера Нейто-Малто

В составе тафоценозов был выявлен единственный доминант, а именно мелкий ветвистоусый ракоч *Bosmina longirostris*, составивший 87,2 % от суммарного количества обнаруженных остатков, другие таксоны представлены в незначительных количествах. Доминирование *B. longirostris* объясняется наличием больших площадей открытого пространства в исследованном водоеме. Вторыми по значимости были *Bosmina (Eubosmina) longispina* (3,9 %), и эвритопный и широко распространенный таксон *Chydorus cf. sphaericus* (7,0 %).

По хорологической характеристике, среди ветвистоусых ракообразных преобладали пелагические таксоны, в меньшем

количестве представлены литоральные и эвритопные группы. По зоogeографической характеристике в водоеме наиболее разнообразно представлены голарктические (58,0%) и палеарктические таксоны (25%), виды космополиты (17%) представлены меньшим количеством таксонов.

С помощью кластерного анализа в колонке донных отложений были выделены четыре статистически значимых стратиграфических зоны.

Горизонт 16-12 см выделен в зону I (рис. 1). В общей сложности в зоне представлены 14 таксонов группы Cladocera. В этой же зоне своих максимальных количественных значений достигает *C. cf. sphaericus*. Литоральные таксоны, преимущественно относящиеся к семейству Chydoridae, отмечены в единичных количествах, но тем не менее они в данном горизонте наиболее разнообразны; к ним относятся: *Acroperus harpae*, *Biapertura affinis*, *Alona guttata* / *Coronatella rectangula*, *Alona intermedia*, *Alona quadrangularis*, *Coronatella rectangula pulchra* / *Alona guttata tuberculata*, *Alonella excisa*, *Alonella nana*, *Alonopsis elongata*, *Eury cercus* sp., *Leydigia leydigi* и *Pleuroxus uncinatus*. Можно предположить, что в этот период литоральная зона была представлена более обширными мелководными участками, чем в последующих горизонтах, но открытая пелагиальная зона в озера превалировала.

Минимальное видовое богатство было отмечено в зоне II (12-9 см), идентифицировано 7 таксонов кладоцера.

Горизонт 9-4 см был выделен в зону III. В общей сложности в зоне представлены 7 таксонов группы Cladocera. Верхняя и нижняя граница этой зоны характеризуются минимальными количественными значениями *B. (E.) longispina* и некоторым увеличением числа *B. longirostris*. Стратиграфическая зона IV (4-0 см) характеризуется увеличением таксономического разнообразия, было идентифицировано 11 таксонов субфоссильных кладоцер. Концентрация остатков на грамм сухого веса образца изменялась в пределах от 46 до 138 экз./г,

при среднем значении 73 экз./г. В данной зоне вновь увеличивается количество литоральных таксонов, но большинство из них отмечены в единичных экземплярах. По-прежнему роль доминанта принадлежала *B. longirostris*. К верхней части горизонта несколько увеличивается количество *B. (E.) longispina*. Еще одним второстепенным таксоном остается *C. cf. sphaericus*.

Таким образом, палеоэкологические исследования колонки донных отложений выявили относительно бедный таксономический состав, было обнаружено 17 таксонов группы Cladocera, многие из таксонов характеризовались единичными находками. Супердоминантом во всех исследованных образцах являлся мелкий ветвистоусый ракок *B. longirostris*. На протяжении исследованного временного интервала состав тафоценоза оставался стабильным и не испытывал существенных изменений. Несколько меняли свое количество *B. (E.) longispina* и *C. cf. sphaericus*, что может говорить о некоторых колебаниях уровня воды и трофического статуса озера. А также изменялось количество литоральных таксонов, увеличиваясь в верхней части донных отложений. Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера, основанный на количественных значениях и таксономическом разнообразии, имел низкие показатели, в связи с абсолютным доминированием одного вида.

Кладоцерный анализ выполнен при поддержке гранта РНФ № 24-17-00192. Пробоподготовка и статистический анализ выполнены за счет субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету по государственному заданию FZSM-2023-0023. Результаты исследований были использованы при создании баз данных биоиндикаторов в рамках проекта РНФ 22-47-08001.

### *Литература*

1. *Nazarova L.B., Frolova L.A., Palagushkina O.V., Rudaya N.A., Syrykh L.S., Grekov I.M., Solovieva N., Loskutova O.A. Recent shift in biological communities: A case study from the Eastern European*

- Russian Arctic (Bol'shezemelskaya Tundra). *Polar Biology*. 2021. Vol. 44. Issue 6. P. 1107-1125. doi: 10.1007/s00300-021-02876-7.
2. *Biskaborn B.K., Nazarova L., Pestryakova L.A., Syrykh L., Funck K., Meyer H., Chapligin B., Vyse S., Gorodnichev R., Zakharov E., Wang R., Schwamborn G.* Spatial distribution of environmental indicators in surface sediments of Lake Bolshoe Toko, Yakutia, Russia. *Biogeosciences*. 2019. Vol. 16. Issue 20. P. 4023-4049. doi: 10.5194/bg-16-4023-2019.
3. *Tat'sii Yu.G., Moiseenkoa T.I., Razumovskiib L.V., Borisova A.P., Khoroshavinc V.Yu., Baranov D.Yu.* Bottom Sediments of the West Siberian Arctic Lakes as Indicators of Environmental Changes. *Geochemistry International*. 2020. Vol. 58. No. 4. P. 408-422. doi: 10.1134/S0016702920040114.
4. *Frolova L.A.* Cladocera from bottom deposits as an indicator of changes in climate and ecological conditions. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2017. Vol. 107. art. 012084. P. 1-4. doi: 10.1088/1755-1315/107/1/012084.
5. *Nigmatzyanova G., Frolova L., Kadirov A.G., Nurgaliev D.* Environmental reconstruction of vegetation in Ivanovo region (European Russia) on the basis of the first palynological analysis of bottom sediments of lake Rubskoe. *Paleontological Journal*. 2019. Vol. 53. No.8. P. 21-23. doi: 10.1134/S0031030119080136.
6. Эдельштейн К.К., Алабян А.М., Горин С.Л., Попрядухин А.А. Гидрологические особенности крупнейших озер полуострова Ямал. Труды Карельского научного центра РАН. Гидрофизика. Гидрология. 2017. №10. С. 3-16.
7. *Богоявленский В.И., Сизов С., Богоявленский И.В., Никонов Р.А.* Технологии дистанционного выявления и мониторинга дегазации Земли в Арктике: полуостров Ямал, озеро Нейто. Арктика: экология и экономика 2018. № 2 (30). С. 83-93.
8. *Korhola A., Rautio M.* Cladocera and other branchiopod crustaceans Tracking environmental change using lake sediments Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. Vol 4: Zoological indicators. 2001. P. 125-165
9. *Szeroczyńska K., Sarmaja-Korjonen K.* Atlas of subfossil Cladocera from Central and Northern Europe Friends of the Lower Vistula Society. 2007. 84 p

10. Котов А.А., Синев А.Ю., Глаголев С.М., Смирнов Н.Н. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) / под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.1. Зоопланктон. М.: Т-во науч. изд. КМК. 2010. С. 151-276.
11. Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю., Неретина А.Н., Гарibян П.Г. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. М.: Т-во науч. изд. КМК. 2021. 544 с.
12. Grimm E.C. TGView 2.0.2 (Software). Illinois State Museum. Springfield, Illinois. 2004.

*N.M. Nigmatullin<sup>1</sup>, S.D. Vetluzhskikh<sup>1</sup>,  
A.A. Smirnov<sup>2,3,4</sup>, L.A. Frolova<sup>1,5</sup>*

**ANALYSIS OF CLADOCERA (CRUSTACEA) REMAINS  
IN THE TAPHOCOENOSES OF BOTTOM SEDIMENTS FROM  
LAKE NEYTO-MALTO (YAMALO-NENETS AUTONOMOUS  
OKRUG, RUSSIA)**

<sup>1</sup>*Kazan Federal University (KFU),*

<sup>2</sup>*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
(«VNIO»,*

<sup>3</sup>*North-Eastern State University,*

<sup>4</sup>*Dagestan State University,*

<sup>5</sup>*Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS*

The sedimentary archive of bottom sediments of Lake Neyto-Malto (Neyto Lakes, Yamal Peninsula) was studied to investigate the taphocoenosis of Cladocera (Crustacea). A low taxonomic richness of the Cladocera group in the lake was identified, with a stable taphocoenosis structure characterized by the absolute dominance of one taxon, namely *Bosmina longirostris*. A tendency of increasing taxonomic diversity has been noted recently due to the increase in species richness of littoral taxa.

*Парахина Е.А., Руднева М.А.*  
**РЕДКИЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ  
ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ТЕПЛЫЙ СТАН»**  
Российский университет дружбы народов им. Патрика Лумумбы  
[parakhina-ea@rudn.ru](mailto:parakhina-ea@rudn.ru), [rudneva-ma@rudn.ru](mailto:rudneva-ma@rudn.ru)

В результате урбанизации разрушаются и трансформируются естественные экосистемы, сокращается биологическое разнообразие, увеличивается число синантропных и инвазионных видов. Особенно остро данные проблемы стоят в крупных городах. Для их решения создаются ООПТ. На территории ландшафтного заказника «Теплый стан», г. Москва в 2023 году выявлено 14 видов редких и охраняемых растений, занесенные в Красную книгу г. Москвы (2022). 2 вида для данной территории ранее не указывались.

Урбанизация – один из сложных и быстроразвивающихся процессов современности. В России уровень урбанизации составляет 74,9% [1]. Москва является столицей, одним из старейших городов, крупнейшим экономическим центром страны, образующим крупнейшую агломерацию. В Москве проживает 13059700 человек, что составляет 8,9% всего населения [1]. Поэтому экологические проблемы здесь существенные, одной из которых является сохранение биологического разнообразия.

Большое значение сохранения биологического разнообразия придается охране биоразнообразия городских на урбанизированных территориях. Это способствует созданию экологически устойчивых антропогенных экосистем на техногенно нарушенных территориях, формированию оптимальной окружающей среды для жизни и деятельности человека.

Большое значение в сохранении биоразнообразия города играют особо охраняемые природные территории (ООПТ). Они создаются для сохранения уникальных природных комплексов и отдельных редких видов растений и животных. Основной целью ООПТ в городе является ограничение и/или запрещение хозяйственной деятельности, которая может

нанести вред природным комплексам и биоразнообразию и регулирование рекреации [2].

Правительство Москвы проводит целый ряд мероприятий по сохранению редких видов организмов. Создаются ООПТ, которых насчитывается на данный момент времени 145, проводятся эколого-просветительские мероприятия, мониторинг популяций организмов на территории города, выпускается Красная книга [3,4].

Мониторинг популяций редких растений являются важным этапом в сохранении биоразнообразия, особенно в городских экосистемах. Данные исследования являются основой не только для ведения Красных книг, разработки мер охраны редких видов живых организмов, но используются при создании и реализации стратегий сохранения биологического разнообразия.

Целью работы является изучение популяций редких и охраняемых растений на территории ландшафтного заказника «Теплый стан», г. Москва.

Государственный природный заказник «Теплый стан» был создан 21.07.1998 г. согласно постановлению правительства Москвы от 21 июля 1998 года № 564 «О мерах по развитию территорий природного комплекса Москвы». Площадь его составляет 328,7 га.

Ландшафтный заказник «Теплый Стан» находится на юго-западе Москвы. Рельеф заказника неоднороден. Для восточной части характерен сильно пересеченный рельеф, для западной – уплощенные водораздельные поверхности [5]. На юго-западной окраине заказника находится исток реки Очаковки. Она пересекает всю территорию ООПТ. В нее впадает несколько безымянных притоков, берущих свое начало от родников и протекающих по глубоким залесенным балкам. На реке создан большой пруд, на левом берегу которого находится зона отдыха со спортивными и детскими площадками. Вдоль р. Очаковки и в северо-восточной части заказника на значительных площадях сохранились луга [6].

В заказнике преобладают смешанные леса, в верхнем ярусе которых преобладают березняки возрастом около 70 лет. Сохранились старые дубравы. Незначительные площади занимают липняки. По сырьим местам встречаются осинники, вдоль ручьев – ивняки. Имеются сосновые посадки. Среди травянистых растений преобладают неморальные: сныть, копытень, медуница, осоки, ландыш. Луга разнотравные с преобладанием бобовых, сложноцветных, злаковых, розоцветных и др. Разнообразен и животный мир заказника. Здесь обитают кроты и белки, зайцы и ласки, гнездятся дятлы, поползни и сойки, певчие дрозды и соловьи [6].

При исследовании использовались маршрутный, популяционно-демографический методы и метод геоботанических описаний [7]. Исследования проводились июне-июле 2022-2023 гг.

Красная книга города Москвы включает 128 видов сосудистых растений [4]. На территории ландшафтного заказника «Теплый стан» нами встречено 14 видов охраняемых сосудистых растений: *Campanula latifolia* L., *C. patula* L., *C. persicifolia* L., *C. rotundifolia* L., *C. trachelium* L., *Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenkins et Jermy, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Geranium robertianum* L., *Hepatica nobilis* Mill., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Primula veris* L., *Sanicula europaea* L., *Trollius europaeus* L.

*Campanula rotundifolia* и *Hepatica nobilis* для заказника ранее не указывались.

*Campanula latifolia*, *C. trachelium*, *Dryopteris expansa*, *Epipactis helleborine*, *Hepatica nobilis*, *Neottia nidus-avis* были отмечены единично в восточной и юго-восточной частях заказника. *Campanula patula*, *C. persicifolia*, *C. rotundifolia*, *Geranium robertianum*, *Primula veris* встречаются отдельными особями по всей территории ООПТ.

Нами были исследованы ценопопуляции *Polygonatum multiflorum*, *Sanicula europaea*, *Trollius europaeus*.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- ценопопуляции *Polygonatum multiflorum* являются нормальными, полночленными. Преобладают виргинильные и генеративные особи. Схожее состояние у ценопопуляций данного вида, произрастающего в Битцевском парке [8];
- ценопопуляции *Sanicula europaea* являются нормальными, полночленными с доминированием имматурных и генеративных особей;
- ценопопуляции *Trollius europaeus* являются нормальными, полночленными, но преобладают виргинильные и генеративные особи.

Таким образом, исследованные ценопопуляции *Polygonatum multiflorum*, *Sanicula europaea*, *Trollius europaeus* на территории ландшафтного заказника «Теплый стан» чувствуют себя хорошо, имеются все предпосылки для дальнейшего их развития. Но необходимо продолжать проведение всех охранных мероприятий на территории.

При этом антропогенное влияние на территорию заказника значительное, особенно рекреационная нагрузка, которая увеличивается. Это связано с целым рядом факторов. Одним из основных является то, что территория заказника является основным местом отдыха и выгула собак для значительного числа жителей данного района. Также при проведении мероприятий по благоустройству, к сожалению, не привлекаются профессиональные биологи. Это также ведет к негативным последствиям [2].

### *Литература*

1. Краткосрочные экономические показатели Российской Федерации в 2023 году URL: Росстат — Поиск ([rosstat.gov.ru](http://rosstat.gov.ru)) (дата обращения 3.03.2024)
2. Полякова Г.А., Меланхолин П.Н. Редкие виды растений на особо охраняемых природных территориях. Актуальные проблемы лесного комплекса. 2017. № 47. С. 153-156.

3. Красная книга города Москвы. 3-е издание, переработанное и дополненное / Отв. редактор Н.А. Соболев. 2022. 848 с.
4. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2022 году» / Под ред. А. О. Кульбачевского. – Москва, 2023. 276 с. URL: [Органы власти / Сайт Москвы \(mos.ru\)](#) (дата обращения 09.03.2024)
5. *Станис Е.В., Латушкина Е.Н., Маршева Н.В., Парахина Е.А.* Тяжелые металлы в почвах ландшафтного заказника «Теплый стан». Проблемы региональной экологии. 2018. №2. С. 109-112.
6. ООПТ России. URL: [Теплый Стан | ООПТ России \(aari.ru\)](#) (дата обращения 3.03.2024)
7. Сохранение и восстановление биоразнообразия. Учебно-методическое издание / Под ред. М.В. Гусева, О.П. Мелеховой, Э.П. Романовой. М.: Изд-во НУМЦ, 2002 286 с.
8. *Истомина И.И., Павлова М.Е., Терехин А.А.* Возрастной спектр ценопопуляций как показатель стратегии вида в условиях антропогенного стресса (на примере редких и охраняемых видов природно-исторического парка «Битцевский лес»). Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2017. Т. 12. № 1. С. 66-75.

*M.A. Rudneva, E.A. Parakhina*  
**RARE PLANT SPECIES IN THE TERRITORY  
OF THE TEPLY STAN LANDSCAPE RESERVE**  
*Peoples' Friendship University of Russia*

As a result of urbanization, natural ecosystems are being destroyed and transformed, biological diversity is decreasing, and the number of synanthropic and invasive species is increasing. These problems are especially acute in large cities. Protected areas are being created to solve them. In 2023, 14 species of rare and protected plants listed in the Red Book of Moscow (2022) were identified on the territory of the Teply Stan landscape Reserve, Moscow. 2 species have not been previously specified for this territory.

*Полынова Г. В., Полынова О.Е.,  
Ишкина Р.И., Вязникова А.Д.*

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВОГО СОСТАВА ФЛОРЫ ОСНОВНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПЕСЧАНОГО МАССИВА САРЫКУМ**

*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы  
[polyanova-gv@rudn.ru](mailto:polyanova-gv@rudn.ru)*

Работа посвящена сравнению флоры открытых песков гребня и подножия по профилю юго-восточного склона Сарыкум, Государственный природный заповедник «Дагестанский». Материал собран в первой декаде мая 2023 г. Видовой состав у подножия бархана разнообразнее, чем на открытых песках гребня и составил 26 видов 10 семейств и 16 видов 7 семейств покрытосеменных растений соответственно. Отмеченное различие объясняется тем, что подножие имеет более благоприятные условия влажности, чем открытые пески.

Песчаный массив Сарыкум является одним из участков Государственного природного заповедника «Дагестанский» и представляет собой уникальный участок песчаной пустыни, существующей в условиях природного резервата более 100 тысяч лет [1]. Флора территории уникальна. Первые ботанические сборы и описания сделаны в 1913 г. Н.А. Пастуховым [2]. На настоящий момент здесь описано 396 видов высших сосудистых растений [3].

Особый интерес к растительности песчаного массива Сарыкум определяется не только его островным положением, но и процессом застания открытых песков, происходящим в последние два десятилетия.

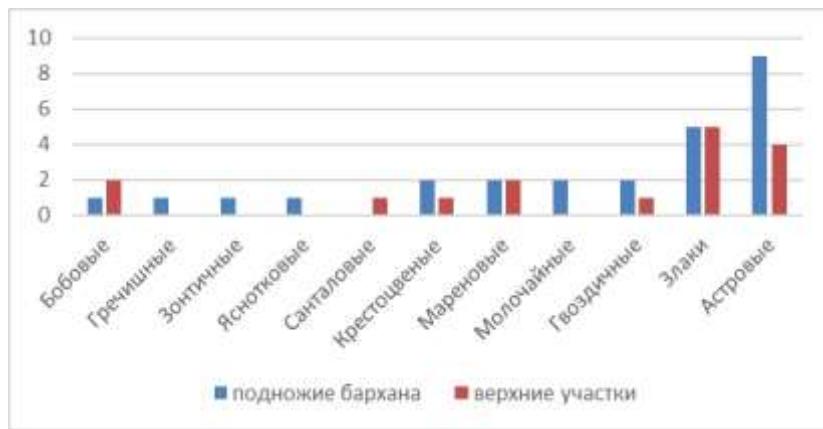
Цель основного исследования – описание процесса застания территории песчаного массива Сарыкум.

Для выполнения этой цели на первом этапе работы поставлена задача дать сравнительную характеристику видового состава флоры ключевых фитоценозов территории.

Основным методом исследования являлась закладка геоботанических площадок, размером 5×5 м и детальное

описание видового состава с оценкой обилия отдельных видов по методу Браун-Бланке [4] и проективного покрытия. Для определения растений использован онлайн определитель [5] и консультации с доцентом кафедры ботаники Дагестанского университета Аджиевой А. И. Общий объем материала – 13 геоботанических площадок.

Материал, представленный на рисунке, демонстрирует видовое разнообразие семейств покрытосеменных растений на открытых песках гребня бархана и у его подножия по профилю юго-восточного склона.



**Рис. 1.** Видовое разнообразие семейств покрытосеменных растений у подножия по профилю юго-восточного склона и на открытых песках гребня бархана

Как хорошо видно на диаграмме (Рис.1) флора на открытых песках беднее. Она включает только 16 видов 7 семейств, в то время как по профилю у подножия число семейств возрастает до 10, а видов до 26. Здесь появляется еще и представитель голосеменных растений – эфедра хвощевидная (*Ephedra equisetina* Bunge). От подножия по профилю в сторону тылового шва постепенно снижается и проективное покрытие.

Отмеченное различие объясняется тем, что

скапливающаяся у подножия на водоупорных глинах влага создает значительно более благоприятные условия для растений, чем открытые пески. Кроме того, на верхних участках гребня бархана на разнообразие видов негативно влияет подвижность песков, что в совокупности с недостатком влаги создает экстремальные условия для сообществ [6].

Таким образом, очевидна ярко выраженная вертикальная поясность, что объясняется неоднородностью физико-географических условий [7].

У подножия бархана, как и на его вершине, самым высоким видовым разнообразием обладали семейства Астровых и Злаков. Остальные семейства описанных территорий представлены всего 1–2 видами.

Основными видами, определяющими зарастание у подножия бархана, являлись злаки, а на открытых песках – полынь Черняева (*Artemisia tschernieviana Besser.*) и колосняк гигантский (*Leymus racemosus (Lam.) Tzvel.*)

### *Литература*

1. Идрисов И.А. К истории формирования и развития песчаного массива Сарыкум // Труды Заповедника Дагестанский. 2010. Вып.3. С. 19–27.
2. Аджиева А.И. Некоторые итоги изучения растительного покрова бархана Сарыкум (Дагестан) // Вестник Дагестанского университета. 2007. Вып. 4. С. 44–47.
3. Аджиева А.И. Сводный список флоры бархана Сарыкум // Вестник Дагестанского университета. 2008. Вып.1. С. 52–58.
4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Метод классификации растительности по Браун-Бланке в России // Журнал общей биологии. 2009. Т. 70, № 1. С. 66-77.
5. Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.plantarum.ru>. (дата обращения 1.05 2023).

6. *Ибрагимов С.М., Ибрагимова П.М.* Экологические проблемы бархана Сарыкум // Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы особо охраняемых природных территорий» и Республиканского конкурса краеведческих исследовательских работ «Актуальные проблемы особо охраняемых природных территорий» (Махачкала, 12-13 апреля 2018 г.) / Махачкала: RIZO-PRESS. – 2018. – С.11–13.
7. *Абачев К.Ю.* Флора, растительность, эколого-физиологический анализ и охрана локальных популяций растений бархана Сарыкум (Дагестан): автореферат дис.доктора биол. наук: 03.00.05. Москва: МГУ, Биологич. ун-т, 1995.

*G.V. Polynova, O.E. Polynova, R.I. Ishkina, A.D. Vyaznikova*  
**COMPARISON OF THE FLORA OF THE MAIN  
PHYTOCOENOSES ON THE SARYKUM SANDY MASSIF**  
*Peoples Friendship University of Russia (RUDN University)*

The work is devoted to a comparison of the flora of the open sands on the ridge and foot along the profile of the Sarykum south-eastern slope, State Natural Reserve "Dagestan". The material was collected in the first ten days of May 2023. The species composition at the foot of the dune is more diverse than on the open sands of the ridge and amounted to 26 species of 10 families and 16 species of 7 families of angiosperms, respectively. The noted difference is explained by the fact that the foot has more favorable humidity conditions than the open sands.

*Прохоров С.М.*  
**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ  
НА БИОТУ ПОЙМЕННЫХ ВОДОЁМОВ ВЕРХОВИЙ  
РЕКИ ХОПЁР**

*ФГБУ «МГУ имени М. В. Ломоносова», Москва*

В работе описаны характеристики пойменных водоёмов и их сообществ, их генезис, развитие и деградация, а также процессы, способствующие её ускорению, и их связь с современными климатическими изменениями. Описано современное состояние комплексов пойменных водоёмов на примере данных сообществ верховий р. Хопёр, с оценкой таксономического состава и численности водных беспозвоночных (и факторов, на них влияющих), а также с оценкой факторов, влияющих на развитие водоёма.

Усиливающаяся глобальная антропогенная трансформация приводит к деградации не только популяций отдельных видов, но и целых экосистем. Представления о динамике различных процессов в экосистемах позволяет оценить их общее состояние и принять необходимые меры для сохранения их и входящих в них видов.

Важным фактором выступают глобальные климатические изменения, из-за которых может измениться весь природный комплекс множества территорий, что повлечёт гибель целых групп видов. В числе наиболее подверженных негативному влиянию этих процессов – экосистемы пойменных водоёмов в аридных и с semiаридных регионах. Пойменные водоёмы выступают в роли ключевых местообитаний для множества видов, в том числе редких и охраняемых.

В работе рассматривается функционирование экосистем пойменных водоёмов на примере верхнего течения Хопра как модельной территории, процессы на которой можно экстраполировать на более обширные территории.

Цель работы – проанализировать состояние пойменных водоёмов в условиях современных климатических изменений на примере верховий р. Хопёр.

В ходе работы описаны характеристики пойменных водоёмов и их сообществ, их генезис [1], развитие и деградация [2], а также процессы, способствующие её ускорению, и их связь с современными климатическими изменениями. Описано современное состояние комплексов пойменных водоёмов на примере данных сообществ верховий р. Хопёр, с оценкой таксономического состава и численности водных беспозвоночных (и факторов, на них влияющих), а также с оценкой факторов, влияющих на развитие водоёма.

Проведён анализ пространственного расположения водоёмов, влияющего на текущее их экологическое состояние и его изменения с учётом ряда характеристик (площадь водоёмов, близость их друг к другу, нахождение в населённых пунктах, количество скоплений водоёмов и расстояние между водоёмами в скоплениях). Для проведения анализа пространственного расположения были выбраны 314 пойменных водоёмов на правом берегу Хопра и 321 пойменный водоём на левом берегу Хопра. Примерно равное количество водоёмов, взятых на разных берегах, обеспечивает чистоту результатов. Установлено, что пойменные водоёмы являются достаточно динамичными ландшафтными единицами, обладающими свойствами нескольких других весьма различных систем, из-за чего в них формируются специфические условия, способствующие повышенному биологическому разнообразию[3]. Также было выяснено, что экосистемы пойменных водоёмов подвержены множеству экологических проблем, как то изменение стока (в частности, сокращение уровня весенних половодий) и обеднение кислородом в ходе зарастания водной растительностью, вследствие чего ускоряется их деградация и нарушается их естественное возобновление и развитие. Современное потепление климата влияет на сток рек и может привести к полному исчезновению комплексов пойменных водоёмов из-за уменьшения выноса вещества прежде всего в периоды половодий и паводков. Так, начиная с середины 70-х годов XX в., отмечается

внутригодовое перераспределение стока: наблюдается увеличение подземной составляющей и сокращение поверхностной составляющей, основная часть которой приходится на период весеннего половодья. Изменения сказались прежде всего на стоке рек южной части Европейской России. На семигумидных территориях (полоса лесостепи и широколиственные леса) происходит прежде всего смещение максимальных расходов воды на более ранние сроки (за счёт более раннего начала снеготаяния) и общее снижение максимальных расходов воды (за счёт уменьшения промерзания в слое аэрации, что приводит к перераспределению талого стока в сторону увеличения подземного) [4,5].

Для оценки современного состояния экосистем пойменных водоёмов были проанализированы результаты учётов водных беспозвоночных, собранные в 2016-2017 гг. Башинским И.В., Сенкевич В.А., Стойко Т.Г., Осиповым В.В. [6] Для учёта водных беспозвоночных использовался метод кошения гидробиологическим сачком, с забором 3-х проб с равноудалённых точек в прибрежной части каждого водоёма [7]) на 8 модельных водоёмах (рис. 1.).

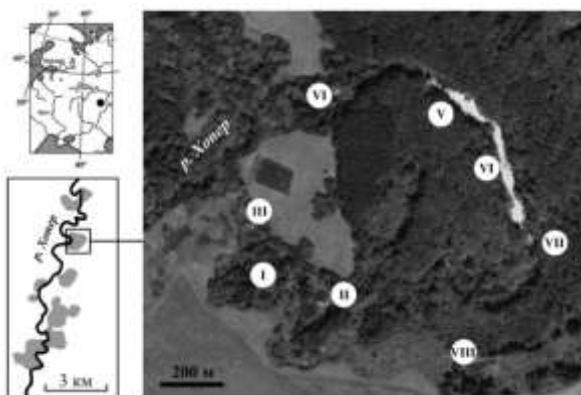


Рис. 1. Модельные водоёмы на спутниковом снимке ([6]).

Эти организмы чутко реагируют на условия среды и занимают достаточно узкие экологические ниши,

следовательно, их численность и таксономический состав являются хорошими индикаторами состояния экосистемы водоёма.

В пробах были рассмотрены группы организмов, относящиеся к макрозообентосу, различного систематического ранга, такие как Моллюски (21 вид), Пиявки (7 видов), Ракообразные (10 видов), Стрекозы (14 видов), Подёнки (4 вида), Водные клопы (10 видов), Ручейники (6 видов), Жуки (42 вида), Комары (3 вида) и Львинки (3 вида), которые обитают в воде на определённой стадии развития или постоянно. В качестве показателей состояния водоёмов были использованы относительная численность ( $\text{экз}/\text{м}^2$  водоёма) и количество определённых видов данных животных в каждом водоёме. Согласно данным учёта, наиболее распространены в данных водоёмах представители подёнок (При средней относительной численности 1,23  $\text{экз}/\text{м}^2$ , у подёнок 7,78) моллюсков (1,74) и водных клопов (1,11). В числе ключевых результатов работы – выявленная методом Пирсона корреляция относительной численности водных беспозвоночных с щелочностью (значение к-та – 0,7) водоёмов и численности их видов с содержанием кислорода в воде (значение к-та – 0,82).

### *Литература*

1. Шанцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1951. 275 с.
2. Панкова Н.Л. Структура и динамика растительного покрова водоёмов Окского заповедника // Труды Окского ГПБЗ. Вып. 31. – Рязань: НП «Голос губернии», 2014. 166 с.
3. Дудкин Е.А., Иванов А.И., Ильин В.Ю. Экологические проблемы пойменных озёр по результатам исследования бассейнов рек Сура и Хопёр в Пензенской области // Биосфера. 2015. Т.7, №1. С. 96-103.

4. Фролова Н.Л., Киреева М.Б., Агафонова С.А. и др. Внутригодовое распределение стока равнинных рек Европейской территории России и его изменение // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2015. Т. 4. С. 4–20.
5. Сафина Г.Р., Голосов В.Н. Влияние изменений климата на внутригодовое распределение стока малых рек южной половины Европейской территории России // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2018. Т. 160, кн. 1. С. 111–125.
6. Башинский И.В. и др. Структура и динамика сообществ моллюсков малых старицных водоемов и определяющие их факторы (долина р. Хопёр, Пензенская обл.) // Сиб. экол. жур. 2020. № 6. 753–767 с.
7. Соловьевников И.А. Основы таксидермии животных. Витебск, 2012. 110 с.

*S.M. Prokhorov*

**INFLUENCE OF CLIMATIC CHANGES ON THE BIOTA  
OF FLOODPLAIN WATER BODIES OF THE UPPER  
REACHES OF THE KHOPYOR RIVER**

*FGBU "Lomonosov Moscow State University", Moscow*

The paper describes the characteristics of floodplain reservoirs and their communities, their genesis, development and degradation, as well as the processes contributing to its acceleration and their connection with modern climatic changes. The current state of floodplain water bodies complexes is described on the example of these communities in the upper reaches of the Khopyor River. The current state of floodplain water bodies complexes is described, with an assessment of the taxonomic composition and abundance of aquatic invertebrates (and the factors affecting them), as well as an assessment of the factors affecting the development of the water body.

**Рабазанов Н.И.<sup>1,2</sup>, Смирнов А.А<sup>2,3,4</sup>, Бархалов Р.М.<sup>1,5</sup>**  
**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕЩА *ABRAMIS***  
***BRAMA* СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АГРАХАНСКОГО**  
**ЗАЛИВА КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ИЗМЕНЕНИЯ**  
**ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

<sup>1</sup>*Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук,*

<sup>2</sup>*Дагестанский государственный университет*

<sup>3</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),*

<sup>4</sup>*Северо-Восточный государственный университет.*

<sup>5</sup>*Государственный природный биосферный заповедник «Дагестанский»*

[rnuh@mail.ru](mailto:rnuh@mail.ru), [andrsmir@mail.ru](mailto:andrsmir@mail.ru), [barkhalov.ruslan@yandex.ru](mailto:barkhalov.ruslan@yandex.ru)

На основе ихтиологических материалов, собранных в 2018-2023 гг. в северной части Аграханского залива Каспийского моря, рассматриваются биологические показатели леща. Показано, что в рассматриваемой части Каспийского моря в последние годы этот вид находится в относительно благополучном состоянии: у него наблюдаются стабильные размерно-весовые показатели и хорошее пополнение.

Аграханский залив Дагестанского побережья Каспийского моря играет существенную роль в пополнении запасов промысловых видов рыб этого региона. Здесь проходят пути миграций, расположены места нереста и нагула многих промысловых рыб [1, 2, 3].

Аграханский залив тесно связан с паводками р. Терек и колебаниями уровня Каспийского моря. В 1914 г. катастрофический паводок привел к смещению русла р. Терек на юг (Каргалинский прорыв) и затоплению около 700 км<sup>2</sup> Терско-Сулакской равнины, на которой образовалась цепь озер и плавней, покрывшихся через несколько лет густыми зарослями тростника. После образования этого прорыва, до 97% стока р. Терек поступало в Аграханский залив [4-6].

К концу 60-х годов прошлого века р. Терек, протекая через Каргалинские плавни, принесла в низовье реки и Аграханский залив около 900 млн т наносов, в результате этого устье оказалось засыпано. В 1977 г. было принято решение через Аграханский полуостров прорыть искусственный канал «Прорезь», который перенаправил сброс терских вод в море с Северного Каспия в Средний Каспий, разделив Аграханский залив на две отдельные неравноценные части (Северный Аграхан и Южный Аграхан). Эти события происходили на фоне сильного падения уровня Каспия, который продолжает снижаться и в настоящее время.

В настоящее время такие экологические факторы, как ухудшение гидрологических условий, снижение уровня воды и обсыхание нерестилищ в Северном Аграхане приводят к изменению условий обитания, состава и структуры обитающих в водоеме группировок рыб.

Одним из значимых промысловых видов северной части Аграханского залива Каспийского моря является лещ *Abramis brama* (L., 1758).

Цель исследований – рассмотрение динамики биологических показателей леща северной части Аграханского залива за период 2018-2023 гг.

Сбор ихтиологического материала осуществлялся ежемесячно с марта по ноябрь 2018-2023 гг., с использованием ставных сетей (ячеи 60 и 80 мм), вентерей (с длиной крыла 6 м и высотой 1,5 м, размером (шагом) ячей в крыле 40 мм и в бочке 30 мм; материал – капрон, мононить) и мальковой волокушки (длиной 10 м, крылья с ячеей – 6,5 мм; килечная дель, с высотой 1,2 м, в кутке – газовое сито №7). Данные обрабатывались по общепринятым ихтиологическим методикам [7-9].

Всего проанализировано 688 экз. леща.

Лещ – важный промысловый вид, который в последние годы в районе исследований, как по нашим данным, так и по литературным сведениям [10, 11], вместе с серебряным

карасем *Carassius gibelio*, красноперкой *Scardinius erythrophthalmus*, сазаном *Cyprinus carpio* и воблой *Rutilus caspicus* доминировал в уловах.

По материалам наших исследований, возрастной состав леща в научно-исследовательских уловах в 2018-2023 гг. был представлен особями от 2 до 11 лет. Преобладали рыбы 4-6 лет, составляющие от 60 (2018 г.) до 75% (2019 г.). Доля рыб в возрасте 7 лет и старше была максимальной в 2018 г., составляя 34,8%, затем последовательно снижалась до 5,2% в 2023 г. Количество младшевозрастных рыб (в возрасте 3 лет и младше) увеличивалось с 10,2% в 2019 г. до 28,5% в 2022 г. и 27,6% в 2023 г.

Средний возраст леща снижался, от 6 лет в 2018 г., до 4,2 в 2022 и 2023 гг., в среднем – 4,9.

Средняя длина тела (АС) варьировала от 27,7 см (2022 г.) до 29,8 см (2018 г.), составив в среднем 28,3 см.

Средняя масса тела была минимальной в 2022 г. (413 г) и максимальной в 2018 г. (582 г), в среднем за рассматриваемый период – 467 г.

Доля самок снизилась, с 63% в 2018 г., до 50,5% в 2023 г.

По многолетним данным [12], средний возраст леща колебался от 4,1 до 5,2 лет, а средняя длина и масса варьировали от 27,8 до 29,2 см и от 402 до 496 г соответственно.

Таким образом, в период 2018-2023 гг. средние биологические показатели леща северной части Аграханского залива Каспийского моря находились в пределах многолетних колебаний, при этом доля пополнения в последние годы растет.

Анализ биологических показателей леща северной части Аграханского залива Каспийского моря за период 2018-2023 гг. показывает, что, несмотря на ухудшение условий обитания в последние годы, этот вид в рассматриваемом районе проявил экологическую пластичность и находится в относительно благополучном состоянии. У него наблюдаются стабильные размерно-весовые показатели и хорошее пополнение.

Авторы выражают искреннюю признательность сотрудникам Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук и Дагестанского государственного университета, а также государственным инспекторам федерального заказника «Аграханский», которые помогали и принимали активное участие в сборе и первичной обработке ихтиологического материала в 2018-2023 гг.

### *Литература*

1. *Абдулсамадов А.С., Гусейнова С.А., Дудурханова Л.А.* Анализ состояния запасов и промысла биологических ресурсов западной части Среднего Каспия и перспективы использования их ресурсного потенциала // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11. №2. С. 70-83.
2. *Абдулсамадов А.С.* Современное состояние и эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства Западно-Каспийского региона России // Юг России: экология, развитие. 2007. Т. 2. №3. С. 40-52.
3. *Бархалов Р.М., Абдулсамадов А.С., Столяров И.А., Таиров П.С.* Рыбохозяйственное значение дагестанского побережья Каспия и рекомендации по сохранению рыбных запасов. Махачкала: АЛЕФ. 2016. С. 71-121.
4. *Магрицкий Д.В., Самохин М.А., Гончаров А.В., Ерина О.Н., Соколов Д.И., Сурков В.В., Терешина М.А., Михайлукова П.Г., Семенова А.А.* Особенности и факторы гидролого-морфологических изменений Аграханского залива в устье р. Терек в XX в. и начале XXI в. // Водные ресурсы. 2022. Т. 49. №5. С. 625-240.
5. *Магрицкий Д.В., Гончаров А.В., Морейдо В.М., Самохин М.А., Абдулсамадов А.С., и др.* О гидроэкологическом состоянии Аграханского залива и возможности его улучшения // Аридные экосистемы. 2022. Том 28. № 4 (93). С. 163-178.
6. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления. /под ред. В.Н. Михайлова. - М.: ГЕОС. 2013. 701с.
7. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром., 1966. 376 с.

8. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань: КаспНИРХ. 2011. С. 5-104.
9. Бархалов Р.М. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала. Махачкала: Редакционно-издательский центр ДГПУ. 2014. 108 с.
10. Васильева Л.М., Рабазанов Н.И., Судакова Н.В., Анохина А.З., Рамазанова Д.М., Бархалов Р.М. Сравнительная оценка современного состояния полупроходных и туводных видов рыб в северной части Аграханского залива // Аридные экосистемы. 2023. Том 29. № 3 (96). С. 140-147.
11. Алиев А.Б., Бархалов Р.М., Шихшабекова Б.И. Современная структура популяции промысловых видов рыб на особо охраняемой природной территории заказника «Аграханский» // Проблемы развития АПК региона. 2021. № 3 (47). С. 111-120.
12. Рабазанов Н.И., Смирнов А.А., Бархалов Р.М. Биологические показатели доминирующих видов рыб в северной части Аграханского залива Каспийского моря // Рыбное хозяйство. 2024. №2. (в печати).

*N.I. Rabazanov<sup>1,2</sup>, A.A. Smirnov<sup>2,3,4</sup>, R.M. Barkhalov<sup>1,5</sup>*

**BIOLOGICAL INDICATORS OF THE ABRAMIS BRAMA  
BREAM IN THE NORTHERN PART OF THE AGRAKHAN  
BAY OF THE CASPIAN SEA AND ENVIRONMENTAL  
CHANGES**

<sup>1</sup>*Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Federal  
Research Center of the Russian Academy of Sciences,*

<sup>2</sup>*Dagestan State University (DSU),*

<sup>3</sup>*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography*

<sup>4</sup>*North-Eastern State University,*

<sup>5</sup>*Dagestan State Natural Biosphere Reserve*

Based on ichthyological materials collected in 2018-2023 in the northern part of the Agrakhan Bay of the Caspian Sea, the biological indicators of bream are considered. It is shown that in the considered part of the Caspian Sea in recent years, this species has been in a relatively prosperous state: it has relatively stable size and weight indicators and good replenishment.

*Рахимов И.И., Игнашев Н.Е., Муртазин А.Р.*

## ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ КАЗАНИ И ОСОБЕННОСТИ ОРНИТОЦЕНА ОКОЛОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРОДА

*Казанский федеральный университет*  
[rakhim56@mail.ru](mailto:rakhim56@mail.ru)

На территории города Казани сохранились водные объекты, являющиеся местом обитания околоводных птиц, что способствует сохранению биоразнообразия орнитоценов города. Исследования последних двадцати пяти лет позволили выявить видовой состав, характер распределения и особенности экологии отдельных видов птиц, связанных с водными экосистемами. Всего в черте города Казани отмечено 52 вида птиц из 9 отрядов. Ряд видов, например, кряква, проявляют широкие возможности к синантропизации.

Из истории известно, что города всегда строились вблизи водных объектов, служивших для жителей источником воды, а крупные реки и озера как транспортные магистрали для водных средств передвижения людей и перевозки грузов. По мере роста города, все большее количество водоемов и прибрежных зон включались в городскую зону. При этом ряд типичных для данных экосистем околоводных птиц покидали освоенные человеком территории, но некоторые виды продолжали существовать в черте города, формируя орнитоцен из видов толерантных или адаптировавшихся к новым условиям.

Материалом для данной статьи послужили результаты многолетних исследований с конца 90-х г.г. XX века на водоемах города Казани. Объект исследований - орнитоцен водоемов с различными характеристиками условий обитания птиц. В ходе полевых учетов проводились наблюдения за фауной птиц, ее видовым составом и численностью, пространственным распределением, экологией отдельных видов. Фауну и население птиц изучали многократными маршрутными учетами на территориях с различной степенью

и характером антропогенной трансформации.

Отличительной чертой города Казани является наличие большого числа водных объектов, отличающихся своим происхождением, временем существования, типам водного питания, гидрохимическими характеристиками и степенью антропогенного воздействия. Основные наблюдения проходили на реке Волге, подступающим непосредственно к городу (Куйбышевское водохранилище), реке Казанке с притоками (Нокса, Киндерка, Сухая река, Солоница), на центральных городских озерах Кабан (Нижний, Средний, Верхний), протоке Булак и десятках городских озер в долине реки Казанки.. В последние несколько лет в Казани появились немало ценных искусственных и антропогенно-природных малых озер. Ориентировочно только на территории г. Казани имеется около 250 водоемов и водотоков [1]. Водоемы и водотоки используются в рекреационных целях, для проведения спортивных мероприятий и праздников, являются местом обитания многих видов водоплавающих птиц. Постоянное обилие и стабильность корма, наличие мест для гнездования и малочисленность хищников привлекает птиц и позволяет привыкнуть к постоянному соседству с людьми и работающей техникой [2].

Состав и естественное сложение орнитоценза г. Казани определяется зональными особенностями расположения города и степенью антропогенной нагрузки на конкретные территории. Экологическое своеобразие отдельных городских местообитаний на водных объектах зависит, прежде всего, от антропогенных форм их использования. В целом, фауна птиц г. Казани является относительно небогатой по сравнению с естественными биотопами, и большинство ее представителей встречаются, как правило, лишь в наименее нарушенных местообитаниях. В таблице 1 представлены сравнительные данные по многообразию отрядов птиц Татарстана и водных объектов г.Казани.

**Таблица 1.** Распределение орнитоцена водных объектов г.Казани и Татарстана по отрядам.

№	Отряды	Отмечено видов	
		в Татарстане	в черте г.Казани
1.	Поганкообразные <i>Podicipediformes</i>	3	2
2.	Аистообразные <i>Ciconiiformes</i>	6	3
3.	Гусеобразные <i>Anseriformes</i>	16	6
4.	Соколообразные <i>Falconiformes</i>	25	4
5.	Журавлеобразные <i>Gruiformes</i>	9	4
6.	Ржанкообразные <i>Charadriiformes</i>	32	13
7.	Совообразные <i>Strigiformes</i>	11	1
8.	Дятлообразные <i>Piciformes</i>	9	2
9.	Воробьинообразные <i>Passeriformes</i>	102	16
	Всего	345	52

Большинство птиц для обитания занимают наиболее защищенные участки прибрежной зоны рек и озер. Это удаленные от оживленных улиц и посещаемых людьми места вдоль берега. Биотопы, густо заросшие околоводной растительностью. Отмечено гнездования нескольких видов уток, представителей журавлеобразных, аистообразных и ржанкообразных птиц. Примыкающая к берегу акватории хорошо освоена многими видами чайковых птиц. Более редкие – хищные птицы. В качестве охотничьей территории береговая зона используется рядом дневных хищников. Облеты коршуна *Milvus migrans*, болотного луня *Circus aeruginosus*, перепелятника *Accipiter nisus* отмечены регулярно. Последние несколько лет регулярно над акваторией реки Казанки с осени начинают совершать облеты орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*. Из ночных хищников отмечены ушастая сова *Asio otus*, длиннохвостая неясыть *Strix uralensis*. Гнездование установлено для 26 видов, что составляет 50% орнитоцена околоводных обитателей.

В период весенних и осенних миграций видовой состав водоплавающих птиц увеличивается за счет пролета и остановок на городских водоемах многих перелетных птиц. Это различные гусеобразные, кулики. В долине реки Казанки на отдыхе регулярно отмечаются стаи серых журавлей *Grus grus*.

За последние десять лет водные объекты города заселили большая поганка *Podiceps cristatus*, лысуха *Fulica atra* и ряд уток: красноголовый нырок *Aythya ferina*, хохлатая чернеть *Aythya fuligula*, серая утка *Mareca strepera* и др. [3]. Наиболее массовый вид для водоемов Казани – кряква *Anas platyrhynchos*. В городской черте отмечается не менее 500-600 выводков утки. Эти виды настолько не боятся человека, что без боязни плавают среди катающихся на катамаранах и лодках в зоне отдыха людей на центральных городских водоемах. С 2014 года отмечено гнездование лебедя-шипуна *Cygnus olor*. Как во многих регионах России кряква успешно зимует в условиях города Казани [4]. В зиму 2023-2024 г.г. в городе зимовало около 1 тыс. птиц.

На обследованной территории за период исследований отмечены и заслуживают особого внимания ряд редких и охраняемых видов птиц. Это выпь большая *Botaurus stellaris*, камышница *Gallinula chloropus*, травник *Tringa nebularia*, чайка малая *Larus minutus*, крачка малая *Sterna albifrons*. Эти виды занесены в Красную Книгу Республики Татарстан. 2016. [5].

Одним из главных принципов природоохранной деятельности является научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды [6]. В Экологическом кодексе РТ ст.91 гласит: При использовании водных объектов физические лица, юридические лица обязаны осуществлять водохозяйственные мероприятия и мероприятия по охране

водных объектов в соответствии с федеральным законодательством.

### *Литература*

1. Водные объекты г. Казани. Казань: КФУ, 2015. 113 с.
2. *Рахимов И.И.* Ави фауна Среднего Поволжья в условиях антропогенной трансформации естественных природных ландшафтов. Казань : Новое время, 2002. 270 с.
3. *Латыпова Л.И., Рахимов И.И.* Большая поганка (*Podiceps cristatus*) и другие водоплавающие на водоемах г. Казани // Успехи современного естествознания. 2014. №8. С. 40–41.
4. *Авилова К.В., Полежсанкина П.Г.* Зимовки водоплавающих птиц в городах умеренного климатического пояса и определяющие их факторы // Доклады Российской Академии наук. Науки о жизни, 2023. Т. 510. С. 273–277.
5. Красная книга Республики Татарстан: животные, растения, грибы. Издание 3-е. Казань: Идел-пресс, 2016. 759 с.
6. *Тукманова З.Г.* Комплексное формирование водно-зеленых систем города // Изв. Казанск. ГАСУ, 2012. № 1 (19). С. 38-45.

*I.I. Rakhimov, N.E. Ignashev, A.R. Murtazin*  
**WATER BODIES OF KAZAN AND ORNITHOCENE  
FEATURES OF THE CITY'S NEAR-WATER ECOSYSTEMS**  
*Kazan Federal University*

On the territory of the city of Kazan, water bodies have been preserved, which are habitats for shorebirds, which contributes to the conservation of the city's ornithocene biodiversity. Research over the past twenty-five years has made it possible to identify the species composition, distribution patterns, and ecological features of individual bird species associated with aquatic ecosystems. In total, 52 bird species from 9 orders have been recorded within the city of Kazan. A number of species, for example, the mallard, show wide potential for synanthropization.

*Рейт А.А., Узянбаева Л.Х.*  
**ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ  
ВИДОВ РОДА *DIANTHUS* L.**

*Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное  
структурное подразделение Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения Уфимского федерального  
исследовательского центра РАН*  
[cvetok.79@mail.ru](mailto:cvetok.79@mail.ru)

В статье представлен анализ содержания тяжелых металлов (мышьяка, свинца, кадмия, хрома, меди, никеля, марганца, железа) в надземных и подземных органах семи видов рода *Dianthus* L. в урбанизированной среде города Уфы. Выявлено, что их концентрация у большинства видов находится в диапазоне минимальных значений, что может свидетельствовать о низкой загрязненности территории произрастания. Выявлено, что максимальная концентрация тяжелых металлов накапливается в надземных органах гвоздик, особенно в стеблях. Исключение составляет свинец, находящийся в максимальном количестве в корнях *D. knappii*.

Изучен элементный состав надземных и подземных органов представителей рода гвоздика (*Dianthus* L.): *D. anatolicus* Boiss. – г. анатолийская, *D. andrzejowskianus* (Zapal.) Kulcz. – г. Андржеевского, *D. gratianopolitanus* L. – г. серовато голубая, *D. japonicus* Thunb. – г. японская, *D. knappii* (Pant.) Asch. & Kanitz ex Borbas – г. Кнаппа, *D. plumarius* L. – г. перистая, *D. seguieri* Vill. – г. Сегье на территории Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН. Отбор растительных образцов (листья, стебли, цветки и корни) производили во время фазы цветения. Пробы высушивали до воздушно-сухого состояния и затем измельчали механическим способом. Для изучения содержания тяжелых металлов в растениях применяли атомно-абсорбционный метод анализа [1] на спектрофотометре «Shimadzu AA-6300» на базе аналитической лаборатории научно-исследовательского института сельского

хозяйства.

По данным В.Б. Ильина [2] среднее содержание свинца в растениях на незагрязненных почвах составляет 4,1 мг/кг сухой массы, средняя величина для надземной массы части трав составляет 1,5 мг/кг. Во всех образцах содержание металла находилось в пределах нормы (0,45–0,99 мг/кг).

Накопление кадмия в органах растений на территории ботанического сада не превышала следовых количеств (от 0,01 мг/кг до 0,09 мг/кг). Наибольшее количество тяжелого металла содержится в стеблях *D. seguieri*. Согласно данным исследователей [3], фоновое содержание кадмия в надземной части растений составляет 0,05–0,06 мг/кг, а токсичное 1,0–70 мг/кг.

Фоновая концентрация мышьяка в гвоздиках различных видов колеблется от 0,20 до 0,55 мг/кг. Среднее содержание мышьяка в растениях, произрастающих на незагрязненных почвах, составляет 0,01–5 мг/кг сухой массы [4].

По данным Н.А. Черных нормальная концентрация хрома в растениях составляет 0,1–0,5 мг/кг, а токсичная – 3–5 мг/кг [5]. Самое высокое содержание хрома (0,28 мг/кг), но не превышающее избыточных значений было обнаружено в цветках *D. anatolicus*.

Для большинства видов растений нормальное содержание никеля в надземной части составляет 0,1–5,0 мг/кг сухого вещества, токсичное – 10,0–100,0 мг/кг [3]. Превышение уровней предельно допустимой концентрации никеля в гвоздиках не установлено (1,43 мг/кг и ниже).

Анализ распределения марганца в растительном сырье было приблизительно на одном уровне – 0,83–1,01 мг/кг. Содержание марганца в растениях составляет 0,001–0,01% (по массе) или 10 мг/кг [6]. Самые высокие концентрации наблюдаются в надземных органах (стебли) *D. knappii*.

Изучение содержания железа в различных органах видов гвоздики, позволило установить, что все образцы характеризуются низкими показателями (0,31–0,62 мг/кг).

Среднее содержание железа в растениях составляет 0,02–0,08% (20–80 мг/кг сухой массы) [7].

Среднее содержание меди в надземной части трав по данным В.Б. Ильина [2] находится на уровне 8,6 мг/кг, избыточная или токсичная по 20–100 мг/кг [3]. Высокие концентрации меди наблюдаются в стеблях у *D. anatolicus*, *D. knappii*, *D. seguieri*, *D. plumarius* (12,46–12,94 мг/кг), которые не превышают порогового значения предельно допустимой концентрации.

Таким образом, было определено содержание тяжелых металлов (мышьяка, свинца, кадмия, хрома, меди и др.) в надземных и подземных органах 7 видов рода *Dianthus* L. Выявлено, что их концентрация у большинства видов находится в диапазоне минимальных значений, этот факт свидетельствует о низкой загрязненности территории произрастания. Наибольшая концентрация тяжелых металлов накапливается в надземных органах, особенно в стеблях. Исключение составляет свинец, находящийся в максимальном количестве в корнях *D. knappii*.

Исследование выполнено в рамках государственного задания №122033100041-9 по программе «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования».

### *Литература*

1. Методика количественного химического анализа. Определение As, Pb, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn и Ni в пробах пищевых продуктов и пищевого сырья атомно-адсорбционным методом с электротермической атомизацией. № М-02-1009-08. Аттестовано ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» свидетельство № 242/43-09 от 08.07.2009. Санкт-Петербург, 2009. С. 1–20.
2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1991. 151 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах

и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

4. Reut A.A., Denisova S.G. Features of the first hazard class elements accumulation by plants of the *Paeonia* L. Genus // Geography, Environment, Sustainability. 2023. Vol. 16, No. 1. P. 172–180. DOI 10.24057/2071-9388-2022-049.
5. Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. М.: Агроконсалт, 1999. 176 с.
6. Болгова И.В., Шапошникова И.А. Фандо Р.А. Таблица Менделеева в живых организмах // Биология. 2008. № 3. С. 22–27.
7. Копылова Л.В. Оценка уровня загрязнения почв тяжёлыми металлами и интенсивность поглощения их древесными растениями // Ученые записки ЗабГГПУ. 2012. № 1. С. 70–75.

*A.A. Reut, L.Kh. Uzyanbayeva*

### **ELEMENTAL COMPOSITION OF PLANT RAW MATERIALS OF SPECIES OF THE GENUS DIANTHUS L.**

*South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre  
of Russian Academy of Sciences*

The article presents an analysis of the content of heavy metals (arsenic, lead, cadmium, chromium, copper, nickel, manganese, iron) in the above-ground and underground organs of seven species of the genus

*Dianthus* L. in the urbanized environment of the city of Ufa.

It was revealed that their concentration in most species is in the range of minimum values, which may indicate low contamination of the growing area. It was revealed that the maximum concentration of heavy metals accumulates in the aboveground organs of *Dianthus*, especially in the stems. The exception is lead, which is found in maximum quantities in the roots of *D. knappii*.

*Сафонов А.И.*  
**ФИТОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ  
АНТРОПОГЕННО ИЗМЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
ДОНБАССА**

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», Россия*  
[andrey\\_safonov@mail.ru](mailto:andrey_safonov@mail.ru)

На территории Центрального Донбасса реализуется долгосрочный мониторинговый эксперимент по анализу состояния растений-индикаторов. Оценка степени нарушенности экотопов основывается на уровне структурной пластиичности растений и результатах ингредиентного аналитического контроля в индикаторных тканях растительных организмов.

Система мониторинга в экологически напряженных регионах обязательным образом опирается на существующие фундаментальные закономерности становления и развития биогеохимических процессов [1, 2] и сопряжённые с ними связи между компонентами среды в условиях интенсивного антропотехногенеза [3–5]. Донбасс, как регион с высокими уровнями урбанизации и хозяйственной индустриализации, в последние годы испытывает дополнительные воздействия к уже существующим вариантам нарушений и загрязнений.

Цель исследований – выделить индикаторные признаки состояния растений для получения информации в проводимой диагностике локальных экосистем центрального Донбасса.

Работа осуществляется в рамках фитомониторинга антропогенных участков Восточной Европы по данным полевых исследований и ГИС [6], структурных показателей высших растений [7], системы аналитического и информационного контроля в донецком регионе [8–10].

Из всех ботанических критериев в строении растений наибольшую положительную корреляцию в первую очередь с поллютогенными группами Sc-U-Cs и Ce-La-Sm имеют индексы IETr (индекс эмбрионального тератогенеза по частоте встречаемости тератных вариантов зародышей

растений) и ИМНр (индекс морфологической разнокачественности как общая сумма аномалий в строении листа, побега и соцветий для всех индикаторных видов на одной учетной площадке), что показано на рис. 1 и 2.

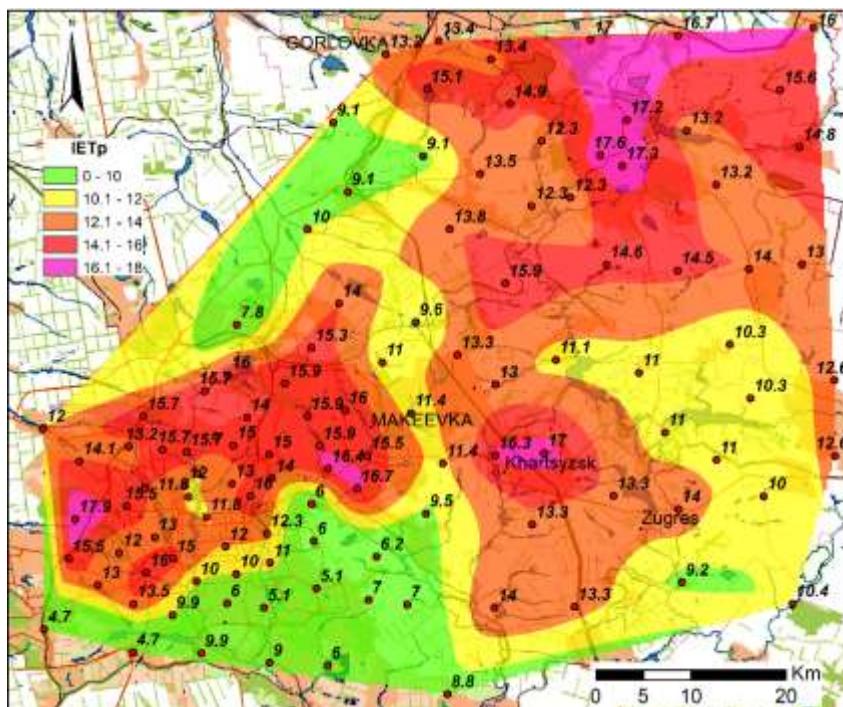


Рис. 1. Карта распределения значений показателя эмбрионального тератогенеза у растений IETr (index of embryonic teratogenesis) на территории Донбасса

Эта закономерность объясняется большей физиологической активностью белковых структур в эмбриональном аппарате растения и точках роста (меристемах) побега и соцветий растений-индикаторов: *Berteroa incana* (L.) DC., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Centaurea diffusa* Lam., *Cichorium intybus* L., *Diplotaxis muralis* (L.) DC., *Echium vulgare* L., *Plantago lanceolata* L., *Plantago major* L., *Reseda lutea* L., *Senecio vulgaris* L., *Tanacetum vulgare* L., *Tragopogon*

*major* Jacq., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.

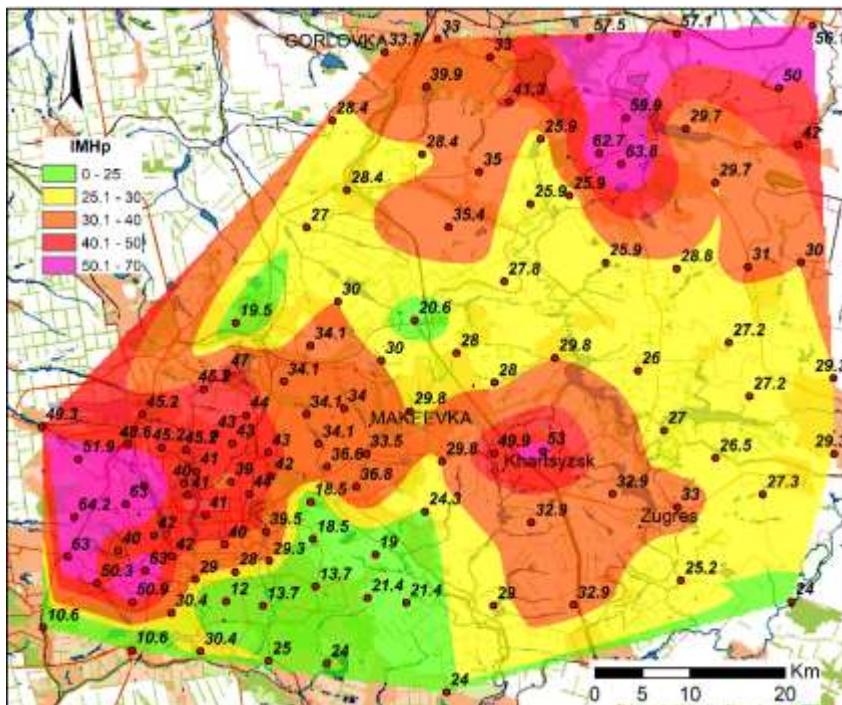


Рис. 2. Карта распределения значений показателя морфологической гетерогенности растений IMHр (index of morphological heterogeneity) на территории Донбасса

Характеристики структурного полиморфизма растений представлены в картографическом эквиваленте для визуального анализа в распределении данных на всей территории Донбасса. Динамика исследований с 2010 по 2023 гг. указывает на подвижность «полей техногенеза» в территориальном отношении для северных и южных частей и вдоль западной линии крайних учетных площадок мониторинговой сети.

Выполнено в рамках в рамках молодежной лаборатории «Диагностика и механизмы адаптации природных и антропогенно-трансформированных экосистем Донбасса» (№ НИОКР

### *Литература*

1. Ермаков В.В. Современное развитие биогеохимических идей В.И. Вернадского // Геохимия. 2023. Т. 68. № 10. С. 995-1008.
2. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Денисова Т. В. Нормирование химического загрязнения почв по степени нарушения их экологических функций // Экология и промышленность России. 2011. № 11. С. 56-59.
3. Yeprintsev S.A., Kurolap S.A., Komov I.V., I.V. Minnikov. Monitoring of factors of ecological safety of urbanized territories' population (by example of settlements of Voronezh region) // Life Science Journal. 2013. Vol. 10. N 12s. P. 846-848.
4. Yeprintsev S., Kurolap S., Klepikov O., Vinogradov P. Remote monitoring of factors determining the environmental safety of urban areas // E3S Web of Conferences. 2023. V. 389. P. 03030.
5. Корниенко В.О., Яицкий А.С. Экологические последствия шумового загрязнения города Донецка // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 11/2. С. 28-34.
6. Сафонов А.И., Гермонова Е.А. Оценка геосистем Донбасса: фитоиндикация тератогенности и картографический анализ // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2023. № 1. С. 98-104.
7. Сафонов А.И. Аномалии эмбриональных структур растений-индикаторов Донбасса // Разнообразие растительного мира. 2022. №3(14). С. 5-18.
8. Федоркина И.А. Анализ риска и функции экологического благополучия по фитоиндикационным данным // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2023. № 4. С. 99-105.
9. Safonov A. Indicator plants of anthropogenic disturbances: Scientific approach, educational technologies // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 431. P. 01031.

10. *Zinicovscaia I.* Neutron activation analysis of rare earth elements (Sc, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Yb) in the diagnosis of ecosystems of Donbass // Physics of Particles and Nuclei Letters. 2024. V. 21. N 2. P.186-200.

*A.I. Safonov*

**PHYTOGEOCHEMICAL MONITORING  
OF ANTHROPOGENICALLY ALTERED TERRITORIES  
OF DONBASS**

*Donetsk State University*

A long-term monitoring experiment to analyze the state of indicator plants is being implemented on the territory of Central Donbass.

Assessment of the degree of disturbance of ecotopes is based on the level of structural plasticity of plants and the results of ingredient analytical control in the indicator tissues of plant organisms.

*Смирнова М.В.<sup>1</sup>, Койгерова А.А.<sup>1</sup>,  
Денисов Д.Б.<sup>2</sup>, Смирнов А.А.<sup>3</sup>*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ *DROSOPHILA MELANOGASTER*  
КАК ТЕСТ-МОДЕЛИ  
ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ВОДЫ**

<sup>1</sup>*ЦНМ ФИЦ КНЦ РАН, лаборатория медицинских и биологических  
технологий, г. Апатиты, Россия*

<sup>2</sup>*Институт проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ  
РАН, Апатиты, Россия*

<sup>3</sup>*Обособленное подразделение ФИЦ КНЦ РАН Институт химии  
и технологии редких элементов и минерального сырья  
им. И.В. Тананаева (ИХТРЭМС КНЦ РАН), Апатиты, Россия  
[zbe3do4et@mail.ru](mailto:zbe3do4et@mail.ru)*

В работе представлены результаты биотестирования воды из оз. Имандра (Мурманская область) с помощью тест-модели *Drosophila melanogaster*. Показано, что вода, добавленная в питательную среду для мух, вызывает понижение высоты вылезания личинок по сравнению с контролем, куколочную гибель и гибель имаго. Изменения соотношения полов в опыте по сравнению с контролем не наблюдалось.

Мурманская область – регион с развитой горнодобывающей, энергетической и металлургической промышленностью, влияние которых не могло ни сказаться на экологическом состоянии региона, и, в частности, на водные источники [1].

Озеро Имандра считается самым крупным водоемом Мурманской области, состоящим из 3 плесов. Актуальными экологическими проблемами для него являются внесение в результате горных разработок органических и неорганических соединений, которые, несмотря на хорошее кислородное обогащение и высокий водообмен, накапливаются в придонных слоях и создают бескислородные условия в подледный период; тепловое загрязнение из-за АЭС; проблема использования уже загрязненной воды для охлаждения реакторов из Экостровской Имандры и переброс ее по каналу в г. Молочную Бабинской Имандры. Это приводит

к повышению продуктивности водоема из-за нагревания воды и, как следствие, изменению ее химического состава. К этим проблемам можно добавить изменение характеристик донных отложений, усиление течений, внесение хозяйствственно-бытовых стоков и аэротехногенное загрязнение. Последний фактор уже влияет на экологическое состояние фоновых точек г. Уполокша и г. Кунчаст [2,3].

В связи с этими проблемами актуальным являются как мониторинг состояния водных источников, так и биотестирование с помощью различных тест-систем.

Дрозофila чернобрюхая (плодовая) (*Drosophila melanogaster*) является идеальной моделью для исследований вследствие более 60% идентичности генов с человеческими и почти 75% генов, имеющих функциональные гомологии, связанные с заболеваниями человека [4,5]. В настоящее время растет интерес к использованию *D. melanogaster* для оценки токсичности разных химических веществ [6].

Как голометаболические насекомые, дрозофилы в своем развитии проходят четыре различные стадии развития (яйцо, личинки трех возрастов, пупарии и имаго), занимающие примерно 10 суток при температуре 21-25°C [7-9], поэтому потенциальное токсическое действие химических веществ может быть оценено при прохождении этих стадий.

Целью настоящего исследования было биотестирование вод из точек оз. Имандря с помощью *Drosophila melanogaster*.

Для эксперимента брали воду с глубины оз. Имандря плеса Большая Имандря г. Куреньга (15,3м), г. Монче (11м), г. Белая и Бабинская Имандря г. Уполокша (17,9м), г. Кунчаст (25м) и г. Молочная (20м) с помощью пластикового батометра [10]. В работе использовали методику [11]. 5 самцов и 5 самок дрозофил возрастом от 2 суток помещали в пробирки со средой, в которую добавляли воду с опытных точек в соотношении 1:3 и оставляли на 72 часа для откладки яиц. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Все пробы и контроль выполняли в трехкратной повторности.

После удаления родителей наблюдали за личинками, куколками и имаго. Оценивали высоту расположение личинок над средой для оккулирования и соотношение полов. Статистическую обработку данных проводили в программе R Studio. Различия в выборках высоты оккулирования личинок над средой определяли при  $P \leq 0,05$  с использованием тестов ANOVA и Тьюки. Для сравнения соотношения полов использовали критерий Хи-квадрат.

В результате впервые проведенного исследования можно сделать вывод, что вода с опытных точек оз. Имандра влияет на прохождение жизненного цикла дрозофилой, вызывая достоверное понижение высоты вылезания личинок над средой по сравнению с контролем, гибель куколок, личинок и имаго, что может говорить о некотором токсическом действии на тест-объект. Изменения соотношения полов не было отмечено. *Drosophila melanogaster* показала себя чувствительной и простой моделью для биотестирования.

### Литература

1. Даувальтер М.В., Даувальтер В.А. Гидрохимический режим озера Комариное, Хибинский щелочной массив, Мурманская область // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2020. №17. С. 158-162.
2. Даувальтер В.А., Сандимиров С.С., Денисов Д.Б., Демин В.И., Кацулин Н.А. и др. Гидролого-геохимические условия. В кн.: Экологическое состояние озера Имандра. Т. 1. 2023. 221 с.
3. Даувальтер В.А., Кацулин Н.А. Влияние деятельности горно-металлургических предприятий на химический состав донных отложений озера Имандра, Мурманская область // Биосфера. 2015. Т. 7(3). С. 295-314.
4. Demir E. An in vivo study of nanorod, nanosphere, and nanowire forms of titanium dioxide using *Drosophila melanogaster*: toxicity, cellular uptake, oxidative stress, and DNA damage // J. Toxicol. Environ. Health Part A. 2020. Vol. 83. P. 456-469.
5. Demir E. Adverse biological effects of ingested polystyrene micro-

plastics using *Drosophila melanogaster* as a model in vivo organism // J. Toxicol. Environ. Health Part A. 2021. Vol. 84. P. 649-660.

6. Affleck J.G., Walker V.K. Drosophila as a model for developmental toxicology: using and extending the drosophotoxicology model.: In developmental toxicology: methods and protocols, methods in molecular biology. 2019. Vol. 1965. P.139-153.
7. Demir E., Demir F.T. Drosophila: a promising model for evaluating the toxicity of environmental pollutants // Karaelmas Science and Engineering Journal. 2022. Vol. 12(1). P.101-118.
8. Lakhota S.C., Ranganath H.A. Experiments with Drosophila for biology courses. Bengaluru: Indian Academy of Sciences, 2021. - 620p.
9. Nichols C.D., Becnel J., Pandey U.B. Methods to assay Drosophila behavior // J. Vis Exp. 2012. Vol. 61. P. e3795.
10. Zubova E.M., Kashulin N.A., Dauvalter V.A., Denisov D.B., Valkova S.A., et al. Long-term environmental monitoring in an arctic lake polluted by metals under climate change // Environments. 2020. Vol.7(5). P. 34.
11. Азарова С.В., Язиков Е.Г., Ильинских Н.Н. Оценка экологической опасности отходов горнодобывающих предприятий республики Хакасия с применением метода биотестирования // Известия Томского политехнического университета. 2004. Т. 307. № 4. С. 55-59.

**M.V. Smirnova<sup>1</sup>, A.A. Koygerova<sup>1</sup>, D.B. Denisov<sup>2</sup>, A.A. Smirnov<sup>3</sup>**  
**USE OF DROSOPHILA MELANOGASTER AS A TEST MODEL**  
**FOR WATER BIOTESTING**

<sup>1</sup>NRC FRC KSC RAS, Laboratory of medical and biological technologies, Apatity, Russia

<sup>2</sup>INEP KSC RAS, Apatity, Russia

<sup>3</sup>ICT KSC RAS, Apatity, Russia

The article presents the results of biotesting of water from Lake Imandra (Murmansk region) using a test model of *Drosophila melanogaster*. It is shown that water added to the nutrient medium for flies causes a decrease in larval emergence height compared to the control, pupal and adult mortality. No change in the sex ratio was observed in the experiment compared to the control.

**Солицева С.А.<sup>1</sup>, Петрова В.В.<sup>1</sup>, Шапкин<sup>2</sup> О.А.**  
**ПИТАНИЕ РЫЖЕЙ ВЕЧЕРНИЦЫ (*NYCTALUS*  
*NOCTULA*) НА ТЕРРИТОРИИ ДАРВИНСКОГО  
ЗАПОВЕДНИКА (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ).**

<sup>1</sup>Череповецкий государственный университет

<sup>2</sup>Дарвинский государственный природный биосферный заповедник,  
Россия

[fiery.claw1817@yandex.ru](mailto:fiery.claw1817@yandex.ru)

В работе дано описание рациона питания *Nyctalus noctula* Дарвинского государственного природного биосферного заповедника. В экскрементах рыжей вечерницы встретились фрагменты, относящиеся к семи отрядам насекомых. Приоритетами питания рыжей вечерницы являются насекомые отряда Diptera.

Рукокрылье встречаются почти всесветно. Это сложная для изучения группа животных в виду их скрытого образа жизни и ночной активности [1]. В природе они уничтожают множество насекомых, в том числе вредителей сельского и лесного хозяйства. По способу охоты рукокрыльих можно разделить на быстрокрылых, которые охотятся только на открытых пространствах, на собирателей, которые могут собирать добычу с поверхности земли, деревьев или охотиться в лесу на низкой скорости полета. Промежуточное положение занимают рукокрылье - опушечники, они могут охотиться на открытых пространствах и в негустом лесу [2]. На обширной территории России исследований трофической экологии этих животных проведено крайне мало [3]. Типичным опушечником принято считать рыжую вечерницу (*Nyctalus noctula*). Целью нашего исследования стало изучение рациона питания рыжей вечерницы (*Nyctalus noctula*) на территории Дарвинского государственного природного биосферного заповедника (далее ДГПБЗ). В задачи исследования входило выявление таксономической принадлежности фрагментов беспозвоночных в пробах экскрементов рыжей вечерницы ДГПБЗ, и выявление отрядов

насекомых, доминирующих в её рационе.

Для выявления рациона рыжей вечерницы ДГПБЗ, были исследованы пробы экскрементов рукоокрылых, предоставленные научным сотрудником заповедника О. А. Шапкиным. Сбор материала проводился по единой методике [4]. Летучие мыши отлавливались с помощью паутинных сетей в июне – июле 2019 года. После этого зверьки помещались в мешочки из хлопчатобумажной ткани на 9-10 часов, после чего их выпускали. Беременные и недавно родившие особи выпускались сразу. Фекальные шарики, собранные из мешочеков, помещались в пронумерованные зип-пакеты.

Всего нами было обработано 517 проб от 24 особей рыжей вечерницы. Для выполнения копрологического анализа пробы экскрементов нетопыря подвергались обработке по стандартной методике [5]. Для определения приоритетов в питании рыжей вечерницы рассчитывалась частота встречаемости отряда насекомых ( $F\%$ ), которую рассчитывали, как отношение количества проб, в которых обнаружен отряд, к общему числу проб [6].

В пробах экскрементов рыжей вечерницы были обнаружены фрагменты представителей семи отрядов насекомых: двукрылые (Diptera), жестокрылые (Coleoptera), сетчатокрылые (Neuroptera), полужестокрылые (Heteroptera), перепончатокрылые (Hymenoptera), ручейники (Trichoptera), чешуекрылые (Lepidoptera) (Рис.1,2), а также клещей отряда Mesostigmata.

Чаще всего в исследованных пробах встретились фрагменты отряда двукрылые (Diptera), они встретились в пробах экскрементов всех обследованных особей (Рис. 3).



Рис.1 Фрагменты насекомых в экскрементах *Nyctalus noctula* ДГПБЗ (А,Б - Coleoptera, В,Г - Diptera, Д,Е- Neuroptera).



Рис.2 Фрагменты насекомых в экскрементах *Nyctalus noctula* ДГПБЗ (А - Hymenoptera, Б - Trichoptera, В,Г,Д- Heteroptera, Е - Lepidoptera).

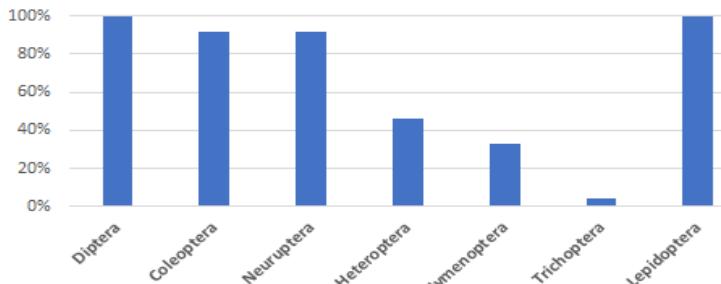


Рис.3 Частота встречаемости фрагментов отрядов насекомых в пробах экскрементов *Nyctalus noctula* ДГПБЗ.

Субдоминантами в пищевом рационе рыжей вечерницы оказались жесткокрылые (*Coleoptera*) и сетчатокрылые (*Neuroptera*), они встретились у 22 особей из 24 исследованных. Реже встречались фрагменты отрядов полужесткокрылые (*Heteroptera*) и перепончатокрылые (*Hymenoptera*), они встретились в пробах 11 особей и 8 особей соответственно. Фрагменты ручейников (*Trichoptera*) встретились в экскрементах только одной особи. У всех исследуемых особей вечерницы отмечены фрагменты отряда чешуекрылые (*Lepidoptera*), но невозможно точно утверждать о преобладании этого отряда в рационе рыжей вечерницы, т.к. в фекальных пробах встречались в основном чешуйки с крыльев и конечности. Чешуйки не выводятся сразу из организма мышей, и встречаются в фекалиях на протяжении длительного времени. Также были обнаружены отдельные фрагменты и целые особи гамазовых клещей семейства *Macronyssidae*. Они являются представителями эктопаразитофауны рукокрылых, поэтому их не рассматривают в качестве составляющей пищевого рациона рукокрылых.

Подобные пищевые предпочтения связаны со способом охоты рыжей вечерницы. Ей важно чтобы добыча летала, была мясистой (*Coleoptera*) или образовывала большие скопления (*Diptera* и *Neuroptera*) [2].

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлен спектр питания рыжей вечерницы, обитающей на территории ДГПБЗ. Это представители семи отрядов насекомых, среди которых приоритетной группой оказались представители отряда *Diptera*.

### *Литература*

1. Шапкин О.А., Бабушкин М.В. Опыт применения поправочных коэффициентов слышимости эхолокационных сигналов рукокрылых (*Chiroptera*) в Дарвинском заповеднике // Эволюционные и экологические аспекты изучения живой материи: материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием

Череповецкий государственный университет, 2023. 150 с.

2. Крускоп С.В., Летучие мыши: Происхождение, места обитания, тайны образа жизни. М.: Фитон XXI, 2013. – 184 с.
3. Смирнов Д.Г., Вехник В.П Экология питания и дифференциация трофических ниш рукокрылых (Chiroptera: vespertilionidae) в пойменных экосистемах самарской луки // Известия РАН. серия биологическая, 2014, № 1, с. 53–64
4. Солнцева С.А., Петрова В.В., Шапкин О.А. Пищевые предпочтения лесного нетопыря (*Pipistrellus nathusii*) на территории Дарвинского заповедника (Вологодская область) // Сборник научных трудов по материалам Всероссийской студенческой конференции с международным участием «Геоэкология: теория и практика» – М.: РУДН, 2023.
5. Гизуллина О.Р., Первушина Е.М. Определение фрагментов насекомых в питании двухцветного кожана в Среднем Зауралье // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2016 №3 (35) С. 92-106
6. Смирнов Д.Г., Вехник В.П. К изучению рациона питания *Nyctalus noctula* (Chiroptera: Vespertilionidae) на Самарской Луке // Известия Пензенского государственного университета им. В.Г. Белинского. 2011. №25. С. 258-263.

*S.A. Solntseva<sup>1</sup>, V.V. Petrova<sup>1</sup>, O.A. Shapkin<sup>2</sup>*

**FEEDING OF THE RED VESPER (*NYCTALUS NOCTULA*)  
ON THE TERRITORY OF THE DARVINSKY RESERVE  
(VOLOGDA OBLAST)**

<sup>1</sup>*Cherepovets State University*

<sup>2</sup>*Darvinsky State Natural Biosphere Reserve, Russia*

The paper describes the feeding habits of *Nyctalus noctula* of the Darwin State Natural Biosphere Reserve. Fragments belonging to seven orders of insects were found in the excrement of the rufous noctule. The feeding priorities of the rufous noctule are insects of the order Diptera.

*Сорокина Д.С., Молева М.Д., Тимошкин А.А.*

*Научный руководитель: доцент Поддубная Н.Я.*

**СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕЙ РТУТИ В ПРИМОРСКОМ  
И ОЗЁРНОМ МАНЬЧЖУРСКОМ ГОЛЬЯНАХ**

*Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия*  
[sorokinadasha2002@ya.ru](mailto:sorokinadasha2002@ya.ru)

Оценка общей ртути (OHg) в мышцах приморского гольяна (*Phoxinus oxyrhynchus*) (n=25) и озёрного маньчжурского гольяна (*Rhynchoscypris manschurica*) (n=18) в 2023 г. показала, что уровень

OHg в мышцах приморского гольяна из Лазовского района варьировался от 0,052 мг/кг сырого веса (СВ) до 0,350 мг/кг СВ; среднее значение  $0,106 \pm 0,015$  мг/кг СВ, медианное значение – 0,078 мг/кг СВ. Уровень OHg в мышцах озёрного маньчжурского гольяна из Хорольского района варьировался от 0,025 мг/кг СВ до 0,097 мг/кг СВ; среднее значение  $0,047 \pm 0,004$  мг/кг СВ, медианное значение – 0,046 мг/кг СВ.

Ртуть является высокотоксичным веществом, способным аккумулироваться в тканях и органах живых организмов [1, 2]. Уровень аккумулированной ртути может зависеть от возраста и размера рыб [3]. Изучение содержания ртути в тканях и органах животных российского Дальнего Востока представляет большой интерес, так как эта территория граничит с Китаем, на территории которого имеются локалитеты с самым высоким уровнем антропогенного ртутного загрязнения [4]. Гольяны являются одними из основных компонентом питания хищных рыб, и наземных позвоночных животных, включая птиц, оказавшихся под угрозой исчезновения, а также часто отлавливаются местным населением для употребления в пищу. От содержания ртути в теле гольянов зависит ее концентрация в тканях и органах животных, которые занимают более высокий трофический уровень. В связи с этим изучение концентрации ртути в гольянах является актуальным.

Объектом исследования являются близкие по биологии и экологии гольяны из групп Leuciscidae: *Pseudaspininae*:

приморский гольян *Phoxinus oxyrhynchus* (Mori 1930) (n=25) и озёрный маньчжурский гольян *Rhynchocypris mantschurica* (Berg 1907) (n=18). Предмет исследования – общая ртуть (OHg) в мышцах гольянов. Материал получен на юге Сихотэ-Алиня в Лазовском районе и на юго-западе Приморского края в Хорольском районе в конце сентября 2023 г. Отлов производился в соответствии с Правилами рыболовства Российской Федерации с использованием удочки с одним крючком. Отловленные особи: 25 экземпляров из Лазовского района и 18 экземпляров из Хорольского района были заморожены и в таком виде транспортировались в эколого-аналитическую лабораторию Череповецкого государственного университета, где подверглись морфометрической обработке, препарированию и анализу. Измерения общей ртути в мышцах были произведены в сыром весе (СВ) на ртутном анализаторе RA-915M (Lumex). Точность анализатора была проверена при помощи эталонных образцов DORM-4 с известной концентрацией ртути (мг/кг). Статистический анализ проводился с использованием программ Stat Soft Statistica12.0 и Microsoft Excel 2016. Уровень значимости был установлен на уровне  $p < 0,05$ . Все отловленные особи были распределены по группам в зависимости от длины тела: до 115 мм и выше 115 мм. Из отловленных особей в Лазовском районе у 8 длина тела превышала 115 мм, а у 17 была меньше этого значения. В Хорольском районе только у одной особи была зафиксирована длина тела больше 115 мм, в то время как у остальных 17 особей этот показатель был меньше.

Уровень OHg в мышцах приморского гольяна из Лазовского района варьировался от 0,052 мг/кг СВ до 0,350 мг/кг СВ; среднее значение  $0,106 \pm 0,015$  мг/кг СВ, медианное значение – 0,078 мг/кг СВ. Уровень OHg в мышцах озёрного маньчжурского гольяна из Хорольского района варьировался от 0,025 мг/кг СВ до 0,097 мг/кг СВ; среднее значение  $0,047 \pm 0,004$  мг/кг СВ, медианное значение – 0,046 мг/кг СВ.

Гольяны из Лазовского района с длинной тела до 115 мм (медиана 0,075 мг/кг СВ) и более 115 мм (медиана 0,118 мг/кг СВ) имели статистически значимые различия ( $p=0,00005$ ). Сравнение гольянов одной размерной группы (с длиной тела менее 115 мм) из Лазовского (медиана 0,075 мг/кг СВ) и Хорольского районов с длиной тела (медиана 0,047 мг/кг СВ) показало статистически значимое различие ( $p=0,001$ ). Если увеличение общей ртути в мышцах рыб с возрастом закономерно [5], то различия в мышцах гольянов из двух районов может быть связано с расположением районов: Хорольский расположен на значительном расстоянии от моря и не подвержен воздействию морского тумана, а Лазовский расположен близко к морю и подвергается воздействию морского тумана, выносящего соединения ртути из океана [6]. Не исключено и возможное межвидовое различие в питании рыб.

Таким образом, выявленные уровни ртути в мышцах гольянов обоих видов намного ниже уровня предельно допустимых концентраций ртутных соединений для «мирных» пресноводных видов рыб (0,3 мг/кг сырого веса). Это позволяет предполагать низкие уровни экологической опасности для ихтиофагов, поедающих гольянов. Наши пилотные исследования необходимо продолжить на всей территории Приморского края и на больших выборках.

Признательны зав. лабораторией биологических ресурсов континентальных водоёмов и рыб эстуарных систем Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») Е.И. Барабанщиковой за видовое определение гольянов, в.н.с. Череповецкого госуниверситета Н.Я. Поддубной за научное сопровождение работы. Работа выполнена с использованием оборудования Регионального центра коллективного пользования Череповецкого государственного университета.

### *Литература*

1. Горбунов А.В., Ляпунов С.М., Окина О.И., Шешуков В.С.

Биоаккумуляция ртути в тканях пресноводных рыб // Экология человека. 2018. № 11. С. 26-31.

2. Крамар К.В. Содержание ртути в органах и тканях рыб // Символ науки. 2017. № 04-3. С. 18-21.

3. Немова Н.Н., Лысенко Л.А., Мещерякова О.В., Комов В.Т. Ртуть в рыбах: биохимическая индикация // Биосфера. 2014. № 2. С. 176-186.

4. UN Environment Global mercury. 2019. Switzerland.

5. Тропин Н.Ю., Борисов М.Я., Угрюмова Е.В., Комарова А.С., Иванова Е.С. Содержание ртути в мышечной ткани речного окуня (*Perca fluviatilis* (L.)) крупных водоемов Вологодской области // Токсикологический вестник. 2019. №2. С. 53-58.

6. Poddubnaya N.Ya, Salkina G.P., Eltsova L.S., Ivanova E.S., Oleynikov A.Yu., Pavlov D.D., Kryukov V.Kh. Rumyantseva O.Yu. Mercury content in the Siberian tiger (*Panthera tigris altaica* Temminck, 1844) from the coastal and inland areas of the Russia // Scientific Reports, 11. 2021.

*D.S. Sorokina, M.D. Moleva, A.A. Timoshkin*

*Scientific adviser: Associate Professor N.Ya. Poddubnaya*  
**TOTAL MERCURY CONTENT IN THE PRIMORSKY  
AND LAKE MANCHURIAN MINNOWS**

*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia*

An assessment of total mercury (THg) in the muscles of the Primorsky minnow *Phoxinus oxyrhynchus* (n=25) and the lake Manchurian minnow *Rhynchocypris manschurica* (n=18) in 2023 showed that THg in the muscles of the Primorsky minnow from the Lazovsky district ranged from 0.052 mg/kg wet weight (WW) to 0.350 mg/kg WW; the average the value is  $0.106 \pm 0.015$  mg/kg WW, the median value is 0.078 mg/kg WW. THg in the muscles of the lake Manchurian minnow from the Khorol district ranged from 0.025 mg/kg WW to 0.097 mg/kg WW; the average value was  $0.047 \pm 0.004$  mg/kg WW, the median value was 0.046 mg/kg WW.

*Сорокина Д.С.*

*Научный руководитель: доцент Поддубная Н.Я.*  
**КОРМОВОЙ СПЕКТР ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО  
ЛЕСНОГО КОТА *PRIONAILURUS BENGALENSIS*  
*EUPTILURA* (ELLIOTT, 1871)  
НА ЮГЕ СИХОТЭ-АЛИНЯ**

*Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия*  
[sorokinadasha2002@ya.ru](mailto:sorokinadasha2002@ya.ru)

Изучение пищевых привычек дальневосточного лесного кота (ДЛК) является важным для сохранения этого подвида леопардовой кошки. Анализ 32 образцов содержимого экскрементов и пищеварительных трактов ДЛК показал, что большую часть рациона составляют млекопитающие (встречаемость 66%) и беспозвоночные (50%). Мелкие грызуны – наиболее часто поедаемый компонент рациона ДЛК (встречаемость 47%). Ранговый ряд встречаемости остатков: млекопитающие (66%) > беспозвоночные (50%) > мышевидные грызуны (47%) > насекомые (44%) > птицы (31 %) > зайцы и рептилии (по 9%) > моллюски (6%) > амфибии (3%).

Знание экологии животных и в первую очередь экологии питания необходимо для сохранения редких или малоизученных видов. Питание дальневосточного лесного кота (*Prionailurus bengalensis euptilurus* (Elliot, 1871)) – подвида леопардовой кошки на территории Южного Сихотэ-Алиня недостаточно изучено. В настоящее время дальневосточный лесной кот (ДЛК) является подвидом неопределённого статуса (DD – недостаточно изученные) в Приморском крае [1]. Изучение пищевых привычек ДЛК на северном пределе распространения является важным для сохранения данного подвида и его среды обитания.

Материал собран с 2018 по 2023 гг. в Лазовском и Ольгинском районах Приморского края и представляет собой экскременты и содержимое пищеварительного тракта погибших лесных котов (n=32). Образцы хранились в морозильной камере, затем были промыты на серии

почвенных сит и бязевой салфетке (это позволило разделить остатки на разно размерные частицы и не потерять очень мелкие остатки, например, промежуточные зубы землероек) и рассортированы на фракции: кости, шерсть, перья, остатки беспозвоночных животных, растений и остатки, не определенные ближе. Таксономическую идентификацию выполняли путём сравнения с эталонами, хранящимися в зоологической коллекции кафедры биологии Череповецкого государственного университета.

В образцах были обнаружены остатки представителей шести укрупненных групп животных (насекомых, моллюсков, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих), а также растений. Большую часть рациона составляли млекопитающие (встречаемость 66%) и беспозвоночные (50%). Из млекопитающих лесные коты поедали представителей 13 видов: кутору (*Neomys fodiens*), белозубок (*Crocidura sp.*), азиатского барсука (*Meles leucurus*), зайца (*Lepus sp.*), обыкновенную белку (*Sciurus vulgaris*), дальневосточную полёвку (*Microtus fortis*), красно-серую (*Myodes rufocanus*) и красную (*Myodes rutilus*) полёвок, серую крысу (*Rattus norvegicus*), восточно-азиатскую (*Apodemus peninsulae*) и полевую (*Ap. agrarius*) мышей, мышь-малютку (*Micromys minutus*), сибирскую косулю (*Capreolus pygargus*). Отмечена также высокая встречаемость птиц – 31%. Мелкие грызуны (Muridae) оказались наиболее часто поедаемым компонентом рациона лесных котов (встречаемость 47%). Встречаемость остатков зайцев и рептилий составила по 9%, амфибий – 3%. Из беспозвоночных наиболее часто поедались различные насекомые (44%) и единично – моллюски (6%).

По сравнению с результатами исследования И.В. Середкина и О.А. Бурковского [2] в Приморском крае наши данные демонстрируют высокую роль в питании ДЛК насекомых (44%), зайца и рептилий (по 9%). В центре и на юге ареала леопардовой кошки – в Китае, Северном Лаосе и Бангладеш установлено, что основу питания леопардового

кота составляли мышевидные грызуны [3,4,5] и в целом набор кормов меньше, чем на северной границе ареала вида.

Таким образом, мышевидные грызуны являются важным и, видимо, основным компонентом рациона леопардовой кошки и ее подвида ДЛК, но на севере ареала кормовой спектр в целом шире за счет разнообразных беспозвоночных. Учитывая генетические особенности этого подвида непальской кошки, следует продолжать исследование его питания [6, 7].

Выражаем благодарность с.н.с. Лазовского заповедника канд.биол.наук Г.П. Салькиной и в.н.с., доценту кафедры Биологии Череповецкого государственного университета, канд. биол. наук, доценту Н.Я. Поддубной за предоставленный для анализа полевой материал и научное сопровождение в выполнении работы.

### *Литература*

1. Перечень объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Приморского края. Владивосток, 2002.
2. *Seryodkin I.V., Burkovskiy O.A.* Food habit analysis of the Amur Leopard Cat *Prionailurus bengalensis euptilurus* in the Russian Far East // Biology Bulletin. 2019. Vol. 46. P. 648–653.
3. *Xiong M., Wang D., Bu H., Shao X., Zhang D., Li S., Wang R., Yao M.* Molecular dietary analysis of two sympatric felids in the Mountains of Southwest China biodiversity hotspot and conservation implications // Scientific Reports. 2017. Vol.7(1). P.41909
4. *Kamler J., Inthapanya X., Rasphone A., Bousa A., Vongkhamheng C., Johnson A., Macdonald D.* Diet, prey selection, and activity of Asian golden cats and leopard cats in northern Laos // Journal of Mammalogy. 2020. Vol. 101. P. 1-12.
5. *Khan H., Monirul M.* Food habit of the Leopard Cat *Prionailurus bengalensis* (Kerr, 1792) in the Sundarbans East Wildlife Sanctuary, Bangladesh // Zoos' Print Journal. 2004. Vol. 19. P. 1475-1476.
6. *Юдин В.Г.* Дальневосточный лесной кот. Федеральное гос. бюджетное учреждение науки Биологический-почвенный ин-т ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 2015. – 442 с.

7. Hassanin A., Veron G., Ropiquet A., Jansen van Vuuren B., Lécu A., Goodman S.M., Haider J., Nguyen T.T. Evolutionary history of Carnivora (Mammalia, Laurasiatheria) inferred from mitochondrial genomes // PLoS One. 2021. Vol. 16 (2). e0240770

*D.S. Sorokina*

*Scientific adviser: N.Ya. Poddubnaya*

**THE FOOD SPECTRUM OF THE AMUR FOREST CAT  
*PRIONAILURUS BENGALENSIS EUPTILURA (ELLIOT, 1871)*  
IN THE SOUTHERN SIKHOTE-ALIN**

*Cherepovets State University*

Studying the Amur forest cat (AFC) food is important for the conservation of this subspecies of the leopard cat. Analysis of 32 samples of the contents of excrement and digestive tracts of the AFC showed that the majority of the diet consists of mammals (66% occurrence) and invertebrates (50%). Small rodents are the most commonly eaten component of the AFC diet (47% occurrence). The rank range of occurrence of the remains: mammals (66%) > invertebrates (50%) > mouse-like rodents (47%) > insects (44%) > birds (31%) > hares and reptiles (9% each) > mollusks (6%) > amphibians (3%).

*Сурнина Т.А., Сиргалина Д.Р., Аринина А.В.*  
**СТРУКТУРА ОРНИТОЦЕНОЗА КАК ИНСТРУМЕНТ  
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
[tani-411@yandex.ru](mailto:tani-411@yandex.ru)

Определена структура орнитокомплексов различных по степени трансформации территорий республик Татарстан и Карачаево-Черкесии. Выстроена градация от условно ненарушенных до сильно трансформированных участков.

Интерес к изучению городской орнитофауны увеличивается с ростом задач, которые возникают на пути создания гармоничного урбанизированного пространства, в котором условия обитания будут максимально оптимальными для человека и флористическо-фаунистического сообщества. Д.В. Владышевский [1], В.Д. Ильичев [2] призывали к детальному изучению структуры сообществ и ее взаимосвязей в естественных и в антропогенных экосистемах с целью реконструкции фауны в городах. Известно, что наземные млекопитающие и птицы могут отражать степень загрязненности отдельных территорий. Изменения условий обитания (сдвиги климатических показателей, степень антропогенного пресса и др.) отражаются в популяционных и синэкологических характеристиках: изменяется количественно-видовой состав птиц, плотность и распределение видов. В качестве объектов исследования птицы представляют собой наиболее удобную группу животного мира: повсеместная встречаемость и заметность позволяют достоверно регистрировать изменения численности птиц, вызванные действием какого-либо фактора [3]. Изменения в структуре сообщества птиц можно трактовать как ответ на антропогенную нагрузку и применять в качестве биоиндикатора состояния окружающей среды. Разработка методики выявления и интерпретации особенностей структуры орнитоценоза в качестве биоиндикационного инструмента для оценки

степени трансформации территорий представляет теоретический и практический интерес. Оценка структуры орниоценозов позволяет контролировать состояние сообществ и разрабатывать экологически обоснованные нормы воздействия хозяйственной деятельности человека на среду [4].

В антропогенно-трансформированных экосистемах складываются специфические условия обитания птиц. Население птиц сельскохозяйственных биотопов характеризуется упрощенной структурой: обедненным видовым составом, низкой плотностью населения, высокой долей участия массовых видов. В городских экосистемах орнитокомплексы отличаются от региональной фауны по видовому составу и эколого-этологическим характеристикам. На пресс антропогенных факторов в первую очередь реагируют стенобионтные виды, которые в урбанизированном ландшафте, как правило, отсутствуют или имеют статус пролетных или залетных.

Структуру орнитокомплексов экосистем можно описать показателями видового богатства, плотности населения, индексов видового разнообразия, выровненности, ярусности гнездования и кормодобывания, обилия и доли в населении отдельных видов-индикаторов и редких видов. Оценить уровень нарушенности урбанизированных территорий можно сравнивая аналогичные показатели структуры сообщества птиц ненарушенных региональных ООПТ [5, 6].

Как деревья являются средообразующими компонентами лесных сообществ, так тип застройки является основным средообразующим фактором урбанизированного ландшафта, формирующим особенности микроклимата, ниш для гнездования и укрытий, кормность территории. Видовое богатство орнитокомплексов обусловлено гетерогенностью архитектурной застройки, обилием парковых территорий, наличием участков с естественными биотопами: поймами рек, болот. Важно, чтобы зеленый каркас города состоял не из разрозненных парков и скверов, а соединялся между собой и с буферной зоной.

Мы определили структуру орнитоценозов на разных по степени трансформации участках республик Татарстан (РТ) и Карачаево-Черкесия (РКЧ). Республики находятся в разных природно-географических поясах, имеют разный климат и рельеф. В каждой республике были выбраны по 4 участка с различной степенью антропогенной нагрузки. Выстроили градацию от условно ненарушенных участков до сильно трансформированных. В качестве условно-ненарушенных взяли территории заповедников: в РТ – Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник, в РКЧ - Кавказский государственный биосферный заповедник имени Х.Г. Шапошникова. Орнитоценозы оценивали по следующим количественным характеристикам: видовой состав орнитокомплексов; количество семейств; количество «краснокнижных» видов; принадлежность к фауно-генетической группе; тип гнездования; ярус гнездования; экологический комплекс; трофическая группа; ярус питания; видовое богатство. Все орнитоценозы оценили по степени сходства. Видовые списки получены в результате полевых учетов 2016-2023 гг. Видовые списки птиц заповедников взяты из литературных источников [7].

Видовой состав орнитоценозов адекватно отражает обратную зависимость от уровня антропогенной трансформации. Чем меньше нарушена территория, тем выше видовой состав. С увеличением антропогенной нагрузки количество видов снижается. Однако хозяйственная деятельность и антропогенные сооружения способствуют увеличению видового богатства и разнообразия птиц. Так в Карачаево-Черкесии на горной территории выпас скота дает возможность видам- наземникам добывать себе пищу. Вытаптывание травостоя создает благоприятные условия для добычи наземных насекомых альпийской галке *Pyrrhocorax graculus*, пастбища привлекают хищников и падальщиков. Территория Аланского городища является примером, когда деятельность человека способствует увеличению видового богатства

орнитофауны, так как постройки стали нишами для укрытия и гнездования Ласточки деревенской *Hirundo rustica* и Ласточки городской *Delichon urbica*.

Казань имеет площадь более 500 км<sup>2</sup>, она вобрала разнообразные биотопы окрестной местности, на ее территории много водных объектов и древесно-кустарниковых насаждений, то есть город состоит из богатой мозаики разнообразных биотопов, увеличивающих биоразнообразие орнитоценоза. Следовательно, города, могут выступать в качестве ООПТ для редких и охраняемых видов птиц. Показатели количественного состава в Казани и заповеднике близки по количественным характеристикам, но различаются по видовому составу: в Казани отсутствует 27 видов, которые отмечены в заповеднике, но гнездится 25 видов, которых нет в заповеднике.

Таким образом, видовой состав отражает степень антропогенного пресса. С ростом антропогенной нагрузки происходит снижение редких видов и увеличение доли массовых видов. Трансформированные территории включают в себя антропотолерантные популяции видов, отдельные виды выбывают из орнитокомплекса.

Следующий показатель – это количество семейств. Он ведет себя аналогично первому показателю и, как и в случае с видовым составом, с увеличением степени антропогенной нагрузки количество семейств снижается.

Фаунистический состав снижается в ряду от условно не нарушенных к среднедеградированным территориям, но за счет синантропных видов показатель повышается в населенных пунктах.

Показатель «количество занесенных в Красную книгу видов» обратно пропорционален уровню антропогенной нагрузки.

Виды, занесенные в Красную книгу России и региональные Красные книги, являются своего рода видами-индикаторами, с помощью которых можно определить уровни антропогенного пресса. Чем больше краснокнижных видов на террито-

рии, тем менее нарушенной она является. Целесообразным является выделение на каждой территории определенных видов индикаторов, которые чувствительны даже к незначительным антропогенным изменениям. Присутствие редких видов на территориях свидетельствует о наличии условий для их обитания и выкармливания потомства.

С увеличением степени антропогенного пресса уменьшается количество экологических комплексов. Интересно, что на всех участках преобладают птицы лесоопущенного комплекса. Экосистема города также носит экотонной характер: небольшие по площади биотопы часто сменяют друг друга, обуславливая высокую мозаичность городского ландшафта. С ростом антропогенной нагрузки выбывают полевой, околоводный экологические комплексы.

Разнообразие экологических комплексов может указывать на большую сохранность территорий. Чем больше вариантов экологических комплексов, тем выше экологическая емкость территории, больше возможностей для расселения и питания видов. Увеличение доли синантропного экологического комплекса свидетельствует о трансформированности участка. Напротив, высокая доля лесоопущенного и лесного комплексов является показателем достаточной озелененности и имеет прямую корреляцию с видовым разнообразием птиц.

Индекс синантропности хорошо зарекомендовал себя в качестве индикатора трансформированных территорий. Чем ниже индекс синантропности, тем менее нарушен биотоп. Трансформированные городские территории имеют высокий индекс синантропности.

Многоярусные лесные формации позволяют орнитофауне эффективно распределять вертикальное пространство. Чем больше ярусность, тем больше экологических ниш и, соответственно, выше видовое богатство. Однако количество ярусов в структуре орнитоценозов не отражает степень трансформации территорий, т.к. город как экосистема представляет широкие возможности для заселения птиц.

С увеличением уровня нагрузки выбывают кустогнездные виды и норники, снижается число наземногнездящихся видов.

Следующий показатель структуры - тип питания птиц. Показатель имеет четкую зависимость от степени антропогенной нагрузки. На каждом участке преобладает тип питания беспозвоночными. В Кавказском государственном природном биосферном заповеднике беспозвоночными питается 65,71%, на горной территории - 65,71%, в Аланском городище - 83,33% и поселке Нижний Архыз - 56,47%. В Волжско-Камском государственном биосферном заповеднике 66,13% питаются беспозвоночными, в лесопарке - 75,5%, В ООК «Дуслык» - 69,7% и в городе Казань - 55,56%.

Нарушенность территорий влияет и на возможности кормодобывания. На всех рассматриваемых участках преобладает ярус «питание на земле». В Кавказском заповеднике – 52%, на горной территории – 51,4%, в Аланском городище – 40% и в поселке Нижний Архыз – 50%. В Волжско-Камском государственном природном биосферном заповеднике - 48,03%, в лесопарке «Лебяжье» – 35%, в ООК «Дуслык» – 36,36% и в городе Казань – 53,97%. С увеличением антропогенной нагрузки выпадают виды, питающиеся на «земле-кроне», на «кроне и кусте».

Таким образом, структура орнитоценозов может отражать степень антропогенного воздействия. Территория города, благодаря высокой мозаичности биотопов, обладает экотонным эффектом, поэтому в крупных городах с разнообразными биотопами наблюдается отклонение от линейной зависимости по всем характеристикам структуры орнитоценоза. К высокому уровню трансформации толерантны виды, гнездящиеся на земле, в кроне, дуплах и антропогенных укрытиях. В биотопах с высокой антропогенной нагрузкой преобладает наземный ярус питания.

Необходимо разработать количественную шкалу для показателей структуры сообщества птиц, которая позволит оценивать степень трансформации территорий.

## *Литература*

1. Владышевский Д.В. Экология лесных птиц и зверей (Кормодобывание и его биоценотическое значение). – Новосибирск, Наука, 1980. – 246 с.
2. Ильичев В.Д. Эколого-хозяйственные, медицинские и орнитологический аспекты изучения птиц города // Птицы и урбанизированный ландшафт. - Каунас, 1984. – С. 77.
3. Дьяконова И.В. Околелов А.Ю. Население птиц как показатель качества среды // Вестник Томского государственного университета, т.19, вып.5, 2014. С. 1272-1275.
4. Носкова О.С. Динамика населения птиц хвойно-широколиственных лесов северного Приволжья (многолетняя, сезонная, территориальная: дис. ... канд. биол. наук. Н. Новгород: Нижегородский гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского, 2007. – 25 с.
5. Захаров В.Д. Влияние рекреационной нагрузки на сообщества птиц в лесах Южного Урала // Известия Челябинского научного центра УРО РАН. 1998. Вып.1. С. 141-150.
6. Сурнина Т.А., Аринина А.В. Анализ структурных показателей орнитоценозов для оценки антропогенных территорий // Изучение живых систем в условиях антропогенной трансформации природных ландшафтов Республики Татарстан. - Казань: ООО «Олитех», 2022. - С.163-168.
7. Аюпов А.С. Динамика фауны и населения птиц на территории Волжско-Камского заповедника. Казань, 2014. – 128 с.

*T.A. Surnina, D.R. Sirgalina, A.V. Arinina*  
**STRUCTURE OF ORNITHOCENOSIS AS A TOOL**  
**ENVIRONMENTAL QUALITY ASSESSMENT**  
*Kazan (Volga Region) Federal University*

The structure of ornithocenosis of different territories of the Republics of Tatarstan and Karachaevо-Cherkessia is determined. The gradation from conditionally undisturbed to highly transformed areas was made.

**Танцырев Н.В., Андреев Г.В., Петрова И.В., Иванова Н.С.**  
**ИЗМЕНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНКУРЕНЦИИ**  
**ДРЕВОСТОЯ НА ПОДРОСТ *PINUS SIBIRICA***  
**В ПРОЦЕССЕ ПОСЛЕПОЖАРНЫХ СУКЦЕССИЙ**  
**В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНЯКАХ УРАЛА**  
*Ботанический сад УрО РАН*  
[i.n.s@bk.ru](mailto:i.n.s@bk.ru)

Рассмотрено влияние световой и корневой конкуренции древостоя на рост подроста *Pinus sibirica* в послепожарных ягодниково-зеленомошных березняках различного возраста на Среднем Урале. На стадии березового молодняка, при почти полной освещенности, основным фактором, определяющим рост и развитие подроста *P. sibirica*, является корневая конкуренция за почвенное питание.

В средневозрастном березовом древостое наблюдается совместное, почти одинаковое, влияние световой и корневой конкуренции. В спелом березняке основным фактором является световая конкуренция.

Проблема динамики растительных сообществ является одной из самых актуальных в современной лесной экологии и лесоведении [1-3]. В настоящее время воспроизводство коренных темнохвойных лесов Урала и Западной Сибири с участием *Pinus sibirica* Du Tour через стадию производных мягколиственных древостоев [4, 5], рассматривается, как объективный и перспективный процесс [6]. Основное внимание при изучении восстановления кедровых лесов через мягколиственную стадию уделялось количеству и жизненности подроста, изменениям видового состава и параметров древостоев на стадиях их развития и лишь, иногда, среднестатистическим параметрам условий среды.

Цель данной работы – анализ изменения световой и корневой конкуренции послепожарного древостоя березняка ягодниково-зеленомошного с изменением его возраста в отношении подроста *P. sibirica*.

Изучение структурно-функциональных связей подроста *P. sibirica* с древостоем-эдификатором с преобладанием

в составе бересы повислой (*Betula pendula* Roth) проводилось в подзоне средней тайги северной предгорно-низкогорной части (250 м н.у.м.) восточного макросклона Среднего Урала (Свердловская обл. 59° с.ш., 59° в.д.). Сопряженный учет условий среды, параметров древостоя и подроста *P. sibirica* проведен на сериях круговых учетных площадок (табл. 1), систематически размещенных в послепожарных ягодниково-зеленомошных березняках 13-, 32- и 70-летнего возраста, представляющих собой элементы одного генетического ряда развития [4] потенциального кедровника [5]. Радиус площадок определен по длине латеральных корней модельных деревьев в древостое соответствующего возраста.

**Таблица 1.** Характеристика пробных площадей

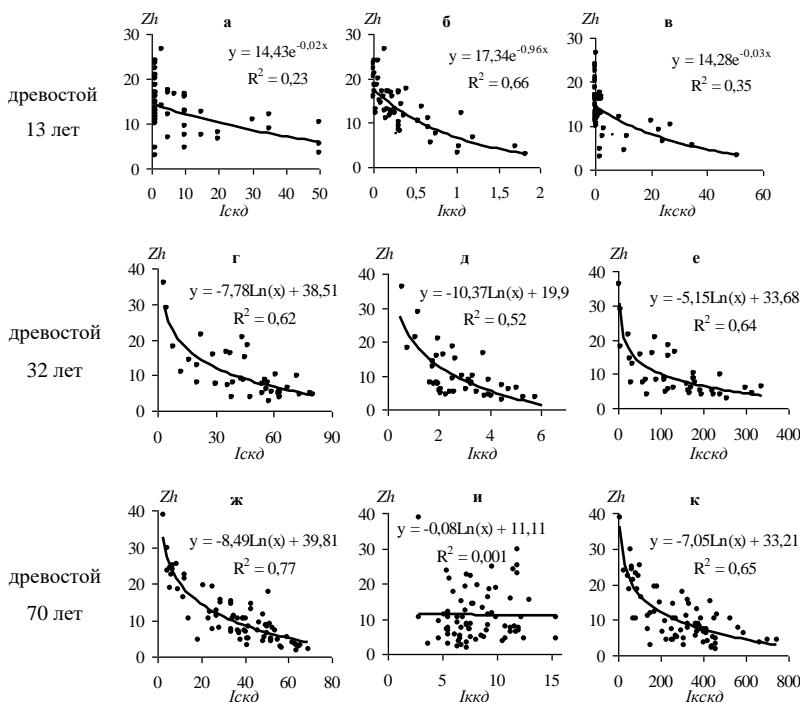
древостой				R, м	N уп	K, лет	Z, лет
Возраст, лет	Видовой состав	H, м	S, м <sup>2</sup> /га				
13	6Б2С2Ос	2	-	1,5	50	10-11	3
32	7Б2С1Л	10	11,4	3	47	25-30	5
70	9Б1Ос + С	23	21,6	7	80	23-35	5

Примечание: Н – средняя высота верхнего яруса древостоя, м; S – сумма площадей сечений стволов на высоте 1,3 м, м<sup>2</sup>/га; R – радиус круговых учетных площадок, м; N уп – количество круговых учетных площадок в древостое; K – возраст модельного экземпляра подроста *Pinus sibirica*, лет; Z – период среднего вертикального прироста терминального побега подроста *P. sibirica* и соответствующего среднего прироста деревьев по объему за последние годы, лет

Оценка конкуренции древостоя в отношении модельного экземпляра подроста *P. sibirica* определенного возраста (табл.1) в центрах круговых учетных площадок проведена по разработанной Н.С. Санниковой [7] методике с использованием системы индексов световой (*I<sub>скд</sub>*), корневой (*I<sub>ккд</sub>*) и интегральной (*I<sub>кскд</sub>*) конкуренции древостоя.

Согласно полученным результатам с возрастом древостоя

возрастает теснота связи величины среднего вертикального прироста терминального побега ( $Zh$ ) подроста *P. sibirica* с индексом  $I_{скд}$ , отражающим уровень перехвата его пологом проникающей фотосинтетически активной радиации (рис. 1а, г, ж). Вместе с тем, снижается уровень связи с индексом  $I_{ккд}$  корневой конкуренции древостоя за почвенное питание (рис. 1б, д, и).



**Рис. 1.** Связь параметров среднего годичного вертикального прироста терминальных побегов ( $Zh$ , см) подроста *Pinus sibirica* с индексами световой ( $I_{скд}$ ) (а, г, ж), корневой ( $I_{ккд}$ ) (б, д, и) и интегральной ( $I_{ккд}$ ) (с, е, к) конкуренции в послепожарных древостоях березняка ягодниково-зеленомошного 13-, 32-, 70-летнего возраста

Теснота отрицательной связи величины  $Zh$  с эмпирическим

индексом  $I_{кскд}$  (рис. 1е) в средневозрастном древостое в 1,1–1,3 раза превышает связи с  $I_{скд}$  и с  $I_{ккд}$ , что отражает совместное влияние факторов световой и корневой конкуренции древостоя. Уменьшение уровня этой связи ниже связи с частными индексами с  $I_{ккд}$  в молодняке (рис. 1в) и с  $I_{скд}$  во взрослом древостое (рис. 1к) вызван слабо выраженным влиянием другого фактора конкуренции древостоя соответствующего возраста.

По нашему мнению, увеличение с возрастом влияния световой конкуренции древостоя послепожарного березняка и снижение его корневой конкуренции в отношении подроста *P. sibirica* связано с изменением насыщенности почвы органическими соединениями по мере его развития, с адаптивными способностями и особенностями почвенного питания подроста *P. sibirica*.

Работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

### *Литература*

1. Усольцев В.А. Биоразнообразие и биопродуктивность лесов в контексте климатогенной биогеографии // Эко-потенциал. 2019. № 1 (25). с. 48-115
2. Ivanova N., Fomin V, Kusbach A. Experience of Forest Ecological Classification in Assessment of Vegetation Dynamics // Sustainability. 2022. Vol. 14. № 6. Р. 3384. <https://doi.org/10.3390/su14063384>
3. Yonghong S., Fandi L., Gaofeng Z., Zhang K., Qi Z. The biophysical climate mitigation potential of riparian forest ecosystems in arid Northwest China // Science of the Total Environment. 2023. № 862. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160856>
4. Смоловогов Е.П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины (эколого-лесоводственные основы оптимизации хозяйства). Свердловск: РИСО УрО АН СССР, 1990. 288 с.
5. Бех И.А., Воробьев В.Н. Потенциальные кедровники. Проблемы кедра // Томск, СО РАН, Ин-т экологии природных комплексов –

- филиал ин-та леса им. В.Н. Сукачёва. 1998. Вып. 6. 123 с.
6. Теринов Н.Н., Андреева Е.М., Залесов С.В., Луганский Н.А., Магасумова А.Г. Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 3 (375). с. 9-23 DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23
7. Санникова Н.С., Санников С.Н., Петрова И.В., Мицухина Ю.Д., Черепанова О.Е. Факторы древостоя-эдификатора: количественный анализ и синтез // Экология. 2012. № 6. с. 1–7

*N.V. Tantsyrev, G.V. Andreev, I.V. Petrova, N.S. Ivanova*  
**CHANGES IN THE EFFECT OF TREE STAND COMPETITION  
ON THE *PINUS SIBIRICA* UNDERGROWTH DURING POST-  
FIRE SUCCESSION IN MIDDLE-TAIGA BIRCH FORESES  
ON THE URAL**

*Institute Botanic Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences*

The effect of light and root competition of the tree stand on the growth of the *Pinus sibirica* undergrowth in post-fire berry-green moss birch forests of various ages in the Middle Urals is considered. At the stage of the young birch stand, with almost full illumination, the main factor determining the growth and development of the *P. sibirica* undergrowth is root competition for soil nutrition. In a middle-aged birch forest, a joint, almost identical, effect of light and root competition on the growth of the *P. sibirica* undergrowth is observed. In a mature birch forest, the main factor is light competition, with the root competition of the tree stand not expressed.

*Темирбеков Р.О., Мусаев А.К., Исаилова И.О.*  
**ДОМИНИРУЮЩИЕ ПРОМЫСЛОВЫЕ ВИДЫ РЫБ  
В ВОДОЕМАХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ  
КАРАКАЛПАКСТАН**

*Каракалпакский научно-исследовательский институт  
естественных наук Академии наук Республики Узбекистан  
[r.temirbekov@mail.ru](mailto:r.temirbekov@mail.ru)*

На основании результатов исследований выявлен современный состав доминирующих рыб-фитофилов (сазан *Cyprinus carpio*, плотва *Rutilus rutilus*, серебряный карась *Carassius gibelio* и белый толстолобик *Hypophthalmichthys*), находящиеся под влиянием антропогенной нагрузки и изменившимися экологическими условиями на водоемах водоемов Южного Приаралья.

Приаралье – это территория (около 135 тыс.км<sup>2</sup>), прилегающая к Аральскому морю и находящаяся под его воздействием. Оно характеризуется резко континентальным климатом: зимой – сильные морозы со слабым снежным покровом, летом – высокая инсоляция и температура, дефицит влаги в почве и воздухе. Это связано с резким усыханием Аральского моря и сокращением стока реки Амударья, что привело к резкому изменению климата и выносу солей с постаквальной сушки, что усиливает дальнейшие процессы деградации экосистемы Приаралья. Проблема преобразованного гидрологического режима водоемов к настоящему времени приняла глобальный характер и становится специальной областью биологических исследований [1].

Проведен мониторинг и сбор ихтиологического материала рыбного населения для определения его современного рыбопромыслового состояния. Использованы стандартные методы ихтиологических исследований: натурные наблюдения, наблюдения за размножением ведущих промысловых видов. Обработку собранного материала проводили по общепринятой методике [2].

В настоящее время в бассейне Амударья обитает 51 вид рыб из 11 семейств [3-5]. Из них, в нижнем течении реки,

к которому относится район наших исследований, отмечено 36 видов из 13 семейств. Видовой состав рыбного населения водоемов низовьев Амудары в целом характеризуется относительным однообразием и большим сходством во всех водоемах. В его составе по видовому богатству на первом месте находится семейство карповых (Cyprinidae), насчитывающее 23 вида (62,1 %).

В промысловых уловах доминируют рыбы-фитофилы (сазан *Cyprinus carpio*, плотва *Rutilus rutilus*, серебряный карась *Carassius gibelio*), размножающиеся в самих озерах, а также белый толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix*, размножающийся в Амударье. Рыбный промысел держится практически на сырьевых ресурсах дельтовой зоны Амудары.

**Сазан** *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1759) – одна из ведущих промысловых рыб региона. Основными водоемами промысла сазана в последние 3 года являются: Междуреченское водохранилище, озеро Жалтырбас, Муйнакский залив и ветланд Судочье. Эти водоемы пригодны и соответствуют требованиям организации озерно-товарного хозяйства для культивирования сазана и других карповых рыб. Однако в условиях нестабильного водного режима региона и, в частности, многих рыбопромысловых водоемов численность этих видов рыб желательно поддерживать подращиванием молоди в нерестово-вырастных хозяйствах.

**Серебряный карась** *Carassius gibelio* (Bloch 1782) в современных условиях распространен почти во всех водоемах низовьев реки Амудары. Увеличение численности карася в условиях зарегулированного стока рек и образования многочисленных мелководных слабопроточных водоемов и разливов отмечено повсеместно. Карась, при его нетребовательности к условиям обитания, освоил эти мелководные заросшие биотопы и стали формироваться довольно высокопродуктивные популяции.

**Плотва** *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) – самая многочисленная среди карповых и широко распространенная рыба.

Обитает в пресных и солоноватых водах. Плотва была одной из основных промысловых видов Аральского моря, дававшем по югу моря свыше 20 % от годового вылова рыб -75 тыс.ц [6]. Ныне уловы плотвы в озерах низовьев Амудары не сравнимы с прежними объемами, но вид остается в числе ведущих.

**Белый толстолобик** *Hoprophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) в озерах низовьев Амудары является потомством речной популяции, поступающим сюда из районов среднего и верхнего течения этой реки, так как здесь зрелые особи, мигрируя в верхние участки каналов накапливаются перед разного рода регулирующими сооружениями, не могут их преодолеть, их икра подвергается резорбции, а рыба становится добычей промысловиков и браконьеров. Тем не менее, белый толстолобик – ведущий промысловый вид низовьев Амудары. В основном он вылавливается дельтовых озерах, таких как Междуречье, Сарбас, Судочье, Восточный Караганда и Дауткуль. Эти озера считаются более благоприятным для развития этого вида.

В настоящее время редкими видами стали аральская белоглазка *Aramis sapa aralensis*, щука *Esox lucius*, окунь *Perca fluviatilis*, шемая *Chalcalburnus chalcooides aralensis*, чехонь *Pelecus cultratus*, сократился ареал судака *Sander lucioperca*, жереха *Aspius aspius* и восточного леща *Aramis bram*. Были загублены ценнейшие проходные и полупроходные популяции аральского шипа *Acipenser nudiventris*, аральского усача *Barbus brachycephalus* Аральского моря.

Несмотря на все происходящие изменения в регионе, дельтовая зона Амудары в определенной мере сохраняет статус рыбохозяйственного района, так как в республике проводится большая работа по стабилизации экологической обстановки, по урегулированию водообеспечения и возрождения рыбохозяйственного статуса и рыбной отрасли региона низовьев Амудары. Одной из важнейших экологических и социальных задач Приаралья является сохранение биоразнообразия и повышение естественной продуктивности

биоресурсов озер и ветландов.

### *Литература*

1. Алимов А. Ф., Богуцкая Н.Г. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: 2004. - 436 с.
2. Правдин И.В. Руководство по изучению рыб. Изд-во «Пищевая промышленность», Москва, 1966. – 376 с.
3. Сагитов Н.И. Рыбы и кормовые беспозвоночные среднего и нижнего течения Амудары. Ташкент: Фан, 1983.– 115 с.
4. Joldasova I.M., Pavlovskaya L.P., Lubimova S.K., Urasimbetova B.K., Temirbekov R.U. Monitoring industrial fishing in the Amudarya delta region and working out the recommendations for sustainable use of resources // Ecological research and monitoring of the Aral Sea deltas. A basis for restoration. Book 2. UNESCO: Aral Sea Project. 1997- 2000 final scientific reports. Paris. 2001. Pp. 83-95.
5. Joldasova I.M. Fish population as an ecosystem component and economic object in the Aral Sea basin // Creeping Environmental Problems and Sustainable Development in the Aral Sea Basin. Edited by Michael Glanz. Cambridge University Press, 1999.– Pp. 204-224.
6. Тлеуов Р.Т., Ерекеев У.Е., Аденбаев Е. Изменение биологии основных промысловых рыб в связи с ухудшением режима Арала. В кн.: Природные ресурсы низовьев Амудары. Ташкент: Фан, 1974, с. 33-60.

***Temirbekov R.O., Musaev A.K., Israilova I.O.***  
**DOMINANT COMMERCIAL FISH SPECIES**  
**IN THE RESERVOIRS OF THE SOUTH ARAL REGION**  
**OF THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN**

*Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences of the  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

Based on the research results, the current composition of the dominant phytophilic fish (carp *Cyprinus carpio*, roach *Rutilus rutilus*, silver carp *Carassius gibelio* and silver carp *Hypophthalmichthys*), which are influenced by anthropogenic load and changed environmental conditions in the reservoirs of the Southern Aral Sea region, has been identified.

**Tesema Abraham Y.**

**Scientific adviser: Galina V. Polynova**

**REVIEW ON SPECIES DIVERSITY RICHNESS  
AND DISTRIBUTION OF HERPETO-FAUNA IN SIX  
AGRO-ECOLOGICAL ZONES (AEZ) OF ERITREA**

*Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

Due to its adaptability to variable climatic conditions Herpeto-fauna contributes a high portion in to the global Biodiversity richness and its study is more than indispensable. The aim of this study is to assess the herpeto-faunal richness and Distribution with in the six- AEZ of Eritrea. From the total 109 herpeto-fauna species. The highest species richness of herpeto-fauna is found in SD (55) and least shown in AHL (2). Common geckos are distributed in all most AEZs. But a single species of crocodile is found. And ALL with 2.636, shows higher diversity. And 0 diversity is recorded from AHL.

Herpeto-fauna refers to the cold-blooded animals of Amphibians and Reptiles. These species are found on all continents except the Antarctic [1]. Major herpeto-faunal hotspot areas are found in Africa [2]. The most reptile species-rich hotspot areas are largely found in arid, semi-arid habitats and island faunas [3]. The species richness is influences by the geography [4]. Biotope: settlement and vegetation [5]. Herpetofaunas are Ectothermic. They also adapt in diverse environmental conditions [6]. In Eritrea Climate change, invasive species and over exploitation are the major threats. Eritrea is a home for 90 reptile and 19 amphibian species, but 6 reptile species threatened since 2015 [7]. The main objective of this study is to investigate the herpeto-faunal Species richness and their Distribution Range with in the 6 AEZ of Eritrea.

Eritrea is located between  $12^{\circ} 22'$  and  $18^{\circ} 02'$  north and  $36^{\circ} 26'$  and  $43^{\circ} 13'$  east. It covers a total area of 124,320 km<sup>2</sup> and 330 km coastline. Elevation ranges from -7m - to 3018 m amsl. The AT<sup>o</sup> 21°C- 31°C. [7]

**Table 1.** Description details for AEZ [8]

Parameters	AEZs					
	SH	AH	MH	MLL	ALL	SD
Area (km <sup>2</sup> )	1006	3143	9302	20363	43115	48772
Total area (%)	1	3	7	16	34	39
Slope (%)	8-100	2-100	2-30	2-30	0-30	0-30
Altitude	600 - 2600	1600 - 2600	1600 - 3018	500 – 1600	400 - 1600	< 100, - 1, 335
Rainfall (mm)	700- 1100	200-500	500-700	500- 800	200- 500	<200
Tem. (°C)	16-27	15-21	15-21	21-28	21-29	24-32

Data analyzed using **SDR** software, 4.1.2 version.

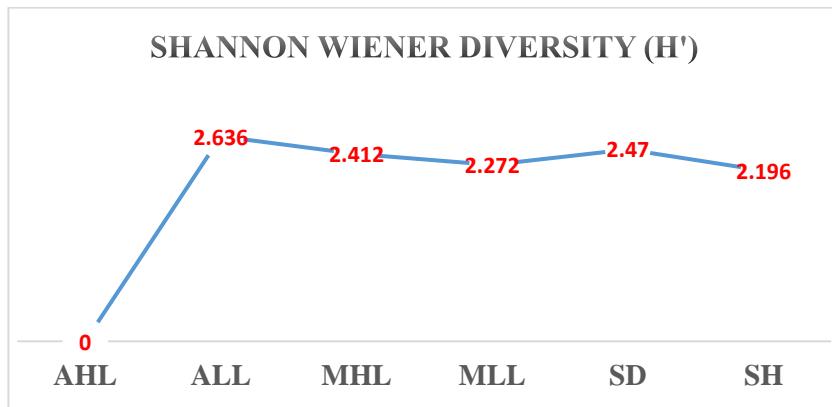
From the data's [9-11] analyzed, a significant difference shows for abundance and H' of the species from 22 different families. Results are represented in the Table 2.

**Table 2.** Abundance & H'

Study area	Spp. Abundance	SDR (H')
Arid highland (AH)	2	0
Arid lowland (ALL)	45	2.636
Moist highland (MHL)	39	2.412
Moist lowland (MLL)	11	2.272
Semi desert (SD)	55	2.47
Sub- humid (SH)	33	2.196

The herpeto-faunal species in Eritrea are highly abundant in SD (50%) and ALL, in which the areas is covered a large portion of the country. And least abundant in AHL. But only 2 species of lizards are studied from the least coverage area of AHL.

And Common geckos makes SD, Hotspot area. Like ways Colubrid Snakes are to MHL. Except AHL, all contains this spp. And only one crocodile specie is found in MLL and ALL. And ALL have high diversity (2.636), and AHL shows 0 diversity.



**Fig.1.** Diversity index

Thus, due to the favorability, SD shows high abundance. And least shown in AHL because of its lower  $T^o$ . Common geckos and Colubrid Snakes are mostly contributing to the highest richness. And a single species of crocodile is shown. ALL shows highest  $H'$ , due to its variable habitats. And AHL shows 0  $H'$ .

#### *References*

1. *Aynalem, S., Mengistu, A.A. Herpetofauna and Mammals.* / Stave, K., Goshu, G., Aynalem, S. (eds) Social and Ecological System Dynamics. AEES Interdisciplinary Environmental Studies and Sciences Series. Springer, Cham. 2017. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45755-0\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45755-0_14)
2. *Barratt C.D. et al.* Environmental correlates of phylogenetic endemism in amphibians and the conservation of refugia in the Coastal Forests of Eastern Africa // *Diversity and Distributions.* 2017. Vol.23 (8). P.875-887
3. *Roll U. et al.* The global distribution of tetrapods reveals a need for targeted reptile conservation // *Nature ecology & evolution.* 2017. Vol.1. P.1677–1682
4. *Meliadou Al., Andreas Y.* Aspects of heterogeneity in the distribution of diversity of the European herpetofauna // *Acta Oecologica.* 1997. Vol.18, No.44. P.393–412.
5. *Polynova G.V., Mishustin S.S., Polynova O.E.* Reptiles' community dynamics in sandy semi-deserts of astrakhan region // University

- proceedings. Volga region. Natural sciences. 2019. № 2 (26). P.150-163
6. *Vitt L.J. and Caldwell J.P.* Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press, 2013
  7. Eritrea's Coastal, Marine and Island Biodiversity (ECMIB), 2007
  8. .MoLWE,. (1997)
  9. *Spawls S., Howell K., Hinkel H., Menegon M.* Field Guide to East African Reptiles. Bloomsbury Natural History, 2018. 624p.
  10. *Largen M.J.* An annotated checklist of the amphibians and reptiles of Eritrea, with keys for their identification // Tropical Zoology. 1997. Vol.10 No.1, P.63-115, DOI: 10.1080/03946975.1997.10539328
  11. Spawls S., Mazuch T., Mohammad A. Handbook of Amphibians and Reptiles of North-east Africa. Bloomsbury, London, 2023.

### *Тесема Абрахам Й.*

*Научный руководитель: к.б.н., Г.В. Попынова*

### **ОБЗОР ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ГЕРПЕТОФАУНЫ В ШЕСТИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНАХ (АЭЗ) ЭРИТРЕИ**

*Российский университет дружбы народов им. Патрика Лумумбы*

Благодаря своей приспособленности к изменчивым климатическим условиям герпетофауна вносит большой вклад в глобальное богатство биоразнообразия, и ее изучение более чем необходимо. Целью данного исследования является оценка богатства и распространения герпетофауны в шести СЭЗ Эритреи. Всего было обнаружено 109 видов герпетофауны. Наибольшее видовое богатство герпетофауны отмечено в полупустыне (55), а наименьшее – в аридном высокогорье (2).

**Тимошкин А.А., Сорокина Д.С., Молева М.Д.  
Научный руководитель: доцент Поддубная Н.Я.**

**К ПРОБЛЕМЕ УЧАСТИЯ АМФИБИЙ  
В НАКОПЛЕНИИ РТУТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
В НАЗЕМНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ**

*Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия  
[aatimoshkin@chsu.ru](mailto:aatimoshkin@chsu.ru)*

Различия в содержании общей ртути у молодых и взрослых амурских лягушек значимы только в почках. Это связано с тем, что питание молодых и взрослых особей отличается.

У сахалинской жабы содержание ртути больше в печени и мышцах, а в почках немного ниже, чем у молодых амурских лягушек. Такие различия, скорее всего связаны с видовыми особенностями физиологии.

Ртуть в живых организмах накапливается в форме метилртути – это наиболее токсичная форма соединения. Амфибии играют важную роль во взаимном обмене органическим веществом между водными и наземными экосистемами [1]. Амфибии входят в рацион питания хищных животных Дальнего Востока, в том числе амфибии могут являться компонентом питания краснокнижных животных Приморского края [2]. В связи с этим представилось актуальным выяснить концентрацию ртути в тканях и органах лягушек и жаб.

Уровень общей ртути ( $\text{OHg}$ ) в органах и тканях был исследован у экземпляров амфибий, которые были представлены амурской лягушкой (*Rana amurensis* Boulenger, 1886) и сахалинской жабой (*Bufo sachalinensis* Nikolskii, 1905)). Для исследования брали мышцы, почки и печень. Материал был собран в Хорольском районе и далее был транспортирован в эколого-аналитическую лабораторию Череповецкого государственного университета. Затем, на ртутном анализаторе RA-915M (Lumex) в органах и тканях изучаемых экземпляров было определено количество  $\text{OHg}$ . Измерения сделаны в сухом весе. Точность анализатора была

проверена при помощи эталонных образцов DORM-4 с известной концентрацией ртути (мг/кг). Статистический анализ проводился с использованием программ Stat Soft Statistica 12.0 и Microsoft Excel 2016.

Лягушек и жаб разделили на три группы: *R. amurensis* молодые (N=13), *R. amurensis* взрослые (N=29) и *B. sachalinensis* молодые (N=9). Значение ртути варьировалось от 0,0008 мг/кг до 0,8484 мг/кг сухого веса в печени молодых амурских лягушек. Среднее значение ртути в печени представлено убывающим рядом:  $0,164 \pm 0,0258$  мг/кг у молодых сахалинских жаб  $\rightarrow 0,1397 \pm 0,0623$  мг/кг у молодых амурских лягушек  $\rightarrow 0,0304 \pm 0,0041$  мг/кг у взрослых амурских лягушек. Средние значения OHg у взрослых амурских лягушек статистически значимо отличаются от таковых у молодых жаб и лягушек (рис. 1).

Среднее значение ртути для почек представлена следующим убывающим рядом:  $0,1387 \pm 0,0477$  мг/кг у молодых амурских лягушек  $\rightarrow 0,1047 \pm 0,0129$  мг/кг у молодых сахалинских жаб  $\rightarrow 0,0823 \pm 0,006$  мг/кг у взрослых амурских лягушек. Статистически значимых различий нет (рис. 2).

Среднее значение ртути для мышц представлено следующим убывающим рядом:  $0,0559 \pm 0,0068$  мг/кг у молодых сахалинских жаб  $\rightarrow 0,0552 \pm 0,0179$  мг/кг у молодых амурских лягушек  $\rightarrow 0,035 \pm 0,0046$  мг/кг у взрослых амурских лягушек. Средние значения OHg у взрослых амурских лягушек статистически значимо отличаются от молодых сахалинских жаб (рис. 3). При этом в целом полученные нами данные сопоставимы с содержанием общей ртути в органах бесхвостых амфибий Москвы [6].

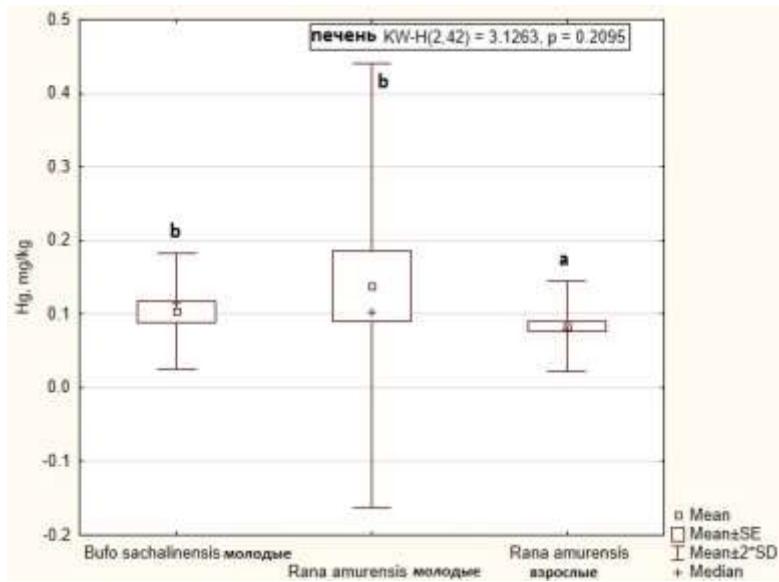


Рис. 1. Содержание OHg в печени амфибий

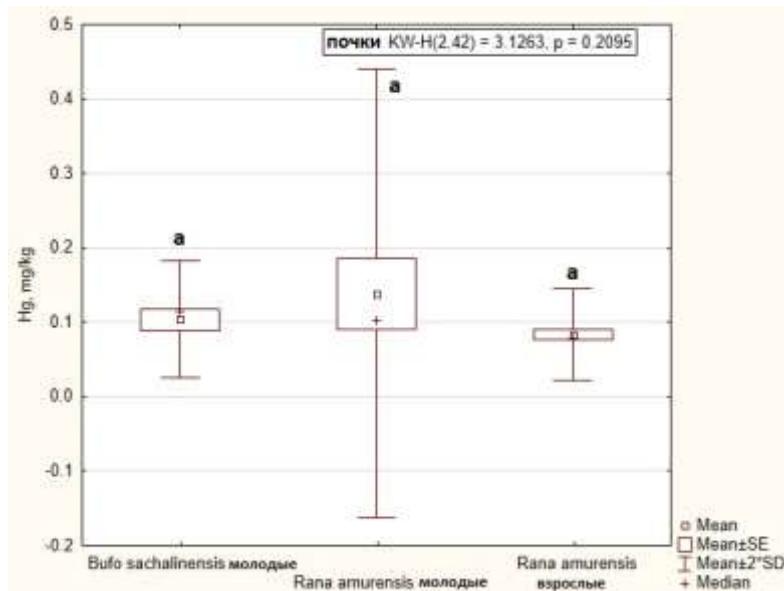


Рис. 2. Содержание OHg в почках амфибий

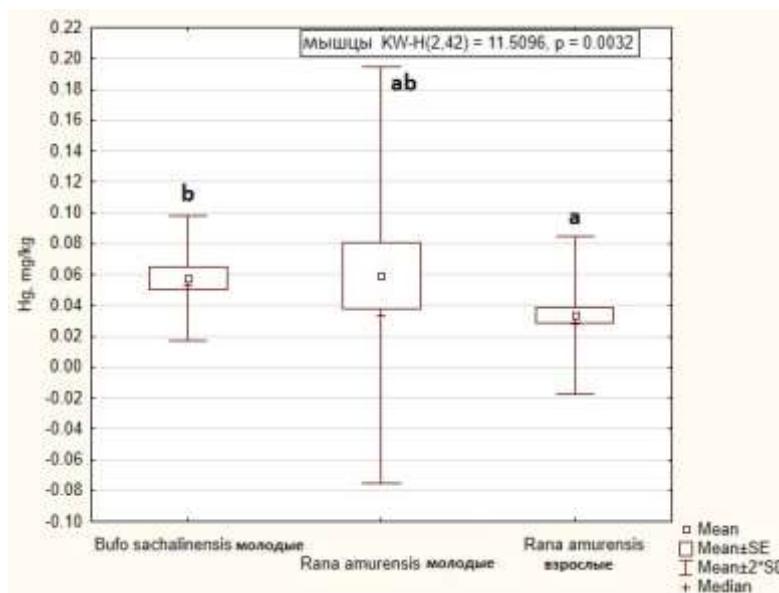


Рис. 3. Содержание OHg в мышцах

Таким образом, различия в содержании общей ртути у молодых и взрослых амурских лягушек значимы только в почках. Это связано с тем, что после метаморфоза молодые лягушки еще какое-то время содержат в своих тканях результат гидробионтной стадии в развитии, и частично обусловлено некоторыми различиями в питании молодых и взрослых особей одного вида [5]. У сахалинской жабы содержание ртути больше в печени и мышцах, а в почках немного ниже, чем у молодых амурских лягушек. Видимо, это связано с видовыми особенностями физиологии жаб и лягушек рода *Rana* [3, 4].

Признательны в.н.с. ФНЦ Биоразнообразие РАН И.С. Шереметьеву и В.Н. Нестеренко и в.н.с. Череповецкого госуниверситета Н.Я. Поддубной за предоставленный материал и научное сопровождение работы. Работа выполнена с использованием оборудования Регионального центра коллективного пользования Череповецкого государственного университета.

## *Литература*

1. *Ivanova E.S., Khabarova L.S., Poddubnaya N.YA., Komov V.T., Udodenko Y.G., Bushanova N.A., Bazhenova D.E.* Mercury Content in Tissues of Amphibians of Northwest Russia (Vologda Region) // Anthropogenic transformation of geospace: nature, economy, society. 2019. P. 75-59
2. Перечень объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Приморского края. Владивосток, 2002.
3. *Комов В.Т., Иванова Е.С., Гремячих В.А., Лапкина Л.Н., Козлова Л.В., и др.* Содержание ртути в организме амфибий и пиявок водоемов Вологодской и Ярославской областей и экспериментальное подтверждение вызываемых ею биологических последствий // Труды ИБВВ РАН. 2017. №77 (80). С.57-76
4. *Иванова Е.С., Комов В.Т., Поддубная Н.Я., Гремячих В.А.* Насекомоядные, грызуны, куницы и псовые околоводных территорий и их участие в транспорте ртути в экосистемах Вологодской области: Монография. Череповец: ЧГУ, 2014. С. 184.
5. *Кузьмин С.Л., Маслова И.В.* Земноводные Российского Дальнего Востока. 2005.
6. *Барановская А.Ю., Петровский А.Б., Барановская Н.Б.* Экогеохимия ртути в гидробионтах и среди их обитания на территории Москвы. // Экология и промышленность России. 2022. №9. С.60-66.

*A.A. Timoshkin, D.S. Sorokina, M.D. Moleva*

*Scientific adviser: N.Ya. Poddubnaya*

### **ON THE PROBLEM OF AMPHIBIAN PARTICIPATION IN THE ACCUMULATION OF MERCURY COMPOUNDS IN THE TERRESTRIAL ECOSYSTEM**

*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia*

Differences in total mercury content in young and adult Amur frogs are significant only in the kidneys. This is due to the fact that the nutrition of young and adult individuals is different. The Sakhalin toad has a higher mercury content in the liver and muscles, and slightly lower in the kidneys than in young Amur frogs. Such differences are most likely related to the specific features of physiology. More research is needed.

**Уланова Н.Г.**  
**МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПОСЛЕ**  
**ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ «КАТАСТРОФ»**  
**В ЕЛЬНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

*Московский государственный университет имени*

*М.В. Ломоносова*

*NULanova@mail.ru*

Проанализированы основные тенденции изменения видового богатства растительных сообществ после катастрофических природных (вспышки численности жуков, ветровалы) и антропогенных (сплошные рубки) нарушений. Изучена динамика структурного разнообразия видового богатства травяно-карликового кустарничкового яруса при различных технологиях лесовосстановления после гибели ельников. Изучение сходства и ординации растительности показало близость неповрежденного леса к несрубленному древостою, а также отличие этих растительных сообществ от сплошных рубок. Основным фактором, определяющим видовое богатство, оказалась интенсивность нарушения растительных сообществ после катастроф. Мы проанализировали динамику лесовосстановления растительных сообществ после катастрофических нарушений.

Естественный природный механизм распада древостоя ели, как конечный этап динамики еловых фитоценозов на заключительной стадии сукцессии в европейской части России, реализуется массовыми ветровалами, пожарами или очагами сухостоя при вспышках численности короеда-тиографа.

1. Интенсивность нарушения фитоценозов после природных и антропогенных катастроф. Катастрофические природные явления, вызывающие гибель ельников, создают разные по масштабу нарушения. При пожарах происходит гибель значительной части древостоя и подпологовой растительности, при этом диапазон почвенных повреждений очень велик. При массовых ветровалах происходит варьирование масштабов гибели древостоя и напочвенного

покрова при незначительных нарушениях почвенного покрова [1]. При частичном сохранении древостоя и подроста на ветровалах в травяно-кустарничком ярусе (ТКЯ) происходит лишь перераспределение доминирования видов с незначительным изменением видового состава [2]. В очагах усыхания ели при вспышках численности короеда-тиографа почва и напочвенный покров практически не страдает, однако доля погибших елей изменяется от 0 до 100%. Степень нарушения экосистемы при катастрофах, ведущих к гибели ельников, и определяет скорость восстановления растительности на горельниках, ветровальниках и в очагах усыхания ели.

2. Увеличение биоразнообразия: видового богатства и структурного разнообразия. Природные и антропогенные катастрофы ведут к разной интенсивности трансформации исходных фитоценозов. В результате происходит увеличение биоразнообразия в новых сообществах, в очагах сухостоя ели незначительно, выше при массовых ветровалах. При полном уничтожении древостоя ели (не только погибшего) в ходе сплошной рубки происходит кардинальное изменение почвенного покрова и лесных сообществ в травяные и кустарниковые, что ведет к принципиальному изменению растительного покрова ельников. В новых луговых сообществах биоразнообразие резко увеличивается за счет нелесных видов [1].

Рассмотрим пример изменения растительности в очагах усыхания ели 2012 года в западной части Московской области (Звенигородская биостанция МГУ). В сухостойном ельнике виды сохранили свое доминирование в ТКЯ. После вырубки сухостоя по сравнению с ненарушенным ельником произошло увеличение флористического состава ТКЯ в 2 раза в результате гибели ТКЯ, нарушений мохового и почвенного покрова при вывозе древесины, сжигании рубочных остатков и последующего вселения новых видов. Доминирование перешло к другим видам. В результате значительных

нарушений почвы возникла высокая мозаичность ТКЯ.

Ценотический спектр ТКЯ ельника после гибели ели соответствует спектру исходного леса. На второй год в ТКЯ произошло изменение встречаемости видов и вселение новых видов ценотических групп, характерных для исходного леса. Встречаемость видов мохового покрова сократилась вследствие затенения разросшейся лещиной. На вырубке увеличение числа ценотических групп в два раза вызвано внедрением видов ТКЯ и мхов, не характерных для исходного сообщества. На вырубке доля лесных видов значительно сокращена, возросла доля сорных, луговых и сорно-луговых. Фитоценоз вырубки можно отнести к лесо-луговому типу.

3. Восстановительная динамика фитоценозов после катастрофических нарушений. При значительных нарушениях фитоценозов и почвы происходят сукцессии: демутации, вторичные неполночленные и квазипервичные. Изменения растительности зависят от исходного типа леса. Так, в очагах усыхания елей в Московской области в ельниках черничных, кислично-черничных флюктуации идут через рябиновый лес с подростом ели. В ельниках зеленчуковых и сложных демутация проходит через стадию липняков с кленом и подростом ели. В ельниках сложных с лещиной неполночленная вторичная сукцессия заканчивается лещинником.

Альтернативный способ ведения лесного хозяйства (сохранение погибшего древостоя и естественное возобновление леса) возможен лишь в лесах, имеющих заповедный статус. Сохранение сухостоя и ветровальных участков ельников приводит к естественному ходу лесовосстановления, сохраняя лесные фитоценозы, изменяя лишь соотношение доминирующих пород в древостое. В результате образуется смешанный древостой с широколиственными породами, который обладает повышенной устойчивостью к вредителям и болезням леса. Сложные по структуре леса замещают монокультуры

ельников, что способствует восстановлению разнообразия лесов, характерных для зоны хвойно-широколиственных лесов. Именно такие естественные леса, вероятно, характерны для зоны хвойно-широколиственных лесов.

Ведение лесного хозяйства в ельниках требует проведения сплошных санитарных рубок погибшего древостоя ели в случае вспышек короеда-типографа, расчистки массовых ветровалов и пожарищ. Массовое назначение сплошных рубок за последнее 10 лет привело к увеличению площади сплошных вырубок, на которых произошло образование луговых сообществ. В новых луговых сообществах биоразнообразие резко увеличивается за счет нелесных видов. С точки зрения биолога этот процесс нельзя считать негативным для природы. Если наша идеология требует увеличения разнообразия видов, то образование луговой растительности лучший вариант решения поставленной задачи. В последние годы появились публикации, поднимающие вопрос о важности первых сукцессионных стадий для увеличения биоразнообразия лесов [3-6].

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах" (рег. № 123030300031-6).

### *Литература*

1. Уланова Н.Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках южной тайги (на примере европейской части России): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. 2006. М. 46 с.
2. Уланова Н.Г., Чередниченко О.В. Механизмы сукцессий растительности сплошных ветровалов южнотаежных ельников // Известия Самарского НЦ РАН. 2012. Т. 14. № 1(5). С. 1399-1402.

3. *Blair D.P., McBurney L.M., Blanchard W., Bank S.C., Lindenmayer D.B.* Disturbance gradient shows logging affects plant functional groups more than fire // *Ecological Applications*. 2016. Vol.26. P. 2280–2301.
4. *Fornwalt P.J., Rhoades Ch.C., et al.* Short-term understory plant community responses to salvage logging in beetle-affected lodgepole pine forests // *Forest Ecology and Management*. 2018. Vol.409. P.84-93.
5. *Swanson M.E., Franklin J.F., et al.* 2011. The forgotten stage of forest succession: early-successional ecosystems on forest sites // *Front. Ecol. Environ.* Vol.9. №2. P.117–125.
6. *Thorn S., Bässler C., Brandl R., et al.* 2018. Impacts of salvage logging on biodiversity: A meta-analysis. // *J. Appl. Ecol.* Vol.55. P.279–289.

*N.G. Ulanova*

**BIODIVERSITY MONITORING AFTER NATURAL AND  
ANTHROPOGENIC "CATASTROPHES" IN SPRUCE  
FORESTS OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA**

*Lomonosov Moscow State University*

We analyzed the main trends of the change in the species richness of plant communities after catastrophic natural (beetle outbreaks, windfalls) and anthropogenic (clear cutting) disturbances.

We examined the dynamics of the structural diversity of species richness of herb-dwarf scrubs layer with different reforestation technologies after the death of spruce stands. The study of similarity and ordination of vegetation showed the proximity of the undamaged forest to the unharvested stand, and the difference of these plant communities from clear-cut. The main determining factor of species richness was the intensity of plant community disturbance after catastrophes. We analyzed the reforestation dynamics of plant communities after catastrophic disturbances.

**Холмогорова Н.В.<sup>1</sup>, Мухин И.А.<sup>2</sup>**  
**МАКРОЗООБЕНТОС РЕКИ УЗГИНКИ**  
**(ПРИТОК КАМЫ 3-ГО ПОРЯДКА)**

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»*

<sup>2</sup>*РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева*

[Nadjaholm@mail.ru](mailto:Nadjaholm@mail.ru)

Изучен качественный и количественный состав макрозообентоса малой равнинной реки Узгинки (Удмуртская Республика). Всего зарегистрировано 135 видов макрозообентоса из 48 семейств, 6 классов и 3 типов. Наибольшее видовое богатство отмечено в илистом грунте, минимальное - в песчано-глинистом.

Максимальная биомасса отмечена ниже плотин прудов или в зарослях макрофитов.

Малые реки – самые многочисленные среди водоемов и водотоков. Благодаря их небольшому размеру, развивающиеся в них сообщества очень чувствительны к изменению условий среды. Крупные реки медленнее реагируют на любые изменения [1, с.138]. Видовой состав на каждом из участков реки специфичен и формируется в соответствии с совокупностью особенностей экологических условий, связанных с природными и антропогенными факторами [2, с.175].

Река Узгинка - является одной из малых рек Якшур-Бодьинского района Удмуртской Республики. Исток реки расположен в лесополосе вблизи деревни Порва ( $57^{\circ}14'21.54''$  N,  $53^{\circ}02'21.59''$  E) на Тыловайско-Мултанской возвышенности. Впадает в реку Чур. Узгинка является притоком Камы третьего порядка. Площадь водосборного бассейна – 90 км<sup>2</sup>, залесенность – 69%, заболоченность – 1%. Протяжённость реки составляет 18 км, ширина русла в верхнем течении до 3 метров, в среднем до 7 метров и в нижнем до 15 метров. Среднегодовой расход воды в замыкающем створе – 0,971 м<sup>3</sup>/сек [3]. Ширина русла в верхнем течении до 3 метров, в среднем до 7 метров и в нижнем до 10 метров. Река протекает по естественному

руслу и характеризуется слабой антропогенной нагрузкой.

Цель работы: изучить структуру сообществ макрозообентоса р. Узгинки на разных участках реки.

Задачи: определить видовой состав макрозообентоса реки; оценить влияние типа донных грунтов на сообщество; оценить изменение количественные показателей макрозообентоса на разных участках реки.

Пробы донных отложений и макрозообентоса отбирали в летне-осенний период 2018-2020 гг с помощью гидробиологического скребка. Всего отобрано 84 количественных и 16 качественных проб. Одновременно определяли скорость течения, температуру, содержание глубину, ширину русла и тип грунта. Долю органических веществ определяли, оценивая потери при прокаливании ( $t = 900^{\circ}\text{C}$ ). Определение видовой принадлежности МЗБ вели по доступным определителям [4-5]. Биомассу определяли на торсионных весах, с точностью до 1 мг.

Скорость течения реки менялась в интервале от 0 до 0,52 м/с. При скорости течения около 0,1 м/с формируются илистые и песчано-илистые грунты. В диапазоне от 0,2 до 0,5 м/с дно сложено песчаными, песчано-глинистыми и песчано-каменистыми грунтами, а в местах, где скорость выше 0,5 м/с отмечен каменистый грунт.

В верхнем течении среднее содержание органических веществ составляло 7,5 %, в среднем течении благодаря увеличению скорости течения немного снижалось – 4,7 %. В нижнем течении отмечена аккумуляция органических осадков на дне, что проявляется в увеличении средней доли органических веществ до 15,2%. Подобное распределение органических наносов характерно для большинства равнинных рек.

В составе макрозообентоса р. Узгинка зарегистрировано 135 видов живых организмов из 48 семейств, 6 классов, 3 типов (рис. 1).

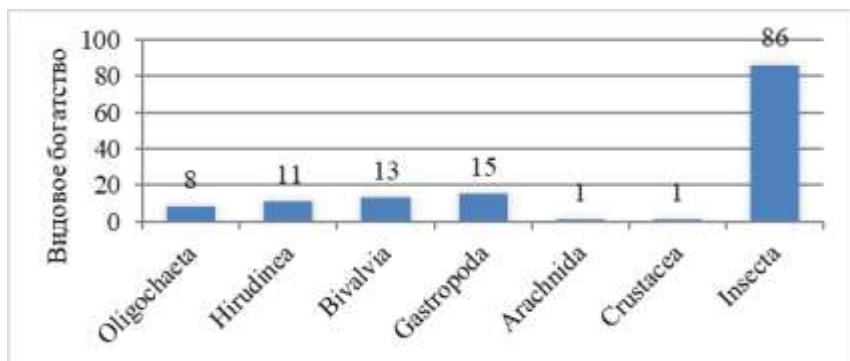


Рис. 1. Таксономическая структура макрозообентоса р. Узгинка

Наибольшее видовое богатство в составе макрозообентоса р. Узгинка имеет класс насекомые (Insecta). Из насекомых по видовому богатству лидировали личинки двукрылых (22 вида и таксона более высокого ранга), ручейники (22 вида) и жуки (16 видов).

На каждой станции отмечалось от 2-х до 18-ти видов бентоса, в среднем на одну пробу приходилось 9 видов беспозвоночных. На станциях 4 и 11, расположенных ниже прудов, отмечено резкое увеличение числа видов, за счет реофильных организмов (подёнки, веснянки, ручейники, двустворчатые моллюски).

Одним из важнейших факторов, определяющих видовой состав донного сообщества, является тип грунта. Наибольшее видовое богатство наблюдается в илистом грунте, минимальное в песчано-глинистом (рис. 2). При увеличении размеров частиц грунта снижалась доля личинок хирономид в сообществе ( $r_s=-0,39$ ;  $n=84$ ;  $p<0,001$ ).

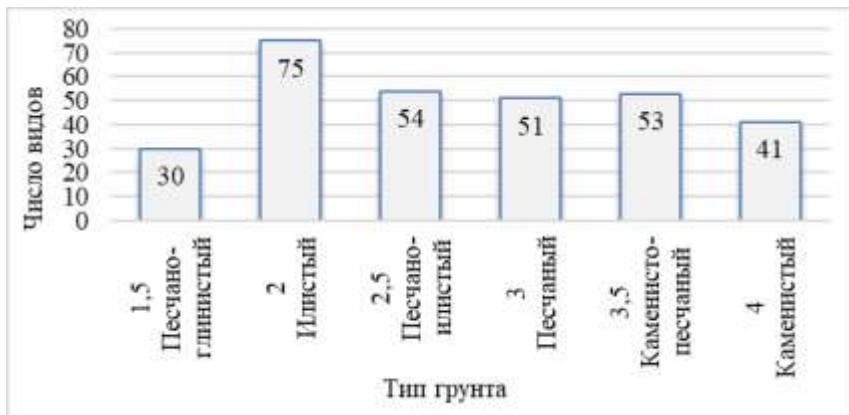


Рис. 2. Гистограмма зависимости видового богатства от типа грунта

Численность макрозообентоса менялась от 33 экз/м<sup>2</sup> до 12567 экз/м<sup>2</sup>. Максимальная численность бентоса отмечалась в верхнем течении, выше бобровой запруды, где массово развивались личинки комаров-звонцов (11800 экз/м<sup>2</sup>). Минимальная плотность бентоса отмечена в среднем течении на глинистых грунтах. Биомасса макрозообентоса имела широкий интервал от 0,238 до 284,3 г/м<sup>2</sup>. Максимальная биомасса связана с массовым развитием двустворчатых моллюсков *Sphaerium corneum* ниже прудов или брюхоногих моллюсков рода *Lymnaea* в прудах. Значительный рост плотности и биомассы двустворчатых моллюсков ниже плотин прудов отмечался также для других рек Удмуртии: Нечкинка, Иж, Лоза, Вотка [6].

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Биоразнообразие природных экосистем Заволжско-Уральского региона: история его формирования, современная динамика и пути охраны» (FEWS-2024-0011).

### Литература

1. Сенкевич В.А. Зоопланктонные сообщества малых рек лесостепной зоны // Материалы Всеросс. молодежной

гидробиологической конф. «Перспективы и проблемы современной гидробиологии. ИБВВ РАН. Ярославль: Филигрань, 2016. С.138-140.

2. Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Шитиков В.К. Особенности пространственного распределения донных сообществ равнинной реки бассейна Средней Волги // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 40. С. 163-180
3. Егоров И.Е., Илларионов А.Г., Рысин И.И., Стурман В.И. Отчёт. «Изучение источников загрязнения и заиления малых рек с целью повышения водности и улучшения экологической обстановки в их бассейнах». III том. Паспорта бассейнов малых рек (Иж, Кама). Ижевск: УдГУ, 1990. – 132 с.
4. Цалолихин С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1-6. СПб.: Наука, 1994-2004.
5. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.2. Зообентос / Под ред. В.Р. Алексеева и С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 457 с.
6. Холмогорова Н.В. Макрообентос реки Нечкинка // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Мат-лы лекций II-й Всеросс. конф. ИБВВ РАН. Том II. Ярославль: Филигрань, 2014. – 390 с.

*N.V. Kholmogorova<sup>1</sup>, I.A. Mukhin<sup>2</sup>*  
**MACROZOOBENTHOS OF THE UZGINKA RIVER  
(TRIBUTARY OF THE KAMA OF THE 3RD ORDER)**

<sup>1</sup>*Udmurt State University*  
<sup>2</sup>*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev  
Agricultural Academy*

The qualitative and quantitative composition of the macrozoobenthos of the small flatland river Uzginka (Udmurt Republic) was studied. A total of 135 species of macrozoobenthos from 48 families, 6 classes and 3 types were recorded. The greatest species richness was observed in silty soil, the minimum was in sandy-clayey soil. The maximum biomass was noted downstream of the ponds along the river or in thickets of macrophytes.

*Шелоп В.В.<sup>1</sup>, Смирнова Е.Б.<sup>2</sup>*

## **РЕСУРСНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАРОСЛЕЙ КРОВОХЛЁБКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В МЕЖДУРЕЧЬЕ ХОПЁР-ВОРОНА**

*<sup>1</sup>Саратовский государственный университет*

*им. Н.Г. Чернышевского*

*<sup>2</sup>Балашовский институт (филиал) СГУ им. Н.Г. Чернышевского*

*[elenaprentam@mail.ru](mailto:elenaprentam@mail.ru)*

Кровохлёбка лекарственная – ценнное фармакопейное лекарственное растение. Проведенные исследования показали, что объемы возможных заготовок составляют для корневищ и корней кровохлёбки составляет 2,7 т в Ртищевском районе Саратовской области и 15 т в Инжавинском районе Тамбовской области.

В последнее время увеличивается спрос на лекарственные средства растительного происхождения, что связано с потребностью населения избегать отрицательного воздействия от препаратов химического синтеза. Расширение исследований по изысканию источников для получения новых эффективных и безопасных лекарственных растительных средств является актуальной задачей ботанического ресурсоведения. Актуальным остается изучение биологических запасов лекарственных растений для осуществления их рациональной заготовки [1].

Кровохлёбка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.) семейства Розоцветные (Rosaceae) входит в Красные книги Ивановской (2010), Вологодской (2015), Новгородской (2015), Костромской (2019) областей. В Костромской области вид занесен со статусом 0 – вероятно исчезнувший вид [2].

Кровохлёбка лекарственная достаточно хорошо изучена в химическом отношении – это фармакопейное растение [3]. Как показывают последние исследования корни и корневища кровохлёбки содержат тритерпеноиды, фитостерины, флавоноиды (в их число входят проантоксианидины, антоцианы, катехины), хромоны, антрахиноны, цианогенные соединения, углеводы, сахарные эфиры, фенольные кислоты и их эфиры, сапонины [3-4].

В связи с этим препараты из корней и корневищ кровохлёбки лекарственной обладают антисептическим, ангиопротекторным, утеротоническим действием. Применяют настои при диареи дизентерийного и протозойного генеза и других инфекциях, например, туберкулезе с явлениями гемоптизиса [4].

В ресурсном отношении заросли кровохлёбки лекарственной остаются малоизученными [5-6].

Исследования проводили в вегетационные периоды 2021-2023 года в Ртищевском районе Саратовской области, в окрестности села Макарово и в Инжавинском районе Тамбовской области, в окрестности села Карай-Салтыково. Географические координаты – 42.761654 с. ш.; 52.385185 в. д. и 42.608870 с. ш.; 52.276006, 43.360972 в. д. Высота над уровнем моря в точках исследований – 102 и 112 м (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема района исследования

Район исследования находится в зоне разнотравно-ковыльных степей Окско-Донской равнины, в речных долинах, на заливных лугах междууречья Хопёр-Карай-Ворона. Ворона – левый приток Хопра, Карай – правый приток Вороны. Почвы – аллювиально-дерновые, песчаного гранулометрического состава.

Ценопопуляции кровохлёбки лекарственной занимают площади 8 га заливного луга в Ртищевском районе (ЦП 1)

и 24 га заливного луга в Инжавинском районе (ЦП 2).

Геоботаническое описание растительных сообществ и определение запасов лекарственного растительного сырья выполнено по общепринятым методам [5-7].

Определительные признаки вида в ценопопуляциях. Кровохлебка лекарственная – многолетнее травянистое растение. Корневище горизонтальное, толстое, древесневеющее, с многочисленными длинными тонкими корнями, проникающее в почву на глубину до 1 м. Стебли в ценопопуляциях у генеративных растений имеют высоту  $92,8 \pm 20,4$  см, одиночные или многочисленные, ветвящиеся в верхней части. Листья непарноперистые; листочки многочисленные ( $18,8 \pm 3,6$  шт.), пильчато-зубчатые. Верхняя сторона листочков блестящая, темно-зеленая; нижняя – тусклая, сизоватая. Прикорневые листья крупные, длинночерешковые. Цветки обоеполые, в овальных головках, тёмно-пурпуровые длиной в ценопопуляциях  $2,6 \pm 0,35$  см. Прицветники продолговато-яйцевидные, буроватые, перепончатые, волосистые. Чашелистиков 4, в 1,5 раза длиннее и шире цветоложа. Венчик отсутствует. Тычинок 4, пыльники тёмно-красные. Плодолистик 1 с тёмно-красным бахромчато-головчатым рыльцем. Цветоносы длинные, прямые или слегка изогнутые. Плод – орешек, заключенный в затвердевшее четырехгранное цветоложе. Цветение в исследуемых популяциях начало июня – конец августа, плодоношение – в сентябре.

Результаты изучения ресурсов зарослей кровохлебки лекарственной представлены в таблице.

**Табл. 1.** Биоресурсы кровохлебки лекарственной в районах исследования

Район	Урожайность, г/м <sup>2</sup>	S заросли, га	Биологический запас, т	Эксплуатационный запас, т
Ртищевский	$109,5 \pm 27,4$	8	8,8	2,7
Инжавинский	$206,5 \pm 26,8$	24	49,7	15,0

Таким образом, проведенные исследования показали, что объемы возможных заготовок составляют для корневищ и корней кровохлебки составляет 2,7 т в Ртищевском районе Саратовской области и 15 т в Инжавинском районе Тамбовской области, что является перспективным для организации заготовок на территории данных областей.

### *Литература*

1. Занина М.А., Смирнова Е.Б., Семенова Н.Ю. и др. Редкие растения флористических комплексов реки Ветлянка // Поволжский экологический журнал. 2022. № 2. С.242-252. – DOI 10.35885/1684-7318-2022-2-242-252.
2. Зонтиков Д. Н., Зонтикова С. А. Кровохлебка лекарственная. / Красная книга Костромской области науч. ред. М. В. Сиротина, А. Л. Анциферов, А. А. Ефимова; админ. Костромской обл., Департ. природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской обл., Костромской государственный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кострома : КГУ, 2019. – С. 91.
3. Пупыкина К.А., Казеева А.Р., Шамсутдинова С.Р. Сравнительная оценка содержания биологически активных веществ в надземных и подземных органах некоторых растений из флоры Башкортостана // Евразийский союз ученых. 2015. № 3-7(12). С.157-158.
4. Идрисова Г.И., Мухаметгалиев Н.Р. Виталитетная и онтогенетическая структура популяций кровохлебки лекарственной // Экология и география растений и растительных сообществ : Матер. IV Межд. науч. конф., Екатеринбург, 16–19 апреля 2018 года. – Екатеринбург: «Гуманитарный университет», 2018. – С. 349-353.
5. Шелоп В.В., Смирнова Е.Б., Сергеева И.В. и др. Характеристика районов сплошных зарослей лекарственных растений и их биоресурсы в Западном правобережье Саратовской области // Естественные и технические науки. 2021. № 12 (163). С.150-154.
6. Шишмарев В.М., Шишмарева Т.М. Ресурсная оценка ценопопуляций *Sanguisorba officinalis* (Rosaceae) в Бурятии // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52. № 3. С. 339-351.

7. Методика определения запасов лекарственных растений.  
М.: ЦБНТИлесхоза, 1986. – 50 с.

*V.V. Shelop<sup>1</sup>, E.B. Smirnova<sup>2</sup>*

**RESOURCE IMPORTANCE OF THE THUMBS OF THE  
BLOWER IN THE KOPYOR-VORONA INTERFLIVE**

*<sup>1</sup>Saratov State University named after. N.G. Chernyshevsky*

*<sup>2</sup>Balashov Institute (branch) of Saratov State University named after  
N.G. Chernyshevsky*

Burnet is a valuable pharmacopoeial medicinal plant. Studies have shown that the volume of possible procurement for rhizomes and roots of burnet is 2.7 tons in the Rtishchevsky district of the Saratov region and 15 tons in the Inzhavinsky district of the Tambov region.

**Шиповалов А.Г., Кочина В.А., Кирика С.А.**  
**НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ**  
**ОХРАНЯЕМЫХ И РЕДКИХ ВИДАХ МИКОБИОТЫ**  
**ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

ФГБОУ ВО Череповецкий государственный университет  
[me@shipovalov.ru](mailto:me@shipovalov.ru)

Приведены сведения о находках 11 видов грибов на территории Вологодской области: в Череповецком, Бабаевском и Кадуйском районах. Выявлено 3 новых местообитания видов, охраняемых в Вологодской области, и 7 видов, встречающихся очень редко и включенных в Красные книги других регионов. Указан новый вид для Вологодской области диплокарпа неправильная (*Diplocarpa irregularis*).

Важным и одним из первых этапов в микологических исследованиях является выявление видового разнообразия микобиоты региона, с целью определения малочисленных и редких видов грибов, новых местообитаний охраняемых видов [1]. Видовое разнообразие микобиоты изучено в Вологодской области в недостаточном объеме. В настоящее время для региона описано более 600 видов макромицетов, но фрагментарная и неравномерная изученность мешают точной оценке частоте встречаемости и редкости видов [2]. А экстраполяция данных соседних регионов не всегда представляется корректной и уместной, так как экология многих видов изучена недостаточно [3].

При этом редкость вида часто является величиной относительной, не имеющей однозначного экологического определения. В том числе это обусловлено тем, что регионально редкие виды могут быть тесно связаны с уникальными природными комплексами [4], но при этом видовое разнообразие грибов не связано с ботаническим разнообразием, за исключением симбиотрофных групп [5].

Изучение видового разнообразия редких и охраняемых видов микобиоты выполнялось в период с августа 2022 г по ноябрь 2023 г. Исследования проводились маршрутным

методом на территории Череповецкого, Бабаевского и Кадуйского районов Вологодской области. Заложено 158 учетных трансект, общей протяженностью 320 км. Сбор грибов проводился согласно общепринятой методике [6]. Учет грибов осуществлялся по методике В.А. Мухина [7]. Определение грибов проводилось на кафедре биологии, с использованием оборудования центра коллективного пользования Череповецкого государственного университета. Идентификация обнаруженных плодовых тел была выполнена по русскоязычным определителям [8-10]. Систематическое положение видов и название приведены в соответствии с электронной базой данных “Index Fungorum” [11]. Критериями редкости видов, не включенных в Красную книгу Вологодской области, выступали: частота встречаемости – очень редко, не более 1-2 находок, и включение указанных видов в Красные Книги соседних регионов. Намеренно не указываются точные координаты находок, для избежания повышенного к ним внимания. Для оценки благоприятных условий среды для грибов использовались морфологические показатели плодовых тел: размер, обильность, стадия роста. Каталогизированный учет производился в конфигурации «Микологический учет» технологической платформы «1С Предприятие 8.3», разработанной авторами. Сведения об обнаруженных видах размещены на сайте Global Biodiversity Information Facility [12 ].

#### **Виды, охраняемые на территории Вологодской области.**

*Cortinarius violaceus* (L.) Gray 1821 – Паутинник фиолетовый. Статус 3. Редкий вид. Указано новое местообитание: в Череповецком районе. В России встречается по всей лесной зоне, но везде редок. Симбиотроф. Образует эктомикоризу с осиной, березой, елью. Обитает в хвойных и лиственных лесах с развитым напочвенным покровом из зеленых мхов. Лимитирующие факторы: до конца не выяснены, но угрозу представляют вырубка естественных лесов, сбор и уничтожение плодовых тел населением и другие

меры антропогенного воздействия. В 2023 г. данный вид был исключен из Красной Книги Российской Федерации, но по-прежнему охраняется в 32 регионах Российской Федерации, в том числе входит в перечень редких видов Вологодской области (Красная книга Вологодской области, 2022). Редкость обнаружения *Cortinarius violaceus* обуславливается не только редкостью самого вида, но и не ежегодным образованием плодовых тел, а также экологическими особенностями вида – приуроченностью к сырьим, влажным, труднодоступным для исследования местам. Обнаруженная нами популяция образовывала несколько генерации плодовых тел, от единичных в июле, до полноценных «ведьминых» кругов в сентябре. Плодовые тела средние по морфологическим показателям.

*Gyrodon lividus* (Bull.) Sacc. 1888 – Подольшанник. Статус 3. Редкий вид. Указано новое местообитание: в Череповецком районе. За пределами РФ известен в Европе и Северной Америке, но везде редок. В России зарегистрирован только в некоторых районах европейской части, в том числе и в Вологодской области (Красная книга Вологодской области 2022). Симбиотроф. Образует эктомикоризу с ольхой, преимущественно с ольхой серой. Плодовые тела образуются не каждый год. Охраняется в Ленинградской, Рязанской и Псковской областях. Лимитирующие факторы: строгая приуроченность к ольховым лесам. Угрозу предоставляют вырубки леса и другая хозяйственная деятельность. Обнаруженная популяция насчитывала два плодовых тела, средних по морфологическим показателям.

*Rusnoporellus fulgens* (Fr.) Donk 1971 – Пикнопореллус блестящий. Статус 3. Редкий вид. Указано новое местообитание: в Череповецком районе. В России встречается в европейской части, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке. В Вологодской области найден в Кирилловском (Национальный парк «Русский Север») районе (Красная книга Вологодской области, 2004). За пределами России

распространен в Европе, Восточной Азии и Северной Америке. Сапротроф, вызывающий бурую гниль древесины. Развивается на крупномерном валеже и сухостое хвойных (преимущественно – ели), реже – лиственных пород, в умеренно влажных ельниках. Базидиомы однолетние. Пикнотореллус блестящий считается хорошим индикатором старовозрастных еловых лесов. Вид охраняется в Тверской, Ленинградской областях. Лимитирующие факторы: вырубка старовозрастных еловых и елово-широколиственных лесов, уничтожение подходящих субстратов (крупномерного валежа), изменение микроклимата местообитаний в процессе лесозаготовок. Превентивные меры охраны: сохранение старовозрастных ельников с естественной лесной динамикой. Обнаруженная популяция включала три плодовых тела, проходящих по нижним границам морфологических показателей. Субстрат – крупноразмерный хвойный валеж был оккупирован совместно с трутовиком окаймленным (*Fomitopsis pinicola*).

#### **Виды, нуждающиеся в научном мониторинге на территории области.**

*Hericium coralloides* (Scop.) Pers. 1794 – Ежовик коралловидный. Указано новое местообитание: в Бабаевском районе. Широко распространён в северном полушарии: в Евразии и Северной Америке. В России встречается по всей лесной полосе, но везде относительно редок, в большинстве регионов рекомендован к охране. В Вологодской области отмечен в Грязовецком, Кирилловском (Национальный парк «Русский Север»), Сокольском районах. В России известен в европейской части, Сибири и на Дальнем Востоке (Красная книга Вологодской области, 2004). Встречается в лиственных и смешанных лесах. Ксилосапротроф. Растет на пнях и валежнике лиственных пород, преимущественно берёзы, реже – вяза, осины, ольхи. Иногда отмечается в дуплах живых деревьев как факультативный паразит. Тенденции изменения численности не до конца ясны. Лимитирующие факторы

и угрозы: вырубка лесов, расчистка леса от валежника, повышенное рекреационное воздействие. Обнаруженная популяция *Hericium coralloides* включала четыре плодовых тела, проходящих по нижним границам морфологических показателей.

### **Редкие виды.**

*Diplocarpa irregularis* (Schwein.) Baral & Pärtel 2022 (Schwein.) – Диплокарпа неправильная. Вид впервые указывается для Вологодской области [12]. Обнаружен в Череповецком районе. Известные местонахождения очень фрагментированы. В Европе известно не более 50 находок. Диплокарпа неправильная умеренно- boreальный аскомицет, обитающий на валежных ствалах лиственных деревьев. Вид произрастает в старовозрастных лесах, с естественной лесной сукцессией. Считается хорошим индикатором ненарушенных лесных экосистем. Под названием *Ionomidotis irregularis* вид включен в Красную Книгу Ленинградской области. Статус 3. Редкий вид. Лимитирующие факторы: не изучены. Угрозу представляют уничтожение мест обитания (старовозрастные леса), очистка лесов от древесного опада в зонах рекреации. Обнаружена единственная колония плодовых тел на крупноразмерном валеже. Плодовые тела средние по морфологическим показателям. В данном случае диплокарпа неправильная оккупировала субстрат совместно с грибами рода *Mycena* sp. Учитывая повсеместную редкость вида, его можно рекомендовать для включения в Красную Книгу Вологодской области, с обсуждаемым статусом и мерами охраны.

*Climacodon septentrionalis* (Fr.) P. Karst. 1881 – Климакодон северный. Обнаружен в городе Череповце в парке «Макаринская роща». В России – Европейская часть, Кавказ, Сибирь, Дальний Восток. Общее распространение – Европа, Северная Америка, Восточная и Средняя Азия. Климакодон северный – ксилотроф на мёртвой и живой древесине лиственных пород (берёза, клён, ильм, осина), в лиственных

и смешанных лесах, парках, плотными черепитчатыми группами. Климакадон северный – это единственный, из неагарикоидных грибов, который выделяет токсин, используемый для иммобилизации и уничтожения нематод. Мицелий выделяет данный токсин в виде мельчайших капель (20-45 мкм в диаметре). Нематода, контактирующая с токсином, замедляет скорость передвижения и погибает в течении нескольких часов [13]. Лимитирующие факторы до конца не изучены и определяются особенностями экологии вида. Включен в Красную Книгу Архангельской области со статусом 5. Восстановливающийся вид. Обнаружена колония из двух плодовых тел на раневом субстрате березы, со средними морфологическими характеристиками.

*Limacella delicata* (Fr.) Earle ex Konrad & Maubl. 1930 – Лимацелла клейкая. Обнаружен в Череповецком районе. Гумусовый сапротроф. В России встречается в ряде областей Европейской части и в Приморском крае. Вне России, распространен в Европе. Обитает во влажных хвойных и смешанных лесах на относительно богатой почве. Лимацелла клейкая внесена в Красные книги Тульской и Ленинградской областей со статусом «Редкий вид», и города Санкт-Петербург со статусом «Уязвимый вид». Лимитирующие факторы и угрозы: вырубка лесов и нарушение целостности их почвенного покрова при низовых пожарах, выпас скота или вытаптывании. Обнаружены единичное плодовое тело со средними морфологическими показателями.

*Leucocortinarius bulbiger* (Alb. & Schwein.) Singer 1945 – Белопаутинник клубненосный. Обнаружен в Череповецком районе. В России распространен в Европейской части, на Урале, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Вне России встречается в Европе, Азии и Северной Америке. На северо-западе России находится на северной границе ареала. Микоризный симбионт хвойных пород деревьев. Развивается на богатых почвах в хвойных и смешанных лесах.

Специализированный вид биологически ценных лесов. Лимитирующие факторы: нахождение на границе ареала, требовательность к богатству почвы, рубки в старовозрастных еловых и осиновых лесах. Внесен в Красную Книгу Ленинградской области со статусом 3. Редкий вид. Обнаружено единичное плодовое тело со средними морфологическими характеристиками.

*Mutinus ravenelii* (Berk.) E. Fisch. 1888 – Мутинус Равенеля. Обнаружен в Череповецком районе. Мутинус равенеля был включен в первое издание Красной книги Вологодской области, но после 2013 года был исключен из нее из-за отсутствия гербарного подтверждения произрастания его на территории региона [2]. Меловой реликт. Гумусовый сапротроф. Включен в Красную Книгу Кировской области со статусом 4 – статус редкости не установлен, в силу малой изученности. Согласно документам Международного союза охраны природы, чужеродные, инвазивные виды заведомо не должны включаться в Красные списки [1]. Обнаружена колония из плодовых тел на разных стадиях роста, по морфологическим характеристикам ниже среднего

*Phellodon niger* (Fr.) P. Karst. 1881 – Феллодон черный. Обнаружен в Кадуйском районе. В мире встречается в Европе, Азии, Северной и Южной Америке. В европейской части России вид отмечен в Республике Карелия, Калининградской, Курской, Ленинградской, Мурманской и Новгородской областях. Микоризный симбионт сосны и пихты. Встречается на почве в сухих сосновых лесах (брусничных, лишайниковых). Внесен в Красную Книгу Архангельской области со статусом 4. Неопределенный по современному состоянию категории вид. На сегодняшний день *Phellodon niger* – криптический вид. Молекулярно-генетические исследования показывают, что множество образцов, определенных по макро- и микропризнакам как *Phellodon niger*, представляют собой разные таксоны [14]. Обнаружена колония из 3 плодовых тел с морфологическими

характеристиками на среднем и нижнем уровне.

*Picipes badius* (Pers.) Zmitr. & Kovalenko 2016 – Трутовик каштановый. Обнаружен в Череповецком районе. В России распространён во многих областях европейской части, в Сибири, на Дальнем Востоке. За пределами России отмечен для ряда европейских стран, в Северной Америке, Австралии. Сапротроф, вызывающий белую гниль древесины. Развивается на крупномерном валеже лиственных пород, у основания сухостойных стволов, на пнях, погруженной в почву древесине. Отмечен на осине, липе, вязе, черной ольхе, березе. Внесен в Красную Книгу Тульской области со статусом 5 – «Восстановливающийся вид», находящийся в состоянии близком к угрожаемому. Лимитирующие факторы: уничтожение крупномерного валежа и старовозрастных деревьев при сплошных рубках. Обнаружена колонизированная валежина с 6 плодовыми телами со средними морфологическими характеристиками.

В результате проведенного исследования получены сведения о распространении 3 охраняемых и 7 редких видов в Вологодской области. Указан 1 вид (Ежовик коралловидный), требующий научного мониторинга для региона. Вид *Diplocarpha irregularis* рекомендован для включения в следующее издание Красной книги Вологодской области. Следующим этапом изучения редких видов грибов представляется выявление границ их локализации, в рамках типичных для этих видов экосистем и наблюдение за образованием плодовых тел.

### Литература

1. Широких А.А., Широких И.Г. К вопросу об охране грибов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. №5. С.641-660
2. Суслова Т.А., Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А., Ширяева О.С., Левашов А.Н. Второе издание Красной книги Вологодской области: изменения в списках охраняемых и требующих биологического контроля видов растений и грибов // Фиторазнообразие Восточной

Европы. 2013. №3.

3. Сафонов М.А., Сафонова Т.И. Теоретические и практические аспекты сохранения биоразнообразия микробиоты Южного Приуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010 №6(112). С.29-33
4. Арефьев С.П. О системном подходе к охране редких видов грибов // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтования. 2008. №(8). С.3-14
5. Tedersoo L., Bahram M., Põlme S., Kõlalg U., Yorou N.S., Wijesundera R., Smith M. E., et al. Global diversity and geography of soil fungi // Science. 2017. Vol. 346(6213). P.1256688
6. Бондарцев А.С., Зингер Р.А. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного изучения // Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова. 1950. Сер. 2. Вып. 6. С. 499–543.
7. Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. – 479 с.
8. Бондарцев А.С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа. Л., 1953. – 1060 с.
8. Бондарцев М.А. Определитель грибов СССР. Санкт-Петербург: Наука, 1998. – 390 с.
9. Бондарцева, М.А., Пармасто, Э.Х. Определитель грибов СССР. Л.: Наука, 1986. – 194 с.
10. Index Fungorum [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.indexfungorum.org> (дата обращения: 20.02.2024).
11. Global Biodiversity Information Facility [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gbif.org/occurrence/4416920793> (дата обращения 20.02.2024)
12. Soares, Philippe Elias de Freitas; Sufiate, Bruna Leite; de Queiroz, Jose Humberto. Nematophagous fungi: Far beyond the endoparasite, predator and ovicidal groups //Agriculture and Natural Resources. 2018. Vol.52 (1). P.1–8. doi:10.1016/j.anres.2018.05.010. ISSN 2452-316X
13. Ainsworth AM, Parfitt D, Rogers HJ, Boddy L. Cryptic taxa within European species of *Hydnellum* and *Phellodon* revealed by combined

molecular and morphological analysis // Fungal Ecology. 2009. Vol.3(2).  
P. 65–80. doi:10.1016/j.funeco.2009.07.001

*Shipovalov A.G., Kochina V.A., Kirika S.A.*  
**NEW DATA ON THE OCCURRENCE OF PROTECTED  
AND RARE SPECIES OF MYCOBIOTA  
OF THE VOLOGDA REGION**  
*Cherepovets State University, Russia*

The data on finds is provided about 11 species of mushrooms in the Vologda region: in Cherepovets, Babaevsky and Kaduisky districts. There are 3 new habitats of species were identified that protected in the Vologda region and 7 species that occur very rarely and are included in the Red Data Books of other regions. A new species for the Vologda region is indicated - *Diplocarpa irregularis*.

*Шиповалов А.Г., Пакляшова Н.А.*  
**ОПЫТ ВЕДЕНИЯ МИКОЛОГИЧЕСКОГО УЧЕТА  
НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ  
«1С ПРЕДПРИЯТИЕ»**  
ФГБОУ ВО *Череповецкий государственный университет*  
[me@shipovalov.ru](mailto:me@shipovalov.ru)

Приведены данные по внедрению в практику способов хранения и обработки результатов полевых микологических исследований, с использованием технологической платформы «1С Предприятие».

Для соответствия требованиям актуальности и достоверности информации использовали прикладное решение «Микология», разработанное авторами. В настоящее время в конфигурацию платформы «1С Предприятие» внесены данные о 154 видах грибов и 3 видах миксомицетов. Преимуществами работы с платформой являются: режим «одного окна», возможность унификации и стандартизации учетных документов для любых типов полевых и лабораторных исследований. Наличие платформы во всех учебных заведениях позволяет обеспечить надлежащее хранение данных и оперативный обмен информацией.

Всякая научная деятельность связана с получением информации, ее обработкой, движением и хранением. А под учетом принято понимать систему сбора, регистрации и обобщения информации об определенных объектах [1]. За последние два десятилетия получено огромное разнообразие данных требующих систематизации. Существуют методики и алгоритмы обработки результатов исследований [2], однако из повсеместному распространению препятствует их воплощение только «на бумаге».

Необходимость хранения и обработки результатов полевых исследований в электронных базах данных, в настоящее время не вызывает никаких сомнений. При этом важнейшими факторами, определяющими выбор соответствующих баз данных, являются: надежность, доступность, простота в освоении, возможность хранения и обработки результатов многолетних исследований и безопасность.

Зачастую в качестве хранилища данных, полученных в результате полевых исследований выбирают табличный редактор Microsoft Excel. Иногда такой выбор оправдан. Этот редактор общедоступен, прост в освоении и обладает мощным и универсальным статистическим пакетом и графическим редактором. Но, надежность хранения информации в нем часто ограничивается либо надежностью карт памяти, либо квалифицированностью пользователя. Ведь организовать доступ к файлам с разными правами на чтение данных, редактирование информации и ее ввод практически невозможно. И классической стала ситуация, когда при редактировании данных часть информации безвозвратно уничтожается. Также весьма трудоемкой представляется процедура «оцифровки» данных многолетних исследований или сведения воедино результатов нескольких исследований. Ситуация кратко осложняется, когда данные об исследованиях хранятся и обрабатываются в разных программах.

Следует отметить, что в зарубежных исследованиях проблема создания единой базы для хранения и обработки микологической информации тоже актуальна. Например, в международных базах данных нуклеотидных последовательностей [3] представлены расширенные сведения для таксономического и экологического мета-анализа. Однако эти базы данных содержат много ошибочных записей, а сами данные плохо аннотированы, что затрудняет поиск и извлечение интересующих записей с какой-либо степенью точности [4]. Также можно отметить отсутствие у исследователей инструментов для обработки больших объемов информации, по эколого – трофическим группировкам грибов, в связи с большой лабильностью по отношению к субстрату и малой изученностью экологии многих видов. Зачастую в таких случаях предлагаются свои решения по обработке информации [5]. При этом можно отметить, что обработка объема данных, получаемых в результате исследований, их сложность и разнообразие типов данных, часто невозможна без

междисциплинарной команды из биологов, экологов, программистов, биофизиков и других специалистов [6].

Технологическая платформа «1С Предприятие» предназначена для автоматизации любых видов учетов. Хотя изначально в это понятие входили управленческий и бухгалтерский учет, тем не менее возможности обработки и хранения информации для научных исследований представлены в полном объеме. Целью данной статьи является иллюстрация возможностей технологической платформы «1С Предприятие» для автоматизации полевых и инструментальных микологических исследований. В настоящее время во всех учебных заведениях используется технологическая платформа «1С Предприятие». Таким образом, доступность данного программного обеспечения уже обеспечена. Стоит отметить, что технологическая платформа «1С: Предприятие» соответствует всем международным стандартам передачи данных.

Надёжность хранения данных обеспечивается повышенными требованиями к аппаратной инфраструктуре для финансовых расчетов, что позволяет обеспечить долгосрочное, надежное хранение и обработку данных.

Простота использования является очень условной величиной, но учитывая русскоязычный интерфейс, а также разработку прикладного решения непосредственно для узкоспециализированных задач, освоение программы не должно вызывать затруднений. При этом следует отметить, что в технологической платформе «1С Предприятие» локализовано 23 наиболее распространенных иностранных языка, включая английский, немецкий, французский, китайский, вьетнамский, арабский, которые могут использоваться для учета результатов исследований.

Разработка прикладного решения «Микология» на базе технологической платформы «1С Предприятие» начата авторами в октябре 2023 года.

Стандартные механизмы, используемые в конфигурации, в некоторых случаях подходят для решения требуемых задач

без малейших изменений. Так, объект конфигурации «Иерархический список» отображает перечень видов с разделением по таксонам от царства к виду (рис. 1).

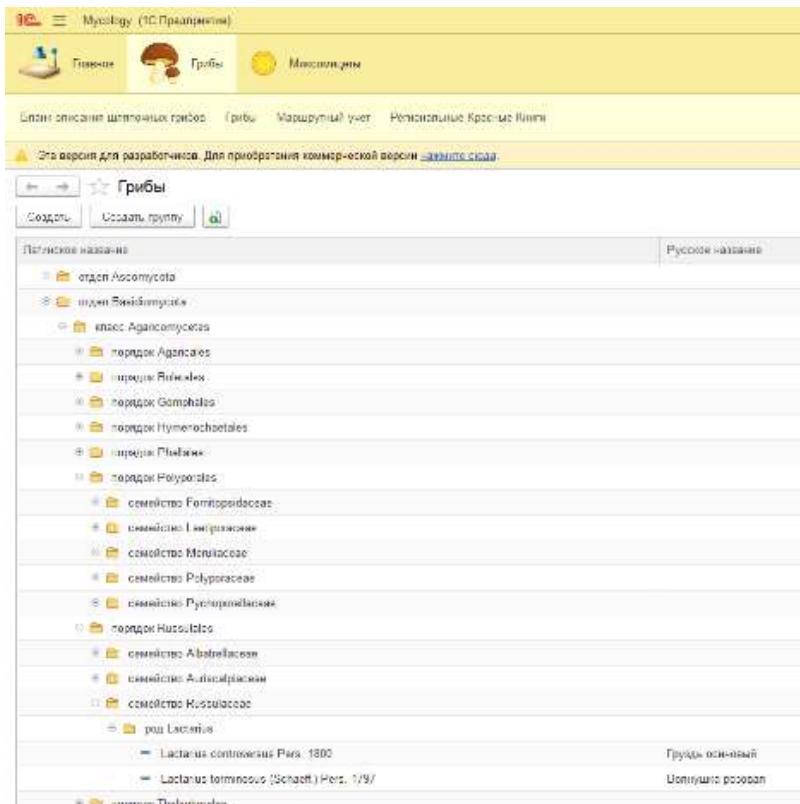


Рис. 1. Таксономический перечень грибов.

Важным достоинством данной конфигурации является возможность производить отбор по любому признаку, который исследователь считает нужным учесть в программе.

Объект конфигурации «Документ» предназначен для фиксирования свершившихся фактов в учете, использован для создания объекта «Маршрутный учет», после заполнения которого и проведения создается движение в «Регистре накоплений» и изменяется таксономическая характеристика

исследования, соотношение эколого – трофических групп и частота встречаемости видов. А документ «Гербарная этикетка» после проведения создает движение в «регистре сведений» - «Гербарная коллекция» и в результате происходит пополнение списка видов, находящихся в коллекции. Документы без проведения – операции предназначены для заполнения бланков определения грибов, состава питательных сред для культивирования и других бланков, не изменяющих учетные составляющие. Простейшими программными методами созданы подсказки для заполнения (рис. 2).

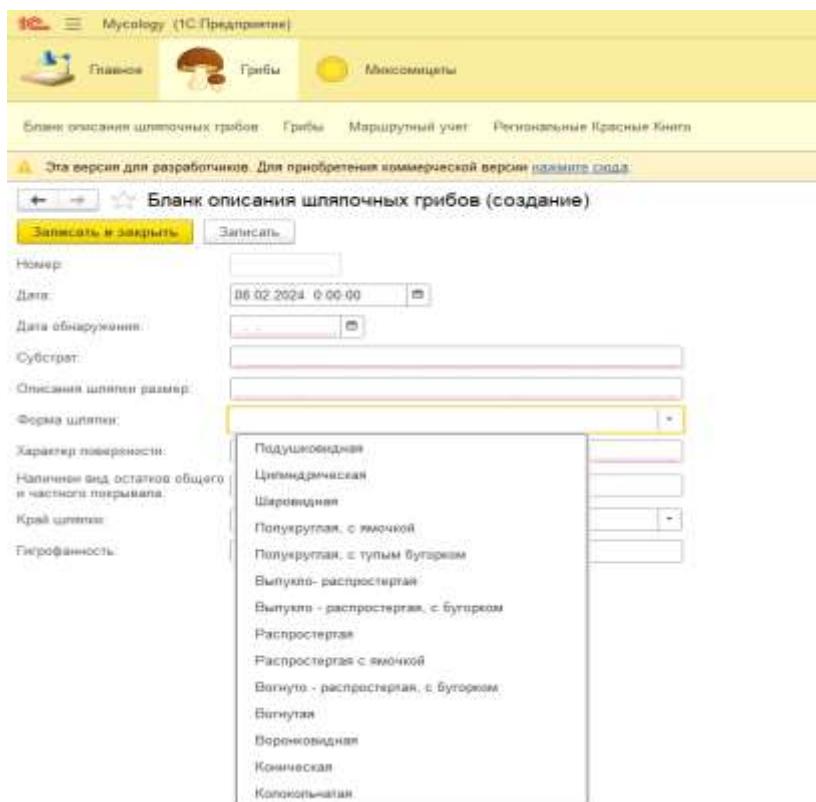


Рис. 2. Подсказки при заполнении данных

Неоспоримым достоинством технологической платформы

«1С Предприятие» является система организации данных. Так, например, в справочнике – объекте конфигурации «Грибы» создан элемент *Cortinarius violaceus* (L.) Gray 1821 - Паутинник фиолетовый, при этом все другие объекты конфигурации: справочники «Региональные Красные книги», документы «Маршрутный учет», регистр сведений «Содержание ртути» не создают аналогичные элементы, а ссылаются на тот единственный элемент из справочника «Грибы», что позволяет достоверно оценивать все проводимые исследования и соотносить их с конкретными видами.

Для построения отчетов о результатах, проведенных исследовании используется встроенный конструктор отчетов, который позволяет выводить данные как в виде различных диаграмм, так и в виде таблиц.

При этом следует отметить, что прикладное решение «Микология» на базе технологической платформы «1С Предприятие» позволяет использовать заполнение данных из таблиц Microsoft Excel.

Пример работы в режиме «одного окна» можно рассмотреть на примере исследований содержания ртути в плодовых телах и культивирования грибов. Для обеспечения последовательности действий использован объект конфигурации «Бизнес процесс», которые позволяет в графической форме настроить регулярно и многократно повторяющиеся последовательности действий. После завершения этапа исследований программа автоматически переводит процесс на следующую стадию. Плодовое тело гриба, определенного до вида, отмечается в документе «Маршрутный учет», затем производится пробоподготовка. Карпофор высушивается и фиксируется потеря массы. Данные об этом заносятся в табличную часть документа «Исследование содержания ртути». После проведения исследования данные о содержании ртути указываются как реквизит данного документа и после его проведения совершается движение в регистре сведений «Содержаний ртути». Если для проведения исследования использовались

различные части плодовых тел, то в соответствующем реквизите делается отметка об этом. Для выделения в культуру этого же вида используется документ «Выделение в культуру», заполнение которого создает движение в регистре сведений «Банк культур», при этом в реквизитах документа указывается дата выделения культуры, а в табличной части данные о питательное среде и условиях культивирования. После этого программа автоматически будет создавать напоминания о дате «пересева» культур через полгода после выделения.

Также следует отметить, что завершающий этап научных исследований – публикация данных, необходима не только в классическом формате, но и доступном для широких групп населения [7], что также можно реализовать механизмами платформы «1С Предприятие» путем интеграции с существующими сайтами.

В настоящее время данное прикладное решение активно используется автором, хотя для полной готовности данного приложения следует разработать прототип мобильного приложения для работы в полевых условиях.

Применение современных решений в классических исследованиях повышает уровень компетенции студентов, их междисциплинарную подготовленность и позволяет решать задачи, далеко выходящие за пределы классических курсовых и выпускных квалификационных работ [8].

### *Литература*

1. *Мухина Е.Р.* К вопросу о классификации видов учета // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. №6-1.
2. *Исиков В.П.* Микологические модели древесных растений и методология анализа микологической информации // Бюллетень ГНБС. 2022. №143.
3. International Nucleotide Sequence Database Collaboration [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.insdc.org/> (дата обращения 26.02.2024)

4. Abarenkov K, Tedersoo L, Nilsson RH, et al. PlutoF – a Web Based Workbench for Ecological and Taxonomic Research, with an Online Implementation for Fungal ITS Sequences. *Evolutionary Bioinformatics*. 2010 6. doi:10.4137/EBO.S6271
5. Ryan M.J., McCluskey K., Verkleij G., Robert V., Smith D. Fungal biological resources to support international development: Challenges and opportunities // *World J. of Microbiology and Biotechnology*. 2019. Vol.35(9). P.139. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-019-2709-7>
6. Nguyen N.H. et al. FUNGuild: an open annotation tool for parsing fungal community datasets by ecological guild // *Fungal Ecology*. 2016. Vol.20. P. 241-248.
7. Bills G.F., Christensen M., Powell M., Thorn G. Saprobic Soil Fungi. In: Foster M., Mueller G., Bills G. *Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods*. Boston. Elsevier Academic Press. 2004. P. 271-302
8. Дмитриева Т.А., Тицкина В.В. Опыт руководства и написания выпускных квалификационных работ с применением инструментов платформы «1С» // Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов XXII международной научно-практической конференции. Москва, 2024. С. 150-152.

*A.G. Shipovalov, N.A. Paklyashova*

### **EXPERIENCE IN MYCOLOGICAL ACCOUNTING BASED ON THE 1C ENTERPRISE TECHNOLOGY PLATFORM**

*Cherepovets State University, Russia*

The data on the introduction into practice of methods of storage and processing the results of field mycological studies, using the technological platform "1C Enterprise". To meet the requirements of relevance and reliability of information, the applied solution "Mycology" developed by the authors was used. At present, data on 154 species of fungi and 3 species of myxomycetes are included in the configuration of the platform "1C Enterprise". The advantages of working with the platform are: the "one window" mode, the possibility of unification and standardisation of accounting documents for any species. and standardisation of accounting documents for any type of field and laboratory research. Availability of the platform in all educational institutions allows for proper data storage and prompt exchange of information.

# ГЕОЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕОЭКОСИСТЕМ

## *Аимбетов И., Доспанов Р.* **ОЦЕНКА МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГРУНТОВЫХ ВОД ДЕЛЬТЫ АМУДАРЬИ НА ПРИМЕРЕ ХОДЖЕЙЛИЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН**

*Каракалпакский научно-исследовательский институт  
естественных наук*  
[izzet\\_chf@mail.ru](mailto:izzet_chf@mail.ru), [raxim.dospanov@gmail.com](mailto:raxim.dospanov@gmail.com)

В статье представлены результаты исследований гидрогеологических условий Ходжейлийского района Республики Каракалпакстан. Построена схематическая карта общей минерализации грунтовых вод. Результаты исследований засоленности грунтовых вод Ходжейлийского района Республики Каракалпакстан показали, что минерализация грунтовых вод изменяется в пределах 0,5-25 г/л. Наименьшая минерализация грунтовых вод наблюдается, где протекали протоки Амударьи.

Для использования грунтовых вод Ходжейлийского района необходимо осуществить очистку воды от солей. Составленные схематические карты можно использовать при археологических раскопках древних городов и поселений Ходжейлийского района.

Известно, что формирование грунтовых вод дельты происходит из реки Амударьи. В настоящее время воды Амударьи в основном используются в сельском хозяйстве.

Для освоения земель в дельте Амударьи были прорыты многочисленные каналы, в которые отводились её воды. Из-за расширения орошаемых площадей и нерационального использования воды Амударьи в низовьях дельты реки ощущается дефицит воды. Одним из путей снижения дефицита воды является использование относительно пресных грунтовых вод.

Цель работы – оценка засоления грунтовых вод Ходжейлийского района.

Для определения расположения линз пресных вод были составлены карты засоления грунтовых вод Ходжейлийского района. Для составления карт были использованы данные архивных материалов инженерно-геологических изыскательских организаций. Карты составлены с использованием компьютерной программы ArcGIS. При составлении карт были обработаны результаты определений засоленности грунтовых вод 59 выработок. Исследованиями было охвачено 110 км<sup>2</sup> территории Ходжейлийского района.

Результаты исследований исторических материалов показали, что впервые карта водных объектов дельты Амудары была составлена в 1842 году [1], (рис.1.А). Как видно по рисунку, в то время Аральское море было полноводным, в дельте Амудары имелось множество крупных и мелких озер. На западной части дельты Амудары находилось крупное озеро «Айбугир», на восточной части озеро Дау-Кара, которое было соединено с Аральским морем, многочисленные протоки реки в низовье Амудары использовались населением для ведения торговли и хозяйства. Из-за изменения природных условий и хозяйственной деятельности человека озера и многочисленные протоки реки высохли (рис. 1.Б) [2].

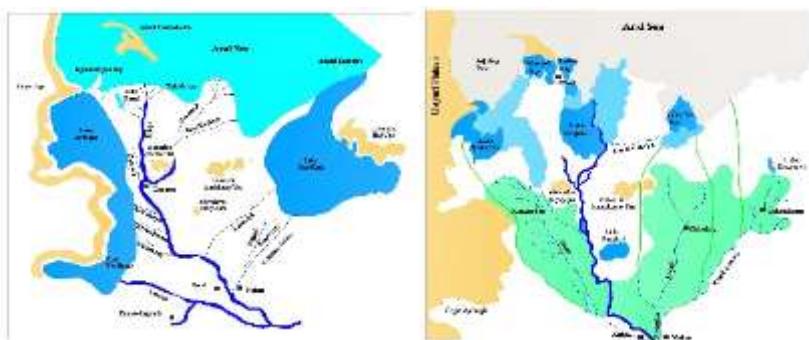


Рис. 1. А) Карта водных объектов дельты реки Амударья (1842 год)  
Б) Схематическая карта дельты реки Амудары (2023 год)

На рисунке 2 представлена работа русского художника Н.Н. Каразина, на которой изображен базар в Ходжейли (1886 год) (рис. 2.А) [3]. Базар того времени напоминает Венецию (Италия), в отличие от современного вида города (рис. 2.Б)). Воды протоков Амударьи были пресными, поскольку она питается в основном талыми снегами и ледниковыми водами. Естественно, вдоль протоков формируются линзы пресных грунтовых вод. В остальных местах грунтовые воды более засолены, поскольку анализ геологического строения показывает, что под аллювиальными породами находятся слои пород более раннего возраста, которые содержат много водорастворимых солей [4]. В определенных условиях эти соли мигрируют и повышают соленость грунтовых вод. Вблизи пресных водных протоков минерализация грунтовых вод снижается из-за промывки солей.



А

Б

Рис. 2. А) Бассейн Аму-Дарьи. Базар в Ходжейли. Оригинальный рисунок Н.Н. Каразина (Журнал «Нива» №3, 1886 год)  
Б) Современный вид той же части города (2023 год, фото авторов)

На рисунке 3 представлена схематическая карта засоления грунтовых вод водорастворимыми солями [5-8], анализ которой показывает, что засоленность грунтовых вод зависит от места отбора проб [9]. Например, в центральной и в северо-восточной части района исследований выявлены линзы грунтовых вод с относительно низкой минерализацией

(0,5-2,5 г/л). Анализ показал, что наиболее минерализованные грунтовые воды с содержанием солей 6-25 г/л находятся на возвышенной части исследованного района. Это свидетельствует, что в этих местах отсутствовали протоки Амудары [10].

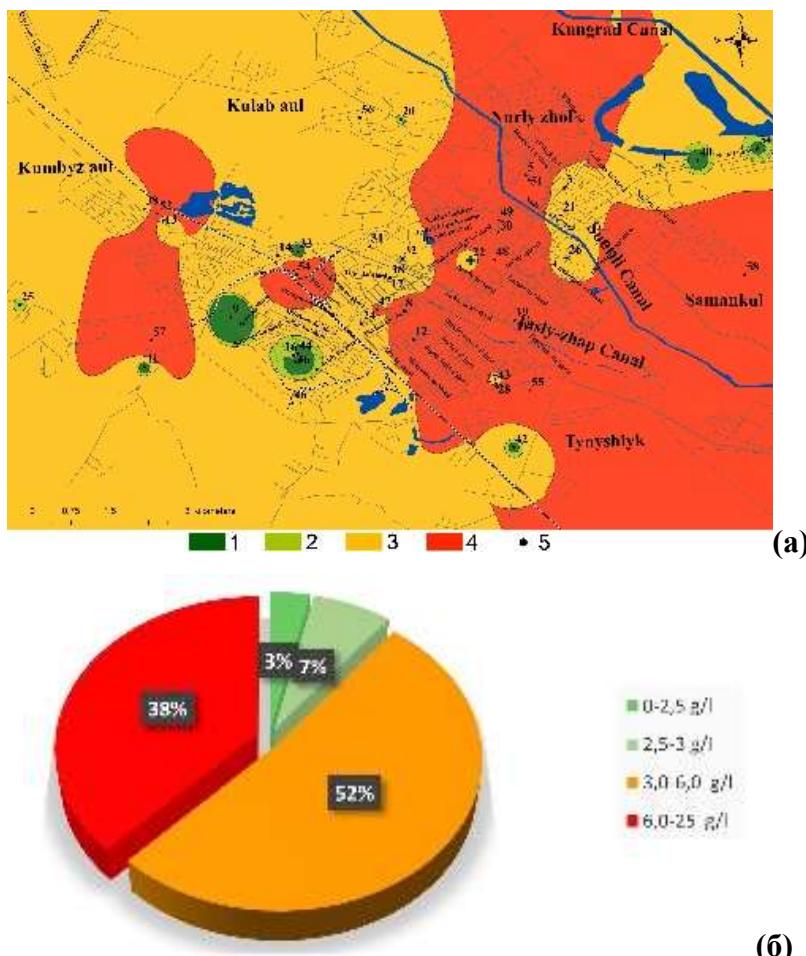


Рис.3. Схематическая карта (а) и процентное распределение (б) засоления грунтовых вод Ходжейлийского района водно-растворимыми солями (по плотному остатку), г/л: 1- 0,5-2,5 г/л; 2- 2,5-3 г/л; 3- 3-6 г/л; 4- 6-25 г/л; 5- скважина.

Таким образом, результаты исследований засоленности грунтовых вод Ходжейлийского района Республики Каракалпакстан показали, что минерализация грунтовых вод изменяется в пределах 0,5-25 г/л, что связано с расположением древних протоков Амударьи. Наименьшая минерализация грунтовых вод наблюдается в тех местах, где ранее были пресные водные протоки Амударьи.

Для снижения дефицита водных ресурсов в низовьях Амударьи можно использовать грунтовые воды. При этом для бурения разведочных гидрогеологических скважин необходимо изучить исторические материалы, которые описывают гидрологические объекты.

Для использования грунтовых вод Ходжейлийского района необходимо осуществить очистку воды от солей, при этом подбирать фильтры в зависимости от уровня минерализации видов солей. Отсутствие производственных предприятий, загрязняющих грунтовые воды, позволяет использовать фильтры только для очистки воды от водорастворимых солей.

Составленные схематические карты можно использовать при археологических раскопках древних городов и поселений Ходжейлийского района.

### *Литература*

1. *Лымарев В.И.* Берега Аральского моря – внутреннего водоема аридной зоны. Ленинград: Наука 1967. –254 с.
2. *Курбанбаев Е., Артыков О., Курбанбаев С.* Интегрированное управление водными ресурсами в дельте реки Амударьи //Ташкент: Global water partnership Central Asia and Caucasus. 2010. Т. 57.
3. *Каразин Н.Н.* // Нива. (Журнал литературы, политики и современной жизни). 1886. № 1–26. с. 79.
4. *Аимбетов И.К., Доспанов Р.Р.* Инженерно-геологические и гидрогеологические условия Ходжейлийского района. //Вестник КК ОАН РУз.- Нукус.- 2023.- № 3.- С.20-25.
5. *Aimbetov I., Bekimbetov R.* Engineering and geoecological assessment of soils salinity in Nukus using GIS technologies. // E3S Web

- of Conferences. Vol. 265. P. 03006.
6. Гледко Ю. Гидрогеология. Litres, 2021.
  7. Brassington R. Field hydrogeology. John Wiley & Sons, 2023.
  8. Karamouz M., Ahmadi A., Akhbari M. Groundwater hydrology: Engineering, planning, and management. Crc Press, 2020.
  9. Schwartz F. W., Zhang H. Fundamentals of groundwater. – John Wiley & Sons, 2024.
  10. Aimbetov I., Dospanov R. Assessment of salinization of soils and groundwater of the Khojaly district (Southern Aral sea region) //E3S Web of Conferences. 2023. Vol.407. P. 02013.

*I. Aimbetov, R. Dospanov*

**ASSESSMENT OF MINERALIZATION OF GROUNDWATER  
OF THE AMUDARYA DELTA ON THE EXAMPLE OF XOJELI  
DISTRICT OF THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN**

*Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences  
of the Karakalpak Branch of the Academy of Sciences  
of the Republic of Uzbekistan*

The article presents the results of studies of the hydrogeological conditions of the Xojeli district of the Republic of Karakalpakstan. A schematic map of the total mineralization of groundwater has been constructed. The results of studies on the salinity of groundwater in the Xojeli district of the Republic of Karakalpakstan showed that the mineralization of groundwater varies within 0.5-25 g/l. The lowest mineralization of groundwater is observed where the channels of the Amu Darya flowed. To use the groundwater of the Xojeli district, it is necessary to purify the water from salts. The compiled schematic maps can be used in archaeological excavations of ancient cities and settlements of the Xojeli district.

*Антохина В.А.<sup>1</sup>, Максимова О.А.<sup>2</sup>, Киреев П.Е.<sup>3</sup>*

**ОЦЕНКА ДИНАМИКИ СНИЖЕНИЯ  
РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА  
ТЕРРИТОРИЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА,  
ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС  
(НА ПРИМЕРЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ)**

<sup>1</sup>*Калужский филиал РАНХиГС*

<sup>2</sup>*ООО «ЭКОСПЭЙС»*

<sup>3</sup>*Московский политехнический университет  
[makso-rudn@yandex.ru](mailto:makso-rudn@yandex.ru)*

В статье проанализированы данные по загрязнению лесного фонда Калужской области техногенным цезием-137 и дан прогноз по возвращению лесов в хозяйственный оборот.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС на территории России особенно пострадали Брянская, Калужская, Орловская, Тульская области, республика Мордовия. В результате трансграничного переноса радионуклиды попадают на земную поверхность, аккумулируются в почве, включаются в биогеохимические циклы миграции и становятся компонентами почвы. Одним из долгосрочных маркёров при определении границ и уровней антропогенного радиоактивного загрязнения почв населённых пунктов и земель лесного фонда является цезий-137 (период полураспада 30,17 лет) [1]. Нами была поставлена цель дать прогноз возвращения земель лесного фонда Калужской области в хозяйственный оборот. Для этого потребовалось решить задачи, связанные с анализом данных радиоэкологического мониторинга и моделированием в программе Excel. Основным источником информации об актуальных уровнях радиоактивного загрязнения территорий является база данных «Чернобыль» ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета, в которой содержатся сведения о загрязнении вследствие аварии на Чернобыльской АЭС цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240)

населенных пунктов Российской Федерации, начиная с 1986 года [2,3].

На территории Калужской области 562 населенных пункта из 15 районов в различной степени загрязнены радионуклидом цезий-137. Самыми загрязненными районами Калужской области являются Жиздринский, Хвастовичский и Ульяновский. Только в Хвастовичском и Ульяновском районе остались семь населенных пунктов со средним уровнем загрязнения более  $5 \text{ Ки}/\text{км}^2$ . Самым загрязненным населенным пунктом Калужской области является село Ловатянка Хвастовичского района со средним уровнем загрязнения цезием-137 -  $6,6 \text{ Ки}/\text{км}^2$  (рис. 1). Из 15 обследованных районов Калужской области только по трём районам можно сказать, что они не были загрязнены выбросами от аварии на ЧАЭС – это Бабынинский, Боровский и Юхновский районы [4].

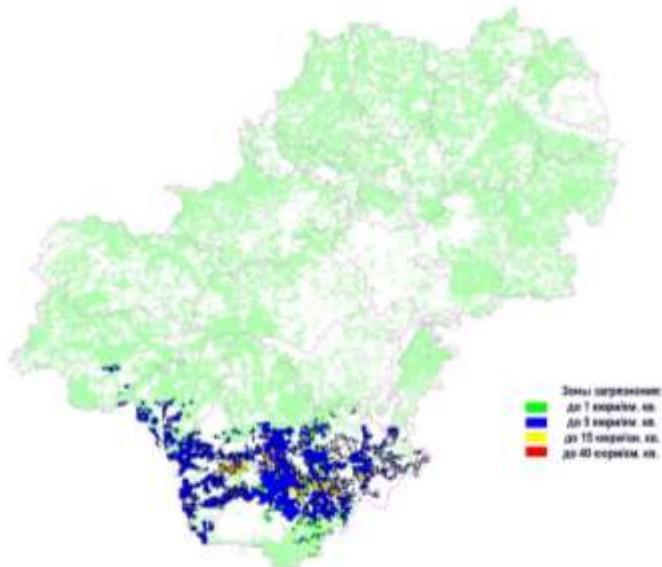


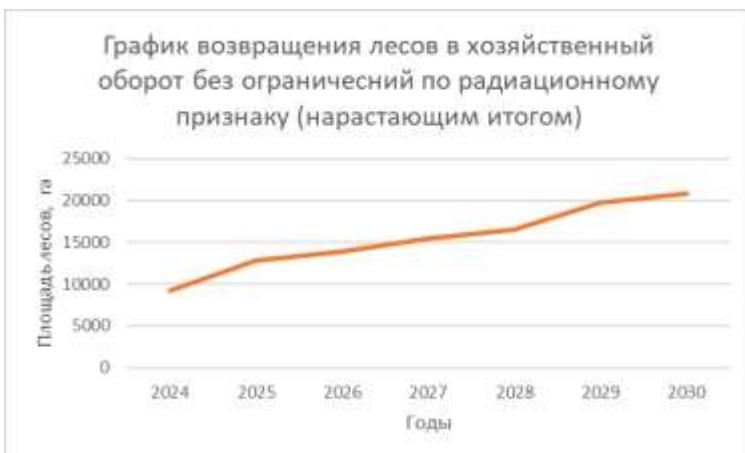
Рис. 1. Зоны радиоактивного загрязнения территории Калужской области.

По данным Калужского филиала ФБУ «Рослесозащита» за 2022 год, 143,8 тыс. га земель лесного фонда в Калужской области загрязнено радиоактивными веществами [5]. Наиболее загрязнены леса в Жиздринском, Еленском и Ульяновском лесничествах, на долю которых приходится 87% всех загрязненных лесов области (табл. 1).

**Таблица 1.** Распределение земель лесного фонда Калужской области по зонам радиоактивного загрязнения цезием-137 по состоянию на 01.01.2022 г.

Лесничества	Всего загрязнено, га	В том числе по зонам радиоактивного загрязнения, га		
		Зона низкой степени загрязнения лесов (1-4,99 КИ/м <sup>2</sup> )	Зона средней степени загрязнения лесов (5-14,99 КИ/м <sup>2</sup> )	Зона высокой степени загрязнения лесов (15-39,99 КИ/м <sup>2</sup> )
Думничское	9730	9730		
Еленское	24315,2	23311,2	1004	
Жиздринское	52670	46508	5640	522
Куйбышевское	862	862		
Людиновское	7827	7827		
Ульяновское	48396	47211	6185	
Всего:	143800,2	135449,2	12829	522

На площади 71,2 тыс. га, или на 31% от обследованной территории загрязненных земель лесного фонда Калужской области, плотность загрязнения составила менее 1,0 КИ/км<sup>2</sup>. Эти участки лесного фонда были включены в хозяйственный оборот как условно «чистые» территории, без ограничений по радиационному признаку [6].



**Рис. 2.** Прогноз возвращения территорий лесного фонда в хозяйственный оборот.

Основным фактором самоочищения загрязнённых лесов является самопроизвольный распад радионуклидов в соответствии с законом радиоактивного распада. Моделирование плотности загрязнения территорий, основанное на периоде полураспада цезия-137, позволяет планировать работы по отслеживанию изменения степени загрязнения лесов и возможности возвращения их в оборот без ограничений по радиационному признаку. В программе Excel был составлен прогноз возвращения территорий лесного фонда Калужской области в хозяйственный оборот, исходя из того, что текущая известная площадь загрязнения лесного фонда составляет 143,8 га, а период полураспада цезия-137 30,17 лет (рис. 2). Таким образом, к 2030 году можно ожидать снижения активности ниже 1 Ки/км<sup>2</sup> на площади 20847 га и последующем вовлечении этой лесной площади в оборот без ограничения по радиационному признаку.

### Литература

1. Ефремов И.В., Рахимова Н.Н., Янчук Е.Л. Особенности миграции радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в системе почва

- растения // Вестник ОГУ, №12, 2005.
2. Справка о радиационной обстановке на территории Калужской области в 2017 году. Каткова М.Н., Полянская О.Н., Петренко Г.И., Яхрюшин В.Н. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/spravki/kaluga/kaluga\\_2017.pdf](https://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/spravki/kaluga/kaluga_2017.pdf) (05.03.2024).
3. Доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды на территории Калужской области в 2009 году. – Калуга, 2010. – 191 с.
4. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239,240. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2017. – 230 с.
5. Сводная ведомость загрязнения радионуклидами цезия-137 лесов Калужской области по состоянию на 01.01.2022 года (КФ ФБУ «Рослесозащита»).
6. Мартынук А.А., Родин С.А. и др. Радиационная обстановка на землях лесного фонда Российской Федерации после аварии на Чернобыльской АЭС: современное состояние и перспективы реабилитации // Труды ФГБНУ ВНИИРАЭ. Выпуск 4. - Обнинск, 2021.

*V.A. Antokhina<sup>1</sup>, O.A. Maksimova<sup>2</sup>, P.E. Kireev<sup>3</sup>*

**ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF RADIATION  
CONTAMINATION REDUCTION IN THE FOREST AREAS  
AFFECTED BY THE CHAES ACCIDENT  
(ON THE EXAMPLE OF KALUGA REGION)**

<sup>1</sup>*Russian Presidential Academy of National Economy and Public  
Administration (RANEPA)*

<sup>2</sup>*Ecospace LLC*

<sup>3</sup>*Moscow Polytechnic University*

The article analyzes data on pollution of the Kaluga Region forest fund with technogenic Cs-137 and provides a forecast for its return to economic circulation.

*Асатрян К.Ш., Пыстин В.Н.*  
**ОБСЛЕДОВАНИЕ МАЗУТНОГО ОЗЕРА  
НА ПОЛИГОНЕ «ЗУБЧАНИНОВКА»**

*Самарский государственный технический университет  
[rector@samgtu.ru](mailto:rector@samgtu.ru)*

Приведены результаты обследования территории мазутного озера-накопителя в п. Зубчаниновка (г. Самара). Проанализирован состав почв на разной глубине и самих отходов. Для ликвидации озера предложен метод термического обезвреживания.

Нефтесодержащие отходы могут вызвать загрязнение воды, почвы и воздуха, что приведет к ухудшению экологической ситуации, к уменьшению биоразнообразия и угрозе для фауны и флоры.

Примером территории, загрязненной нефтесодержащими отходами, являются мазутные озера-накопители общим объемом 162 817,0 м<sup>3</sup>, расположенные в п. Зубчаниновка (г. Самара). Накопители использовались как полигон размещения жидких отходов. Накопитель жидких промышленных отходов (мазутное озеро) является основной частью полигона. Полигон организован на месте заброшенного карьера добычи глинистого сырья и функционирует с 1954 года. Объем накопленного осадка составляет 45 759 м<sup>3</sup>; объем надиловой воды рассчитывается с учетом находящихся на поверхности нефтепродуктов (жидкая фаза) и составляет 117 058 м<sup>3</sup>.

Мазут имеет плотность приблизительно такую же, как вода, поэтому он остается на поверхности и образует пленку или толстый слой, который может нанести значительный ущерб окружающей среде [1]. Смесь нефти, твердых веществ и воды, осажденная на дне резервуара для хранения, известна как маслянистый шлам [2].

На сегодняшний день сброс жидких отходов в озеро остановлен. Проблема ликвидации полигона обсуждается уже более 20 лет, но жидкие химические отходы все еще проникают в почву, постепенно отравляя окружающую среду.

Территория не огорожена, работы по ликвидации приостановлены, и продолжается слив отходов от мелких предприятий города. На территории случаются возгорания нефтесодержащих отходов.

Таким образом, проблема загрязнения нефтесодержащими отходами на мазутном озере поселка Зубчаниновка требует мер по восстановлению территории и предотвращению дальнейшего загрязнения.[3]

В ходе работы был проведен анализ отобранных проб почвы исследуемой территории (табл.1) и отходов (табл.2).

**Таблица 1.** Результаты анализа проб почвы

Определяемый показатель	Глубина отбора			ПДК/ ОДК
	0-5 см	5-20 см	20-50 см	
Азот нитратов, мг/кг	4±0,8	3,9±0,8	3,9±0,8	-
Бенз(а)пирен, мг/кг	0	0	0	0,02/-
Летучие фенолы, мг/кг	0	0	0	-
Фосфат-ионы, мг/кг	3400	3300	3100	-
Кадмий (вал. содерж.), мг/кг	0	0	0	-/2,0
Ртуть (вал. содерж.), мг/кг	0	0	0	2,1
Медь, мг/кг	400	140±40	114±35	-/132
Мышьяк, мг/кг	8	9	10	-/10
Никель, мг/кг	100±22	95±22	108±23	-/80
Марганец, мг/кг	540±50	700±60	700±60	1500/-
Цинк, мг/кг	290±50	290±50	330±50	-/220
Нитритный азот, мг/кг	0,15±0,06	0,16±0,06	0,08±0,03	-
Ванадий, мг/кг	62±14	58±14	73±16	150/-
Кобальт, мг/кг	52±18	26±12	38±14	5,0/-
Свинец, мг/кг	45±25	80±30	65±28	-/130
Нефтепродукты, г/кг	1±0,26	20±5	18±5	-

**Таблица 2.** Результаты измерений состава отобранных проб отходов

Определяемый показатель	Содержание
Мышьяк (валовое содержание), мг/кг	15±9
Ртуть, мг/кг	<0,05
Кадмий (валовое содержание), мг/кг	<1
Кобальт (валовое содержание), мг/кг	42±13
Марганец (валовое содержание), мг/кг	1200±240
Медь (валовое содержание), мг/кг	400±105
Никель (валовое содержание), мг/кг	460±120
Свинец (валовое содержание), мг/кг	200±50
Хром (валовое содержание), мг/кг	93±29
Цинк (валовое содержание), мг/кг	490±120
Летучие фенолы, мг/кг	<0,05
Нитритный азот, мг/кг	<0,037
Фосфат-ионы, мг/кг	<25,0
Влага, %	13,28±1,30
Нефтепродукты, %	5,76±1,80
Диоксид кремния, %	80,67±19,00
Азот нитратов, мг/кг	<0,23

Как видно из представленных данных, в наибольшей степени исследованные пробы почвы загрязнены нефтепродуктами (кратность превышения составляет до 525 раз, при этом экстремальное загрязнение нефтепродуктами наблюдается на глубине 20-50 см). Относительно установленных ПДК/ОДК в значительной степени почвы загрязнены медью, цинком, никелем, кобальтом. Относительно фоновых проб отмечается превышение по цинку, кобальту, никелю, меди, кобальту, мышьяку, свинцу и экстремально высокое загрязнение нефтепродуктами (кратность превышения до 500 раз).

Для решения проблемы загрязнения мазутными озерами необходимо проводить регулярное мониторинговое исследование качества воды, разработать и внедрить методы очистки и ликвидации загрязнений, а также строго

контролировать деятельность предприятий, которые могут быть потенциальными источниками загрязнений [4]. Также важно проводить образовательную работу с населением о вреде мазутных загрязнений и о способах их предотвращения. В целом, решение проблемы загрязнения мазутными озерами требует комплексного подхода и совместных усилий со стороны государства, бизнеса и общественности.

Существует несколько методов утилизации и обезвреживания нефтесодержащих отходов:

- Механическая очистка: использование фильтров, центрифуг и других устройств для отделения мазута от воды и твердых частиц.
- Термическая обработка: применение процессов сжигания или пиролиза для обезвреживания мазута путем нагревания до высоких температур.
- Биологическая очистка: использование специальных микроорганизмов для разложения мазута и его компонентов.
- Химическая обработка: применение химических реагентов для разложения мазута на более безвредные компоненты.
- Использование специализированных оборудования и технологий, таких как сепараторы и адсорбенты, для очистки мазута.

Выбор метода зависит от конкретных характеристик мазутного озера, таких как содержание мазута, объем озера, окружающая среда и требования по обезвреживанию. Важно также учитывать возможные негативные воздействия на окружающую среду и здоровье людей [5-8].

Исходя из результатов анализа состава отходов (табл.2), в отходе содержатся различные органические соединения, включая высокое загрязнение нефтепродуктами, цинк, кобальт, никель, медь, мышьяк, свинец и другие опасные загрязнители, поэтому в рамках очистки содеримого озера был подобран метод термического обезвреживания.[9]

При термическом обезвреживании вредные вещества

подвергаются высокой температуре, что позволяет разложить органические соединения, включая нефтепродукты, а также уменьшить концентрацию металлов и других загрязнителей. Этот процесс способствует уничтожению вредных компонентов и превращению их в более безвредные или менее токсичные соединения.

Дальнейшие исследования помогут определить оптимальное решение для обезвреживания мазутного озера и разработать план действий для его воплощения с учетом всех необходимых мер по защите окружающей среды и здоровья людей.

### *Литература*

1. *M. Elektorowicz, S. Habibi, Sustaibale waste management: recovery of fuels from petroleum sludge // Can. J. Civil. Eng.* 2005. Vol.32. P.164-169.
2. *Greg M.H., Robert A.H., Zdenek D. Paraffinic sludge reduction in crude oil storage tanks through the use of shearing and resuspension // Acta Montan. Slovaca.* 2004. Vol. 9. P.184–188.
3. *Колот К.В., Чеснокова М.Г. Актуальность проблемы утилизации нефтешламов // Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства.* 2020. С.269-270.
4. *Oljeindustriens Landsforming, Guidelines for Characterization of Offshore Drill Cuttings Piles, Final Report. Norwegian Oil Industry Association,* 2003. P. 1-43.
5. *Рахимов А.Б. Утилизация нефтесодержащих отходов на нефтяных промыслах // Символ науки.* 2017. Т. 2. №. 1. С. 132-147.
6. *Петровский Э.А., Соловьёв Е.А., Коленчуков О.А. Современные технологии переработки нефтешламов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова.* 2018. №. 4. С. 85-94.
7. *Андреева Т.С., Майстренко Е.В. Модернизация линии переработки жидких нефтяных шламов // Проблемы и перспективы разработки и внедрения передовых технологий.* С.65.
8. *Свирина С.А., Мешков В.В. Основные методы обезвреживания*

и переработки нефтяных шламов // Молодой ученый. 2020. №7. С.71-74.

9. *Bojes HK, Pope PG.* Characterization of EPA'S 16 priority pollutant polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in tank bottom solids and associated contaminated soils at oil exploration and production sites in Texas, *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 2007.

*K.Sh. Astsatryan, V.N. Pystin*

**SURVEY OF FUEL OIL LAKE AT THE POLYGON  
"ZUBCHANINOVKA"**

*Samara State Technical University*

The results of survey of the territory of fuel oil storage lake in Zubchaninovka settlement (Samara) are given. The composition of soils at different depths and the waste itself is analysed. The method of tersmic neutralisation is proposed for liquidation of the lake.

*Бердникова Т.В.*

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОБСЛЕДОВАНИЯ  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЯМОГО СПЕКТРАЛЬНОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический  
университет»  
[tatyana.berdnikova.98@mail.ru](mailto:tatyana.berdnikova.98@mail.ru)*

В работе описывается разработка методики обследования загрязненных территорий с использованием прямого спектрального зондирования и внедрением индексов состояния. Рассматривается возможность применения данной методики для оценки качества почв.

Загрязнение почвы является актуальной экологической проблемой, требующей всестороннего изучения и поиска эффективных решений. В настоящее время промышленный прогресс и аграрное хозяйство ставят под угрозу качество почвы, воздействуя на ее свойства [1].

Для решения проблемы загрязнения почв в первую очередь необходима разработка эффективных методов мониторинга с целью выявления основных характеристик загрязнения и определения уровня риска для человека и экосистем.

В последние годы наблюдается увеличенный интерес к применению контактного спектрального зондирования в области экологии и оценки загрязненных территорий с использованием оптико-аналитических систем [2, 3]. Контактное спектральное зондирование основано на анализе интенсивности отраженного света при различных длинах волн от поверхностей [3]. Данный метод позволяет получить спектральную характеристику объекта и после статистической обработки оценить характер и интенсивность его загрязнения. Благодаря высокой скорости анализа возможно осуществление множественных измерений в полевых условиях и оценка распространения загрязнения по площади.

Для осуществления обследования загрязнённых территорий в настоящей работе предлагается использовать метод прямого спектрального зондирования с интегрированием индексов состояния для повышения эффективности определения [4].

Для подтверждения работоспособности метода был выполнен ряд исследований. Так, были отобраны образцы почв различного состава, включая земли, используемые для сельскохозяйственных целей, и расположенные в окрестностях населенных пунктов Самарской области: Большая Черниговка, Кинель-Черкассы, Рождествено, Сергиевская и Хворостянка. Кроме того, были проанализированы образцы почвенных слоев, взятых с территории вблизи активно функционирующих предприятий "ТольяттиАзот", "КуйбышевАзот" и бывшего завода "Фосфор" в городе Тольятти. Далее, для определения состава почвенных образцов был выполнен количественный химический анализ, проведенный в лаборатории Научно-аналитического центра промышленной экологии Самарского государственного технического университета (СамГТУ). Результаты исследования показали, что большинство образцов характеризуются высокой концентрацией валового фосфора.

Для получения спектральных характеристик испытуемых образцов почв был проведен ряд экспериментов в лабораторных условиях. В качестве основного инструмента использовался спектрометр с рабочим диапазоном длин волн от 650 до 1100 нм и волоконно-оптическим зондом для отражения и обратного рассеивания света. В качестве источника света выступила компактная галогеновая лампа. Для получения максимального уровня отражения применялся стандартный образец с высоким коэффициентом диффузного отражения (выше 0,5). Время интегрирования спектрометра для стандартного образца исследования подбиралось исходя из освещенности поверхности и отражательной способности исследуемых образцов почвы.

Однако попытка найти прямую зависимость между спектральными характеристиками и составом почвы не привела к положительным результатам. В связи с этим было решено применить индексы состояния [5]. Разработка таких индексов проводилась путем анализа соотношений спектральных характеристик при разных длинах волн, а также модификации вегетационных и других индексов, отражающих состояние растительного покрова верхнего слоя почвы. Было установлено, что существует высокая зависимость между вариацией предложенного расчетного критерия и содержанием фосфора в почве [6].

После была проведена валидация метода определения концентрации фосфора в почве по спектральным расчетным индексам в натурных условиях. В процессе исследования был рассмотрен участок площадью 1 гектар, на котором были осуществлены замеры в точках, располагающиеся через каждые 10 метров по сетке.

С целью сбора спектральных данных, использовался спектрометр, который был размещен на различных высотах над землей (до 30 см), в зависимости от уровня освещенности и природной рельефности исследуемой поверхности. Выбор мест для измерений осуществлялся на ровных участках почвы, свободных от камней и растительности.

Полученные спектральные данные были далее использованы для расчета спектральных индексов, выступающих в качестве индикаторов состояния почвы. Затем для дальнейшего определения содержания фосфора проводилась калибровка в формате «спектральный индекс – концентрация» по двум почвенным образцам, отобранных из точек с максимально отличающимися значениями индексов. Путем подстановки значений спектральных индексов в уравнение калибровочной кривой были получены значения концентраций фосфора для каждой из точек на исследуемом участке.

Расширенная неопределенность предлагаемого метода

составила 31,91% при  $k=2$ . Сравнение результатов с лабораторными исследованиями, где расширенная неопределенность варьируется от 16% до 20% в зависимости от методики анализа, показало, что предложенный метод немного уступает по точности, однако все равно является достаточно достоверным для полевого метода исследования.

Таким образом, была доказана возможность обследования территорий с использованием контактного спектрального зондирования с внедрением индексирования. Данный метод является эффективным и современным способом исследования состава почвы, позволяющим быстро получать данные, а также обеспечивает в дальнейшем возможность в проведении долгосрочного мониторинга изменений в почвенном покрове.

### *Литература*

1. Официальный сайт «Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fao.org/> (дата обращения: 10.12.2023 г.)
2. Попова С.М., Уваров В.Б., Яник А.А. Регулирование дистанционного зондирования Земли из космоса: международный опыт// Международное право. 2022. № 3. С. 1-27.
3. Кузнецова Д.В., Юндунов Х.И. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения с применением данных дистанционного зондирования земли// Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы всероссийской научно-практической конференции: в 4 томах. Том I. 2020. № 53. С. 269-276.
4. Бердникова Т.В., Ермаков В.В. Разработка методики дистанционного спектрального зондирования техногенно нагруженных территорий// Безопасность техногенных и природных систем. 2021. №3. С. 55-63.
5. Kurbanov R.K., Zakharova N.I. Application of Vegetation Indexes to Assess the Condition of Crops// Agricultural Machinery and Technologies. 2020. № 4 (14). P. 4–11.

6. Бердникова Т.В., Бран А.А., Ермаков В.В. Разработка техники индексирования при прямом спектральном зондировании почв для цели мониторинга// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2023. № 5 (314). С. 10-18.

*T.V. Berdnikova*

**DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR SURVEYING  
POLLUTED TERRITORIES USING DIRECT SPECTRAL  
SENSING**

*Samara State Technical University*

The paper describes the development of a methodology for surveying contaminated territories using direct spectral sensing and implementation of condition indices. The possibility of application of this technique for soil quality assessment is considered.

*Богданов В.Л., Головин П.Н., Гарманов В.В.*

**МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ АГРОЛАНДШАФТОВ ПО  
ПРИЗНАКАМ ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В  
КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ  
НАРУШЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ**

*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет*  
[lab.naz.eco@gmail.com](mailto:lab.naz.eco@gmail.com)

В данной работе рассмотрено значение мониторинга земель луговых угодий в агроландшафтах. В ней приводятся биотические критерии оценки степени нарушения экосистемы лугов в агроландшафтах, основанных на функциональных признаках фитоценозов, которые необходимо учитывать при мониторинге этих земель. В ней представлена балльная оценка степени нарушенности экосистемы по биотическим признакам фитоценозов. Описаны четыре степени нарушенности агроэкосистемы луговых угодий в агроландшафтах в зависимости от состояния фитоценозов. Приведены материалы по показателям, которые необходимо учитывать при оценке степени нарушенности экосистемы луговых угодий в агроландшафтах.

Государственный мониторинг земель в агроландшафтах осуществляется в целях предотвращения выбытия земель сельскохозяйственного назначения, сохранения и вовлечения их в сельскохозяйственное производство. Одной из важных задач Государственного мониторинга земель луговых угодий в агроландшафтах, кроме наблюдений за развитием процессов их деградации, определение степень нарушенности и устойчивости экосистемы луга для разработки мероприятий по восстановлению продуктивности луговых фитоценозов.

Объективную оценку степени нарушенности экосистемы лугов и её устойчивости к негативным внешним воздействиям возможно сделать по оценке качественного состояния растительного покрова. Фитоценозы в растительном сообществе являются наиболее отзывчивыми на изменения во внешней среде. Поэтому целесообразно использовать их фитоценотические и морфологические характеристики

в качестве индикаторов степени нарушенности и устойчивости к внешним воздействиям

Для изучения проблемы использовались следующие методы: эколого – ландшафтный, мониторинга земель, фитоценотический, мониторинга почв, абстрактно-логический, статистический, сравнительного и системного анализа.

Исследования проводились на луговых угодьях с посевом культурных видов трав в агроландшафтах в течение 11 лет в периоды от создания культурного луга до формирования старовозрастного луга (Рис.1).



**Рис. 1.** Старовозрастной луг в стадии зарастания борщевиком Сосновского

Оценку состояния луговой растительности можно сделать по следующим показателям: продуктивность растительной массы, видовой состав фитоценоза, процентное покрытие площади растениями; редуцирующая способность фитоценоза, возраст видового состава растений в травостое [1].

*Продуктивность фитомассы* луговой растительности относится к основным показателям нарушенности и устойчивости экосистемы, так как он зависит от условий произрастания и возраста растений. При неблагоприятных

условиях обитания многолетних трав этот показатель всегда ниже средних показателей. В сеяных травостоях продуктивность 3-5 летних многолетних трав всегда выше старовозрастных лугов. [2].

*Видовой состав фитоценоза* является не только характеристикой видового состава растительного сообщества, но отражает и его количественный состав. В нарушенных экосистемах луговых угодий количество видов растений снижается и на лугу поселяются определённые виды растений более устойчивые к негативным внешним воздействиям. Чем больше нарушена экосистема, тем беднее видовой состав растительного сообщества. [3]. Изменения, происходящие в фитоценозе на нарушенных участках луговых угодий, можно определить в результате сравнения количества произрастающих видов на не нарушенном участке (эталонный) с количеством видов растений на нарушенном участке и выразить в процентах по каждому участку относительно общего количества видов с двух участков. Сравнивая эти показатели, можно установить, в каком состоянии находятся луговые угодья.

*Проективное покрытие* поверхности почвы растениями на лугах показывает степень нарушенности экосистемы лугов. На этот показатель оказывают влияние климатические, механические, химические факторы, нарушения водно-воздушного и питательного режимов почвы. В результате мониторинга земель луговых угодий необходимо выявить причины изреженности травостоя.

*Редуцирующая способность фитоценоза* заключается в быстром восстановлении видового состава фитоценозов и надземной массы в результате нарушения в агроландшафтах почвенно-растительного покрова луговых угодий.

Восстановлению растительного сообщества способствуют следующие факторы ([4]):

- Значительный запас в почве семян растений и наличие в составе фитоценоза растений, способных размножаться

вегетативно.

- Присутствие в растительном сообществе достаточно большого количества растений устойчивых к неблагоприятным условиям обитания.
- Благоприятные условия произрастания луговых растений.

*Возраст видового состава растений* влияет на устойчивость растительного сообщества к негативным внешним воздействиям. Чем больше в фитоценозе разновозрастных видов, которые определяют по морфологическим признакам с учётом генеративности растения, тем более устойчиво растительное сообщество к неблагоприятным условиям. Новые особи растений на лугу должны превышать количество старых. Важную роль в устойчивости экосистемы играют доминирующие в растительном сообществе виды луговых трав. [5].

Наши исследования на основе биотических критериев луговых фитоценозов позволили выявить четыре состояния природной среды в агроландшартах – нормальное, слабонарушенное, средненарушенное, сильнонарушенное, и разработать систему балльной оценки антропогеннонарушенной экосистемы.

*Нормальное состояние экосистемы.* В ненарушенных агроэкосистемах сохраняются все естественные параметры фитоценозов. Продуктивность биомассы растений составляет более 75% от потенциальной. В агроландшартах произрастает растительность, которая характерная для данной местности. В нормальном состоянии агроэкосистемы проективное покрытие поверхности почвы фитоценозами более 80%. Для луговых растений характерна высокая редуцирующая способность более 90%. Поэтому в травостое наблюдается превышение новых особей над старыми в соотношении 3:1. Такое состояние агроэкосистемы в агроландшартах оцениваем 5 баллами

*Слабонаруженное состояние экосистемы.* В слабонарушенных экосистемах продуктивность биомассы растений может снижаться до 56 % от потенциальной, в видовом составе фитоценоза уменьшается количество доминирую-

щих видов, территория покрыта растительностью на 61-80 %. Редуцирующая способность растений в слабонарушенных экосистемах сильно изменяется от 56 до 90%. Новые особи в ценопопуляциях незначительно превышают долю старых и отмерших растений - обычно в соотношении 2:1. Это состояние нарушенности агроэкосистемы оцениваем 4 баллами.

*Средненарушенное состояние экосистемы.* На средненарушенных территориях агроландшафтов характерно резкое снижение продуктивности биомассы с 55 до 36% от потенциальной. В фитоценозе появляются вторичные сукцессии с небольшим разнообразием видов растений. Проективное покрытие растительностью территории редкое всего 41-60 %. Количество новых особей в ценопопуляциях соответствует количеству старых особей. Редуцирующая способность растений в фитоценозе составляет 41-60%. Эти характеристики позволяют оценить степень нарушенности экосистемы 3 баллами

*Сильнонарушенное состояние экосистемы.* В сильнонарушенных экосистемах наблюдаем очень низкую продуктивность фитомассы, не более 35% от потенциальной. На антропогенно нарушенных участках произрастает не характерная для данной местности растительность с небольшим разнообразием. Растительность покрывает поверхность почвы менее чем на 40 %. Доля в ценопопуляциях старых и отмерших особей превышает количество новых особей. Редуцирующая способность ценопопуляции не превышает 40 %. Учитывая факторы, которые указывают на сильное нарушение экосистемы лугов, оцениваем это состояние 2 баллами.

Балльная система оценки антропогенной нарушенности по биотическим критериям фитоценозов позволяет предложить расчет коэффициента относительной антропогенной деградации территории, вычисляемой по формуле (1) [1]:

$$Ka = S_{fh}/S_{fa} \times T \quad (1)$$

где:  $Ka$  – коэффициент относительной антропогенной

деградации за определённый период;

Сфн - сумма баллов оценки фитоценозов по биотическим критериям до антропогенного воздействия (ненарушенное);

Сфа - сумма баллов оценки фитоценозов по биотическим критериям после антропогенного воздействия;

Т - время антропогенного воздействия, лет, сумма лет.

Коэффициент антропогенной деградации луговых угодий целесообразно включать в расчеты при стоимостной оценке земли. Он косвенно показывает скорость деградации нарушенных экосистем и интенсивность антропогенного воздействия на природную среду.

Балльная оценка степени нарушенности экосистемы лугов в агроландшафтах позволяет разработать методические подходы к оценке ущерба при рынке земель с учётом проведения мероприятий по повышению продуктивности лугов.

*Степень нарушенности экосистемы - 2 балла.* В этом случае луговые угодья могут выйти из оборота навсегда, то есть экосистема показывает неустойчивую сопротивляемость нарушениям. Поэтому необходимо определить ее рыночную стоимость до момента негативного воздействия плюс упущенную выгоду за максимальный период возможной аренды с учетом дисконтирования за 49 лет, а также затраты на консервацию.

*Степень нарушенности экосистемы - 3 балла.* При этом варианте предполагается, что нарушенные луговые угодья будут возвращены в оборот в результате проведения мероприятий по их поверхностному улучшению и внедрению природоохранных комплексов. В этом случае предотвращаемый ущерб будет равен сумме затрат на поверхностное улучшение лугов и сумме упущенной выгоды за период, когда земля находилась в нарушенном состоянии и период в течение которого проводилось улучшение земель с последующими затратами на природоохранные мероприятия.

*Степень нарушенности экосистемы - 4 балла.* В случае слабой нарушенности экосистемы луга можно утверждать,

что её экосистема показывает высокую устойчивость, однако требуется проведение агротехнических мероприятий, позволяющих повысить продуктивность луга. В этом случае предотвращаемый ущерб будет оценен суммой затрат на агротехнические мероприятия, величиной упущеной выгоды за период, когда земля находилась слабо нарушенном состоянии.

Мониторинг луговых угодий в агроландшафтах позволяет выполнить качественный и количественный учёт травостоя и дать оценку хозяйственной пригодности кормовых угодий.

В содержание работ по мониторингу лугов входит геоботаническое обследование растительности с описанием ботанических групп и указанием присутствия, а также долевого участия в фитоценозе инвазийных видов растений, в том числе борщевика Сосновского с последующем составлением геоботанической карты его распространения. Кроме того, изучаются состояние почвенного покрова, рельеф, гидрологические условия, культуртехническое состояние лугов, система использования кормовых угодий. Проводится анализ климатических факторов в условиях современных климатических трендов. По этим оценочным результатам устанавливаются причины деградации луговой растительности. На основании обследования фитоценоза устанавливаются оценочные баллы (2-5) степени нарушенности экосистемы луговых угодий. В результате в агроландшафтах выделяются контура участков луга, требующих улучшения.

Таким образом, мониторинг земель луговых угодий в агроландшафтах позволяет оценить состояние растительности на лугах, выявить степень нарушенности экосистемы. Балльная система оценки нарушенности экосистемы косвенно показывает устойчивость её компонент к негативным внешним воздействиям, а также она позволяет определить в каких случаях требуется проведение мероприятий по улучшению лугов для повышения продуктивности луговых фитоценозов.

## *Литература*

1. *Богданов В.Л.* Формирование устойчивых луговых фитоценозов в нарушенных экосистемах. Автореферат дисс. на соискание учёной степени доктора биол. наук. Санкт-Петербург, 2005. - 48 с.
2. *Абитуров Б.Д.* Биородукционный процесс в наземных экосистемах пастбищных типов. М.: Наука, 1979, 129 с.
3. *Базилевич Н.И.* Некоторые критерии оценки структуры и функционирования природных зональных геосистем// П почвоведение. 1983. №2. С. 27-40
4. *Воронцова Л.И., Ломакина Г.А.* Оценка состояния устойчивости экосистем. - М.: ВНИИ Природа, 1992. - 127 с.
5. *Работнов Т.А.* Экология луговых трав. М., 1985.

*V.L. Bogdanov, P.N. Golovin, V.V. Garmanov*  
**MONITORING OF AGRICULTURAL LANDSCAPE LANDS  
BASED ON SIGNS OF MEADOW PHYTOCENOSES  
AS A TOOL FOR ASSESSING THE DEGREE  
OF ECOSYSTEM DISTURBANCE**  
*Sankt-Petersburg State Agrarian University*

In this paper, the importance of monitoring meadow lands in agricultural landscapes is considered. It provides biotic criteria for assessing the degree of disturbance of the ecosystem of meadows in agricultural landscapes, based on the functional characteristics of phytocenoses, which must be taken into account when monitoring these lands. It presents a point assessment of the degree of ecosystem disturbance based on the biotic signs of phytocenoses. Four degrees of disturbance of the ecosystem of meadow lands in agricultural landscapes are given, depending on the state of phytocenoses. The article contains materials on indicators that must be taken into account when assessing the degree of disturbance of the lugo ecosystem.

*Васейкина Н.А., Медведков А.А.*  
**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ТУРИЗМА В МОНОГОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ  
Г. КИРОВСКА МУРМАНСКОЙ ОБЛ.)**

*Московский государственный университет имени  
М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
[nata.vaseykina@mail.ru](mailto:nata.vaseykina@mail.ru)*

Обсуждаются геоэкологические факторы, ограничивающие освоение туристско-рекреационного потенциала г. Кировска и его окрестностей. Город имеет монопрофильную специализацию, что обуславливает необходимость диверсификации структуры его хозяйства, в т.ч. с учётом использования природно-рекреационных ресурсов Хибин. Эти обстоятельства создают условия для возникновения конфликтов природопользования, для их смягчения необходима разработка мероприятий по охране природы и их реализация, что возможно при объективной оценке факторов, влияющих на возможности реализации туристско-рекреационного потенциала в черте города и его окрестностях. Обозначены существующие геоэкологические ограничения, обусловленные разработкой апатит-нефелиновых месторождений и последствиями обогащения добытого сырья, а также развитием опасных природных явлений, включая высокую уязвимость горных ландшафтов к рекреационному воздействию.

Город Кировск с подведомственной территорией находится в центре Кольского полуострова, в южной части Хибинского массива. Территория города расположена в пределах приозерной Вудъярской низменности, которая с трёх сторон окружена горными хребтами. В 1921 – 1923 гг. в результате геологических изысканий в Хибинах были открыты богатые залежи апатито-нефелиновых руд, разработка которых началась в 1929 г. Кировск является монопрофильным городом, градообразующим предприятием которого является горно-обогатительный комбинат АО «Апатит», входящий в состав крупнейшего российского химического холдинга ПАО «ФосАгро», занимающийся

производством апатитового и нефелинового концентратов. Предприятие разрабатывает шесть Хибинских месторождений: Кукисумчорское, Юкспорское, Плато Расумчорр, которые находятся рядом с г. Кировск, а также Апатитовый Цирк, Коашвинское и Ньоркпахкское [1, 2]. Обогащение добытой руды ведется на двух обогатительных фабриках: АНОФ-2 и АНОФ-3 (Рис. 1.).

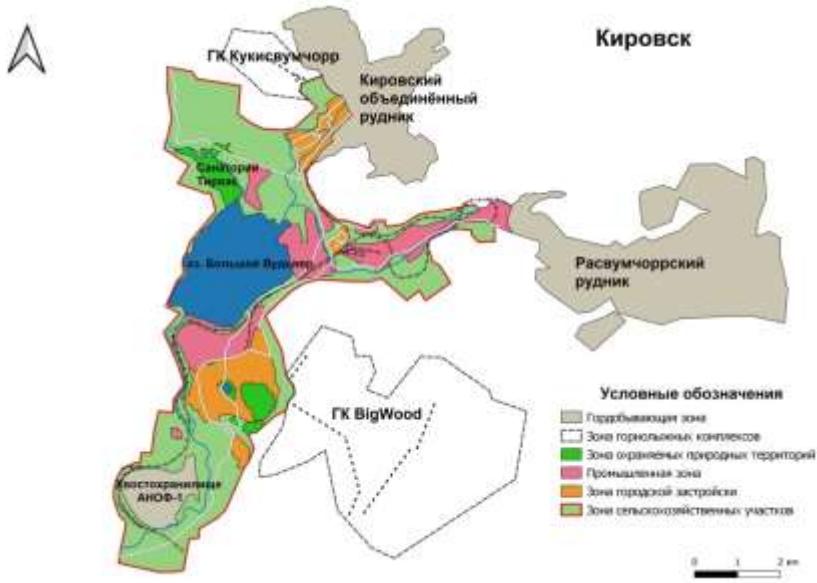


Рис. 1. Функциональное зонирование Кировска.

Главными источниками загрязнения городской среды являются открытые и подземные рудники, обогатительные фабрики, хвостохранилища и отвалы, и другие вспомогательные производства. Наибольшая доля загрязняющих веществ формируется при разработке карьеров открытым способом. Добыча сырья сопровождается попаданием в воздушную среду апатитовой пыли сложного состава, содержащей радиоактивные и другие загрязняющие вещества [3].

В результате добычи и переработки руды формируются

отходы (отвалы и хвосты), состоящие преимущественно из вскрышных и проходческих пород. Отвалы Кировского объединенного рудника размещены на расстоянии 6-7 км от г. Кировска и 2-3 км от пос. Кукисумчорр. Отвалы нагорного типа (5 отвалов) находятся на отрогах гор Кукисумчорр, Апатитовой, Юкспорр. В состав хвостов и отвалов входят апатит, нефелин, вторичные минералы (пироксен), полевой шпат, сфен, титаномагнетит, ильменит, слюда, эвдиалит, сульфиды. После обработки руды в них содержатся флотационные реагенты [4]. В итоге формируются хвостохранилища, выступающие в качестве объектов экологической опасности [5]. Наиболее подверженные загрязнению территории расположены вблизи промышленных объектов, к их числу относятся и туристско-рекреационные объекты (горнолыжные курорты, парки, скверы, туристические тропы). В этом контексте важно отметить, что участки горно-промышленного освоения приурочены к северной части города, а перерабатывающие производства с хвостохранилищами располагаются на юге (вблизи пос. Титан и Коашва).

Кроме добычи полезных ископаемых, в Кировске активно развивается туристическая отрасль – горнолыжный туризм, гостиничный бизнес, организация экскурсионных туров и пеший туризм.

Основное развитие в Кировске получил горнолыжный туризм. Так, в настоящее время на территории города действует три обустроенных горнолыжных комплекса: «Большой Вудъявр», расположенный на склонах горы Айкуайвенчорр, недалеко от центра города, «Кукисумчорр», расположенный в непосредственной близости от Кировского объединенного рудника, а в центральной части города – «Хибины Сноу Парк». В ближайшее время планируется расширить туристско-рекреационную зону как в центре города, так и за его пределами (предполагается появление туристско-рекреационных объектов в микрорайоне

Кукисвумчорр, в районе нового освоения на северо-западе Кировска и к югу от горы Юкспор, где в настоящее время широко представлена промышленная зона) [7]. В настоящее время значительные площади г. Кировска заняты производственными зонами, снижающими эстетическую ценность окружающего ландшафта как туристско-рекреационного ресурса.

Говоря о других видах туризма, отметим, что летние виды туризма в Кировске менее развиты, в этом качестве преимущественно выступает пеший туризм, хайкинг, экскурсионные туры [6], из указанных видов туризма набирает обороты стихийный пеший туризм по горной тундре, это создаёт риски для хрупкой северной природы. На осваиваемой в туристическом отношении территории существует ряд ограничений, обусловленных развитием неблагоприятных природно-экологических процессов и особенностями окружающей среды: обвалы, оползни, лавины, низкий ассимиляционный потенциал ландшафтов, высокая заболеваемость населения и др. [8, 9].

Освоение туристско-рекреационного пространства требует проведения научно-прикладных исследований, включая оценку существующих экологических вызовов и ограничений, обусловленных как природно-географическими особенностями среды [10], так и технико-экологическими особенностями градообразующего производства [3, 4, 5]. Учёт данных факторов позволит более эффективно использовать потенциал имеющихся туристско-рекреационных ресурсов в черте города, а также снизить остроту функциональных конфликтов в городском пространстве.

### *Литература*

1. Валькова Т. М., Шабалина Н. В., Горячко М. Д. Развитие туризма в моногородах: г. Кировск//Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2019. № 4. С. 84–95.

2. Трусова К. Е. Управление устойчивым развитием моногорода: автореф. дис.... канд. экон. наук. Краснодар, 2013. 26 с.
3. Березиков С.А., Дядик В.В., и др. Современные проблемы управления горно-химическим комплексом России: монография, под науч. ред. д. э. н., проф. Череповицына А.Е. Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2023. 127 с.
4. Калашник А.И. Комплексные исследования и мониторинг хвостохранилищ горнодобывающих предприятий Кольского региона // Горный журнал. 2020. № 9. С. 101-106.
5. Чантурия В.А., Маслобоев В.А., Суворова О.В. и др. Обоснование технологий переработки и снижения экологической опасности отходов горных предприятий: основные результаты и перспективы научного сотрудничества. Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Естественные и гуманитарные науки. 2022. Т. 1. № 2. С.9-19.
6. Карначев И. П., Жиров В. К. и др. Эколо-гигиеническая оценка состояния окружающей среды в районе размещения Хибинского горно-химического комплекса Мурманской области // Вестник МГТУ. 2011. Т. 14. № 3. С. 552-560.
7. Медведков А.А., Никанорова А.Д., Шабалина Н.В. Функциональное зонирование города Кировска (Мурманская область) в условиях туристско-рекреационного освоения его территории // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2019. Т. 25. № 2. С. 429-436.
8. Никанов А.Н., Дорофеев В.М. и др. Экологические аспекты накопления минеральных элементов в организме населения, проживающего в районах интенсивной промышленной деятельности в европейской части Арктической зоны России. Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН, 2020. 87 с.
9. Свиридова Е.П. Геоэкологическая оценка туристско-рекреационной освоенности горного региона (на примере республики Адыгея): автореф. дис.... канд. геогр. наук. Майкоп, 2022. 24 с.
10. Медведков А.А. Геоэкологические факторы жизнестойкости арктических городов в криолитозоне: теоретические подходы к изучению // Известия РАН. Серия географическая. 2021. Т. 85. № 5. С. 726-739.

*N.A. Vaseikina, A.A. Medvedkov*  
**GEOECOLOGICAL LIMITATIONS OF TOURISMS  
DEVELOPMENT IN CITIES (KIROVSK, MURMANSK  
REGION)**

*Lomonosov Moscow State University*

Geo-ecological factors limiting the development of the tourist and recreational potential of the city of Kirovsk and its environs are discussed. The city has a single-industry specialization; this circumstance determines the need to diversify the structure of its economy, incl. taking into account the use of natural and recreational resources of the Khibiny. These circumstances create conditions for the emergence of environmental management conflicts; to mitigate them, it is necessary to develop measures for nature protection and their implementation, which is possible with an objective assessment of the factors influencing the possibility of realizing the tourism and recreational potential within the city and its environs. The existing geo-ecological limitations caused by the development of apatite-nepheline deposits and the consequences of enrichment of the extracted raw materials, as well as the development of hazardous natural phenomena, including the high vulnerability of mountain landscapes to recreational impacts, are outlined.

*Воробьев А.Ю.<sup>1</sup>, Локтеев Д.С.<sup>2</sup>, Бургов Е.В.<sup>3,4</sup>,  
Балобина А.А.<sup>5</sup>, Кадыров А.С.<sup>1</sup>*

## **ТРЕХМЕРНЫЕ МОДЕЛИ БЕРЕГОВ РЕКИ ОКИ И ИХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

*<sup>1</sup>Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»*

*<sup>2</sup>Московский государственный университет геодезии  
и картографии*

*<sup>3</sup>Национальный исследовательский центр  
«Курчатовский институт»*

*<sup>4</sup>Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова  
Российской академии наук*

*<sup>5</sup>Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы  
[a.vorobiov90@mail.ru](mailto:a.vorobiov90@mail.ru)*

Рассматривается геоэкологический потенциал 3D-моделирования земной поверхности в пойме реки Оки. На примере полустационара «Костино» в границах вогнутого берега окской излучины выделены задачи, для решения которых востребована крупномасштабная геодезическая съемка. Приводятся результаты определения эрозии горизонтов аллювиальных почв и палеопочв как источников поступления углерода в русло водотока.

В ходе полустационарного мониторинга сезонной динамики рельефообразования была обоснована роль биотических, абиотических и антропогенных рельефообразующих процессов, как наиболее значимых факторов окружающей среды в контексте потерь земельных и почвенных ресурсов. На основе стратиграфического моделирования и картирования фациальной структуры пойменных массивов исследованы возможности количественной оценки ресурсного потенциала участков поймы с высоким эрозионным риском.

На современном этапе развития методологии наук о Земле тенденции цифровизации выражаются в широком внедрении полимасштабного пространственного моделирования – от структуры живой клетки до планетарного рельефа. Формализация физико-географических процессов и объектов за последние 20-30 лет все более задействует их представление в форме цифровых продуктов. Среди них

заметное место занимают полигональные графические модели, используемые для отображения поверхности рельефа. В геодезии, геоморфологии и геоинформатике триангуляция (TIN) является [1, 2] традиционным подходом к построению регулярных сетей, в дальнейшем преобразующихся в топографию – базовую метрику всякого ландшафта и любой зоны землепользования.

Берега равнинных рек являются достаточно изменчивыми природными объектами, для которых в динамической геоморфологии разработаны методики регулярных наблюдений. В природных условиях центра Русской равнины преобладает изменчивость, инспирированная сезонами гидрологического года. Пойма реки Оки в границах Рязанской области заключает 1070 км окских берегов, при прохождении весенних половодий подвергающихся дестабилизации. На протяжении последних 10 лет мы осуществляем контроль боковой эрозии ее русла [3], в режим работы физико-географического полустационара «Костино» на участке 726 км от устья р. Оки интегрированы геоморфологические и геодезические методы, в том числе сканирование поверхности поймы камерами беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на подмываемом берегу учетной площадки – зоне ежегодных потерь территории.

Воздушная съемка дополняется наземными работами, созданием нерегулярной сети вершин и последующим трехмерным позиционированием облаков точек с координатами в AutoCAD и Agisoft Metashape. Итоговым продуктом после поэтапного удаления артефактов и ложных поверхностей становится [1, 2] цифровая модель рельефа (ЦМР или карта высот), наложенная на ортофотоплан местности. Растровый формат данных предполагает получение зависимостей ско-рости разрушения берега как от его высоты, значимой [4] в расчетах скорости русловых деформаций, так и от прочих структурно-морфологических, литологических и гидравлических параметров.

Морфология поверхности полустационара рассматривается совместно с фациальным составом рельефа. Средняя мощность почвенно-растительного слоя (ПРС) составляет 0,5 м, дневная почва диагностируется как аллювиальная дерновая. Литологическая характеристика почвогрунтов составлена путем определения содержания органического вещества ( $C_{общ}$ ), гранулометрического анализа и физических свойств гумусово-аккумулятивных горизонтов дневной почвы и серой лесной палеопочвы. Последняя локализована в геологическом теле пойменного массива на высоте 4,5-5,0 м над урезом реки. В AutoCAD (модуль Civil 3D) оценены запасы гумуса в слоях 0-20 см, 0-50 см, 0-100 см, для расчета площади уничтоженной поймы использовался также QGIS v. 3.4. Совмещение ЦМР, фиксирующих состояние поверхности за теплые (июнь-октябрь) и холодные (ноябрь-май) сезоны 2022-2023 гг., позволяет заключить, что экспорт грунтов ПРС происходит медленнее, чем горизонтов погребенной почвы. Ежегодные различия, производимые размывом русла в половодье, достигают 8%, а во время летне-осенней литодинамики – 40%. Основной вклад в поступление углерода в русло р. Оки дает, тем не менее, современный почвенный покров, поскольку гумус в нем менее минерализован [5] и его запасы выше, чем в реликтах почвообразования.

Очевидная связь между геомой и биотой ключевого участка исследования представлена зоогенным морфолитогенезом. Ласточки-береговушки (*Riparia riparia*), закладывая норы, за теплый сезон года перемещают порядка 60-90  $m^3$  отложений, в основном, из палеопочвы и подстилающих ее супесей и песков древних прирусловых валов. Идентификация роли биотических, абиотических и антропогенных факторов эрозии стала возможной за счет высокого разрешения ЦМР (размер ячейки растра - 1,3 см). Все они, действуя совместно, за два года мониторинга привели к перемещению 10224  $m^3$  почвогрунтов на всей учетной площадке, протяженной на 400 м длины берега. Из данного

объема эрозия органоминеральных пород ( $C_{общ}=3-10\%$ ) и минеральных грунтов с примесью органического вещества ( $C_{общ}<3\%$ ) составила, по меньшей мере,  $2560\text{ м}^3$ .

Участки высокой поймы с оптимальным режимом затопления считаются многофункциональным земельным фондом, поэтому во многих государствах разработаны [6, 7] стратегии мониторинга эрозионно-аккумулятивных процессов в их пределах. Сценарии многолетней динамики эрозии для полустационара «Костино» пока еще не предложены, однако наши наблюдения показали ежегодное уничтожение, в среднем,  $693,5\text{ м}^2$  территории. Поскольку территория полустационара используется под укос, в перечень его функционала может входить расчет экономических потерь от горизонтальных русловых деформаций, которые несёт собственник. Их определение предполагается по формуле, предложенной в работе [8], в которой экономическая оценка природного ресурса учитывает ценность продукции, затраты на ее получение и время эксплуатации. Главной геоэкологической задачей в этом контексте становится координация запасов почвенных ресурсов и отрицательной динамики земельного фонда. Последняя и определяет длительность возможной эксплуатации ресурсного потенциала территории на участках окской поймы с высоким эрозионным риском.

Средоточием почвенных ресурсов является [5], в первую очередь, гумусово-аккумулятивный горизонт дневной почвы, количественные зависимости свойств которого от метрик рельефа могут быть [9] достаточно сложными. Помимо поддержания плодородия, к функциям горизонтов A1 различных почв относится депонирование углерода. Его поликомпонентные соединения могут служить [5] сырьем для гуминовых препаратов – ценной биотехнологической продукции. Между тем, слишком быстрые затраты почвенного и палеопочвенного резервуаров  $C_{общ}$  сопровождают доставку ила и гумусовых веществ в русевой поток. Подобный материал обладает высокой поглотительной

способностью и частично аккумулируется на окских берегах и дне в зонах замедленного течения, например, в затонах. В годы с пониженной водностью половодий, как следует из наших исследований [10], не только упомянутые седиментационные обстановки, но и все берега оказываются особенно уязвимыми к заилиению. В современных условиях неустойчивого стока р. Оки геодезический контроль литодинамики ее берегов позволяет проводить оценку объема и изменчивости почвенных и земельных ресурсов, дополняя ее фиксацией предпосылок повышения геоэкологической напряженности.

Работа выполнялась при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-77-00050, <https://rscf.ru/project/22-77-00050/>.

### *Литература*

1. *Лучников А.И., Ляхин Ю.С., Лепихин А.П.* Опыт применения беспилотных летательных аппаратов для оценки состояния берегов поверхностных водных объектов // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 1. С. 37-46.
2. *Masoodi A., Noorzad A., Majdzadeh M.R., Samadi T.A.* Application of short-range photogrammetry for monitoring seepage erosion of riverbank by laboratory experiments // Journal of Hydrology. 2018. Vol. 558. P. 380-391.
3. *Воробьев А.Ю., Кадыров А.С.* Полевые исследования отступания берегов русла р. Оки в 2014-2018 гг. с помощью метода простых реперов // Географический вестник. 2020. № 3 (54). С. 30-45.
4. *Беркович К.М., Злотина Л.В., Турыкин Л.А.* Размыв речных берегов: факторы, механизм, деятельность человека // Геоморфология. 2019. № 2. С. 3-17.
5. *Попов А.И.* Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 2004. 248 с.
6. *Lagasse P.F., Zewenbergen L.W., Spitz W.J., Thorne C.R.* Methodology for Predicting Channel Migration. Washington, DC: Transportation Research Board. 2004. 214 p.
7. *Yu M., Wei H., Wu S.* Experimental study on the bank erosion and interaction with near-bank bed evolution due to fluvial hydraulic force //

- International Journal of Sediment Research. 2015. Vol. 30. P. 81-89.
8. Папенов К.В. Экономика природопользования. Учебник. М.: ТЕИС, ВЕЛБИ. 2012. 928 с.
9. Шарый П.А., Пинский Д.Л. Статистическая оценка связи пространственной изменчивости содержания органического углерода в серой лесной почве с плотностью, концентрациями металлов и рельефом // Почвоведение. 2013. № 11. С. 1344–1356.
10. Воробьев А.Ю., Кривцов В.А., Кадыров А.С. Современная динамика накопления и состав аллювия прирусловой поймы реки Оки // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2021. Т. 163, кн.4. С. 603-625.

*A.Yu. Vorobyov<sup>1</sup>, D.S. Lokteev<sup>2</sup>, E.V. Burgov<sup>3,4</sup>,  
A.A. Balobina<sup>1</sup>, A.S. Kadyrov<sup>1</sup>*

### **3D MODELS OF THE OKA RIVER BANKS AND ITS GEOECOLOGICAL SIGNIFICANCE**

*<sup>1</sup>Ryazan State University named for S. Yesenin*

*<sup>2</sup>Moscow State University of Geodesy and Cartography*

*<sup>3</sup>National research center «Kurchatov institute»*

*<sup>4</sup>A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian  
Academy of Sciences*

*<sup>5</sup>Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

We have considered the environmental potential of representing the relief of the Oka River floodplain in the form of 3D models of the land surface. On the example of the semi-stationary "Kostino" in the boundaries of the cutbanks of the Oka River bends, we highlighted the tasks for which accuracy geodetic surveying is required. In the paper, we also present some results of identifying alluvial soil erosion and palae soils as sources of carbon inputs to the stream channel. We have isolated the role of biotic, abiotic and anthropogenic landforming processes as the most significant environmental factors in the context of land and soil resource losses. Based on stratigraphic modelling and mapping of the facies structure of floodplain, we investigated the possibilities of quantifying the resource potential of areas with high erosion risk.

*Гали-Гали Д.Р.*

*Научный руководитель: Опекунова М.Г.*

**ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ НА ТЕРРИТОРИИ  
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО МЕТОДАМ  
БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Институт  
наук о Земле, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург,  
Университетская наб., 7–9*

[dgaligali@mail.ru](mailto:dgaligali@mail.ru)

В статье представлены результаты биотестирования почв контрольных и фоновых станций геоэкологического мониторинга, расположенных на территории газоконденсатного месторождения (ЯНАО), с использованием тест-объектов *Daphnia magna* Straus.

и *Chlorella vulgaris* L. Проведён сравнительный анализ эффективности их использования для оценки загрязнения проб почвы, отобранных на территории Юрхаровского и Уренгойского месторождений. Показана необходимость применения единых подходов в области подготовки проб почвы и проведении биотестирования для однозначной трактовки полученных результатов и объективной оценки экологического состояния территорий.

В связи с активным освоением газовых и газоконденсатных месторождений севера Западной Сибири растительность и почвы этого региона подвергаются загрязнению и геомеханическому воздействию. Хотя при этом уровень химического загрязнения существенно ниже, чем при разработке месторождений, оно приводит к малозаметным изменениям окружающей среды, которые плохо фиксируются при помощи существующих методов локального мониторинга [1].

Эффективным методом оценки токсичности почвы является биотестирование, которое позволяет оценить потенциальную опасность антропогенного воздействия на почву за счет интегрального влияния различных факторов на живые организмы [1, 2].

Исследование было направлено на изучение токсичности почв, отобранных в пределах станций мониторинга (СМ) нефтегазоконденсатных месторождений (НГКМ) севера Западной Сибири (ЯНАО). С этой целью поставлены опыты по изучению реакции биотестов *Chlorella vulgaris* Beijer и *Daphnia magna* Straus на испытуемые вытяжки почв и определению корреляции между их реакциями. Методами биотестирования определена токсичность почв, отобранных на территории Юрхаровского и Уренгойского месторождений летом 2003 и 2022 года при проведении комплексных геоэкологических исследований по разработанной сети станций [3]. Биотестирование проводили в учебной лаборатории физико-химического анализа СПбГУ согласно методическим указаниям с использованием тест-объектов *Chlorella vulgaris* и *Daphnia magna* в соответствии с ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06; ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.9-06; ПНД Ф Т 14.1:2:3:4. Всего было поставлено 189 экспериментов и изучена токсичность 63 образцов почвы.

По результатам биотестирования почв, отобранных на территории Уренгойского месторождений установлено, что смертность дафний через 48 часов (рис. 1), в 31 пробе не превышала 60%. Наиболее токсичны образцы, отобранные с СМ 22-15 (разъезды вездеходов между двумя озерцами термокарстового происхождения) с процентом смертности дафний от 83 до 100%; 22-17Ат (Т-образный перекрёсток на химкомплекс, за железнодорожным переездом, в 100 м от железной дороги) - 73%; 22-19Е (окраина Новый Уренгой, лиственничная редина по дороге к буровой) - 80%; 22-13А и 22-12В (окраина Новый Уренгой в 1,5 км от вертолётной площадки, берёзово- лиственничная редина кустарничково-осоково- моховая) - (100%); и 22-07В (микрорайон Северный, пляж на берегу реки Ево-Яха, с берёзово-ивовыми зарослями) - 100%. На СМ 22-15 наибольшая смертность дафний характерна для поверхностного горизонта Ат и горизонта Т.

Пробы, отобранные со станций фонового мониторинга нетоксичны.



Рис. 1. Смертность *Daphnia magna* Straus. в образцах почвы на территории Уренгойского месторождения

При биотестировании почв, отобранных на территории Юрхаровского месторождений (рис. 2), были обнаружены образцы с острой токсичностью.

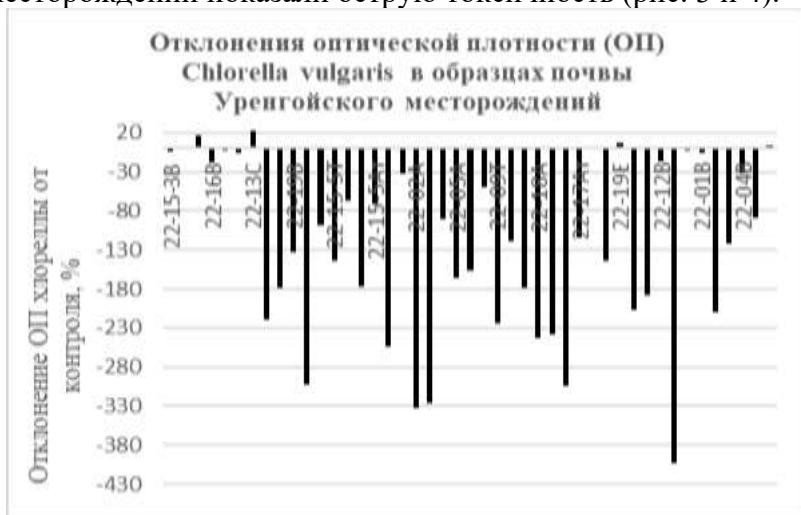
В их число вошли образцы с контрольных СМ ЭП-13 (плоский торфяник вблизи разведочной скважины № 105); СМ ЭП-15 (кустарничково-лишайниковая) тундра по трассе зимника); СМ ЭП-18 (пятнистая мелкокочковатая тундра около карьера); СМ ЭП-23 (пятнистая тундра около перекрестка дорог к скважинам); СМ ЭП-25 (среднекочковатая тундра на возвышенном участке с разъездами въездов); СМ ЭП-31 (мелкокочковатая тундра на высоком берегу реки) расположенных на техногенно загрязненных участках.

Особо токсичными оказались пробы, отобранные из верхних горизонтов почвы (смертность дафний через 48 часов составила 100%). Образцы с условно-фоновых СМ (СМ ЭП-17В, ЭП-17С, 117В и 104-1В) нетоксичны.



**Рис. 2.** Смертность *Daphnia magna* Straus. в образцах почвы на территории Юрхаровского месторождения

При анализе отклонения оптической плотности (ОП) *Chlorella vulgaris* пробы почвы Юрхаровского и Уренгойского месторождений показали острую токсичность (рис. 3 и 4).



**Рис. 3.** Отклонения оптической плотности (ОП) *Chlorella vulgaris* L. в вытяжках проб почв Уренгойского месторождения



**Рис. 4. Отклонения оптической плотности (ОП) *Chlorella vulgaris* L. в вытяжках проб почв Юрхаровского НГКМ**

Таким образом, большинство изученных почв Уренгойского газового месторождения не обладают острой токсичностью. Однако на территории Юрхаровского НГКМ, подверженного активному освоению, происходит увеличение смертности дафний и отклонение оптической плотности хлореллы. Подобные явления наблюдаются на территориях с аккумулятивным типом миграционных потоков. Смертность *Daphnia magna*, а также степень отклонения оптической плотности *Chlorella vulgaris* закономерно увеличиваются на станциях контрольного мониторинга, расположенных вблизи производственных объектов промысла. На всех площадках, где отмечены превышения фоновых значений НУ, ПАУ или тяжелых металлов, биотестирование обнаружило среднюю и острую токсичность.

Сравнительный анализ химического состава почв и реакции тест-объектов показал, что наиболее надежным индикатором нефтяного загрязнения служит изменение оптической плотности хлореллы, в то время как на смертность дафний дополнительное влияние также оказывает кислая реакция

тундровых почв. Поэтому при проведении биотестирования важно максимально унифицировать подготовку проб и процедуру определения токсичности анализируемого материала для репрезентативности и сравнения полученных результатов.

### *Литература*

1. *Опекунова М.Г., Опекунов, А.Ю., Арестова А.Ю.* Использование методов биоиндикации и биотестирования в оценке экологического состояния территории газоконденсатных месторождений севера Западной Сибири // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 2018. Т. 63. № 3. С. 326-344.
2. *Терехова В.А.* Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение, 2011. №2. С. 190-198.
3. *Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушин С.Ю., Ганул А.Г.* Фоновое содержание химических элементов в почвах и донных осадках севера Западной Сибири. Почвоведение. 2019. № 4. С. 422-439. DOI: 10.1134/S0032180X19020114

*D.R. Gali-Gali*

*Scientific adviser: M.G. Opekinova*

### **ASSESSMENT OF SOIL TOXICITY IN THE TERRITORY OF OIL AND GAS CONDENSATE FIELDS IN THE NORTH OF WESTERN SIBERIA USING BIOTESTING METHODS**

*St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, Russian  
Federation, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya nab. 7-9, St.  
Petersburg, Russia.*

The paper presents the results of biotesting of soils of control and background stations of geoecological monitoring, located on the territory of gas condensate field (YNAO), using test objects *Daphnia magna* Straus. and *Chlorella vulgaris* L. A comparative analysis of the efficiency of their use to assess the contamination of soil samples taken on the territory of Yurkharovskoye and Urengoyskoye fields has been carried out. The necessity to apply unified approaches in the field of soil sample preparation and biotesting for unambiguous interpretation of the obtained results and objective assessment of the ecological state of the territories was shown.

*Грищенко М.Ю.<sup>1,2,3</sup>, Григорян А.Г.<sup>1</sup>, Алдошин И.А.<sup>1</sup>,  
Липовецкая М.А.<sup>1</sup>, Крылова А.А.<sup>1</sup>, Подгорный О.М.<sup>1</sup>*

## **ИЗУЧЕНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПОДГОРНОЙ РАВНИНЫ ХРЕБТА ДОКУЧАЕВА (ОСТРОВ КУНАШИР, БОЛЬШАЯ КУРИЛЬСКАЯ ГРЯДА)**

*<sup>1</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет*

*<sup>2</sup> Национальный исследовательский университет «Высшая школа  
экономики», ФГИТ*

*<sup>3</sup> Государственный природный заповедник «Курильский»  
[m.gri@geogr.msu.ru](mailto:m.gri@geogr.msu.ru)*

В статье описаны результаты исследований геосистем подгорной аккумулятивной равнины, расположенной между горными массивами хребта Докучаева и вулкана Тятя на острове Кунашир.

Равнина представляет собой уникальный природный объект, поскольку на Курильских островах преобладает денудация, и аккумулятивные формы не находят здесь широкого распространения. Проведены полевые обследования

растительности, почв и рельефа по стандартным методикам.

В качестве материалов использованы также космический снимок сверхвысокого пространственного разрешения, топографические карты и научная литература. В результате составлены тематические карты, выявлены особенности пространственного распределения геосистем.

Остров Кунашир является одним из крупнейших и самым южным островом Большой Курильской гряды. Тёплый мягкий климат, транспортная доступность и высокая освоенность острова (Кунашир является самым населённым среди всех Курильских островов) обусловили повышающийся из года в год рекреационный интерес к этой территории. Особенno значительным поток туристов стал с 2022 года. Рекреационный сектор начал занимать в экономике острова важное место. Повышение рекреационной нагрузки на местные геосистемы определяет необходимость их изучения.

Геоморфологически Кунашир представляет собой серию вулканических массивов, соединённых друг с другом низменными перешейками. В южной части острова расположены вулкан Менделеева и вулкан Головнина, разделённые Серноводским перешейком. От северной части она отделена обширным Южно-Курильским перешейком. Северная часть острова устроена сложнее. Её слагают: вулканический хребет Докучаева, сформированный линейно-гнездовой системой вулканических очагов [1] и венчающийся вулканами Смирнова и Руруй; массив молодого вулкана Тятя типа сомма-везувий, расположенный вплотную к вулкану Смирнова и частично перекрывающий его основанием конуса; древний, значительно разрушенный массив полуострова Ловцова, отделённый от массива вулкана Тятя Кругловским перешейком.

Между юго-восточным подножьем хребта Докучаева и юго-западным подножьем вулкана Тятя сформировалась аккумулятивная равнина, сложенная продуктами разрушения этих горных систем. К этой равнине приурочена долина крупнейшей на острове реки Тягиной, а также других сравнительно крупных рек: Ночки, Саратовской, Рогачёвки. Равнина покрыта преимущественно хвойными лесами, частично заболоченными. Следует отметить, что аккумулятивные формы в целом не очень характерны для Курильских островов, на которых преобладает денудация; этот факт делает геосистемы описываемой подгорной равнины уникальными не только на Кунашире, но и на Курильских островах в целом.

В рамках полевых обследований 2023 года изучены геосистемы междуречья рек Саратовская и Рогачёвка. Полевые обследования включали описания по стандартным методикам растительности, почв, рельефа. Площадь исследуемого участка составляет около 10 кв. км.

Исходными материалами для составления карт, помимо результатов полевых обследований, стали топографические

карты и космических снимок со спутника Pleiades 1B от 27.09.2019 г., пространственное разрешение 0,5 м. Всего в ходе работ составлено 61 полное геоботаническое описание, соответствующие пяти профилям. Почвенных разрезов заложено чуть меньше – 42 штуки.

Опорным материалом для геоботанических обследований послужили литературные источники, среди которых монография В.Ю. Баркалова «Флора Курильских островов» [2], Определитель высших растений Сахалина и Курил Д.П. Воробьёва [3], работа Л.М. Алексеевой «Флора острова Кунашир» [4], а также геоботанические описания прошлых лет, составленные на смежной с картографируемым участком территории.

Все почвенные разрезы заложены по катенам – сопряженным элементарным ландшафтам от побережья вглубь острова, образующих профили. Они дают представление о пространственной структуре почвенного покрова и приуроченности почвенных единиц к формам рельефа, отложениям и растительным сообществам. Диагностика генетических горизонтов проводилась в соответствии с Классификацией почв России [5].

Составление описаний растительности, почв и рельефа осуществлялось в соответствии с методикой Московской школы ландшафтования [6, 7], т.е. на уровне уроцищ и подурочищ. Примером уроцища может выступать прибрежный вал с покатыми склонами, занятый бамбучником с единичным подростом ели и пихты на грубогумусовых типичных почвах. В качестве примера подурочищ здесь по отдельности выступают вершина и склоны этого бугра.

Контуры растительности дешифрированы по снимку Pleiades 1B, названия ассоциаций даны по описанным в ходе полевых работ типичным фитоценозам. Цветовая гамма выделенных контуров подобрана по аналогии с картой растительности бассейна Амура [8] и картой растительности, представленной в Атласе Курильских островов [9]. Основной

таксономической единицей на почвенной карте стали подтипы почв. Цвета для типов и подтипов почв выбраны в соответствии с данными единого государственного реестра почвенных ресурсов России. Легенда ландшафтной карты представлена в матричном виде, где по горизонтали указывается морфолитогенная основа с характеристиками рельефа и отложений, по вертикали – почвенно-растительный покров. Способ картографирования и цветовая палитра основаны на методических указаниях А.А. Видиной [6].

По итогам исследования выявлено, что исследуемая территория в ландшафтном отношении достаточно однородна. На ней распространены геосистемы, такие как однородные произрастающие на торфяных почвах ельники-бамбучники, являющиеся доминантными, а также, например, небольшие по площади комплексы прибрежных валов, которые по своей структуре достаточно фрагментированы.

Доминирующими урочищами на исследуемой территории являются плоские морские террасы, занятые еловыми бамбуковыми лесами на торфяных эутрофных почвах. Ближе к склонам хребта на пологих склонах, сложенных делювиальными суглинками, произрастают пихтово-еловые папоротниковые зеленомошные леса на бурозёмах типичных. Прибрежные валы как одни из самых молодых мезоформ рельефа только частично заняты лесной растительностью, а доминирующими сообществами здесь являются разнотравно-бамбуковые луга на грубогумусовых типичных почвах. Долины рек Саратовская и Рогачёвка имеют несколько уровней пойм. Высокая пойма преимущественно представлена высокотравными вейниково-лабазниковыми лугами, средняя и низкая – ивово-ольховыми лесами на аллювиальных глеевых почвах.

Уникальными комплексами являются переходные сфагновые болота на юго-западе участка, формирующиеся в данный момент из озёр лагунного типа, а также леса на северо-востоке с участием не характерных для

исследуемой территории широколиственных пород: бархатом сахалинским и клёном Майра.

### *Литература*

1. *Гориков Г.С.* Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Изд-во Наука, 1967.
2. *Баркалов В.Ю.* Флора Курильских островов. Владивосток: Дальнаука. 2009. 468 с.
3. *Воробьёв Д.П., Ворошилов В.Н., Гурзенков Н.Н., Доронина Ю.А., Егорова Е.М., Нечаева Т.И., Пробатова Н.С., Толмачев А.И., Черняева А.М.* Определитель высших растений Сахалинской области и Курильских островов. Л.: Наука, 1974. 374 с.
4. *Алексеева Л.Н.* Флора острова Кунашир (сосудистые растения). Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1983. 132 с.
5. *Шишов Л.П., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И.* Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
6. *Видина А.А.* Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтным исследованиям [Текст]: (Для целей с.-х. производства в сред. полосе Русской равнины) / Под ред. Н.А. Солнцева; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. Геогр. фак. Лаборатория ландшафтования. М.: [б. и.], 1962. 120, 13 с., 6 л. черт.: ил., карт.; 20 см.
7. *Солнцев Н.А.* Учение о ландшафте: Избранные труды. МГУ им. М.В. Ломоносова, Геогр. фак. М.: Изд-во МГУ, 2001. 383 с.: ил.
8. *Грибова С.А., Карпенко А.С.* Карта растительности бассейна Амура М. 1:3 000 000 и методы ее составления // Геоботаническое картографирование. Л. 1967. С. 75-83.
9. *Атлас Курильских островов /* Российская академия наук. Институт географии РАН. Тихоокеанский институт географии ДВО РАН; Редкол.: Котляков В.М., Бакланов П.Я., Комедчиков Н.Н. и др; Отв. ред.-картограф Федорова Е.Я. М., Владивосток: Феория, 2009.

*M.Y. Grishchenko*<sup>1,2,3</sup>, *A.G. Grigoryan*<sup>1</sup>, *I.A. Aldoshin*<sup>1</sup>,  
*M.A. Lipovetskaya*<sup>1</sup>, *A.A. Krylova*<sup>1</sup>, *O.M. Podgornyi*<sup>1</sup>

**STUDYING AND MAPPING NATURAL COMPLEXES OF THE  
PIDMOUNTARY PLAIN OF THE DOKUCHAEV RIDGE  
(KUNASHIR ISLAND, GREAT KURIL RIDGE)**

<sup>1</sup>*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography*

<sup>2</sup>*HSE University, Faculty of Geography and Geoinformatics*

<sup>3</sup>*State Nature Reserve “Kurilskyi”*

The article describes the results of studies of the geosystems of the pidmountary accumulative plain located between the mountain ranges of the Dokuchaev ridge and the Tyatya volcano on Kunashir Island. The plain is a unique natural object, since denudation predominates on the Kuril Islands, and accumulative forms are not widespread here. Field surveys of vegetation, soils and topography were carried out using standard methods. Ultra-high spatial resolution satellite images, topographic maps and scientific literature were also used as materials. As a result, thematic maps were compiled and the features of the spatial distribution of geosystems were identified.

*Гусарова Д.С., Яблонская Д.А., Липатникова О.А.,  
Лубкова Т.Н., Филатова О.А.*

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ  
НА СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ  
РОДНИКОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА  
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

*Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова, геологический факультет*

В работе оценено влияние техногенной нагрузки на состав родниковых вод территории Богородского и Лосино-Петровского городских округов Московской области. Определено, что воды родников локализованы в четвертичных отложениях и характеризуются повышенным содержанием соединений азота, ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ , что обусловлено утечками из канализации на селитебных территориях, применением азотных и калийных удобрений агропромышленными предприятиями и обработкой дорог противогололедными реагентами. При этом превышения ПДК для питьевых вод отмечены для величины ХПК, содержаний ионов  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$ , концентрации железа в водах отдельных родников.

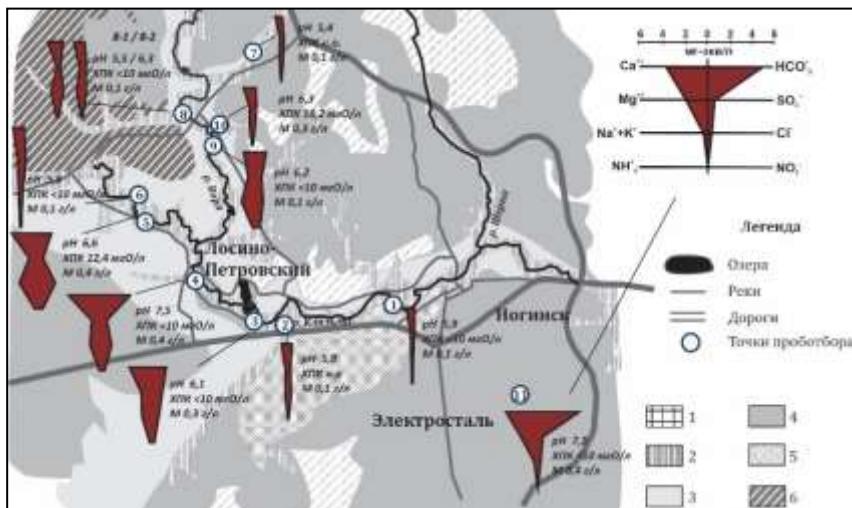
Техногенная нагрузка на компоненты природной среды Богородского и Лосино-Петровского городских округов формируется за счёт химико-фармацевтической и легкой промышленности, производства пищевых продуктов, электронного машиностроения, агропромышленного комплекса. В последние годы рост техногенной нагрузки на территории округов связан со строительством и реконструкцией федеральных автомагистралей с сопутствующим появлением крупных складских и транспортно-логистических центров и активным развитием технопарков с одновременным развитием социальной инфраструктуры.

Площади городских округов расположены на территории Мещёрской низменности, в пределах развития девонских, верхнекаменно-угольных, верхнеюрских и нижнемеловых

терригенно-карбонатных пород, перекрытых современными, средне- и позднечетвертичными отложениями из флювиогляциальных и аллювиальных рыхлых песков мощностью до 15 м [1]. Гидрологические условия Московской области характеризуются наличием зоны активного водообмена, которая охватывает до 10 и более водоносных горизонтов [2]. Поверхностные отложения проницаемы для загрязненного поверхностного стока и неконтролируемых канализационных утечек, что приводит к снижению качества подземных вод, широко используемых населением в качестве источника питьевой воды.

Опробование родников проводилось осенью 2022 года и зимой 2023 года (рис.1). Содержания ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  определены методом объемного титрования [3],  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$  – методом потенциометрии,  $\text{SO}_4^{2-}$  – методом РФА [4], значение ХПК – методом фотометрии (по ГОСТ 31859-2012), содержания  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и микроэлементов получены методом ИСП-МС с использованием оборудования для высокочувствительного элементного анализа состава природных объектов SUPEC 7000, Focused Photonics Inc (приобретен по Программе развития МГУ).

Установлено, что воды родников слабокислые-нейтральные (рН 5,4-7,5) с минерализацией от 0,1 до 0,5 г/л), по величине жесткости от очень мягких и мягких (<1,5 до 4,0 мг-экв/л) до средних (4,9-5,6 мг-экв/л). Величина ХПК в водах в целом менее 10 мгО/л, в роднике 9 – 18 мгО/л, что превышает ПДК для питьевых вод. Содержание нитрат-иона в среднем менее 12 мг/л, иона аммония – 0,8 мг/л. Повышенным содержанием соединений азота в воде отличаются родники 3, 4, 5, 9:  $\text{NH}_4^+$  – 1,8-6,3 мг/л (превышает ПДК для питьевых вод),  $\text{NO}_3^-$  – 26,5-37,4 мг/л, в роднике 5 – 46,4 мг/л (превышает ПДК для питьевых вод).



**Рис.1.** Расположение точек опробования и макрокомпонентный состав вод родников. Основа составлена по материалам [5], на диаграммах Стиффа содержания ионов выражены в мг-экв/л, диаграммы построены по единой шкале (образец в верхней правой части рисунка). Водоносные горизонты: 1 – озерно-болотный l,hQ<sub>IV</sub>; 2 – аллювиальный alQ<sub>IV</sub>; 3 – аллювиально-флювиогляциальный al,fglQ<sub>II-III</sub>; 4 – московско-днепровский аллювиально-флювиогляциальный fglQ<sub>II-III</sub>-m; 5 – верхнегжельский C<sub>3</sub>g<sub>2</sub>; 6 – подземные воды спорадического распространения в московской морене и в покровных отложениях glQ<sub>II-III</sub>+prQ<sub>III</sub>.

Состав зимних и осенних вод аналогичен для всех родников, кроме 8-1 и 8-2, состав которых подвержен сезонным колебаниям – в зимний период увеличивается содержание хлорид-ионов. Результаты определения макрокомпонентного состава воды представлены на диаграммах Стиффа (рис.1). Полученные данные позволяют выделить 4 группы вод по составу:

- 1) (Mg)Ca-Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>, (родники 1, 2, 3, 6, 7, 10);
- 2) Na-Ca-(SO<sub>4</sub>)-HCO<sub>3</sub>-Cl, (родники 5 и 8);
- 3) (Mg)-Ca-HCO<sub>3</sub>, (родники 4 и 11);
- 4) смешанные (родник 9).

Содержания микроэлементов в водах отличаются значительными вариациями [6], однако не превышают ПДК для питьевых вод за исключением содержания железа (родник 6).

Таким образом, питание родников происходит за счет вод, локализованных в поверхностной толще рыхлых отложений (QI-IV), наиболее подверженных техногенной нагрузке. Повышенное содержание соединений азота, ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$  в подземных водах связано с утечками из канализации на селитебных территориях, применением азотных и калийных удобрений агропромышленными предприятиями, а также с обработкой дорог противогололедными реагентами.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы «Развитие комплексных методов физической, прогнозно-поисковой и экологической геохимии» (контракт № 5-3-2021, номер ЦИТИС: 121061600048-7).

### *Литература*

1. *Макеев В.М., Суханова Т.В., Макарова Н.В., Коробова И.В.* Геолого-геоморфологическое строение и геоэкологические условия Ногинско-Клязьминского района Московской области // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2019. № 4. С. 68-78.
2. *Позднякова И.А., Кожевникова И.А., Костикова И.А., Томс Л.С.* Оценка условий взаимосвязи водоносных горизонтов на основе крупномасштабного картирования геологического строения и гидрогеологических условий г. Москвы // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2012. № 6. С. 527-539.
3. *Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю.* Методы анализа природных вод. М.:Недра, 1970. 488 с.
4. *Лубкова Т.Н., Липатникова О.А., Филатова О.Р., Балыкова И.В.* Рентгенофлуоресцентный анализ сульфат-иона в водных растворах по методу высущенной капли с использованием портативного спектрометра // Вестник московского университета. Серия 4. Геология. 2022. № 2. С. 59-67.
5. Гидрогеологическая карта СССР (N-37-III). Серия Московская,

масштаб: 1:200000, составлена: ВСЕГИНГЕО, 1961 г., редактор(ы): Урбан Б.Э.

6. Гусарова Д. С., Яблонская Д. А., Липатникова О. А., Лубкова Т.Н., Филатова О.Р. Геохимическая и санитарно-химическая характеристика вод родников Богородского и Лосино-Петровского городских округов Московской области // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2024. № 1. С. 95–104.

*D.S. Gusarova, D.A. Yablonskaya, O.A. Lipatnikova,  
T.N. Lubkova, O.R. Filatova*

**ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC INFLUENCE  
ON GROUNDWATER COMPOSITION (CASE STUDY:  
SPRINGS IN THE NORTHEAST OF THE MOSCOW REGION)**

*Lomonosov Moscow State University*

The study examined the impact of anthropogenic load on the spring waters composition for the Bogorodsky and Losino-Petrovsky urban districts (Moscow region). It was determined that the waters of the springs are localized in Quaternary deposits and are characterized by elevated levels of  $\text{SO}_4^{2-}$  and  $\text{Cl}^-$  and nitrogen compounds. This is attributed to leaks from sewage systems in residential areas, the use of nitrogen and potassium fertilizers by agro-industrial enterprises, as well as the treatment of roads with anti-icing agents in winter. Exceedances of standards for drinking water are observed in isolated cases: for the concentration of iron in water, COD values, and the content of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NH}_4^+$  in the individual springs.

*Ерёменко Д.К., Гармышев В.В.*

**МОНИТОРИНГ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ  
ТЕРРИТОРИИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА  
В РЕЗУЛЬТАТЕ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ**

*Иркутский национальный исследовательский технический  
университет, Иркутск, Россия  
[eremenko97@bk.ru](mailto:eremenko97@bk.ru)*

В работе рассматривается проблема трансформации природных территорий Байкальского региона в результате ландшафтных пожаров. Факторологической базой исследования являлись данные лесного фонда, а также данные последствий ландшафтных пожаров за 2017 – 2023 гг. на территориях Иркутской области, Республика Бурятия, Забайкальского края. Установлено, что за период с 2017 по 2023 гг. ландшафтными пожарами уничтожено 5,2% природной территории Байкальского региона.

Устойчивое развитие РФ, высокое качество жизни и здоровья её населения, а также национальная безопасность могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды [1].

Установлено, что ландшафтные пожары наносят большой вред окружающей среде и жизнедеятельности социума. Стоит отметить, что на территории РФ в последнее десятилетие в среднем ежегодно возникало около 25 тыс. ландшафтных пожаров: лесных, степных, торфяных, на площади более 12 млн. га. [2]. В последние годы наиболее проблемными субъектами РФ по показателям возникновения ландшафтных пожаров и уничтоженной природной территории являлись: Иркутская область, Республика Бурятия, Забайкальский край, Красноярский, Хабаровский, Саха (Якутия), Владимирская, Челябинская, Московская, Нижегородская, Рязанская, Амурская области [1-3].

В связи с этим целью работы является исследования трансформации природной территории в результате ландшафтных пожаров на территории Байкальского региона,

которая ранее не исследовалась.

Байкальский регион структурно состоит из Предбайкалья (Иркутская) и Забайкалья (Республика Бурятия и Забайкальский край), общей площадью 1557,9 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 9,1% территории РФ. На территории региона проживает 4,36 млн. человек [1,2,4]. Регион обладает огромными лесными богатствами. Лесистость региона составляет 86% территории. Общий запас древесины составляет 13,1 млрд. м<sup>3</sup> и является средством поддержания естественного состояния биосфера и незаменимым фактором экологического, социального и культурного значения региона [1,2,4].

Термин «ландшафтный пожар» был введён федеральным законом в действующее российское законодательство как «стихийно распространяющееся горение на природной территории, в результате которого гибнет лес, кустарники и различные виды растительности, а также биологические ресурсы для человека, животных» [5].

Остановимся на современном анализе последствий ландшафтных пожаров на территории Байкальского региона. На рис. 1 приведена сравнительная динамика количества ландшафтных пожаров на природных территориях в субъектах РФ, расположенных на территории Байкальского региона за 2017-2023 гг. В табл. 1 представлены данные сгоревшей природной площади, на землях покрытых лесом, непокрытых лесом и на нелесных землях за период 2017 – 2023 гг. в субъектах РФ, расположенных на территории Байкальского региона.

**Таблица 1.** Сгоревшая площадь за период 2017 – 2023 гг. на территории Байкальского региона

Субъект РФ	Года						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Сгоревшая площадь на землях, покрытая лесом, тыс. га.</b>							
Иркутская обл.	752.2	251.8	553.8	151.4	378.5	158.5	104.7
Респ. Бурятия	231.5	20.4	141.1	62.4	156.2	46.7	25,1
Забайкальский кр.	206.8	243.5	297.9	202.6	132.7	27.2	44.4

Субъект РФ	Года						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Сгоревшая площадь на землях, непокрытая лесом, тыс. га.</b>							
Иркутская обл.	39.4	13.2	29.1	7.9	19.8	8.3	5.5
Респ. Бурятия	9.9	0.8	6.1	2.6	6.7	2.2	1.1
Забайкальский кр.	7.6	8.9	10.9	7.5	4.8	1.2	1.6
<b>Сгоревшая площадь на нелесных землях, тыс. га.</b>							
Иркутская обл.	73.4	24.5	54.2	14.7	36.9	15.5	10.2
Респ. Бурятия	33.1	2.9	20.1	8.9	22.3	6.6	3.5
Забайкальский кр.	85.2	100.2	122.6	83.4	54.6	11.2	18.3



**Рис. 1** Количество ландшафтных пожаров на территории Байкальского региона в 2017-2023 гг.

Таким образом, на территории Байкальского региона за период с 2017 по 2023 гг. в результате ландшафтных пожаров уничтожено 5,1 млн. га. природной территории, при этом 44,9 % приходилось на сгоревшую площадь, покрытую лесом. Важно отметить, что в результате эффективной реализации управленческих решений за 6 лет, а также дополнительного финансирования с федерального бюджета на противопожарные мероприятия в размере 850 млн. руб., позволило снизить значения сгоревшей природной территории Байкальского региона на 23,2%

## *Литература*

1. Тимофеева С.С. Сравнительный анализ экологических рисков природных пожаров на территории Байкальского региона // Безопасность техногенных и природных систем. 2022. № 4. С.22-29.
2. Тимофеева С.С., Гармышев В.В., Кузнецов К.Л., Дубровин Д.В. Лесные ресурсы Прибайкалья. Ландшафтные пожары, методология и оценка загрязнения атмосферы: монография. Иркутск: Аспирант, 2022. 164 с.
3. Ушаков М.И., Николаева И.О., Фролова А.В., Морозов А.М. Лесной пожар и его влияние на лес // Молодой ученый. 2016. №1 (105). С. 282-285.
4. Егорова А.В. Оценка байкальской природной территории // Вектор геонаук. 2020. Т. 3, №2. С. 58-63.
5. Федеральный закон от 22.12.2020 №454-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части совершенствования деятельности в области пожарной безопасности».

*D.K. Eremenko, V.V. Garmyshev*

### **MONITORING THE TRANSFORMATION OF THE NATURAL TERRITORY OF THE BAIKAL REGION AS A RESULT OF LANDSCAPE FIRES**

*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia*

The paper examines the problem of transformation of natural territories of the Baikal region as a result of landscape fires. The factorial basis of the study was data from the forest fund, as well as data on the consequences of landscape fires for 2017 – 2023. in the territories of the Irkutsk region, the Republic of Buryatia, and the Trans-Baikal Territory. It was established that for the period from 2017 to 2023. Landscape fires destroyed 5.2% of the natural territory of the region.

**Жигалин А.Д.<sup>1,2</sup>, Архипова Е.В.<sup>3</sup>**  
**ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА ГОРОДОВ И ГОРОДСКИХ  
АГЛОМЕРАЦИЙ**

<sup>1</sup>*Институт физики Земли РАН;*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,*

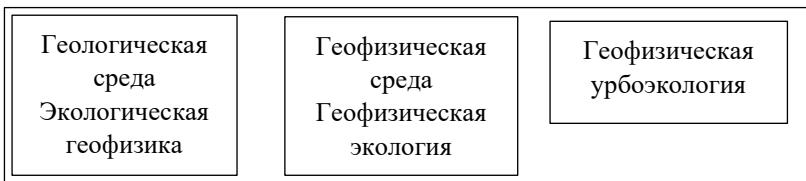
<sup>3</sup> *Государственный университет «Дубна», Дубна,  
[zhigalin.alek@yandex.ru](mailto:zhigalin.alek@yandex.ru); [olenageo@mail.ru](mailto:olenageo@mail.ru)*

Города в наши дни представляют собой наиболее встречаемую форму расселения. Города привлекают возможностью добиться успеха и благополучия, полнее удовлетворять свои потребности.

Городская жизнь имеет привлекательные стороны в плане благополучия и карьерного роста. Сейчас больше половины населения Земли являются городскими жителями. Для России эта цифра составляет более 74%. Прогнозы ФАО ООН показывают, что в 2050 г. 70% населения будет жить в мегаполисах, больших и малых городах. Урбанизации сопутствуют проблемы, которые влияют на состояние городской среды, ландшафтных и геологических ресурсов.

Последняя треть прошлого XX века оказалась очень продуктивной в области наук о Земле, если иметь в виду конвергенцию инженерии, геологии и геофизики. Этому способствовали: увеличение территорий интенсивного освоения, промышленного и городского строительства, совершенствование методики и развитие аппаратурной базы прикладной инженерной геофизики. Логистическая схема перехода категорий представлена на рис. 1.

На рубеже столетий появились и начали успешно развиваться такие области знания, как геофизическая среда и геофизическая урбоэкология



**Рис. 1.** Вектор развития наук о Земле: логистическая цепочка категорий геологическая среда-экологическая геофизика, геофизическая среда-геофизическая экология, геофизическая урбоэкология

Термин «Геофизическая среда» используется и прикладной (специальной) геофизике. Геофизические методы повсеместно успешно применяются для решения теоретических и практических задач «малоглубинной» геофизики, называемой также геофизикой геологической среды. Сюда могут быть отнесены задачи инженерной геологии, гидрogeологии, геокриологии, почвоведения, археологии и др. Городская геофизическая среда, независимо от ранга поселения, может рассматриваться как островная мультианомалия, составными элементами которой являются городской субстрат, приземной слой атмосферы и водные объекты. В городах отмечается высокий уровень насыщенности энергией, производимой и получаемой извне, преобразуемой и потребляемой.

Понятия «геофизическая среда» и «геофизическая экология» были введены в научный обиход в конце прошлого и начале текущего веков. Совсем недавно появилась категория «Геофизическая урбоэкология», сформировавшаяся как синтез геологических, геофизических, инженерных и архитектурных областей знания [1].

Укрупнение городов и перманентное усложнение их инфраструктуры приводит к весьма существенным изменениям городской среды, трансформации ее в техносферу, но, увы, отнюдь не в умозрительную ноосферу. Город живет своей, частично управляемой жизнью. В пределах городских поселений и прилегающих к ним территорий

постоянно изменяются сформировавшиеся в предыдущие годы или столетия зональные кластеры, составляющие каркас города, расширяется транспортная сеть, прирастает и совершенствуется существующая инфраструктура, происходит распределение источников техногенного воздействия. Городская геофизическая среда реагирует на происходящие в ней большие изменения, в ходе и результате которых повышается фоновый уровень электромагнитного и электрических полей, возрастает шум в широком диапазоне частот от ультразвука до инфразвуковых волн, возрастает уровень микросейсмических колебаний, наблюдаются аномалии радиационного и температурного полей, изменяется общая эколого-геофизическая обстановка. Приходится констатировать, что плюсы проживания в городах в разной мере компенсируются минусами. Влияние природных и искусственных геофизических полей на здоровье городского населения и живые организмы признано научно доказанным феноменом.

Безопасность городских поселений зависит не от высоты и крепости стен и не от мужества их защитников, но от эффективного функционирования «городского организма». Критерием оценки эколого-геофизической безопасности является уровень негативного воздействия природных и техногенных геофизических факторов на геофизическую среду и живые организмы. Так, при изменении суммарного воздействия от слабого до опасного экологическая обстановка изменяется от экологической нормы до экологического бедствия, Условия жизнедеятельности могут варьировать от вполне комфортных до очень дискомфортных и даже опасных, Динамика медико-биологической ситуации определяется как переход от категории «здоровье» к категории «болезнь». Эффект воздействия физических полей наблюдается как у растений и животных, так и в человеческом организме. Результаты воздействия природных и техногенных физических полей,

а именно, отклик, проявляется в трех видах – медицинской реакции, экологической реакции и геологической реакции. Медицинская реакция проявляется как профессиональная заболеваемость, аномальное увеличение детской заболеваемости и появление болезней, не типичных для регионов. Экологическая реакция на воздействие проявляется как угнетение растительности, снижение биоразнообразия, гибель экосистем. Геологический отклик выражается в смене ландшафтов, геологического субстрата, деградация и гибель экосистем.

По мере роста городов и их укрупнения, усложнения инфраструктуры, увеличения числа жителей множатся и усложняются задачи, которые приходится решать. В первую очередь следует озабочиться обеспечением экологической безопасности равно, как и комфортности проживания и жизнедеятельности городского населения. Ключевым вопросом является забота о чистоте в городе атмосферы, речной сети и водоемов. Транспортная сеть должна учитывать много входящих обстоятельств. Так, перевод муниципального транспорта на газ и электричество можно рассматривать как благо – меньше шума, чище воздух. Однако электробусы представляют собой сетки Фарадея, по сути накопители электрического потенциала, и вполне соперничают в этом с трамваями и поездами метро.

К наиболее известным раздражителям и патогенам добавляются не совсем и не всем известные факторы. Так, было установлено, что городские территории испытывают дефицит легких отрицательных аэроионов в приземном слое атмосферы, который мы называем «дыхательным». Такая ситуация, например, характерна для городских территорий с плотной жилой застройкой. Соотношение иссуммарное количество аэроионов обеих поларностей в жилых помещениях также оставляет желать лучшего. Электромагнитный фон благоприятен не на всех улицах и площадях в городах. Преимущество у малых городов, где

больше зеленых насаждений. Вывод напрашивается сам собой: надо этим заниматься. Всё можно постепенно исправить, получить хорошие результаты, если суметь объединить для этого усилия специалистов разного профиля, например, на создаваемой платформе «Геофизическая урбоэкология».

### *Литература*

1. Трофимов В.Т., Жигалин А.Д., Богословский В.А., Архипова Е.В. Место эколого-геофизических исследований в системе урбоэкологии // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2016. № 6. С. 3-9.

*A.D. Zhigalin<sup>1,2</sup>, E.V. Arkhipova<sup>3</sup>*

### **THE GEOPHYSICAL ENVIRONMENT OF CITIES AND URBAN AGGLOMERATIONS**

*<sup>1</sup>The Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences;*

*<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow,*

*<sup>3</sup>Dubna State University, Dubna,*

*[zhigalin.alek@yandex.ru](mailto:zhigalin.alek@yandex.ru); [olenageo@mail.ru](mailto:olenageo@mail.ru)*

Cities nowadays represent the most common form of settlement. Cities are attracted by the opportunity to achieve success and well-being, to better meet their needs. Urban life has attractive aspects in terms of well-being and career growth. Now more than half of the world's population are urban dwellers. For Russia, this figure is more than 74%.

Forecasts show that in 2050, 70% of the population will live in megacities, towns and cities. Urbanization is accompanied by problems that affect the state of the urban environment, landscape and geological resources.

**Зарипова К.М., Тихонова Д.А.**  
**ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОПЛАСТИКА**  
**В РЫБЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА**

*Институт озероведения РАН – СПб ФИЦ РАН*

[fikuspavel@mail.ru](mailto:fikuspavel@mail.ru)

Проведено исследование содержания микропластика в жабрах и желудочно-кишечном тракте корюшки европейской *Osmerus eperlanus* L. и плотвы *Rutilus rutilus* L, отобранный на северо-западе Ладожского озера. Показано наличие микропластика в диапазонах: в ЖКТ корюшки 0-11 ед./экз, в жабрах корюшки 0-3 ед./экз, в ЖКТ и жабрах плотвы 0-1 ед./экз. Среди частиц преобладали волокна.

Микрочастицы пластика обнаруживаются в различных компонентах окружающей среды, включая водные экосистемы [1]. Микропластик может встречаться в виде частиц различной морфологии и цветов [2]. Ошибочно принимая его за пищу, рыбы способны поглощать микропластик, а также накапливать, потребляя его в составе организмов более низких трофических уровней; потребление микропластика рыбами в свою очередь может вызывать различные экотоксикологические эффекты [3].

В мировом научном сообществе исследования содержания микропластика в морской рыбе преобладают по сравнению с пресноводными видами, при этом отмечается, что пресноводные рыбы в среднем потребляют больше пластика [4]. Работы, рассматривающие пресноводных рыб в России крайне ограничены [5-7].

Настоящее исследование нацелено на изучение концентрации микропластика в желудочно-кишечном тракте и жабрах рыб Ладожского озера на примере корюшки европейской *Osmerus eperlanus* L. и плотвы *Rutilus rutilus* L.

Ладожское озеро является крупнейшим пресноводным водоемом в Европе, его площадь составляет 17,7 тыс. км<sup>2</sup>. Площадь водосбора озера равняется 258,6 тыс. км<sup>2</sup>, он поделен между Россией (80,0%), Финляндией (19,9%)

и Беларусью (0,1%). Основной среднегодовой объем водного стока насчитывает 70,5 км<sup>3</sup> [8]. Современное экологическое состояние Ладоги по токсикологическим и гидрохимическим показателям можно охарактеризовать как достаточно благоприятное для большей части акватории, однако существуют отдельные «горячие точки» с выраженным антропогенным воздействием [9].

Отбор рыбы производили в октябре 2022 года вблизи острова Мантсинаари на северо-западе Ладожского озера (61°18'59.7"N 31°40'46.1"E) с судна с использованием удочки. После вылова рыба в общем количестве 8 штук (5 особей европейской корюшки и 3 особи плотвы) была упакована в полиэтиленовые грипперы и немедленно заморожена. После транспортировки в лабораторию в сумке-холодильнике образцы хранили в морозильной камере до начала анализа.

В лаборатории животных размораживали, промывали дистиллированной водой, затем измеряли массу на аналитических весах с точностью до 0.0001 г и определяли общую длину. Желудочно-кишечные тракты рыб и жабры вырезали и помещали индивидуально в стеклянные колбы объемом 100 мл, в них добавляли 10% KOH для тканевого разложения. Колбы с закрытыми крышками выдерживали в сушильном шкафу при 60°C в течение 24 часов. После разложения органических материалов образцы фильтровали на металлическую сетку с размером ячеек 60 мкм. Осадок затем смывали дистиллированной водой в чашку Петри. Чашки Петри оставляли при комнатной температуре для полного испарения жидкости, после чего пробы анализировали под микроскопом.

Параллельно с основными пробами, анализировали контрольные образцы. Частицы, найденные в контрольных образцах, вычитали из общего количества частиц в организме.

Первичный анализ микропластика проводился под оптическим микроскопом для фиксации частиц, соответствующих общепринятым критериям визуального

анализа. Идентифицированные частицы переносили в отдельную чашку Петри для последующего анализа спектральными методами.

Выборочный анализ химического состава наиболее подходящих по размеру частиц проводили методом спектроскопии комбинационного рассеяния света (рамановской спектроскопии) в геометрии обратного рассеяния света на спектрометре Horiba Jobin-Yvon LabRam HR800 (РЦ “Геомодель” СПбГУ).

В ЖКТ корюшки обнаружено от 0 до 11 частиц, схожих с микропластиком, волокна различных цветов и фрагменты зеленой краски, в жабрах - от 0 до 3 волокон черного, голубого, зеленого цвета. В ЖКТ плотвы волокна встречаются в единичных экземплярах или отсутствуют, схожая картина и с жабрами. На данный момент методом спектроскопии комбинационного рассеяния света проанализировано 25% частиц, однако из-за сильной флуоресценции спектры обнаруженных волокон определить не удалось. Флуоресценция может быть обусловлена наличием красителя, используемого для окраски волокон.

В результате исследования впервые применена методика изучения микропластика в ЖКТ и жабрах для рыб Ладожского озера. Увеличение выборки позволит сделать более точные количественные выводы о содержании микропластика в озерной рыбе.

Исследование выполнено в рамках государственной темы FFZF-2024-0002 "Современные угрозы водным объектам и инновационные методы их сохранения, восстановления и рационального использования". Работы на спектрометре выполнены в РЦ “Геомодель” СПбГУ.

### *Литература*

1. *Raza A. Microplastics in freshwater systems: A review on its accumulation and effects on fishes // International Journal of Research and Analytical Reviews.* 2018. Vol.5(4). P. 128-140.

2. *Rodríguez-Seijo A., Pereira, R.* Morphological and physical characteriza-tion of microplastics // Comprehensive Analytical Chemistry. 2017. Vol. 75. P. 49–66.
3. *Loganathan Y., Kizhakedathil M. P. J.* A review on microplastics-an indelible ubiquitous pollutant // Biointerface Res. Appl. Chem. 2023. Vol.13(2). P.126.
4. *Wootton N., Reis-Santos P. & Gillanders B.M.* Microplastic in fish – A global synthesis. Rev Fish Biol Fisheries. 2021. Vol.31. P. 753–771.
5. *Frank Y., Vorobiev D., Mandal A., Lemeshko Y., Rakhmatullina S., Darbha G. K.* Freshwater Fish Siberian Dace Ingest Microplastics in the Remote Yenisei Tributary // Toxics. 2023. Vol.11(1). P.38.
6. *Рахматуллина С.Н., Лемешко Я.Р., Воробьев Е.Д., Бабкина И.Б., Воробьев Д.С., Франк Ю.А.* Детекция микропластика в желудочно-кишечном тракте пресноводных рыб на примере обитателей речной системы Оби // Материалы I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком / общ. ред. Ю.А. Франк. – Томск : Издательство Томского государственного университета, 2022. - С. 24-28.
7. *Степанова Н.Ю., Шевчук К. А., Кузьмин Л.С., Гайсин А.Р.* Содержание микропластика в абиотических и биотических компонентах Мешинского залива (Республика Татарстан) // Материалы I Всероссийской конференции с международным участием по загрязнению окружающей среды микропластиком / общ. ред. Ю.А. Франк. Томск : Издательство ТГУ, 2022. – С. 38-41.
8. *Румянцев В.А., Кудерский Л.А.* Ладожское озеро: общая характеристика, экологическое состояние // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2010, №1. С. 171-182.
9. *Крылова Ю.В., Светашова Е.С., Екимова С.Б., и др.* Оценка современного экологического состояния Ладожского озера по токсикологическим и гидрохимическим показателям // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы : сборник материалов VII Всероссийской конференции по водной экотоксикологии. - Ярославль: Филигрань, 2020. – С. 106-109.

*K.M. Zaripova, D.A. Tikhonova*

**STUDY OF MICROPLASTIC CONTENT IN FISH OF LAKE  
LADOGA**

*Institute of Limnology of the RAS – St. Petersburg Federal Research  
Center of the RAS*

The study of microplastic content in the gills and gastrointestinal tract of European smelt (*Osmerus eperlanus* L.) and roach (*Rutilus rutilus* L.), sampled in the northwestern part of Lake Ladoga, was conducted.

The presence of microplastics was demonstrated in the following ranges: in the gastrointestinal tract of smelt 0-11 particles/fish, in the gills of smelt 0-3 particles/fish, and in the gastrointestinal tract and gills of roach 0-1 particles/fish. Fibers predominated among the particles.

*Igwe Emmanuel*

## **THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE IN GLOBAL FOOD CROP PRODUCTION**

*Peoples Friendship University of Russia (RUDN University)*

[Emmaigwe05@gmail.com](mailto:Emmaigwe05@gmail.com)

The study examine the intensity of weather and it effect on staple food production. It was discovered that unsustainable agriculture and anthropogenesis are the main factor that trigger decline in food production and hasten environmental deterioration. It is recommended that urgent action should be taking to ensure ecological resilience is strengthen and sustainable means to food production should be accorded high priority globally.

In the recent time, it has been witness that climate change is driver of food and food insecurity in the world today [1]. The over dependency of crop yield on weather element (rain, temperature) among others spells out the synergies among these variants. Countries around the world that successfully attained food security like Russia, US among others have demonstrated highly sensitive approach to dealt with climate related risk by developing effective response measures. Unlike Ebonyi state where farmers still struggle to access basic farm input, couples with the complex situations of environmental challenges like flooding, deforestations, and lack of modern farming implement.

Recent studies by international organizations repeatedly shows, the global agrifood is affected with climate crisis, there is no doubt, the situation arose due to the fact that the unsustainable system of agriculture is responsible for emitting of one-third of all emissions [2]. Meanwhile the global food demand is estimated to increase without prejudice to the menace of the climatic threat from these crops production. There is an estimation of a projection for the world to feed of 9.7 billion people by 2050, this might raise a question what the environmental impact on the ecosystem is. Henceforth, this study deemed it necessary to identify major impact of climatic risk in the region.

Globally, there is arising concerns on the issues related

to climate change, that comes with unprecedent repercussion such as global warming, ocean ice melting, desertification, loss of vital biota. Man, unsustainable activities especially in quest to explore natural resources have been the driving force of this environmental degradation. The overall impact of the above hinted anthropogenesis is the emission of greenhouse gases (GHG), arising for high carbon footprint [3]. The unabated man unhealthy adventure in nature triggers significant amount carbon cycle, constitute major source of environmental pollutants, distort nature restoration process and worsens food crisis [4].

Agriculture is identified as largest single emitter of greenhouse gases emitting almost 30% from organic waste from 2 billion tonnes of waste generated annually [5]. Recent study by renowned climate scientist have proven that United Nations Conference on Climate Change treaties in Paris 2015, joint effort by signatory countries to keep pre-industrial emission below 1.0 to 1.5 low, due to abnormalities and lack of man huge destructive activities as well unforeseen environmental events [6]. Moreover, global emission were responsible for further climatic risk and environmental destruction especially for persistent organic pollutants (POP), water vapour, chlorofluorocarbons (CFCs), methane, tropospheric ozone and nitrous oxide among others. In the course of the action of these gases when injected into the atmosphere through burning of fossil, deforestation and gas flaring and it forms build up beyond permissible concentration they act as the glass of a greenhouse or sunroom which is relatively transparent to solar radiation which is in short wavelength but absorbs and emits terrestrial radiation which is in long wavelength, and thereby increasing the temperature within the glass house or room.

Menace of climate risk from agriculture sector can be reduced to significant level to avert future environmental risk by taking this recommendable step:

1 Enhanced resilience: Water risk should be monitored and tackled earlier enough to reduce vulnerability to droughts, pests, diseases and other climate-related risks and shocks.

2. Precision agriculture: This is way forward to excessive nutrient leaching, soil pollution and as well cutting down emission drastically through input efficiency in sustainable manner.

Negative impacts of climate on food production are inevitable hence, there is a need for precautional measures to reduce the damping effect on environmental resources and human health, as 18-20% of health of man is influenced by the interaction of environmental factors.

### *References*

1. Perrin A. Climate-smart agriculture // Spore. 2015. Special Issue. C.18-21.
2. World Bank State of the Global Climate 2022
3. Singh O., Arya P., Chaudhary B.S. On rising temperature trends at Dehradun in Doon valley of Uttarakhand, India // Journal of Earth System Science. 2013. № 3 (122). C. 613–622.
4. Igwe E. et al. Identification of sources of some priority heavy metallic pollutants causing environmental degradation and its health implications // J. of Industrial Pollution Control. 2023. № 2(39). C.-13.
5. FAO The State of Food Security and Nutrition in the World 2023
6. Hansen J.E. et al. Global warming in the pipeline // Oxford Open Climate Change. 2023. № 1 (3)

*Эммануэль Игве*

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы*  
В исследовании рассматривается интенсивность погодных условий и их влияние на производство основных продуктов питания.

Выяснилось, что неустойчивое сельское хозяйство и антропогенез являются основными факторами, провоцирующими снижение производства продовольствия и ускоряющими ухудшение состояния окружающей среды. Рекомендуется принять срочные меры по укреплению экологической устойчивости и придать первостепенное значение устойчивым способам производства продовольствия на глобальном уровне.

*Клубов С.М.<sup>2,3</sup>, Третьяков В.Ю.<sup>1,2</sup>*

**ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ СТОКА ОБЩЕГО АЗОТА  
И ФОСФОРА В НЕВСКУЮ ГУБУ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ  
КРАСНЕНЬКАЯ И ДУДЕРГОФСКОГО КАНАЛА)**

*<sup>1</sup>Российский государственный гидрометеорологический  
университет*

*<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет*

*<sup>3</sup>Государственное бюджетное учреждение дополнительного  
образования Дворец творчества «У Вознесенского моста»*

*Адмиралтейского района*

*[klubov\\_stepan@mail.ru](mailto:klubov_stepan@mail.ru)*

Необходимость охраны Балтийского моря от антропогенного эвтрофирования требует выполнения ежегодной оценки объёмов поступления общего азота и фосфора в составе речного стока из Санкт-Петербурга. Для этого учитывается только поступление субстанций со стоком реки Невы и её рукавов. Имеет место их неучтённое поступление с водотоками и с побережья Невской губы. Нами разработана методика и выполнена оценка неучтённого поступления общего азота и фосфора со стоком ряда водотоков, впадающих в Невскую губу и восточную часть Финского залива. В статье сравниваются оценки поступления общего азота и фосфора в Невскую губу со стоком реки Красненькой и Дудергофского канала по данным натурных исследований и по результатам расчётов с использованием метода водосборов-аналогов.

Основная экологическая проблема Балтийского моря заключается в его антропогенном эвтрофировании, чему способствуют его замкнутость, большой объём поступающего речного стока и высокий уровень урбанизации его водосборного бассейна [1]. К антропогенному эвтрофированию приводит избыточное поступление азота и фосфора [2,3].

Реки юго-западной части Санкт-Петербурга – одни из самых загрязнённых в городе [1]. И на этих реках отсутствуют створы государственного экологического мониторинга, осуществляемого Северо-Западным

управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Цель исследования заключается в сравнении оценок поступления в Невскую губу общего азота и фосфора со стоком реки Красненькой и Дудергофского канала по данным натурных исследований и по результатам расчётов с использованием водосборов-аналогов.

Для достижения цели исследования в 2022-2023 годах нами были отобраны пробы воды из реки Красненькой с моста на её пересечении с улицей Доблести и из Дудергофского канала на его пересечении с проспектом Героев. Концентрации минеральных форм азота и фосфора определялись колориметрическим методом на фотометре «Эксперт-003» и потенциометрическим методом на потенциометре «Эксперт-001». Расходы воды измерялись в 2021-2023 годах ежеквартально с использованием метода поверхностных поплавков. Определение концентраций общего азота и фосфора выполнено с помощью регрессионных зависимостей [3]. Поступление общего фосфора или общего азота со стоком этих водотоков определялось по формуле (1) [2]:

$$Q=31.5 \cdot C_{cr} \cdot R_{cr} \quad (1),$$

где  $Q$  - поступление общего фосфора или общего азота со стоком водотоков (тонн),  $C_{cr}$  – среднегодовая концентрация общего азота или общего фосфора (мг/л),  $R_{cr}$  – среднегодовой расход воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ).

Для расчётов также использованы данные регулярных гидрохимических исследований ГУП «Водоканал СПб» за 2019-2021. Предприятие осуществляет наблюдения в рамках производственного экологического контроля в связи с осуществлением сбросов сточных вод в реку Красненькую и Дудергофский канал.

Использование метода водосборов-аналогов для оценки поступления общего азота и фосфора с водосборов тех

водотоков, на которых отсутствуют створы государственного экологического мониторинга, состоит из следующих этапов:

1. Выделение границ водосборов с помощью специальных гидрологических функций ГИС-технологий на основании цифровых моделей рельефа;

2. Определение пространственной структуры водосборов. В качестве параметров водосборов были использованы: лесистость, доля площади болот и влажных местообитаний от общей площади водосбора, доля площади сельскохозяйственных земель, доля площади жилой застройки, доля площади промышленных зон;

3. Кластерный анализ с целью определения водосборов-аналогов, которые по своему пространственному строению наиболее близки к исследуемым водосборам.

4. Определение модулей стока общего азота и фосфора с водосборов-аналогов на основании ежеквартальных данных гидрологического и гидрохимического мониторинга СЗУГМС.

Для получения ежесуточных значений концентраций общего азота и фосфоры была выполнена линейная интерполяция в среде компьютерной алгебры Mathcad с помощью специально разработанных программ (рабочих областей).

Выполнено исследование водосборов водных объектов, биогенный сток с которых не учитывается при определении поступления азота и фосфора в Невскую губу и восточную часть Финского залива в пределах административной границы Санкт-Петербурга. Для ориентировочного определения объёмов поступления азота и фосфора с этих водосборов в Невскую губу и восточную часть Финского залива использованы результаты мониторинга на водосборах рек-аналогов: Мги, Тосны, Ижоры, Оредежа, Вруды и Волчьей. С помощью кластерного анализа были определены водосборы-аналоги, наиболее близкие к исследуемым водосборам по своему пространственному строению. Модули

стока азота и фосфора с водосборов-аналогов были использованы при расчётах поступления азота и фосфора с исследуемых водосборов.

По результатам кластерного анализа водосбором-аналогом для водосборов реки Красненькой и Дудергофского канала был определен водосбор реки Ижоры. По результатам наших расчётов водосбор реки Ижоры имеет следующие значения осреднённых годовых модулей стока азота и фосфора – 2416.0 кгN/км<sup>2</sup> и 141.4 кгP/км<sup>2</sup>. Площадь водосборного бассейна реки Красненькой (вместе с Лиговским каналом) составляет 31.6 км<sup>2</sup>, а водосбора Дудергофского канала (вместе с рекой Дудергофкой) – 126.7 км<sup>2</sup>. Перемножение усредненных годовых модулей стока общего азота и фосфора с водосбором-аналогом на площади изучаемых водосборов даёт средние величины годовых поступлений азота и фосфора в Невскую губу с этих водосборов. Для водосбора реки Красненькой эти значения составляют: 76.345 тоннN/год общего азота и 4.468 тоннP/год общего фосфора, а для водосбора Дудергофского канала – 306.000 тоннN/год общего азота и 17.915 тоннP/год общего фосфора.

Результат оценки поступления азота и фосфора в Невскую губу со стоком реки Красненькой и Дудергофского канала по данным натурных исследований 2019-2023 гг. составил 114.763 тоннN/год общего азота и 6.469 тоннP/год общего фосфора; 43.552 тоннP/год общего фосфора и 1288.085 тоннN/год соответственно.

Средние годовые значения поступления общего азота и фосфора в Невскую губу со стоком реки Невы и её рукавов в 1979-2022 гг. составили: азот – 55092 тонн/год, фосфор – 1672 тонн/год [2]. Сравнение полученных нами оценок поступления общего азота и фосфора со стоком реки Красненькой и Дудергофского канала с поступлением общего азота и фосфора со стоком реки Невы и её рукавов показывает, что поступление азота и фосфора со стоком реки Красненькой и Дудергофского канала составляет лишь около 1.5%

от поступления общего азота и фосфора со стоком реки Невы и её рукавов.

Оценка поступления азота и фосфора, полученная с использованием метода водосборов-аналогов, оказалась ниже оценки, полученной по данным натурных исследований. Возможно, на результаты повлияла небольшая продолжительность натурных исследований. Другая возможная причина различия результатов заключается в меньшей степени урбанизации водосбора реки Ижоры по сравнению с водосборными бассейнами реки Красненькой и Дудергофского канала.

### *Литература*

1. *Klubov S.M., Tretyakov V.Yu. Influence of St. Petersburg urban rivers on the inflow of pollutants into the Baltic Sea // E3S WoC. 2020. Vol.163 (2020) p. 011005*
2. *Герман А.В., Серебрицкий И.А. Охрана окружающей среды в СПб. СПб: Изд-во Сезам-принт, 2023, 226 с*
3. *Третьяков В.Ю., Селезнёв Д.Е. Особенности естественного стока в реках бассейна Финского залива // Метеорологический вестник. 2012. № 1(4). С. 155-270*
4. *Фёдоров Г.М., Михайлов А.С., Кузнецова Т.Ю. Влияние моря на развитие экономики и расселения стран Балтийского региона // Балтийский регион. 2017. Т. 9, № 2. С. 7—27.*
5. *Фрумин Г.Т., Каретникова Т.И. Динамика поступления биогенных элементов в Финский залив со стоком российских и трансграничных рек // Региональная экология. 2017. №1(47). С.85-92*
6. HELCOM Baltic Sea Action Plan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helcom.fi/baltic-sea-action-plan/> – 05.01.24.

*S.M. Klubov<sup>1,2,3</sup>, V.Yu. Tretyakov<sup>1,2</sup>*

**APPROACHES TO ASSESSING THE FLOW OF TOTAL  
NITROGEN AND PHOSPHORUS INTO THE NEVA BAY:  
A CASE STUDY OF THE KRASNENKAYA RIVER  
AND DUDERGOFSKY CANAL**

*<sup>1</sup>Russian State Hydrometeorological University, Faculty of Ecology*

*<sup>2</sup>Saint Petersburg State University, Institute of Earth Sciences*

*<sup>3</sup>State budgetary institution of additional education, Palace of Child Youth Art «At the Voznesensky Bridge» of the Admiralteyskiy district*

There is a necessity for Baltic Sea environmental protection against toxic contamination and anthropogenic eutrophication. The protection proposes an annual evaluation of the total nitrogen and phosphorus income into the Neva Bay from St. Petersburg. Now the evaluation takes into account only the elements inflowing from the Neva River and its spill streams. However, an additional source of the substances is the substances inflow by runoff from watercourses entering Neva Bay. The watercourses do not have monitoring points. There is an additional source of the elements, which is the non-point dispersed outflow of the substances from the Neva Bay shore. The paper presents the methodology of the nitrogen and phosphorus outflow evaluation for catchment areas without monitoring points and the methodology verification result.

**Колпакова И.В.**  
**СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**  
**В РАСТЕНИЯХ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**  
**СИБАЙСКОГО ГОРНОРУДНОГО КОМПЛЕКСА**

*Санкт-Петербургский государственный университет*  
[ira-kolpakova-2000@mail.ru](mailto:ira-kolpakova-2000@mail.ru)

Представлены результаты исследования содержания химических элементов в пробах растений, собранных в июле 2023 вблизи города Сибай, находящихся в зоне воздействия горнодобывающей промышленности, а также на условно фоновых территориях.

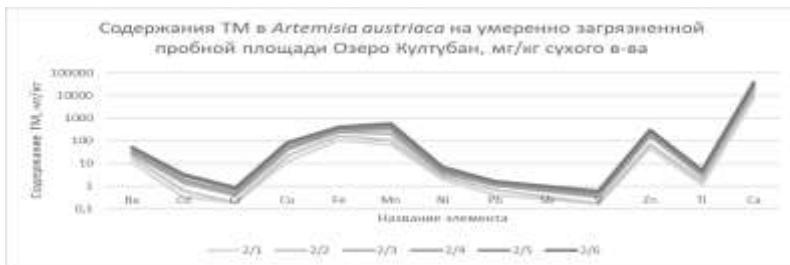
Южный Урал – важный и старейший промышленный район России. Освоение и разработка месторождений полезных ископаемых приводит к техногенной трансформации экосистем, влияет на содержание и соотношение химических элементов в геохимической среде и организмах [1]. Одной из функций экосистемы является устойчивость, то есть при отсутствии влияния извне экосистема стремится вернуться в начальное стабильное состояние [2]. После прекращения разработки Сибайского карьера, который был затоплен в 2019 году, и деятельности Башкирского медно-серного комбината, который в 2004 году был переведен в Сибайский филиал ОАО «Учалинский ГОК», в близлежащие природно-территориальные комплексы (ПТК) перестали попадать ТМ извне. Таким образом, ПТК должны были начать восстанавливаться после длительного воздействия горнодобывающей промышленности. Для того чтобы проследить наличие этих изменений, в районе исследования были отобраны пробы растений-индикаторов *Artemisia austriaca* Jacq, которая является одним из наиболее чувствительных видов к антропогенному загрязнению ТМ (концентратор Cu, Pb, Cd и Zn) [1].

Полевые работы проходили в июле 2023 года в Баймакском районе Республики Башкортостан и городе Сибай. Пробы для анализа были отобраны на 6 профилях: Баймакский район, п. Мукасово (условно фоновая территория в 13 км от Сибайс-

кого карьера на северо-запад), поселок Калининское (загрязненная территория в 6 км восточнее карьера); берег озера Талкас (условно фоновая территория в 35 км северо-западнее карьера) и берег озера Култубан (умеренно загрязненная территория в 5 км южнее карьера); г. Сибай, Старый Сибай в 7 км западнее карьера, микрорайон Горный в 2 км восточнее карьера (загрязненные территории). Химический анализ проб растений осуществлялся в ресурсном центре СПбГУ на приборе ICPE-9000 атомно-эмиссионным методом ИСП-ОЭС (аналитик В.Н. Григорьян). Пробоподготовка осуществлялась в лаборатории экологического моделирования СПбГУ методом озоления [3]. Определяемые элементы: Ca, Mn, V, Fe, Co, Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Ba, Pb, Sb, Ti.

Анализ химического состава *Artemisia austriaca* показал, что содержание металлов в пробах растений сильно варьирует и зависит от расстояния до источников антропогенного загрязнения.

Элементами индикаторами антропогенного загрязнения служат Cu, Zn, Fe, Cd, Pb, V. Содержание Fe в пробах *Artemisia austriaca* меньше регионального кларка для растений (РКР) на умеренно загрязненной площади (рис. 1), при этом наибольшее значение в первой точке на берегу озера в понижении. На загрязненной площади Старый Сибай содержание Fe выше РКР (рис. 2), при этом минимальное значение на вершине увала, максимальное на равнинном участке склона и после снижается к подножью. В пробах с загрязненной территорией значения V меньше, чем на умеренно загрязненной площади. Содержание Ti выше на загрязненной площади примерно в 3 раза относительно умеренно загрязненной. Также можно заметить, что на рис. 2 по профилю значения Cu почти не меняются и выше РКР, а на рис. 1 максимальное содержание Cu у подножия вершины, на вершине же значение минимальное. Значения по Zn на Озере Култубан выше, чем в Старом Сибае, и выше РКР.



**Рис. 1.** Содержания ТМ в *Artemisia austriaca* на умеренно загрязненной пробной площади на берегу озера Култубан, мг/кг сухого вещества. Профиль: 2/1 – берег озера; 2/2 – равнинная часть увала; 2/3 – понижение склона увала; 2/4 – равнина посередине увала; 2/5 – склон вершины увала; 2/6 – вершина увала.



**Рис. 2.** Содержания ТМ в *Artemisia austriaca* на загрязненной пробной площади Старый Сибай, мг/кг сухого вещества. Профиль: 3/1 – вершина увала; 3/2 – равнина у склона увала; 3/3 – равнина нижней части склона увала; 3/4 – равнина у подножья увала.

В табл.1 приведены для сравнения данные по содержанию ТМ в пробах *Artemisia austriaca* территории Старый Сибай в 2023 и в 1999-2013 гг ( по данным [5]).

**Таблица 1.** Содержание ТМ в пробах *Artemisia austriaca* (мг/кг сухого вещества)

ПТК, год	Ni	Fe	Cu	Mn	Pb	Cd	Zn
ПТК Старый Сибай, 1999-2013 [5]	1,6	213	16,5	57	2,1	0,7	58
ПТК Старый Сибай, 2023	0,94	242	17,2	99	0,33	0,7	49
PKP	16,1	112,4	13,0	164,5	-	-	42,6

Так как в пробах *Artemisia austriaca* по элементам, кроме Cu, Fe, Mn, значения уменьшились, либо не изменились со временем, можно сделать вывод об уменьшении аэротехногенного переноса и снижении интенсивности вовлечения химических элементов в активный биологический круговорот. Большинство из определяемых элементов малоподвижны в нейтральных условиях. Исключение составляет медь, что подтверждается увеличением её концентрации в растениях у подножья увала и отсутствием снижения ее количества в растениях за рассматриваемый период.

### *Литература*

1. *Опекунова М.Г., Сомов В.В., Сокульская Ю.С. и др.* Воздействие природных и антропогенных факторов на элементный состав растений Башкирского Зауралья //Биосфера. 2015. Т.7. №2. С.181-199.
2. *Данилов-Данильян В.И.* Об устойчивости экосистем // Экосистемы: экология и динамика. 2018. Т. 2. № 1. С. 5-12.
3. *Опекунова М.Г., Арестова И.Ю., Елсукова Е.Ю.* Методы физико-химического анализа почв и растений: Методические указания. СПб.: Изд- во С.-Петерб. ун-та, 2001. - 70 с.
4. *Опекунова М.Г.* Биоиндикация загрязнений. СПб.: СПбГУ. 2004. -266 с.
5. *Папян Э.Э.* Оценка воздействия горнорудного производства на природно-территориальные комплексы Башкирского Зауралья методами биоиндикации: диссертация ... кандидата Географических наук: 25.00.36. 2016.- 200 с.

### *I.V. Kolpakova*

### **CONTENT OF HEAVY METALS IN PLANTS IN THE AREA AFFECTED BY THE SIBAY MINING COMPLEX**

*Saint-Petersburg State University*

The results of a study of the content of heavy metals in plant samples collected in July 2023 in natural-territorial complexes near the city of Sibay, located in the zone of influence of the mining industry, as well as conditionally background territories, are presented.

*Лебедев И.В., Каманина И.З.*

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ АКТИВНОГО БИОМОНИТОРИНГА В ГОРОДЕ ЛИПЕЦК

*Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Университет «Дубна»*  
[Lebedev.ru.com@yandex.ru](mailto:Lebedev.ru.com@yandex.ru)

Мониторинг атмосферного воздуха с помощью активного биомониторинга позволяет оценить поступление в окружающую среду тяжелых металлов за определенный промежуток времени. Впервые на территории города Липецка проведены подобного рода исследования. В экспонированных пробах мха обнаружены значительные концентрации тяжелых металлов. Несколько территорий попали в экстремальную категорию загрязнения. Основной источник выбросов ТМ в атмосферу относится к стационарным.

По данным государственного доклада о состоянии и охране окружающей среды 2022 г. [1], г. Липецк входит в пятерку перечня городов с наибольшими показателями выбросов в атмосферный воздух. Город известен крупнейшей металлургической промышленностью, которая вносит основной вклад в выбросы от стационарных источников.

Промышленность в городе Липецке представлена сразу несколькими крупными металлургическими предприятиями Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК) и ЛТК «Свободный сокол». Для металлургической промышленности характерны загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.

Целью настоящего исследования является оценка загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами с помощью активного биомониторинга в городе Липецк.

Для оценки атмосферного воздуха в городе Липецк проводился активный биомониторинг методом «мох в мешках». В экологически благополучном месте были отобраны мхи «*Sphagnum girgensohnii*», упакованы в мешочки

из нитей стекловолокна и развесены в г. Липецк сроком на 79 дней. По итогу впервые по г. Липецку были получены данные по загрязнению атмосферного воздуха тяжелыми металлами с помощью активного биомониторинга. Так как не существует установленных нормативов для проб активного биомониторинга результаты представлены в абсолютных значениях (с вычетом концентраций содержащихся в контрольном образце мха).

После экспонирования удалось собрать пробы с 37 точек.



Рис. 1. Схема экспонирования мха в г. Липецк

В пробах экспонированного мха определяли содержание тяжелых металлов 1 и 2 классов опасности (Pb, Cd, Zn и Cu, Ni) и Fe. Исследования проводились на базе эколого-аналитической лаборатории кафедры экологии и наук о Земле университета «Дубна» по стандартным методикам, методом атомной абсорбции на приборе Квант - 2а.

Накопление тяжелых металлов во мхах после экспонирования неоднородное, наблюдались пробы, которые не критично отличались от контрольной пробы по одному или нескольким ТМ. Так, например, в нескольких пробах (№№6,

7, 10, 13, 26) количество никеля не отличалось от контрольных, что может говорить о незначительном содержании его в атмосферном воздухе или даже о вымывании его из образцов мха.

По результатам проведенного количественного химического анализа выполнена статистическая обработка (таблица 1).

**Таблица 1.** Результаты статистической обработки результатов количественного химического анализа мхов после экспонирования.

Элемент	min	max	Среднее	Медиана	Станд. отклонение	Ошибка сред. арифметического
Накопленные концентрации, мг/кг, n=37, P=0,95						
Zn	29,3	633,4	128,63	107,46	96,17	15,81
Pb	0,13	38,92	3,02	1,65	6,20	1,02
Cd	0,03	1,17	0,35	0,21	0,32	0,05
Ni	0,05	1,70	0,61	0,52	0,43	0,08
Cu	2,9	35,8	11,21	9,63	7,28	1,21
Fe	185,4	3712,0	1291,98	1053,78	844,90	138,90

Максимальная концентрация накопления цинка выявлена в точке № М-23, превышающая средние значения почти в 6 раз. В точке № М-8 концентрация свинца  $38,9 \pm 1,8$  мг/кг. Наибольшие показатели по кадмию выявлены в точках М-39  $1,14 \pm 0,43$  мг/кг и М-36  $1,17 \pm 0,28$  мг/кг, расположенные в плотной городской многоэтажной застройке. Максимальная накопленная концентрация никеля выявлена в 500 м к северу от НЛМК. Максимальные значения накопления меди отмечены в пробах М-1 и М-3, относящиеся к зоне влияния цеха переработки металлургических шлаков НЛМК. Максимальное накопление железа в экспонированных мхах выявлено в восточном направлении от НЛМК.

Для оценки техногенной нагрузки был рассчитан

коэффициент техногенной концентрации ( $K_c$ ), предложенный Н. С. Касимовым [2], отражающий степень антропогенного загрязнения. На основе коэффициентов концентрации были определены категории загрязнения по [3, 4], всего существует 6 категорий с  $K_1$  по  $K_6$ . Первая самая безопасная (нет загрязнения), и последняя наиболее опасная 6 категория (экстремальное загрязнение). Полученные результаты позволяют отнести 27 точек к категории сильное загрязнение ( $K_5$ ), 8 точек к категории экстремальное загрязнение ( $K_6$ ), и лишь 2 точки относятся к умеренному загрязнению ( $K_4$ ).

Был рассчитан суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ) на основе рассчитанных коэффициентов концентрации (рис.2).

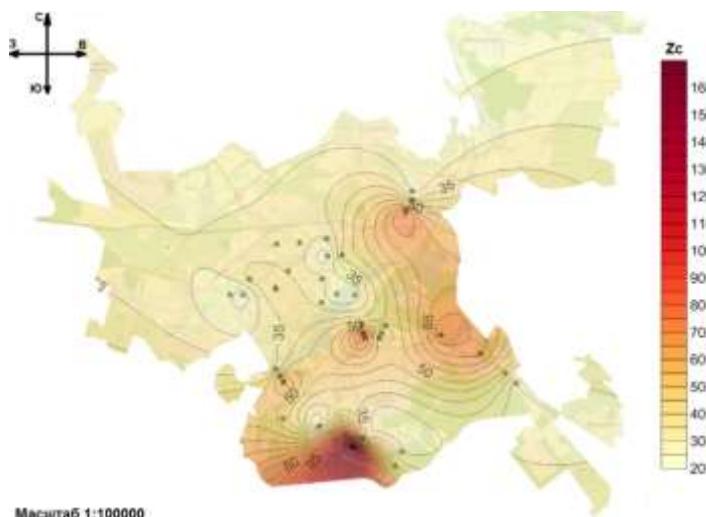


Рис. 2. Суммарный показатель загрязнения в образцах экспонированного мха в г. Липецк.

Суммарный показатель загрязнения тяжелыми металлами, рассчитанный для мхов, экспонированных на территории г. Липецка варьируется от 20 до 176, в среднем уровень  $Z_c$  составляет 44,7. По суммарному показателю загрязнения сильно выделяется точка М-8 (относится к зоне влияния

НЛМК), за счет высокой концентрации свинца, железа и цинка,  $Zc = 176,21$ .

### *Литература*

1. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды за 2021 г. Название электронного ресурса [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный, (дата обращения 08.03.2023), URL:  
[https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/gosudarstvennyy\\_doklad\\_o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_okhrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_rossiyskoy\\_federatsii\\_v\\_2022\\_/](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2022_/)
2. Касимов Н.С. Экогеохимия ландшафтов. М.: ИП Филимонов М.В., 2013. – 208 с.
3. Cirtina D., Ionescu N., Cirtina L.M. Environmental impact assessment related to metallurgical industry activities //Metalurgija. 2016. V. 55. №. 3. P. 481-484.
4. Paldyna J. et al. The assessment of environmental pollution caused by mining and metallurgy wastes from highly polluted post-industrial regions in Southern Poland //Environmental earth sciences. 2013. V. 68. P. 439-450.

*I.V. Lebedev, I.Z. Kamanina*

### **ASSESSMENT OF THE STATE OF ATMOSPHERIC AIR USING ACTIVE BIOMONITORING IN THE CITY OF LIPETSK**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“University “Dubna”*

Monitoring atmospheric air using active biomonitoring makes it possible to assess the appearance of metals in the environment over a certain period. For the first time, this kind of research was carried out in the city of Lipetsk. Significant concentrations of metals were found in the exposed samples. Several areas were extremely polluted. The main source of HM preservation in the atmosphere is stationary.

*Могилёва Е.Е., Кирилюк С.Е.*

*Научный руководитель: к.б.н., доц. Парахина Е. А.*

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА  
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ С ПОМОЩЬЮ  
МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ  
ЗЕМЛИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА АФРИКИ**

*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы  
[elizavetamogileva@gmail.com](mailto:elizavetamogileva@gmail.com)*

В данной статье проводится оценка изменения площади зеленых насаждений в городе Африки – Найроби. Для этой оценки использовался метод дистанционного зондирования земли и расчет вегетационного индекса NDVI (Normalized difference vegetation index). Были проанализированы причины наблюдаемых изменений, и даны рекомендации по улучшению сложившейся ситуации.

В настоящее время ввиду ряда глобальных проблем, таких как изменение климата, социальное неравенство, истощение природных ресурсов и других, мир стремится к устойчивому развитию. Данное понятие определяется как сочетание нескольких факторов, включая экологическую, экономическую и социальную устойчивость [1]. Поскольку население городов мира продолжает увеличиваться, и, по предварительным прогнозам, к 2030 году составит 60% от всего населения планеты [3], многие города принимают решительные меры в направлении устойчивого образа жизни, становясь вдохновляющими образцами для других. Эти действия – не просто мода, а критическое изменение в подходе людей к сохранению здоровья нашей планеты. Оценка устойчивости города может проводиться с помощью различных индикаторов и показателей, таких как уровень загрязнения окружающей среды, уровень безработицы, доступ к образованию и здравоохранению, уровень преступности и другие.

Важным фактором, оценивающим устойчивое развитие города, является его зеленая инфраструктура. В 1999 году Фонд Охраны Природы и Министерство сельского хозяйства

в США сформировали группу из государственных и коммерческих организаций “Green Infrastructure Work Group”, которая официально определила зеленую инфраструктуру как «...естественную систему поддержания жизни, связанную сетью водных путей, заболоченных мест, лесистых местностей, ареалов обитания диких животных, других естественных областей; зеленых троп, парков и других зон; рабочих ферм, ранчо и лесов; а также дикой местностью и другими открытыми пространствами, которые поддерживают естественные экологические процессы, воздушные и водные ресурсы, и способствующие здоровью и качеству жизни людей». Итак, «зеленая инфраструктура» определяется как связанная система различных зеленых пространств: от «диких» природных территорий до «окультуренных», таких как сельскохозяйственные территории пригорода, городские парки, скверы и т.д.

Зеленая инфраструктура города играет ключевую роль в его устойчивом развитии, поскольку способствует созданию здоровых и комфортных городских сред. Зеленые насаждения, как ее составляющая, в свою очередь, вносят немалый вклад в создание городской зеленой инфраструктуры и современной городской планировки [2].

Столица Кении, город Найроби, является превосходным полем для исследований в этой области, так как считается примером города, где зеленые насаждения играют важную роль в устойчивом развитии. С начала двадцать первого века, когда темпы урбанизации набирали свои обороты, его площадь стремительно увеличивалась. Это расширение происходило за счет прилегающей к столице природной среды. Дикие леса и водно-болотные угодья, характерные для данной местности, постепенно сменились городской инфраструктурой. В результате Найроби ранее известный как «Зеленый город под солнцем (Green City in the Sun)» [4] в настоящее время сталкивается с огромной проблемой планирования устойчивого городского развития, которое предлагает соответствующие общественные услуги при

одновременном сохранении природной среды.

В качестве инструмента для исследования качества растительности и площади распространения зеленых насаждений был использован метод дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Для более точной оценки указанных показателей применяются различные вегетационные индексы.

Наиболее популярным из всех вегетационных индексов является NDVI (Normalized difference vegetation index, Нормализованный вегетационный индекс) – индекс, определяющий степень озелененности территории, то есть количество растительности, присутствующей на данной территории, и ее состояние здоровья или интенсивность роста на основе данных, полученных из спутниковых снимков земли [5]. NDVI широко используется для мониторинга состояния растительности, оценки урожайности, контроля засух и др.

Данный вегетационный индекс вычисляется как отношение разности между отражением в ближней инфракрасной спектральной зоне и отражением в красной спектральной зоне к их сумме [11].

NDVI – это безразмерный индекс, его значения варьируются от +1,0 до -1,0. Участки с обнаженными горными породами, песком или снегом обычно имеют очень низкие значения NDVI. Разреженная растительность, такая как кустарниковая или луговая, а также стареющие культуры, обычно имеют умеренные значения индекса (примерно от 0,2 до 0,5). Высокие же значения (примерно от 0,6 до 0,9) характерны для плотной растительности, такой как леса в умеренном и тропическом климате, а также для сельскохозяйственных культур на стадии максимального роста [6]

Для изучения динамики вегетационного индекса NDVI за последние несколько лет были использованы космические снимки в 11 спектральных диапазонах с разрешением 30 м, полученные с помощью спутника Landsat 8 за 2013 и 2023 годы. Данные были получены из архива Геологической службы США (USGS). Для обработки снимков и подсчета

индекса NDVI была использована компьютерная программа QGIS.

Результаты компьютерной обработки космических снимков изучаемых городов и расчет индекса NDVI представлены на картах (Рис. 1, Рис. 2) в виде распределения значений индекса по территории города. Легенда карты содержит дискретную шкалу с цветовыми отметками для различных диапазонов значений NDVI. Участки на карте, окрашенные в коричневый цвет, указывают на ослабленную и практически высохшую растительность или на ее отсутствие. Зоны зеленого цвета свидетельствуют о хорошем состоянии зеленых насаждений, причем более темные оттенки указывают на более высокое качество и жизнеспособность растений.

Как можно видеть на картах, за девятилетний период значительно сократилась площадь здоровой растительности. В 2022 году, по сравнению с 2013 годом, около половины города, а именно его восточная часть, лишилась качественных зеленых насаждений.

По подсчетам, выполненным в компьютерной программе QGIS, средний индекс NDVI по городу в 2013 году составлял 0,27, что соответствует разреженной растительности. Через девять лет, в 2022 году, данный индекс сократился на 0,11 и составил 0,16. Это свидетельствует об ухудшении качества зеленых насаждений, увеличении их разреженности и скудности.

Площадь зеленых насаждений города не изменилась, но ухудшилось качество растительности, что, несомненно, является отрицательным последствием высоких темпов урбанизации региона.

Причиной снижения NDVI является деградация урбанизированных территорий ввиду увеличения застройки города и роста антропогенной нагрузки. Средние значения NDVI и, соответственно, продуктивность снизились, что указывают на негативную ландшафтно-экологическую тенденцию.

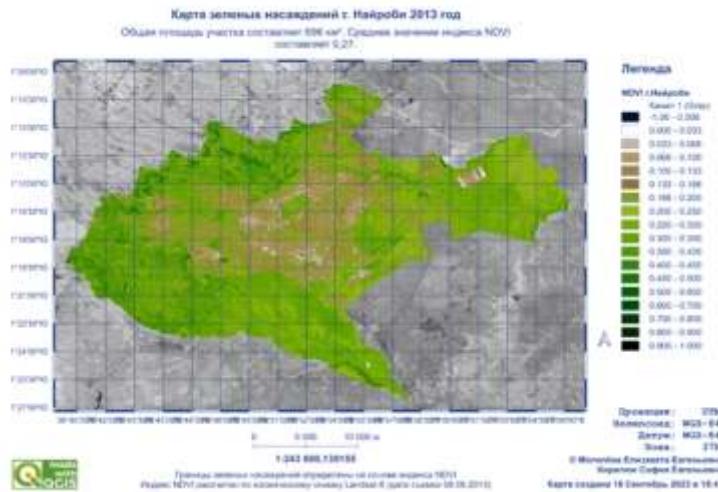


Рис.1. Распределение значений индекса NDVI в 2013 году в г. Найроби

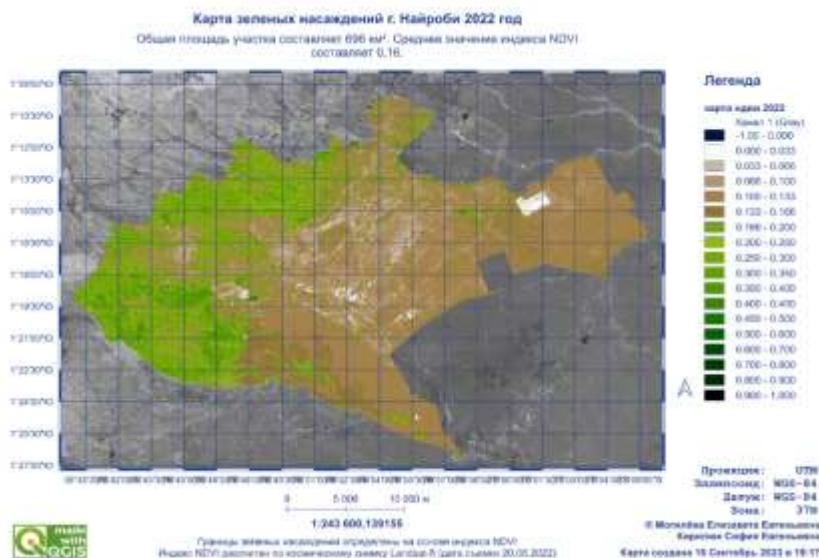


Рис.2. Распределение значений индекса NDVI в 2022 году в г. Найроби

Для сохранения и улучшения зелёных насаждений в африканских крупных городах необходим комплексный подход, который учитывает местные экологические, социальные и экономические условия. Интеграция зелёных пространств в городское планирование, создание зелёных коридоров, организация образовательных кампаний и вовлечение жителей в планирование города помогут создать здоровую, устойчивую и зелёную городскую среду в городе.

Выражаем благодарность Парахиной Е.А. – научному руководителю за ценные советы при планировании исследования и рекомендации по оформлению статьи. Работа выполнена в рамках НИР по теме № 202727-0-000 «Зеленая инфраструктура как основа экологического благополучия и устойчивого развития урбанизированной среды» на базе института экологии РУДН.

### *Литература*

1. *Левина Е.И.* Понятие «Устойчивое развитие». Основные положения и концепции // Вестник ТГУ, Сер. Гуманитарные науки. 2009. № 11 (79). С. 113-119 <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-ustoychivoe-razvitiye-osnovnye-polozheniya-kontseptsii>
2. *Парахина Е.А., Грядская А.А., Могилева Е.Е., Нгуен Т.Ф.* Устойчивое развитие малых городов на примере Орловской области // Куражковские чтения : Материалы II Международной научно-практической конференции, Астрахань, 18–21 мая 2023 года Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева", 2023. – С.595-599. – EDN EAGNCI.
3. World urbanization prospects 2018: [https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org/development.desa.pd/files/files/documents/2020/Feb/un\\_2018\\_wup\\_highlights.pdf](https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org/development.desa.pd/files/files/documents/2020/Feb/un_2018_wup_highlights.pdf)
4. The Arcadis Sustainable Cities Index 2022 <https://www.arcadis.com/en/knowledge-hub/perspectives/global/sustainable-cities-index>
5. *Черепанов А.С.* Вегетационные индексы. // Геоматика. 2011. №2.

C. 98-102

6. NDVI, the Foundation for Remote Sensing Phenology  
[https://www.usgs.gov/special-topics/remote-sensing-phenology/science/ndvi-foundation-remote-sensing-phenology#:~:text=NDVI%20values%20range%20from%20%2B1.0,\(approximately%200.2%20to%200.5\)](https://www.usgs.gov/special-topics/remote-sensing-phenology/science/ndvi-foundation-remote-sensing-phenology#:~:text=NDVI%20values%20range%20from%20%2B1.0,(approximately%200.2%20to%200.5))

*E.E.Mogileva, S.E.Kirilyuk*

*Scientific adviser: E.A. Parakhina.*

**ASSESSMENT OF THE QUALITY OF GREEN SPACES  
IN AN URBANIZED AREA USING THE METHOD  
OF REMOTE SENSING OF THE EARTH ON THE EXAMPLE  
OF AFRICAN CITY**

*Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

This article evaluates the change in green spaces in the city of Africa – Nairobi. For this assessment, the method of remote sensing of the earth and calculation of the vegetation index NDVI (Normalized difference vegetation index) were used. The reasons for the observed changes were analyzed, and recommendations were made to improve the current situation.

*Морено Перес Даниэль Алехандро<sup>1</sup>, Кочетков С.Н.<sup>2</sup>,  
Мазин Г.М.<sup>3</sup>, Мазина С.Е.<sup>1</sup>*

## **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДВУХ ЭКСКУРСИОННЫХ ПЕЩЕР РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**

<sup>1</sup>*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы*

<sup>2</sup>*Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе*

<sup>3</sup>*Московский финансово-промышленный университет «Синергия»  
[Damorenoperez15@gmail.com](mailto:Damorenoperez15@gmail.com), [conophytum@mail.ru](mailto:conophytum@mail.ru)*

В работе проведён анализ содержания радона на оборудованных для экскурсий участках пещер Кизил-Коба (Красная) и Скельская.

Для исследований в пещерах были использованы метод оценки объёмной активности радона с применением пассивных детекторов комплекта аппаратуры ТРЕК-РЭИ-1. Особое внимание уделено вопросам безопасности, определены оптимальные сроки нахождения в подземном пространстве для работников экскурсионных пещер. Основные результаты, полученные в ходе исследования, могут использоваться в виде основ для разработки программ экологического мониторинга и выработки управлеченческих решений для экскурсионных пещер.

В последние годы, вследствие развития туризма и совершенствования снаряжения для прохождения вертикальных полостей и увеличения интереса к экстремальным видам отдыха, значительно усилился интерес к посещению пещер и спелеологии. В результате сложные пещерные системы, стали более доступны для посещения, сократилось время необходимое для прохождения маршрутов высокой категории сложности, уменьшилась необходимость установки подземных базовых лагерей, но поток туристов и спелеологов в пещеры увеличился. Таким образом возросла антропогенная нагрузка на пещеры.

Оборудование пещер для экскурсионных целей рассматривается как эффективный способ сохранения пещер от вандализма и обеспечения их сохранности в долговременной перспективе.

Вызывает опасение безопасность персонала, обслуживающего экскурсионные пещеры, и, в несколько меньшей степени, посетителей, поскольку может происходить выделение изотопов  $^{222}\text{Rn}$  и  $^{220}\text{Rn}$ , происхождение которых может быть обусловлены разными причинами [1,2]. Выявление геологогеографических особенностей таких пещер, составление регистра потенциально опасных объектов по радиационному фактору, является важной и актуальной задачей [3,4].

Одним из факторов, влияющих на радиационную обстановку в пещерах и особенно в замкнутых тупиковых галереях, являются минеральные составляющие вмещающих пород. В результате дезинтеграции пород и деятельности водных потоков, происходит накопление глины и глинистых отложений, имеющих повышенное содержание  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$ , продуктами их распада являются изотопы радона ( $^{222}\text{Rn}$ ) и торона ( $^{220}\text{Rn}$ ) и далее по цепочке, которые могут накапливаться в пещерах. Выделение изотопов  $^{222}\text{Rn}$  и  $^{220}\text{Rn}$  возможно из подземных вод, часто присутствующих в пещерах. Также существует прямая связь между геологической активностью и интенсивностью выделения радона, которая приводит к его накоплению в подземных полостях.

Существует ряд параметров, которые могут свидетельствовать о высокой вероятности эмиссии радона: наличие гидротермальных источников, потоки эндогенных газов, связь пещеры с глубинными водами, наличие обширных глинистых отложений [4,5]. Внутри пещер концентрация радиоактивных газов как правило повышается в тупиковых залах и галереях с пониженным воздухообменом, наблюдается сезонная зависимость эмиссии, корреляция концентрации радона с расходом временных и постоянных водотоков в пещере [4].

Поскольку известно, что в подземном пространстве высок риск накопления изотопов  $^{222}\text{Rn}$  и  $^{220}\text{Rn}$  [1,5,6], то оценка состояния карстовых подземных полостей, с точки зрения радиоэкологической безопасности, является важной задачей.

На сегодняшний день рассматриваются и косвенные

признаки, которые могут свидетельствовать о постоянном или периодическом воздействии источников ионизирующего излучения (ИИИ), как, например, выявленная авторами, устойчивость пещерных сообществ к ИИИ [7,8].

Радиоэкологический контроль наложен только в некоторых экскурсионных пещерах РФ (например, пещера Кунгурская, Пермский край), тогда как в большинстве пещер измерения носили эпизодический характер, либо не проводились вообще.

В России проводились выборочные исследования состояния отдельных пещер, которые показали, что встречаются случаи повышенной потенциальной радиоопасности. Контроль радиоэкологической обстановки в карстовых пещерах проводился, как правило, не специалистами в этой области и бессистемно. Проблемы оценки радиационной безопасности пещер и гигиенической защиты посетителей и специалистов, обслуживающих пещеры на постоянной основе, требуют решений [5,6].

Целью работы была оценка потенциальной радиоопасности пещер для человека на основе оценки радиоэкологического состояния оборудованных для экскурсий участков пещер Кизил-Коба (Красная) и Скельская Республики Крым.

В качестве объектов для исследования были выбраны естественные карстовые полости (пещеры) Республики Крым, экскурсионная пещера Кизил-Коба (Красная), расположенная на Долгоруковской Яйле, входящей в состав Главной гряды Крымских гор, а также экскурсионная пещера Скельская близ Севастополя. Замеры проводили в донной части пещер и на экскурсионных маршрутах.

Для исследований в пещерах был использован метод оценки средней объёмной активности радона с применением пассивных детекторов комплекта аппаратуры «ТРЕК-РЭИ-1М».

Интегральным методом измерялась среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность изотопов

радона (ОА  $^{222}\text{Rn}$ ) в воздухе пещер, проводили перерасчет на нормируемый показатель (ЭРОА  $^{222}\text{Rn}$ ). Суть метода заключается в регистрации  $\alpha$ -частиц  $^{222}\text{Rn}$  с помощью трековых детекторов. Для проведения измерения этим методом использовали комплект аппаратуры ТРЕК-РЭИ-1М с трековыми детекторами, помещенными в экспозиметры РЭИ-4. Отбор проб воздуха проводили пассивно, в течение определенного периода. Интегральные дозиметры ТРЭК-РЭИ экспонировали на протяжении экскурсионных маршрутов. Периодичность замены датчиков определяли в зависимости от концентрации радона в момент установки датчиков. Как правило, тестовые измерения проводили в течение 1-3 суток, получали первичные оценки содержания радона и особенностей его эманации в течение суток. Корректировку сроков экспозиции датчиков вносили по результатам анализа первично установленных приборов. Метод измерения имеет высокую точность, ошибка 10%.

Оценку состояния воздушной среды проводили согласно требованиям СанПиН 2.6.1.2800-10, которые устанавливает, что ЭРОА  $^{222}\text{Rn}$  в воздухе помещений не должна превышать 200 Бк/м<sup>3</sup>.

Наблюдали отдельные среднегодовые скачки содержания ОА  $^{222}\text{Rn}$ , которые достигали 3000-12000 Бк/м<sup>3</sup> в Скельской пещере и 4000-13000 Бк/м<sup>3</sup> в Красной пещере. Более низкие значения отмечены летом, а повышенные зимой. Отмечено повышение концентрации радона в периоды паводков. Несколько разовых замеров, совпавших с паводком, продемонстрировали увеличение концентрации радона с 200 до 400 (600) Бк/м<sup>3</sup> на экскурсионном маршруте в пещере Красная. Интересно отметить, что после нормализации уровня воды концентрация снижалась до обычных значений. Возможно, что данное явление связано с уменьшением свободного объема полости. Но средние значения имеют превышения не такие существенные, приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность изотопов радона в воздухе пещер Красная и Скельская, Республика Крым,  $\text{Бк}/\text{м}^3$

Пещеры	Красная		Скельская	
Изотопы	$\text{OA}_{\text{Rn}}$	$\text{ЭРОA}_{\text{Rn}}$	$\text{OA}_{\text{Rn}}$	$\text{ЭРОA}_{\text{Rn}}$
Среднее	795	397	952	476
Стандартное отклонение	360	180	323	161
Медиана	954	477	1061	508
$\text{ЭРОA}_{\text{Rn}/200, \text{раз}}$	-	1,99	-	2,38

В результате исследования выявлено, что среднее значение  $\text{ЭРОA}_{\text{Rn}}$  на экскурсионных маршрутах пещер Красная и Скельская более  $200 \text{ Бк}/\text{м}^3$ , и имеются превышения в 1,99 и 2,38 раз соответственно. Это требует нормирования времени нахождения в пещере для экскурсоводов и для посетителей.

Рекомендуется наладить постоянный мониторинг радона в пещерах, выявить участки повышенной эманации радона и ее динамику, ограничить время нахождения сотрудников в пещере.

Полученные результаты позволили рассчитать риски для здоровья человека для разных групп посетителей этих пещер. Для однократного посещения экскурсионных пещер риск составляет менее 0,00002 – это приемлемый риск для населения. Для сохранения такого уровня риска пребывание спелеологов в пещерах, ориентируясь на медианные значения концентрации  $\text{OA}^{222}\text{Rn}$  в пещере, не должно превышать 8 часов нахождения. Оптимальное время нахождения в пещере сотрудников составляет для пещеры Красная 2,5 часа в сутки, для пещеры Скельская 2,4 часа в сутки.

Поскольку концентрация радона в исследованных пещерах Крыма значительно превышает рекомендуемый уровень безопасности, может возникнуть потенциальная опасность для здоровья посетителей. В течение кратких периодов пребывания для туристов эти уровни должны быть безвредны,

но необходим контроль.

Результаты проведенного исследования экскурсионных пещер Красная и Скельская показывают, что могут возникать существенные дозовые нагрузки на человека, посещающего или обслуживающего такие пещеры, и как следствие, возрастает опасность причинения существенного вреда здоровью. В соответствии с требованиями норм и правил радиационной безопасности в этом случае такие объекты необходимо контролировать и выявлять пещеры с повышенным уровнем радиоактивности.

Авторы благодарят спелеологов и руководство экскурсионных пещер, которые принимали участие в проведении работ и обеспечивали координацию, сотрудникам ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России за предоставленные приборы и помошь в анализе данных; сотрудникам Крымского федерального университета за помошь в организации работ в экскурсионных пещерах, а также всем спелеологам, помогавшим в организации исследований.

### *Литература*

1. *Кочетков С.Н., Бельских Ю.С., Спасенов А.Ю., Мазина С.Е.* Экологическое и гигиеническое обследование пещер // Сборник трудов школы-конференции молодых учёных «Ильинские чтения» 10-11 октября 2019 г. Москва с 32-33.
2. *Мазина С.Е.* Особенности радиоэкологического состояния подземных экосистем карстовых пещер // Сборник материалов школы-конференции молодых учёных и специалистов «Ильинские чтения 2022» 06-07 октября 2022 г. Москва С. 40-42.
3. *Deszö Z., Hakl J. & Molnár L.*, 2002, Radon exhalation of limestone bedrock and cave deposits. ATOMKI Annual Report 2001, Inst. Nucl. Res. of the Hungarian Acad. Of Sciences, Bebrecen: 46.
4. *Hakl J., Hunyadi I., Csige I., Géczy G., Lénárt L., & Várhegyi A.* Radon transport phenomena studied in Karst caves-international experiences on radon levels and exposures. // Radiat. Meas. 1997. Vol.28 (1). P.675–684.

5. *Tao Z.I., Yang X.X., Shi D.F.* Review of the research on radon in karst caves. *Carsol. Sin.* // *Zhong Guo Yan Rong.* 2012. Vol.31 (1). P. 99–106.
6. *Cucoş A.D., Călugăr M.I., Burghel B.D., Dumitru O.A., Cosma C., & Onac, B.P.* Radon levels in Romanian caves: an occupational exposure survey. // *Environmental geochemistry and health.* 2017. Vol. 39. P.1085-1099.
7. *Мазина С.Е., Козлова Е.В., Суандзара Беандруна Родлиш, Бенитсиафантука Э.У., Федоров А.С., Северин А.В., Николаев А.Л., Саранцев А.В.* Цианобактериальное сообщество как объект изучения воздействия радиации // *Вестник БГПУ им. М. Акмуллы*, 2022, 72-81.
8. *Федоров А.С., Кочетков С.Н., Мазина С.Е.* Устойчивость к воздействию радиации цианобактерий и водорослей как индикатор наличия радиации в пещерах. // Сборник материалов школы-конференции молодых учёных и специалистов «Ильинские чтения 2022» 06-07 октября 2022 г. Москва С. 61-63.

***Moreno Perez Daniel Alejandro <sup>1</sup>, S.N. Kochetkov <sup>2</sup>, G.M. Mazin <sup>3</sup>,  
S.E. Mazina <sup>1</sup>***

**RADIOECOLOGICAL STATE OF TWO EXCURSION CAVES  
OF THE REPUBLIC OF CRIMEA**

<sup>1</sup> *Peoples Friendship University of Russia (RUDN University),  
Moscow, Russia*

<sup>2</sup> *Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University  
<sup>3</sup> Synergy Moscow Financial and Industrial University*

In the work the radon content was analysed at the excursion sites equipped for excursion sections of Kizil-Koba (Krasnaya) and Skelskaya caves. The method of radon volumetric activity estimation using passive detectors of the TRACK-REI-1M equipment set was used for research in the caves. Particular attention was paid to safety issues, the optimal time of staying in the subterranean space was determined for workers of excursion caves. The main results obtained in the course of the study can be used as a basis for the development of environmental monitoring programmes and management decisions for excursion caves.

*Мурадов Ш.О.*  
**КЛИМАТЫ ПРОШЛОГО И ИХ ВЛИЯНИЕ  
НА ЭВОЛЮЦИЮ ЖИЗНИ**

*Каршинский инженерно-экономический институт, Карши,  
Узбекистан  
[m.oikos@mail.ru](mailto:m.oikos@mail.ru)*

На основе обобщения теорий показана первостепенное значение климата в появлении жизни на земле. Выделены основные климатические факторы влияющие на биосферу. Приводится история климатов и геохронологический анализ. Отмечено, что в экологии климат выступает как элемент экотопа-климатоп. Сформулированы положения связи палеоклиматов с эволюцией жизни на земле.

Несомненно, важнейшим внешним фактором эволюции является климат, особенно две главные его составляющие – солнечная радиация и влажность. Производными солнечный радиации являются температурные условия среды и зависимый от этих условий показатель влажности (или увлажненности). Однако последний в значительной мере является также функцией глобальной и региональной водности (поверхности акваторий, рек и болот).

Не вызывает сомнения, что на климат Земли в целом воздействовали и продолжают воздействовать такие довольно изменчивые космические факторы, как светимость Солнца, наклон земной оси, форма земной орбиты и скорость вращения Земли. «Земными» факторами климата являются внешние оболочки Земли и литосфера. Внешние оболочки (атмосфера и гидросфера) определяют основной приходно-расходный баланс тепла и влагообмена.

Движения земной коры приводят к *трансгрессиям* (наступление моря на сушу) и *ретрессиям* (наступление суши на море). В периоды трансгрессий площади морей и океанов увеличиваются, что приводит к господству на Земле влажного и теплого климата (даже в высоких широтах). При ретрессиях, обычно сопровождающихся повышением уровня стояния

материков, усиливается контрастность в распределении температур и влажности. Однако наиболее сильное влияние на климат оказывает глобальное положение материков, связанное с дрейфом *литосферных плит*. В те эпохи, когда материковая суша оказывались в полярных и приполярных районах, сильно изменилась циркуляция воздушных масс и морских течений и наступало *оледенение*. Крупные оледенения происходили, например, в позднеордовикское и позднекаменноугольное время, когда вблизи Южного полюса оказывался суперматерик Гондвана (позже распавшийся на Южную Америку, Африку, полуостров Индостан и Австралию).

На климат влияли и уже рассмотренные выше факторы – вулканизм, падение метеоритов и др., например, вулканизм ответственен за повышение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере и, следовательно, за существование высокого термического режима.

Следует отметить, что биосфера чутко реагировала на изменения среды. Существование высоких концентраций  $\text{CO}_2$  в древней атмосфере Земли привело к бурной эволюции сначала морской, а затем наземной флоры с превращением восстановительной атмосферы в окислительную. В итоге биосфера создала для себя защитный озоновый экран, обеспечив выход жизни из воды на сушу. Накопление кислорода в атмосфере создало условия для бурного развития наземной фауны.

В истории климатов Земли намечаются разномасштабные периодические (циклические) колебания, при этом за кратко-срочную изменчивость погоды и климата ответственна в основном атмосфера, за более длительные (от десятилетий – до тысяч лет) гидросфера, от тысячелетий до многих миллионов лет – литосфера и сама биосфера.

Важнейшей составляющей биотопа (экотопа) является климатотоп. Ниже в сжатой форме попытаемся показать связь климатов прошлого с литосферными процессами, с одной

стороны, и с эволюцией жизни, с другой.

К. Брукс перечисляет следующие факторы, обуславливающие изменения климата на Земле: космические, астрономические, солнечную радиацию, земное тепло, колебательные (вертикальные) движения земной коры, перемещение полюсов и дрейф континентов, распределение суши и моря, океанические течения, изменение состава атмосферы, вулканическую пыль, изменение циркуляции атмосферы [1].

Из 11 факторов, по крайней мере, пять непосредственно связаны с литосферой и тектогенезом (эти факторы нами выделены). Не вызывает сомнения, что косвенно с ними связаны и другие «земные» факторы (оceanические течения, атмосферная циркуляция и т.п.). Таким образом, уже в теоретическом плане тектогенез и развитие литосферы являются существенной причиной изменений климатов в геологические прошлые периоды существования Земли.

Н.М.Страхов считает, что в течение всего кайнозоя, а также в течение мела и юры на поверхности Земли достоверно существовали те же климатические зоны, что и теперь, и даже очертания их отличались от современных лишь в деталях. По его мнению, это может означать только одно: что характер циркуляции атмосферы в течение последних 250 миллионов лет был весьма близок современной циркуляции [2].

Если это так, то причину вымирания мезозойских видов и появления кайнозойской фауны и флоры следует искать не в резких изменениях климата, а в проявлении каких-то других факторов.

Правда, уже упоминавшийся выше К.Брукс придерживается другого мнения о климатах мезозоя и кайнозоя. По его данным, средняя вычисленная температура области в пределах 40-90° северной широты при переходе от верхнего мела к палеоцену (нижнему палеогену) повысилась с 3,9 до 8,9°C, а на границе миоцен-плиоцен опять произошел скачок (понижение температуры до 0,6°C).

В палеозое, по данным Н.М.Страхова [2], климатические

зоны были значительно смещены в пространстве относительно современных, особенно в девоне, силуре и ордовике. Однако несмотря на такую смещенность, все же на всех палеоклиматических картах тех эпох неизменно устанавливается северная и южная аридные зоны и разделяющая их тропическая влажная. Вне аридных зон на более высоких тогдаших широтах обозначаются умеренные влажные зоны, а на совсем высоких широтах временами появляются следы обширно развитых ледниковых отложений (в перми, кембрии). При этом вся картина палеозойской палеоклиматической зональности выглядит так, как будто экватор вместе со всеми климатическими поясами был повернут около некоторой оси – в верхнем палеозое, приблизительно на 40-45° относительно их современного нахождения, а в нижнем палеозое – даже на 70-75°.

К. Брукс этот «поворот» рассматривает в рамках теории континентального дрейфа, по крайней мере, относительно распределения климатических зон в верхнекаменноугольную эпоху.

Л.Б.Рухин [3] причиной несовпадения древних и современных климатических зон считает изменение расположения оси вращения Земли (*миграцию полюсов*). Палеоклиматические идеи этого автора сводятся к следующему.

Перемещения полюсов обусловлены поднятиями и опусканиями обширных участков земной коры, а также изменениями плотности подкоровых масс. Важным климатическим фактором является рельеф поверхности Земли в районе полюсов. Если полюса располагались на суше, это влекло образование около них полярных ледников, не спускавшихся, однако, в низкие широты. При расположении полюсов в открытом океане около них не появлялось значительного количества льда из-за энергичного водообмена. Наибольшие же изменения климата наблюдались в тех случаях, когда полюса находились в пределах бассейнов, отчлененных от океана. Эти бассейны

покрывались льдом и превращались в мощные холодильники, влияние которых оказывалось и в низких широтах. Если к перемычкам, ограничивающим такие бассейны, поступали тепловые течения, приносившие массы влажного воздуха, то это влекло появление центров оледенения, расположенных в низких широтах. В этом причина четвертичного оледенения северного полушария и верхнепалеозойского оледенения южных материков.

Связь эпох оледенений и горообразований опосредована тем, что последние обуславливают поднятие обширных участков морского дна (подводных возвышенностей), отчленяющих приполярные бассейны от открытого моря.

В начальные этапы геологической истории Земли ввиду отсутствия значительных участков суши, вероятнее всего, преобладали климаты морского влажного (гумидного) типа.

На это обстоятельство указывает и Н.М.Страхов. Он пишет, что отсутствие крупных платформенных массивов и резко увеличенные дозы радиогенного тепла, поступившего снизу, исключали в первые моменты истории Земли дифференциацию климатических типов литогенеза, в частности, обособление ледового и аридного типов. Однако к началу палеозоя они уже были сформированы, а с конца триаса их географическое размещение приобрело те же черты, что и в современности.

Завершая, напомним, что под климатом понимается многолетний режим погоды, определяемый географической широтой местности, высотой над уровнем моря, удаленностью местности от океана, рельефом суши, характером подстилающей поверхности и некоторыми другими факторами. В экологии климат выступает в качестве климатотопа (климатопа), представляющего собой сочетание физических характеристик воздушной и водной сред, существенных для населяющих эту среду организмов (или их сообществ).

Исходя из вышеизложенного, связь палеоклиматов

с эволюцией жизни на Земле может быть сформулирована в виде следующих положений.

1. Палеоклиматы являются опосредованным связующим звеном между тектогенезом и эволюцией живых организмов. Именно тектонические движения, определяющие перераспределение суши и моря, изменение их рельефа, затухание старых и появление новых мощных морских течений, являются причиной разнообразия климатов как в настоящем, так и в прошлом Земли, а через них, в значительной мере, и разнообразия форм жизни.

2. Эволюция климатов в истории Земли происходит в направлении их усложнения, увеличения разнообразия. Дифференциация климатов сопровождается все возрастающей дифференциацией форм жизни. Так, если к началу палеозоя уже были сформированы основные типы климатов (морской и континентальный; гумидный, аридный и ледовый), то к тому же времени уже существовали практически все основные типы морских организмов (простейшие, черви, мшанки, моллюски и др.) и появились простейшие наземные растения (псилофиты).

3. Исключительное значение для эволюции жизни имело перемещение климатических зон. Организмы, не сумевшие быстро приспособиться к новым климатическим условиям, вымирали (возможно, в этом одна из причин исчезновения гигантских пресмыкающихся и мамонтов). Другие организмы перемещались вслед за климатическими зонами, т.е. в данном случае климат выступает в качестве фактора миграции и расселения организмов на новых территориях. Наконец, в силу того, что многие организмы, особенно растения, не способны к существенным перемещениям за короткое время, ускоряется процесс видообразования; появляются новые виды, наилучшим образом приспособленные к изменившимся климатическим условиям.

## *Литература*

1. *Брукс К.* Климаты прошлого. М.: Изд-во иностр. литературы, 1952. -357 с.
2. *Страхов Н.М.* Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М.: Госгеолтехиздат, 1963. -535 с.
3. *Рухин Л.Б.* Основы общей палеогеографии. Л.: Гостоптехиздат, 1962. -628 с.

*Sh.O. Muradov*

### **PAST CLIMATES AND THEIR INFLUENCE ON THE EVOLUTION OF LIFE**

*Karshi Institute of Engineering and Economics, Karshi, Uzbekistan*

On the basis of generalisation of theories the primary importance of climate in the emergence of life on earth is shown. The main climatic factors influencing the biosphere are singled out. The history of climates and geochronological analysis are given. It is noted that in ecology climate acts as an element of ecotope-climatope. The provisions of connection of palaeoclimates with the evolution of life on earth are formulated.

**Неспирный В.Н.<sup>1,2</sup>, Сафонов А.И.<sup>2</sup>**  
**МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ**

## **В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ ДОНБАССА**

<sup>1</sup>ГБУ «Институт экономических исследований», г. Донецк, Россия,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», Россия  
[veta\\_n@mail.ru](mailto:veta_n@mail.ru), [andrey\\_safonov@mail.ru](mailto:andrey_safonov@mail.ru)

Экологическая ситуация в Центральном Донбассе на сегодняшний день остаётся напряженной и требует проведения своевременной диагностики состояния экосистем. При всём разнообразии биологических и химических методов в получении большой численной информации, значение математических подходов приобретает особое значение, что апробировано на примере метода главных компонент при оценке трансформированных экотопов Донбасса.

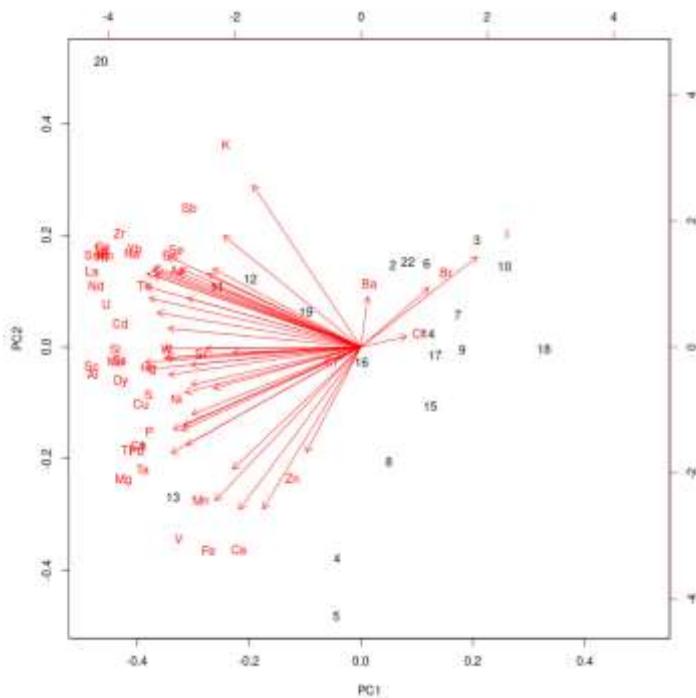
В регионах с высоким уровнем антропогенной трансформации задача реализовывать инновационные технологии при качественной и своевременной оценке загрязненных ландшафтов является актуальной [1]. По остроте экологических проблем на современном этапе выделяется территория Донбасса, для которой предпринимаются попытки математического и геохимического осмысливания происходящих процессов на основании данных о состоянии растений [2, 3].

Цель исследований – апробировать метод главных компонент для анализа экологического дисбаланса в природных системах Донбасса на основании данных фитоиндикационного мониторинга.

Подход, связанный с выделением в многомерных данных главных компонент, является широко распространенным приемом в квантификации элементов окружающей среды [4], поэтому при анализе информации, полученной в ходе серии экспериментов, был использован этот подход с учетом рекомендаций отечественных ученых [5, 6]. Исходными данными для анализа послужили результаты фитоиндикационного исследования, проведенного на

территории донецкого региона с многоэлементным анализом накопления химических элементов в телах мохообразных как индикаторов загрязненности воздуха в наблюдательной сети [7–9]. В этих работах содержатся табличные значения и результаты анализа основных компонент для некоторых подмножеств химических элементов.

Если использовать весь фактический материал по накоплению 46 химических элементов в мохообразных для разреженной мониторинговой сети, то весовые коэффициенты вклада концентрации каждого химического элемента в первые две компоненты можно представить следующим образом (рис. 1).

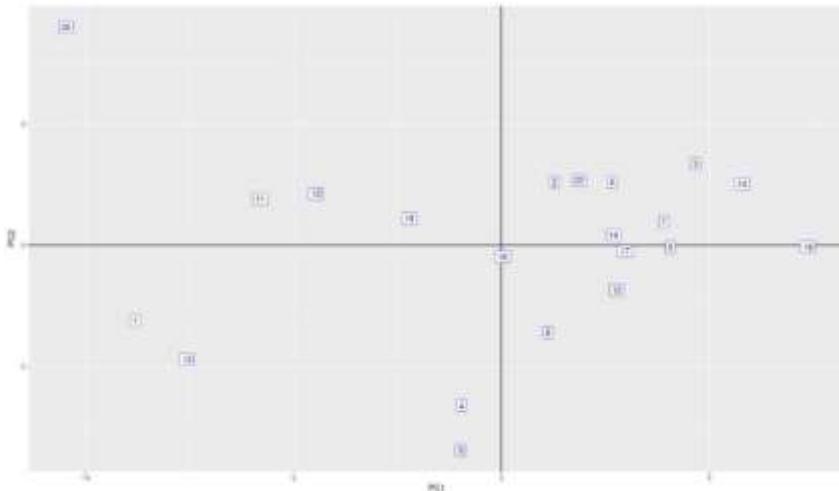


**Рис. 1.** Сопряженные процессы элементного накопления во мхах-индикаторах фрагментарной мониторинговой сети Донбасса в проекции на первые две главные компоненты

Следует отметить, что исходные данные были отмасштабированы таким образом, чтобы стандартные отклонения для каждого элемента были одинаковыми (равными 1). Как видно из представленного рисунка, практически все элементы дают отрицательный вклад в первую главную компоненту, в связи с чем ее можно связать с общим уровнем загрязнения и (или) нарушений в экосистемах. Наибольший по абсолютному значению вклад в эту компоненту вносят элементы Sc, La, Al, Sm и Nd.

При анализе имеющегося материала по данным [7–9] было выявлено, что полные сведения имеются только для 21 точек

из 24-компонентной мониторинговой сети. Соответственно, лишь 21 вектор концентраций был использован для построения главных направлений. Координаты этих векторов в проекции на плоскость первых двух компонент показаны на рис. 2.



**Рис. 2.** Система мониторинговых точек с полными сведениями по элементному составу, сгруппировано методом главных компонент

С учетом описанной выше интерпретации первой компоненты можно сделать вывод о том, что наибольшая степень загрязнения наблюдается в точках под номерами 20, 1, 13, а наименьшая – в точках 18, 10.

Поскольку для точек мониторинговой сети 21, 23, 24 в данных отсутствует концентрация элемента Nd, а она вносит существенный вклад в первую главную компоненту, определить точно проекции векторов концентраций элементов в этих точках на главные направления не представляется возможным. Однако можно найти на многообразии, натянутом на несколько первых компонент, точки с концентрациями, максимально близкими к тем, которые были замерены в ходе эксперимента. Тогда в качестве оценок для пропущенных значений могут быть

использованы координаты, соответствующие концентрации Nd, найденных точек. Учитывая то, что суммарная доля дисперсии, объясняемая главными компонентами РС1-РС6, составляет 0.825180, можно ожидать, что при восстановлении неизвестных концентраций по первым шести компонентам относительная погрешность оценки не превзойдет 18%.

Таким образом, установлена целесообразность внедрения метода главных компонент для индикации систем Донбасса, что подтверждает необходимость использования аппарата математической статистики в обобщении и понимании экологических процессов и согласуется с мнением других авторов [5, 6, 10].

Выполнено в рамках работы Азово-Черноморского математического центра.

### *Литература*

1. Епринцев С.А., Клевцова М.А., Калаев В.Н., Шекоян С.В. Мониторинг состояния биотехносферы урбанизированных территорий (на примере города Воронежа) как фактора экологической безопасности населения // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2017. № 1. С. 126-132.
2. Беспалова С.В. Математическое моделирование в системе экологического фитомониторинга // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 1-2. С. 6-12.
3. Германова Е.А., Сафонов А.И. Геоинформационная визуализация данных по атипичному морфогенезу растений экотопов Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2023. № 1-2. С. 13-22.
4. Жгун Т.В. Алгоритм построения интегрального индикатора качества сложной системы для ряда последовательных наблюдений // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. Т.6, №1. С. 5-25.
5. Перемитина Т.О., Ященко И.Г. Алгоритм комплексного

анализа многомерных данных об экологическом состоянии окружающей среды // Информационные технологии. 2019. Т. 25, № 1. С. 58-63.

6. Полищук Ю.М., Перемитина Т.О. Геоинформационный комплекс анализа состояния окружающей среды на основе метода главных компонент // Вычислительные технологии. – 2004. Т. 9, № S2. С. 14-25.
7. Зиньковская И.И., Вергель К.Н., Сафонов А.И. и др. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid в оценке техногенного загрязнения (Ni, Zn, Mn, Al, Se, Cs, La, Sm) трансформированных экотопов Донбасса // Трансформация экосистем. 2023. Т. 6, № 3(21). С. 22-38.
8. Сафонов А.И., Алемасова А.С., Зиньковская И.И. и др. Морфогенетические аномалии бриобионтов в условиях геохимически контрастной среды Донбасса // Геохимия. 2023. Т. 68, № 10. С. 1032-1044.
9. Zinicovscaia I., Safonov A., Kravtsova A. et al. Neutron activation analysis of rare earth elements (Sc, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Yb) in the diagnosis of ecosystems of Donbass // Physics of Particles and Nuclei Letters. 2024. V. 21, N 2. P. 313-329.
10. Нигматов А.Н., Назарова Г.Н. Математическое моделирование в экологии // Евразийский союз ученых. 2018. № 3-2(48). С. 48-50.

*V.N. Nespirnyi<sup>1,2</sup>, A.I. Safonov<sup>2</sup>*

**METHOD OF MAIN COMPONENTS IN ECOLOGICAL  
DIAGNOSTICS OF DONBASS**

<sup>1</sup>*Economic Research Institute,*

<sup>2</sup>*Donetsk State University*

The ecological situation in Central Donbass today remains tense and requires timely diagnosis of the state of ecosystems. With all the variety of biological and chemical methods in obtaining large numerical information, the importance of mathematical approaches is of particular importance, which was tested using the example of the principal component method in assessing the state of transformed ecotopes of Donbass.

*Никитин О.В.<sup>1</sup>, Степанова Н.Ю.<sup>2</sup>, Губеева С.К.<sup>2</sup>,  
Кузьмин Р.С.<sup>1</sup>, Латыпова В.З.<sup>2</sup>*

**ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА  
НАД АКВАТОРИЕЙ КУЙБЫШЕВСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

*<sup>1</sup>ООО «Экоаудит»*

*<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный  
университет»  
[olnova@mail.ru](mailto:olnova@mail.ru)*

В работе представлены сведения по оценке содержания метана над территорией Республики Татарстан и над акваторией Куйбышевского водохранилища по данным спутниковой съемки Sentinel-5P.

Карбоновый полигон – один или несколько участков земной поверхности, на территории которых реализуется комплекс мероприятий, направленных на контроль баланса климатически активных газов природных экосистем. В 2021 г. в перечень карбоновых полигонов Российской Федерации, участвующих в реализации пилотного проекта, был включен карбоновый полигон «Карбон – Поволжье» в Республике Татарстан (РТ) при ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» [1].

В литературе последних нескольких десятилетий остро обсуждается вопрос выбросов парниковых газов в атмосферу с поверхности водохранилищ. Многочисленными исследованиями, выполненными в различных регионах мира, подтверждены выбросы парниковых газов с поверхности внутренних водоемов, состав и интенсивность которых могут существенно отличаться [2, 3, 4]. Это требует для каждого интересующего объекта проведения индивидуальных натурных исследований для количественной оценки эмиссии и стока парниковых газов. Программой создания и функционирования полигона «Карбон – Поволжье»

предусмотрено проведение исследований объемов эмиссии и стока парниковых газов на примере водных экосистем Среднего Поволжья.

В рамках данной работы проведена оценка содержания метана ( $\text{CH}_4$ ) в атмосфере над территорией Республики Татарстан и акваторией Куйбышевского водохранилища в 2019–2023 гг. при помощи спектрометра TROPOMI (*TROPOspheric Monitoring Instrument*) спутника Sentinel-5 Precursor Европейского космического агентства [5]. Данные по концентрации метана представлены в виде средней концентрации  $\text{CH}_4$  в объеме сухого воздуха в столбе атмосферы в частях на миллиард (*parts per billion*, ppb). Количество снимков S5P/TROPOMI, отобранных для анализа, вычисления статистических характеристик и построения карт по содержанию метана в атмосфере в 2023 году – 4613. Доступ к спутниковым данным и основные операции осуществлялись с помощью облачной платформы Google Earth Engine [6].

Для картографической визуализации данных и аналитической обработки использовали программу QGIS 3.28. Дополнительную статистическую обработку полученных данных производили при помощи программ Statistica 10.0. Если не указано иного, данные представлены в виде среднего  $\pm$  стандартное отклонение.

В среднем концентрация метана в атмосфере над территорией Республики Татарстан в 2019 году составляла  $1835 \pm 9$ , в 2020 –  $1854 \pm 12$ , 2021 –  $1863 \pm 9$ , в 2022 –  $1868 \pm 10$  и в 2023 –  $1877 \pm 8$  млрд $^{-1}$  соответственно. Средняя концентрация  $\text{CH}_4$  за рассматриваемый пятилетний период (2019–2023) –  $1865 \pm 7$  млрд $^{-1}$ . Наблюдается устойчивая тенденция к увеличению метанового фона в годовом исчислении, например, относительно 2019 года в 2023 году концентрация на территории республики увеличилась на 2,3 %. Кроме того, весьма заметны большие амплитуды месячных вариаций фоновых концентраций метана (наибольшие значения характерны для осени, наименьшие

для весеннего сезона). Можно отметить, что несмотря на удобство работы с данными спутника Sentinel-5P, из-за сильного влияния облачности на измерение содержания метана, картографировать его концентрацию целесообразно с осреднением за длительный период времени (месяц, сезон, год). Наименьшие концентрации метана характерны для территорий, занятых водными объектами. В таблице 1 представлены значения среднегодовых концентраций метана для различных рассматриваемых территорий, наглядно иллюстрирующих последний тезис.

**Таблица 1.** Среднегодовые концентрации метана ( $\text{млрд}^{-1}$ ) в атмосфере над различными территориями в 2023 г. по данным спутниковой съемки Sentinel-5P/TROPOMI

Территория	Площадь, $\text{км}^2$	Среднее	Min	Max
<b>Преимущественно водные экосистемы</b>				
Куйбышевское водохранилище	5061,61	1857,1	1778,1	1900,9
Куйбышевское водохранилище в пределах РТ	2333,41	1857,6	1778,1	1900,6
Акватория Саралинского участка ВКГПБЗ (водный участок карбонового полигона)	12,94	1847,4	1840,0	1857,1
<b>Преимущественно наземные экосистемы</b>				
Территория Саралинского участка ВКГПБЗ	54,55	1849,4	1840,0	1869,6
Территория лесного участка карбонового полигона (Обсерватория)	16,36	1872,5	1860,4	1884,4
Республика Татарстан в целом	67701,95	1877,4	1778,1	1900,6

Содержание метана над водохранилищем в течение 2023 года находилось в диапазоне от 1778 до  $1901 \text{ млрд}^{-1}$ .

Наибольшие концентрации приурочены к участкам мелководий, наименьшие значения отмечались для акватории пелагиали озеровидных расширений водохранилища. Значения, полученные для акватории в пределах Республики Татарстан –  $1847 \pm 3$  млрд<sup>-1</sup> – близки к средним значениям в целом по водохранилищу –  $1857 \pm 16$  млрд<sup>-1</sup>. В среднем концентрация над водохранилищем отличалась от средней концентрации по региону на 20 млрд<sup>-1</sup>.

Накопление данных о содержании в атмосфере климатически активных газов, выявление взаимосвязей между функционированием водных сообществ с точки зрения особенностей круговорота углерода, а также влияния этих сообществ на содержание в атмосфере этих газов является актуальной задачей. Реализация исследований в рамках водного участка карбонового полигона «Карбон – Поволжье» позволит получить актуальные данные об эмиссии и стоке парниковых газов с поверхности Куйбышевского водохранилища, с выделением вклада в интегральный поток водных процессов.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности, проект № FZSM-2024-0004.

### *Литература*

1. Латыпова В.З., Степанова Н.Ю., Кондратьева Т.А., Никитин О.В. Мониторинг поверхностных вод Куйбышевского водохранилища в районе водного участка полигона «Карбон – Поволжье» // Российский журнал прикладной экологии. 2023. № 4(36). С. 39–49.
2. Елистратов В.В., Масликов В.И., Сидоренко Г.И., Молодцов Д.В. Выбросы парниковых газов с водохранилищ ГЭС: анализ опыта исследований и организация проведения экспериментов в России // Альтернативная энергетика и экология. 2014. № 11. С. 146–159.
3. Deemer B.R., Harrison J.A., Li S., Beaulieu J.J., DelSontro T.,

*Barros N., Vonk J.A. Greenhouse gas emissions from reservoir water surfaces: a new global synthesis // BioScience. 2016. Vol.66(11). P.949–964.*

*4. Гречушкинова М.Г., Школьный Д.И. Оценка эмиссии метана водохранилищами России // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 2. С. 58–71.*

*5. Nikitin O., Stepanova N., Kuzmin R., Nasyrova E., Latypova V. Estimation of atmospheric methane levels over the Republic of Tatarstan (Russia) territory in 2019–2023 using satellite remote sensing data: effects of anthropogenic and climate drivers // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 498. 02008.*

*6. Gorelick N., Hancher M., Dixon M., Ilyushchenko S., Thau D., Moore R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone // Remote Sensing of Environment. 2017. Vol. 202. P. 18–27.*

*O.V. Nikitin<sup>1</sup>, N.Yu. Stepanova<sup>2</sup>, S.K. Gubeeva<sup>2</sup>,  
R.S. Kuzmin<sup>1</sup>, V.Z. Latypova<sup>2</sup>*

**ASSESSMENT OF METHANE CONTENT OVER  
THE SURFACE OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR  
ACCORDING TO EARTH REMOTE SENSING DATA**

*<sup>1</sup>Ekoaudit LLC*

*<sup>2</sup>Kazan Federal University*

The study presents information on the assessment of methane content over the Republic of Tatarstan territory and over the waters of the Kuibyshev Reservoir based on remote sensing by Sentinel-5P satellite.

**Ратникова О.Н., Ракович В.А.**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНОГО ВОЗРАСТА**  
**БОЛОТА ЕЛЬНИЯ РАДИОУГЛЕРОДНЫМ МЕТОДОМ**  
*Институт природопользования НАН Беларусь, Минск, Беларусь*  
[306peatlands@mail.ru](mailto:306peatlands@mail.ru)

Анализ торфа переходного типа, гипново-сфагнового вида со степенью разложения – 15 %, влажностью – 94 % и зольностью – 5,1 % из глубины 7,25 м болота Ельния показал, что его абсолютный возраст, определенный радиоуглеродным методом, составляет  $11065 \pm 80$  лет или  $12968 \pm 147$  лет с точностью  $2\delta$  (97,9 %) при перерасчете по Оксфордской международной калибровочной шкале, при этом ежегодный прирост торфа – 0,64 мм/год.

Верховое болото Ельния расположено в Полоцкой ледниково-озерной низине, в самом большом по площади геоморфологическом районе Белорусского Поозерья, со всех сторон окружённого ледниковыми возвышенностями, что и определило особенности его формирования и строения. Благодаря поозерскому оледенению сформировался рельеф, сильно отличающийся от остальной территории страны, с большим количеством озерных котловин, камами и озами. Образовывались приледниковые озера. После спуска озер на поверхности накапливались озерно-ледниковые отложения: глины и суглинки, реже пески [1].

Водно-болотный массив Ельния является крупнейшим в Республике Беларусь и одним из крупнейших в Европе с достигающей мощностью торфяной залежи верхового типа 8,3 м. Имеет большое значение в поддержании гидрологического режима региона и р. Западная Двина. В настоящее время торфяник является центром республиканского заказника «Ельня», образованного в 1968 г. После последнего преобразования в 2007 г. его площадь составляет 25 301 га. Заказник имеет международный статус Рамсарской территории (с 2002 г.), а также территории международного значения, важной для птиц, и ключевой

ботанической территории.

Условия залегания болота: водораздельное и водораздельно-склоновое, грядово-мочажинной стадии развития с выпуклостью над окрайками 6–7 м, имеющее грядово-озерковые комплексы (рис. 1). По всему болоту разбросаны небольшие острова, покрытые мелколиственными и еловыми лесами. Большая часть болотного массива поросла невысокой сосной, но встречаются и значительные открытые участки с многочисленными мелкими озерами и окнами открытой воды. Растительность болота представлена преимущественно сосново-кустарничково-сфагновыми и кустарничково-сфагновыми сообществами.



Рис. 1. Центральная часть болота Ельня, Витебская обл. Шарковщинский р-н (фото: YelnyaTrip)

В одном из самых глубоких мест на болоте Ельня, между оз. Лопухи и Плоское, пробурена скважина глубиной 7,25 м. Анализ разреза торфяной залежи показал, что первичными очагами на начальной стадии болотообразования послужили многочисленные понижения, с которых начался процесс отложения и накопления мезотрофного болота. На начальной стадии накапливался слаборазложившийся торф моховой

группы (гипновый и сфагновый) переходных видов на глубине 3,8–6,3 м с наименьшей скоростью разложения растительных остатков, степень разложения – 15–20 % и зольность – 1,9–10,2 %. Первоначально вогнутый рельеф первичной впадины постепенно выравнивался, и болотообразовательный процесс перешел в следующую стадию развития олиготрофного болота. Преобладающие виды торфа этой стадии развития – комплексный верховой и сфагново-мочажинный, в нижних слоях – пушицевый толщиной 1 м и пушицево-сфагновый (0,55 м) торф со степенью разложения – 20–35 % и зольностью – 1,0–2,1 %. Самый нижний слой залежи на глубине 7,25 м представляет собой торф переходного типа, гипново-сфагнового вида со степенью разложения – 15 %, влажностью – 94 % и зольностью – 5,1 %.

Абсолютный возраст болота определялся по радиоактивному углероду  $^{14}\text{C}$  с периодом полураспада  $5780+40$  лет. Изотоп  $^{14}\text{C}$  образуется в верхних слоях атмосферы на высоте 12–16 км под действием нейтронов, порождаемых космическими лучами. Будучи радиоактивным,  $^{14}\text{C}$  распадается с испусканием  $\beta$ -частиц, превращаясь в стабильный изотоп углерода. Концентрация изотопа в атмосфере постоянна. Окисляясь воздухом,  $^{14}\text{C}$  превращается в радиоактивную двуокись углерода, которая усваивается растениями в процессе фотосинтеза. При отмирании растения исключаются из обмена, и с этого момента в них постоянно уменьшается содержание  $^{14}\text{C}$  за счет его распада. Зная период полураспада  $^{14}\text{C}$ , можно по количеству его в растительных остатках определить время, прошедшее с момента отмирания растения [2].

Установлено, что абсолютный возраст отобранного образца торфа из глубины 7,25 м составляет  $11065 \pm 80$  лет. При перерасчете по Оксфордской международной калибровочной шкале [3] программой Calib8.1.0 абсолютный возраст исследуемого торфа составил 12821BP–13114BP или

$12968 \pm 147$  лет с точностью  $2\delta$  (97,9 %), ежегодный прирост торфа – 0,64 мм/год.

Авторы выражают признательность за спонсорскую помощь в экспедиционных исследованиях создателям проекта «Yelnya Trip» – Лагуну Денису Константиновичу и Мартишонку Алексею Леонидовичу.

### *Литература*

1. Гурский И. А. История оледенения территории Беларуси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/75675/16-20.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения 05.03.2024 г.).
2. Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения. М.: Недра, 1976. – 487с.
3. Reimer P. and other. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). Radiocarbon 62. doi: 10.1017/RDC.2020.41. 2020. – 725 p.

*O. Ratnikova, V. Rakovitch*  
**DETERMINING THE AGE OF THE YELNYA BOG  
BY RADIOCARBON METHOD**

*Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences  
of Belarus, Minsk, Belarus*

Analysis of transition peat, hypno-sphagnum type with a degree of decomposition of 15 %, moisture content of 94 % and ash content of 5,1 % from a depth of 7,25 m in the Yelnya bog showed that its absolute age, determined by the radiocarbon method, is  $11065 \pm 80$  years or  $12968 \pm 147$  years with an accuracy of  $2\delta$  (97,9 %), when recalculated according to the Oxford International Calibration Scale, while the annual growth of peat is 0,64 mm/year.

*Рысин И.И., Григорьев И.И., Пермяков М.А.*  
**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЭРОЗИОННЫХ  
И РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ  
УДМУРТИИ**

Удмуртский государственный университет  
[rysin.iwan@yandex.ru](mailto:rysin.iwan@yandex.ru)

Представлены данные многолетних наблюдений за овражной эрозией (1978–2023 гг.) и русловыми процессами (2000–2023 гг.) на территории Удмуртии. Приводятся количественные показатели скоростей роста вершин оврагов на 28 участках за разные периоды и их сопоставление по типам и составу размываемых пород.

Представлены результаты исследования размывов русел рек на 55 участках, протекающих в условиях различных ландшафтов.

Для анализа результатов реки были разделены на 4 группы по величине их порядков (по методике А. Шайдеггера). Линейные, площадные и объемные показатели размывов в оврагах и руслах малых водотоков рассчитывались на основе геодезических съемок с применением электронных тахеометров и беспилотных летательных аппаратов.

В работе впервые представлены результаты длительных (1978–2023 гг.) полевых наблюдений за линейным ростом оврагов в пределах юга Вятско-Камского междуречья на территории Удмуртской Республики (УР). На 2023 г. в систему мониторинга на землях сельскохозяйственного назначения входят 169 вершин оврагов, которые располагаются на 28 ключевых участках в различных ландшафтных условиях юга Вятско-Камского междуречья.

Определение темпов линейного прироста оврагов производится путем измерения расстояния от вершины оврага до предварительно установленного репера. На большинстве участков (127 вершин оврагов) наблюдения проводятся один раз в год (летом), а на девяти ключевых участках (42 оврага) измерения осуществляются дважды: в мае, после снеготаяния и в октябре или начале ноября, после окончания сезона летне-осенних ливней [1].

За весь 46-летний период наблюдений на фоне общего нисходящего тренда отчетливо выделяются 4 пика с максимальными значениями, которые все относятся к первому этапу наблюдений 1978–1997 годы: 1979 г. (2,8 м/год), 1990 и 1991 гг. (1,9 и 2,3 м/год) и в 1994 г. (1,8 м/год). Усиление темпов отступания вершин оврагов в эти годы было обусловлено интенсивностью половодного стока и значительной долей пашни на их водосборах [1]. После 1997 г. среднегодовые темпы отступания вершин оврагов резко уменьшились и только в 1998 и 2001 гг. превышали значение 0,5 м/год, достигнув минимума в 2008 г. (0,05 м). При этом более активным ростом характеризуются вторичные овраги.

Анализ данных мониторинга показывает, что наибольшие различия по среднемноголетним скоростям линейного роста наблюдаются среди первичных оврагов (0,59 м/год,), чуть выше эти показатели у вторичных оврагов – 0,74 м/год. Сокращение темпов прироста первичных оврагов по типам отличается незначительно – от 5,5 до 6,5 раз, а у вторичных оврагов различия более существенные – от 2,65 раз у донных, до 5,12 раз у вершинных, при этом отмечается увеличение в 3,57 раза в развитии пойменных оврагов (табл. 1).

Среди первичных наиболее интенсивно развиваются приводораздельные (склоновые) овраги, их средняя многолетняя скорость за рассматриваемый период составляет 0,83 м. Максимальная скорость отмечена в 1985 г. у с. Мушак Киясовского района и составила 80,3 м, второй максимум был зарегистрирован в этом же овраге в 1984 г. (63,2 м). Средние многолетние скорости прибалочных (0,57 м) и придолинных (0,42 м) оврагов намного меньше (табл. 1). Существенно ниже у данных типов и максимальные скорости: у придолинных, соответственно 18,8 м (2002 г.), а у прибалочных – 5,1 м (1999 г.).

Вторичные овраги развиваются более активно, чем первичные. Если средние многолетние скорости у донных оврагов выше, чем у вершинных и пойменных, то по макси-

мальным скоростям наиболее высокие показатели у вершинного оврага (84,58 м) были зарегистрированы в 1979 г. на участке у с. Варзи-Ятчи Алнашского района. Для донных оврагов максимум (13,8 м) был отмечен в 2001 г. у д. Курегово Малопургинского района. Для пойменного оврага максимальная величина годового прироста зафиксирована в 1991 г. и составила 2,64 м. Следует учесть, что с 2007 года мы ведем наблюдения над новым пойменным оврагом, возникшим на высокой левобережной пойме р. Варзинка у д. Юмьышур Алнашского района. Овраг развивается вследствие частых прорывов двух земляных дамб в устье и в средней части балки, созданных для накопления талых вод для водопоя скота летом. Так, в первый год прорыва земляных запруд в 2007 году он вырос на 53 м. Второй максимум прироста был зарегистрирован на следующий 2008 г. (38 м), что было связано с повторным прорывом дамб [2].

**Таблица 1.** Средние многолетние скорости роста различных типов оврагов УР (м/год)

Типы оврагов*	Кол-во, единиц	1978-1997 гг.	1998-2023 гг.	Сокращение темпов, раз	1978-2023 гг.
<b>Первичные овраги</b>					
ПБ	16	1,04	0,19	5,47	0,57
ПВ	52	1,56	0,24	6,50	0,83
ПД	31	0,77	0,13	5,92	0,42
<b>Вторичные овраги</b>					
В	43	1,28	0,25	5,12	0,72
Д	25	1,38	0,52	2,65	0,93
П	2	1,69	6,03	+3,57 (увеличение)	3,86

\*ПБ – прибалочные, ПВ – приводораздельные, ПД – придолинные, В – вершинные, Д – донные, П – пойменные

Литолого-геоморфологическое строение территории, глубины местных базисов эрозии, морфометрические характеристики склонов и их экспозиция, а также величины водосборной площади, ширина и глубина оврага при вершине

являются одними из наиболее важных условий, влияющих на процессы овражной эрозии. Данные анализа роли последних в развитии оврагов за временной интервал 1998–2020 гг. рассмотрены нами в работе [3].

С целью исследования особенностей развития горизонтальных русловых деформаций на территории УР по крупномасштабным топографическим картам нами было выделено 55 ключевых участков, охватывающих реки разной величины. Полевые работы на изучаемых реках проводятся ежегодно (с 1999 года) в летний период, а на отдельных участках (около г. Ижевска), еще дополнительно весной и осенью. Для определения скоростей размыва на всех ключевых участках было заложено около 300 реперов и марок, а в пределах 30 из них проводится тахеометрическая съемка размываемого берега [4].

Анализ полученных за 24 года полевых данных свидетельствует о большом диапазоне скоростей бокового размыва рек. По данным полевых экспедиционных наблюдений наибольшие скорости размыва характерны для рек с порядком выше 9-го по А. Е. Шайдеггеру [5]. Максимальные значения размыва, наблюдаемые на таких реках, достигают 6-8 м и более, среднегодовые скорости размыва колеблются в интервале 0,8-3,1 м/год. На р. Вятка, имеющей 15-й порядок, среднегодовые скорости размыва превышают 3-5 м/год, а максимальные из зафиксированных значений составляют 12-15 м/год. Достаточно активно проявляются горизонтальные русловые деформации на р. Чепца у д. Яр (порядок 12,3): среднегодовые скорости размыва здесь составляют обычно 1-3 м/год, а максимальные – 7,1 м были отмечены в 2005 году.

Для малых рек (6-9 порядок) средние скорости отступания берега составляют 0,3-0,5 м/год. Но на отдельных участках размывы намного выше: на р. Кырыкмас (д. Тавзямал) в 2012 году максимальный размыв составил 5,05 м, в 2017 году, соответственно - 5,35 м. На р. Пызеп (д. Бани) в 2012 году

максимальный размыв на одном из участков составил 4,8 м, а в 2019 году данный показатель достиг рекордных для данной группы - 5,5 м.

Для очень малых рек (порядок ниже 6-го) значения средних скоростей размыва составляет – 0,1-0,3 м/год, хотя в отдельных точках зарегистрировано смещение берега на 1 м и более. Так, на участке реки Шаркан у д. Титово (порядок 5,6) средний максимальный размыв в 2000 и в 2003 годах превысил 2 м. На реке Адамка у с. Грахово (порядок 3,8) средний максимальный размыв в 2011 году составил 4,2 м, а на р. Агрызка у д. Баграш-Бигра (порядок 4,5) максимальный размыв в 2003 году составил 8,1 м, что было вызвано прорывом земляной дамбы выше расположенного пруда.

Анализ среднегодовых и максимальных размывов (без учета данных тахеометрической съемки) за 24-летний период показал, что в последние годы отмечается тенденция уменьшения величин размыва. При этом данная тенденция в меньшей степени проявляется для группы малых рек с порядком 6,1–9,0.

Результаты же тахеометрической съемки показывают обратную картину: величины размывов (линейных, площадных и объемных), наоборот, имеют положительный тренд. При этом наибольшие размывы для многих рек зарегистрированы в 2012, 2013, 2016 и 2021 годах, когда на них отмечались и наиболее высокие половодья. При этом на р. Кырыкмас (порядок 8,4) в 2021 году зафиксирована рекордная за весь период наблюдений величина размыва – 8,14 м.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00194, <https://rscf.ru/project/23-27-00194>

### *Литература*

1. Рысин И.И. Овражная эрозия в Удмуртии. Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1998. 274 с.

2. Григорьев И.И., Рысин И.И. Многолетняя динамика линейного, площадного и объемного прироста оврагов на территории Удмуртии // Геоморфология, 2022, том 53, № 4, с. 56–74.
3. Рысин И.И., Зайцева М.И., Сунцов Д.А. Влияние ширины и глубины вершинного уступа оврагов на скорость их роста на территории Удмуртской Республики // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2021. Т. 31, вып. 1. С.76 - 87.
4. Рысин И.И., Петухова Л.Н. Русловые процессы на реках Удмуртии. Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2006. - 176 с.
5. Шайдеггер А.Е. Теоретическая геоморфология. М.: Прогресс, 1964. – 450 с.

*I.I. Rysin, I.I. Grigoriev, M.A. Permyakov*

**MULTIYEAR DYNAMICS OF EROSION AND CHANNEL  
PROCESSES ON THE TERRITORY OF UDMURTIA**

*Udmurt State University*

The data of long-term observations of gully erosion (1978-2023) and channel processes (2000-2023) on the territory of Udmurtia are presented. Quantitative indices of gully top growth rates at 28 sites for different periods and their comparison by types and composition of eroded rocks are given. The results of the study of river channel erosion at 55 sites flowing in different landscapes are presented. To analyse the results, the rivers were divided into 4 groups according to the magnitude of their orders (according to A. Scheidegger's methodology). Linear, area and volume indices of scour in ravines and channels of small watercourses were calculated on the basis of geodetic surveys using electronic total stations and unmanned aerial vehicles.

*Сибгатулина А.Р., Алейникова А.М.*  
**АНАЛИЗ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА КИРОВСКА**  
Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы  
[1132223728@rudn.ru](mailto:1132223728@rudn.ru)

В пределах города Кировск производится добыча апатитонефелиновых руд, происходит разрушение гор и в следствии загрязнение окружающей среды. В рамках данной статьи производится анализ проб водных объектов города на их основе была построена карта загрязнения водных объектов.

Муниципальное образование город Кировск с подведомственной территорией (далее – город Кировск) географически находится в центре Кольского полуострова, в южной части Хибинского массива (высота около 1000 м), на берегу озера Большой Вудъявр. Кировск обязан своим рождением богатствам Хибинских гор, где были обнаружены крупнейшие в мире апатито-нефелиновые месторождения [1,4].

Строительство «рабочего посёлка Хибиногорск» началось летом 1929 года, 30 октября 1931 года он получил статус города окружного подчинения.

Относительно плодородные почвы, в сравнении с остальными местными почвами, на озерной террасе использовались для ведения сельского хозяйства совхозом «Индустрия», функционирующим в 1930-е годы. Выращенные там овощи использовались для нужд города [2].

Добыча руды с времени основания города постоянно возрастает. Строится обогатительная фабрика АНОФ-1, а отходы - «хвосты» складируются ниже по долине. Добыча шла подземным (шахтным) и карьерным способом [3].

В 1960-х гг. была построена АНОФ-2 и заложен город Апатиты (город науки и промышленности), который в настоящее время в несколько раз больше г. Кировска (город промышленности и туризма), 30 и 100 тыс. человек соответственно [3]. В настоящее время добыча руды происходит в горах вокруг г. Кировска. Также был построен АНОФ-3

на Прихабинской равнине, а АНОФ-1 был разрушен [3].

Летом 2023 года были отобраны пробы воды в 18 точках. (рис. 1).



Рис. 1. Места отбора проб воды на карте

Далее был проведен анализ проб органолептическим методом (Таблица 1) и составлена карта оценки водных

объектов.

**Таблица 1.** Результаты органолептического анализа проб воды.

№	цвет	Запах	Прозрачность	Осадок	Растворенный кислород, мг/л	Наличие органических примесей	pH
1	б/ц	-	П	-	2	-	6
2	б/ц	-	П	+	5	-	7
3	б/ц	-	М	-	2	-	8
4	б/ц	-	П	-	2	-	6
5	б/ц	Слабый	П	-	-	-	7
6	б/ц	-	П	-	2	-	6
7	б/ц	Сильный	П	-	2	-	8
8	б/ц	Сильный	П	-	5	-	8
9	Светло-желтый	-	П	-	-	-	7
10	б/ц	-	П	-	1	-	7
11	Светло-желтый	-	П	-	1	-	7
12	Светло-желтый	-	П	-	-	-	7
13	Светло-желтый	Сильный	М	-	2	-	7
14	б/ц	-	П	-	-	-	6
15	Светло-желтый	Сильный	П	-	-	-	8
16	б/ц	-	П	-	2	-	7
17	б/ц	Сильный	П	-	2	-	7
18	б/ц	+сероводород	П	-	-	-	6

Примечание: б/ц – бесцветная; м-мутная; п-прозрачная

После отбора пробу снабжали этикеткой. Отбор и хранение проб воды были выполнены в соответствии с требованиями

следующих нормативных документов: ГОСТ Р 59024-2020 «Вода. Общие требования к отбору проб»; ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».

Для проведения анализа исследуемой территории была разработана пятибалльная шкала оценки, где 1 – это высшая оценка (соответствует весьма благоприятному классу), а 5 – это низшая оценка (соответствует крайне неблагоприятному классу). (Таблица 2)

Пятибалльная шкала является оптимальной, поскольку позволяет выделить районы с различными величинами исследуемых показателей, соблюдая при этом баланс информативности и наглядности.

**Таблица 2.** Критерии оценки проб воды.

Оценка	Балл	Критерий оценки
Крайне неблагоприятный	5	Органические примеси присутствуют, присутствует цвет, мутная, с неприятным запахом, присутствует осадок, pH 0-5,5 и 8,5-14
Неблагоприятный	4	Органические примеси присутствуют, присутствует цвет, мутная, запах тины, присутствует осадок, pH 0-5,5 и 8,5-14
Условно благоприятный	3	Органические примеси отсутствуют, без цвета, мутная, присутствует запах сероводорода, присутствует осадок, pH от 5,5 до 8,5
Средне благоприятный	2	Органические примеси отсутствуют, без цвета, прозрачная, присутствует запах сероводорода, отсутствует осадок, pH от 5,5 до 8,5
Весьма благоприятный	1	Отсутствуют органические примеси, без цвета, прозрачная, без запаха, без вкуса, без осадка, pH от 5,5 до 8,5

На основе данных критериев оценки была составлена карта

оценки водных объектов. (рис. 2).

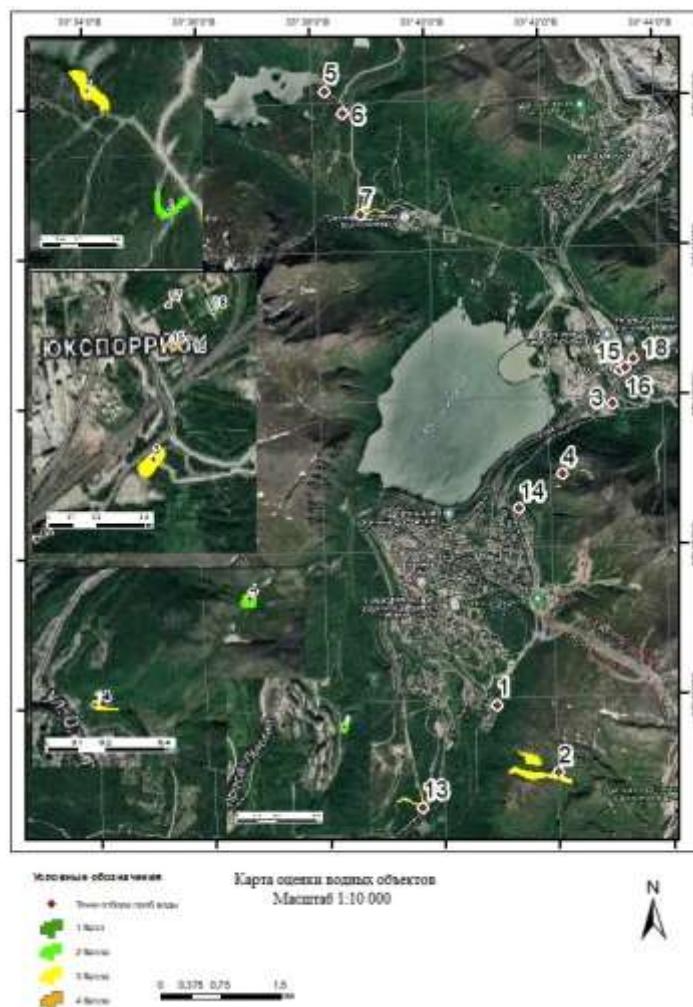


Рис. 2. Карта оценки водных объектов.

Проанализировав полученную карту, можно сделать вывод, что в исследуемых точках водных объектов преобладает условно благоприятный критерий, что в свою очередь говорит о малом загрязнении водных объектов.

Причиной незначительного загрязнения в крупном промышленном районе может быть время отбора образцов – т.к. это было в июне, снежный покров сошел совсем недавно, и объем талых снеговых вод оказал благоприятное воздействие на водоемы исследуемого района.

### *Литература*

1. Официальный сайт органов местного самоуправления города Кировска Мурманской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://kirovsk.ru/gorod/obwaya\\_informaciya/](https://kirovsk.ru/gorod/obwaya_informaciya/) (дата обращения: 15.08.2023)
2. Описание Кольского полуострова и Карелии [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ecosistema.ru/08nature/world/geoussr/3-4-1.htm> (дата обращения: 26.06.2023)
3. Октябрьская железная дорога – история создания [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://железнодорожник.рф/istoriya/istoriya-magistralej/oktyabrskaya#i-4> (дата обращения: 26.06.2023)
4. Физико-географическое описание Хибин [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9169355/> (дата обращения: 26.06.2023)

*A.R. Sibgatullina, A.M. Aleinikova*

### **ANALYSIS OF WATER BODIES IN THE CITY OF KIROVSK**

*Peoples' Friendship University of Russia (RIDN University)*

Within the city of Kirovsk, apatite-nepheline ores are mined, mountains are destroyed and as a consequence the environment is polluted. Within the framework of this article samples of water bodies of the city are analysed and on their basis a map of pollution of water bodies was constructed.

*Сибгатуллина М.Ш., Валеева Г.Р.*  
**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА**  
**РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТАТАРСТАНА**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*  
[sibmad@list.ru](mailto:sibmad@list.ru)

По результатам биогеохимических исследований на территории Западного Предкамья (Пестречинский, Мамадышский, Зеленодольский районы), Восточного Закамья (Альметьевский, Бугульминский районы), Предволжья (Верхнеуслонский район) РТ и г. Казани определен диапазон естественных концентраций микроэлементов в травянистой растительности. Установлены отдельные локальные биогеохимические специализации растений, обусловленные природным геохимическим фоном региона.

В настоящее время роль биогеохимических исследований возрастает: комплексные исследования химического состава живого вещества биосфера необходимы для развития системы эколого-биогеохимической оценки различных таксонов биосфера и биогеохимического районирования территорий.

Биогеохимические исследования различного уровня в Республике Татарстан начали проводить с 90-х годов. Значительный вклад в установление региональных геохимических особенностей аккумуляции микроэлементов растениями внесли Б.Р. Григорьян, С.Н. Калимуллина [1,2], Ф.С. Билалов с соавт. [3], Д.В. Иванов [4], Е.Р. Иванова [5], Р.Г. Ильязов с соавт. [6], Р.Х. Сунгатуллин с соавт. [7].

Наши биогеохимические исследования 2006-2007 гг. охватывали районы Западного Предкамья (Пестречинский, Мамадышский, Зеленодольский районы), Восточного Закамья (Альметьевский, Бугульминский районы), Предволжья (Верхнеуслонский район) РТ и г. Казань. В результате методом атомно-абсорбционной спектрометрии было изучено содержание микроэлементов Fe, Cu, Zn, Pb, Cd в 90 видах

дикорастущих растений.

Выявлено принципиальное различие в интенсивности биологического накопления анионогенных и катионогенных элементов фотосинтезирующими органами дикорастущих растений Республики Татарстан. С использованием метода регрессионного анализа показано, что интенсивность поглощения катионогенных химических элементов растениями можно прогнозировать с учетом ионного радиуса и с поправкой на коэффициент задержки корневой системой (например, свинец), а анионогенных элементов – с учетом энергетической константы (ЭК) по Ферсману и типа почв. Роль растений в биогенной миграции анионогенных элементов с высокими ЭК ( $> 31$ ) пренебрежимо мала.

На основе экспериментальных данных о содержании микроэлементов (Zn, Cu, Cd, Mo, Co, Ni, Mn, Sn, Cr, Pb, B, V, Ag) в фотосинтезирующих органах растений смешанных лесов юго-востока РТ и г. Казани и интенсивности биопоглощения элементов охарактеризована биогеохимическая активность (БХА) растений трех ярусов в зависимости от условий произрастания: биогеохимическая активность растений смешанных лесов (БХА 17,5–33,7) в целом выше, нежели определенная для растений городских территорий (10,2–28,3); БХА для травянистой растительности, березы и сосны статистически незначимы, а для кустарников и липы – снижается при переходе от условий юго-востока РТ к условиям города.

На примере лесопарковых зон г. Казани, сложенных серыми лесными песчаными и супесчаными почвами, показано, что содержание тяжелых металлов (Pb, Ni, Cd, Cr, Zn) в фотосинтезирующих органах растений практически не зависит от содержания подвижных форм в почвенном покрове, а для большинства исследованных металлов и для валового содержания; выявлена лишь достоверная тенденция ( $r > r_{kp}$ ) к увеличению содержания Mn и Cu с ростом их валового содержания в почвенном покрове для трав

и кустарников, причем кустарники более «отзывчивы» на содержание Mn в корнеобитаемой зоне, нежели травянистые растения. Предел поглощения меди для травянистых растений выявляется при  $n_x \geq 14,9$  мг/кг сухой почвы, для кустарников подобный предел поглощения не достигается вплоть до  $n_x = 102$  мг/кг сухой почвы.

Средняя интенсивность поглощения ряда элементов (B, Mn, Zn, As, Cr, V и Ni) для каждой из исследуемых жизненных форм растений в целом не зависит от типа геохимического ландшафта (элювиальный, транзитный, транс-аккумулятивный, аккумулятивный) при сохранении индивидуальных значений КБП: B, Mn и Zn – элементы энергичного накопления как физиологически наиболее значимые и As, Cr, V и Ni – элементы слабого захвата, физиологическая роль которых не доказана. Характерная зависимость выявлена для Pb: если для травянистых растений зависимости от типа ландшафта нет, то для кустарников и деревьев интенсивность поглощения снижается в трансаккумулятивных и аккумулятивных ландшафтах. Влияние типа ландшафта на интенсивность поглощения Cu и Mo не проявляется в виде какой-либо зависимости в силу более сложного воздействия также и иных факторов.

Интенсивность поглощения Zn, Cd, Cr и Pb для каждого из исследуемых ярусов растительности, произрастающей на территории лесопарковых зон г. Казани, не зависит от типа функционального использования городской территории. Эти элементы делятся на две группы с предельными величинами КБП: Zn и Cd с КБП $>1$  и Cr и Pb с КБП $<1$ . Интенсивность поглощения Cu и Ni из городских почв выше для растений, произрастающих в промышленных зонах, для Со какой-либо закономерности не выявляется [8].

По фоновому содержанию металлов в растениях построен следующий ряд (мг/кг сухого веса): Fe (63.5)  $>$  Zn (10.8)  $>$  Cu (3.0)  $>$  Pb (0.7)  $>$  Cd (0.1). Установлено, что фоновые концентрации большинства металлов в дикорастущих

растениях РТ ниже среднего уровня содержания элементов в наземной растительности мира. Региональный фон нормируемых элементов значительно ниже ПДК в пищевых продуктах и МДУ в кормах.

Преобладающая часть исследованных растений является концентраторами Cu, Zn, Pb и Cd (КБП>1) и деконцентраторами Fe (КБП<1). Интенсивными концентраторами Cu, Fe и Cd являются черника и брусника, Cu, Fe и Zn – костяника, Pb – брусника.

В дикорастущих лекарственных растениях локального участка в Зеленодольском районе РТ повышено содержание нормируемых элементов. Интенсивно аккумулирующими Pb (2.0-5.5 ПДК) видами являются нивяник иркутский, зверобой продырявленный, лапчатка серебристая, вейник наземный, выюнок полевой. Накопителями Cd (1.3-4.4 ПДК) являются мать-и-мачеха обыкновенная, льнянка обыкновенная, подмаренник мягкий, полевица тонкая, земляника лесная, выюнок полевой.

Показано, что органоспецифичность Pb и Cd зависит от уровня техногенной нагрузки на территорию: при ее отсутствии Pb и Cd накапливаются в корневой системе, в условиях техногенной нагрузки – в генеративных органах. Fe отличается акропетальным распределением, Cu и Zn преимущественно накапливаются в генеративных органах, K – в генеративных органах и листьях, Ca – в листьях.

Специфичность аккумуляции металлов дикорастущими растениями определяется фитоценотическими условиями произрастания: растения широколиственных лесов преимущественно накапливают K, луговые растения – Cu, растения прогалины в лесу – Zn, растения урбофитоценозов – Cu, Fe, Ca.

Содержание Zn в растениях сопряжено с типом их адаптивной стратегии по Раменскому-Грайму. Растения промежуточных типов стратегий склонны к более интенсивной аккумуляции Zn, Cu, Pb, Cd. Содержание Zn, Cd,

К, Са в растениях снижается в ряду: мезофиты → ксерофиты → мезогигрофиты, Fe – в ряду ксерофиты → мезофиты → мезогигрофиты [9].

### *Литература*

1. Григорьян Б.Р., Калимуллина С.Н., Хакимова А.М. Региональные аспекты загрязнения среды тяжелыми металлами и здоровье населения // Казанский медицинский журнал. 1994. Т.75. №1. С.38-44.
2. Григорьян Б.Р., Бойко В.А., Калимуллина С.Н., Фасхутдинова Т.А., Родионова Е.В., Аксенов В.С. Тяжелые металлы в некоторых компонентах наземной и водной экосистем долины реки Меши // Экология. 1996. №4. С. 249-252.
3. Билалов Ф.С., Александров А.В., Котов Ю.С., Костюкевич И.И. Оценка уровня содержания тяжелых металлов в важнейших компонентах экосистем г. Казани и сопредельных территорий для целей мониторинга // Экологотоксикологическая оценка урбанизированных и сопредельных территорий. Казань: Изд-во КГУ, 1990. С. 41-45.
4. Иванов Д.В. Фоновое содержание тяжелых металлов в компонентах островных экосистем Куйбышевского водохранилища: Дисс. ... канд. биол. наук. Казань, 1997. 146 с.
5. Иванова Е.Р. Экологический мониторинг природных объектов с разработкой комплекса методик эмиссионного спектрального анализа: Автореф. дисс. ... канд. хим. наук. Казань, 2008. 23 с.
6. Ильязов Р.Г., Шакиров Ф.Х., Зарипова Л.П., Ахметзянова Ф.К., Зайсанов Р.Р., Дроздова Л.И., Шкуратова И.А., Топурия Г.М., Ахтямов А.И., Гилемханов М.И. Адаптация агроэкосферы к условиям техногенеза. Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2006. - 664 с.
7. Сунгатуллин Р.Х., Сунгатуллина Г.М., Хазиев М.И. Биогеохимические исследования геологического пространства // Ученые записки Казанского ун-та. Серия Естественные науки. 2009. Том 151, кн. 1. С. 196-217.
8. Валеева Г.Р. Роль отдельных факторов в формировании элементного состава растений: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Казань, 2004. 24 с.

9. Сибгатуллина М.Ш. Металлы в дикорастущих растениях Татарстана и факторы, определяющие их содержание: Автореф. дис. .... канд. биол. наук. Казань, 2009. 23 с.

*M.Sh. Sibgatullina, G.R. Valeeva*

**BIOGEOCHEMICAL STUDIES OF TRACE ELEMENT  
COMPOSITION OF VEGETATION OF TATARSTAN**

*Kazan (Volga Region) Federal University*

Based on the results of biogeochemical studies in the territory of Western Predkamye (Pestrechinsky, Mamadyshsky, Zelenodolsky districts), Eastern Zakamye (Almetyevsky, Bugulminsky districts), Predvolzhye regions (Verkhneuslonsky district) of the Republic of Tatarstan and the Kazan city, the range of natural concentrations of trace elements in the herbaceous vegetation was determined. Separate local biogeochemical specializations of plants, determined by the natural geochemical background of the region, have been established.

*Сидорова М.В., Ясинский С.В.*

**ОЦЕНКА БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЧНОГО СТОКА  
В БАССЕЙНАХ ВОДОХРАНИЛИЩ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ  
И КАМЫ ПО ДАННЫМ КЛИМАТИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Институт географии РАН*  
[sidorova@igras.ru](mailto:sidorova@igras.ru)

Происходящие изменения климата влияют на режим водных объектов. Анализ возможных гидрологических изменений в бассейнах Верхней Волги и Камы в XXI в. основан на проекциях будущего климата в ансамбле моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) проекта CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project). Проведена оценка возможных изменений нормы стока в 21 веке для пяти бассейнов водохранилищ Верхней Волги и трех водохранилищ Камы. Показано, что в течение 21 века на исследуемых территориях не ожидается принципиальных изменений водного режима.

Проблема оценки и прогнозирования характеристик речного стока на перспективу в несколько десятилетий всегда относилась к разделу наиболее актуальных в научной гидрологии, поскольку она непосредственно связана с решением важнейших задач по планированию водообеспечения населения и экономики, обоснованию крупных водохозяйственных мероприятий и практикой гидротехнического проектирования.

Основой прогнозных оценок в данной работе служат результаты моделирования климата под эгидой Всемирной программы исследований климата (WCRP) [1] по данным проекта CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project 6). На основе данных МОЦАО (моделей общей циркуляции атмосферы и океана) проведена оценка нормы стока для XXI века. Были использованы данные МОЦАО из ансамбля моделей отобранных в работе [2]. Был отобран ансамбль из 9 моделей FGOALS-f3-L, GISS-E2-2-H, CESM2, BCC-CSM2-MR, E3SM- 1-1-ECA, BCC-ESM1, NorESM2-MM,

CESM2-WACCM, FIO-ESM-2-0, однако в данной работе оценка приведена по 4 моделям, которые обладали достаточными наборами данных и высоким качеством воспроизведения исследуемых характеристик. Это модели BCC-CSM2-MR, CESM2-WACCM, FGOALS-f3-L, FIO-ESM-2-0.

В качестве базового периода рассматривался период 1985-2014 гг. В качестве прогнозных – два 20-летних периода, условно характеризующих условия «середины» 21 века 2041-2060гг и «конца» 21 века – 2081-2100. Для оценки использовались данные изменений нормы стока в прогнозные периоды относительно базового периода по ансамблю 4 моделей.

Оценки изменений проведены для двух сценариев развития глобального изменения климата ScenarioMIP, SSP (общих социально-экономических путей). Это сценарий **SSP1 -2.6**: устойчивый и “зеленый” путь описывает все более устойчивый мир. Наиболее «пессимистичный» сценарий **SSP5 – 8.5**: характеризует продолжение разработок на ископаемом топливе [3]. Эти сценарии можно оценивать, как своего рода диапазон возможных изменений, оценку «сверху и снизу».

В выдачу глобальных климатических моделей входят две переменные, характеризующие речной сток: общий речной сток (total runoff flux, mrro) и поверхностный сток (surface runoff flux, mrros) (<https://data.ceda.ac.uk/badc/cmip6/data>). При анализе материалов было обнаружено, что данные переменной mrros (surface runoff flux, поверхностный сток) значительно занижены, что согласуется с данными, приведёнными в [4]. Поэтому в работе исследовано воспроизведение переменной mrro (total runoff), которая включает и подземную составляющую. Однако, для исследований многолетнего (климатического) стока данная переменная подходит как многолетняя составляющая водного баланса территории.

Результаты оценки нормы стока бассейнов водохранилищ Верхней Волги и Камы по эксперименту с ансамблем 4 моделей в целом согласуются с работами большинства авторов, проводивших исследования возможных изменений

стока по реализациям МОЦАО для данных проектов СМИР 3,5 [5,6,7]. По данным проекта СМИР 6 для данной территории пока статей не опубликовано.

По сценарию RCP 2.6 к середине ХХI в. в северной части Верхне-Волжского бассейна относительные изменения нормы стока ( $K_y$ ) невелики (менее 10%). Это связано с увеличением осадков на данной территории, которое компенсирует увеличение испарения. Южные части исследуемых территорий характеризуются статистически незначимым понижением стока. К концу века обе разнонаправленные тенденции изменения среднемноголетнего стока незначительно усиливаются. Средневзвешенные изменения для бассейнов водохранилищ приведены в таблице 1 и показывают, что заметные изменения нормы стока по сценарию 2.6 не ожидаются и к концу 21 века.

По сценарию RCP 8.5 территориальное распределение тенденций сохраняется: для бассейнов водохранилищ Верхней Волги (Иваньковское, Рыбинское, Угличское) возможно увеличение нормы стока, которое усиливается к концу 21 века, а бассейна Чебоксарского вдхр. ожидается снижение нормы стока, также усиливающееся к концу века. Значимость изменений к концу 21 века увеличивается и охватывает практически все исследуемые бассейны.

Таким образом, норма стока практически не изменяется в 21 веке на исследуемой территории. Оба сценария демонстрируют незначительные изменения.

Показанные оценки дают расчет реакции на весьма широкий охват климатических изменений. То есть можно предполагать, что в течении 21 века на исследуемы территориях не ожидается принципиальных изменений водного режима и условий увлажнения, что позволяет использовать модели и методики прогнозирования построенные на данных современного периода.

Подобные изменения необходимо учитывать в стратегическом планировании водохозяйственных отраслей, проектах

многолетнего и годового регулирования водохранилищ и других водопользовательских проектах.

**Таблица 1.** Средневзвешенные относительные изменения среднего многолетнего речного стока в долях от современного изменения для бассейнов водохранилищ

Территория бассейна	Сценарий RCP 2.6		Сценарий RCP 8.5	
	2041-2060	2081-2100	2041-2060	2081-2100
Чебоксарское	0.99	0.96	0.97	0.95
Иваньковское	0.96	1.01	1.05	1.11
Камское	0.98	0.95	0.97	0.94
Нижнекамское	0.95	1.00	0.91	0.91
Рыбинское	1.00	1.01	1.07	1.11
Угличское	0.96	1.02	1.04	1.12
Воткинское	0.98	0.95	0.95	0.94
Горьковское	1.00	0.94	1.07	1.08

Цветом показаны изменения более, чем на 10%

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 22-17-00224 “Формирование гидролого-геохимических процессов на водосборах каскадов Верхне-Волжских и Камских водохранилищ при различных сценариях землепользования и изменениях климата на их территориях” (выбор регионального ансамбля моделей) и в рамках Государственного задания Института географии РАН FMWS-2024-0007 (1021051703468-8) (обработка данных МОЦАО проекта CMIP-6).

### *Литература*

1. *Taylor K. E., Stouffer R. J., Meehl G. A. An overview of CMIP5 and the experiment design // Bulletin of the American meteorological Society.* 2012. Т. 93. №. 4. С. 485-498.
2. *Sidorova M., Alieva M., Shtol E., Oderkova A., Yasinsky S. Selection of an ensemble of atmospheric and oceanic general circulation models of the cmip-6 project for estimating possible runoff changes in the volga and kama basins // E3S Web of Conferences.* 2023. Vol. 407. P. 02011.

3. *O'Neill B.C., Tebaldi C., van Vuuren D.P., Eyring V., Friedlingstein P., et al.* The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6, *Geosci. Model Dev.*, 9, 3461–3482.
4. *Георгиевский М.В., Голованов О.Ф.* Прогнозные оценки изменений водных ресурсов крупнейших рек Российской Федерации на основе данных по речному стоку проекта CMIP5 // Вестн. Санкт-Петербургского ун-та. Науки о Земле. 2019. Т. 64. №2. С. 206–218.
5. *Катцов В.М., Говоркова В.А.* Ожидаемые изменения приземной температуры воздуха, осадков и годового стока на территории России в XXI веке: результаты расчетов с помощью ансамбля глобальных климатических моделей (CMIP5) // Тр. ГГО. Т. 569. 2013. С. 75–97.
6. *Фролов А.В.* Вклад гидрометеорологической науки в развитие водохозяйственного комплекса страны. VII Гидрол. съезд. Санкт-Петербург, 19–21 ноября 2013 г. Тезисы пленарных докладов. СПб, 2013. С. 1–5.
7. *Школьник И.М., Мелешико В.П., Кароль И.Л., Киселев А.А., Надежина Е.Д., Говоркова В.А., Павлова Т.В.* Ожидаемые изменения климата на территории Российской Федерации в XXI веке // Тр. ГГО им. АИ Войцкова. 2014. №. 575. С. 65–118.

*M.V. Sidorova, S.V. Yasinsky*

**FUTURE CHANGES IN RIVER FLOW OF THE UPPER  
VOLGA AND KAMA RESERVOIR BASINS ASSESSMENT  
ACCORDING TO CLIMATE MODELING DATA**

*Institute of Geography RAS*

The ongoing climate changes affect the water bodies regime. Analysis of possible hydrological changes in the Upper Volga and Kama basins

in the 21st century based on projections of future climate in the ensemble of atmosphere-ocean general circulation models (AGCMs) of the CMIP6 project (Coupled Model Intercomparison Project).

An assessment of possible changes in the average annual river flow in the 21st century for five reservoir basins of the Upper Volga and three Kama reservoirs was made. It is shown no fundamental changes in the water regime are expected in the study areas during the 21st century.

*Стурман В.И., Логиновская А.Н.*  
**СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И  
ОКРЕСТНОСТЯХ**

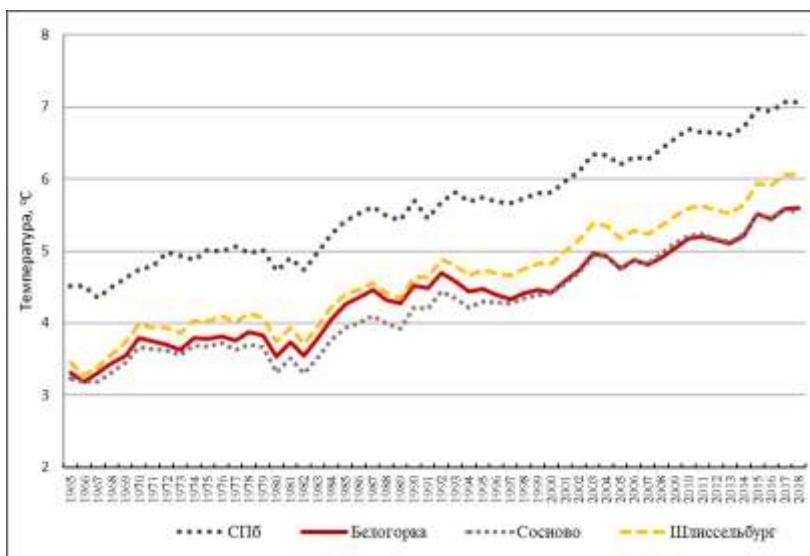
*Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича  
[st@izh.com](mailto:st@izh.com)*

Исследована динамика средних годовых, сезонных и месячных температур по метеостанциям Санкт-Петербурга и пригородов в 1960-2023 гг. В последние годы рост температур выявляется для средних годовых и сезонных значений, но для месячных – лишь в половине случаев.

Современная динамика климатических условий привлекает исключительное общественное внимание [1]. Периодически появляются сообщения о приостановке процессов роста температур в глобальном масштабе (после 2000 г. [2], или в пределах определенных территорий (Якутия после 2005 г. [3]). Санкт-Петербург входит в регион с повышенными темпами роста температур [2].

В рамках исследования использованы доступные базы климатических данных [4] и методы статистической обработки.

Известно [5, 6], что крупный город формирует участок повышенных температур («остров тепла»). Как видно из рис. 1, рост скользящих средних в Санкт-Петербурге и ближайших загородных пунктах происходил практически идентично. При этом минимальной является разница с метеостанцией Шлиссельбург – 1,02°C. Эта величина – 1°C на уровне среднегодовых температур может быть принята за вклад городского микроклимата. За последние десятилетия эта разница практически не выросла, в отличие от других ближайших метеостанций. Вероятно, рост по Шлиссельбургу сдерживает Ладожское озеро, как крупный водоем – фактор стабилизации температур.



**Рис. 1.** Динамика 10-летних скользящих средних температур по Санкт-Петербургу и ближайшим загородным метеостанциям

На примере Санкт-Петербурга не находит подтверждения предположение [1] о повышенной интенсивности изменении температурного режима вследствие наложения эффекта «острова тепла».

Динамика температур последних десятилетий представлена на рис. 2. Выделяется период похолодания, закончившийся в конце 1960-х – начале 1970-х гг. и последовавший за ним период потепления. С 2010 г., по всем рассматриваемым метеостанциям наблюдается замедление потепления (с 0,5-0,6 °C/10 лет до 0,3-0,4 °C/10 лет для среднегодовых), а в отдельных случаях за отдельные периоды и похолодание (до -0,4 °C/10 лет в отдельные месяцы, в частности апрель в Санкт-Петербурге).

Сезонные графики температур представлены на рис. 3. Общий ход температур аналогичен, отличаясь в деталях. Коэффициенты вариации представлены в табл. 1. Темпы роста определялись с учетом фактической продолжительности

периодов роста.



**Рис. 2.** Средние годовые температуры по метеостанции Санкт-Петербург.

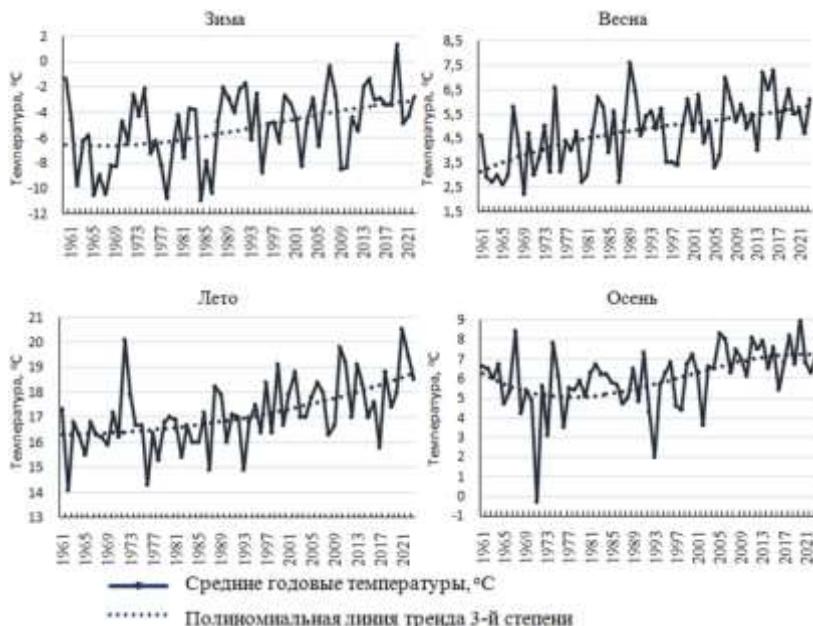
Как видно из рис. 3 и табл. 1, зимний период характеризуется наибольшей межгодовой изменчивостью. При этом на общую тенденцию к потеплению наложены циклы похолодания-потепления продолжительностью порядка 5-10 лет каждый. Темпы роста наиболее высокие.

Весенний период по характеру динамики похож на зимний. Отличие – в меньшей продолжительности циклов похолодания-потепления, до 5 лет каждый.

Летние температуры наиболее устойчивы. Цикличность не прослеживается. Темпы роста минимальны.

Для осеннего периода наиболее выражена остановка потепления после 2010 г.

На графиках за год в целом, а также за зиму и весну, выделяется резкий перелом к потеплению 1987-1989 гг. После этого перелома как максимальные, так и минимальные значения неизменно оказывались выше максимумов и минимумов предшествующего периода.



**Рис. 3.** Средние сезонные температуры по метеостанции Санкт-Петербург.

**Таблица 1.** Показатели изменчивости температур по сезонам в 1960-2023 гг. по метеостанции Санкт-Петербург

Показатель	Зима	Весна	Лето	Осень
Средние значения	-5,2	4,8	17,1	6,0
Коэф. вариации, %	54,5	28,0	7,8	26,3
Темпы роста, $^{\circ}\text{C}/10$ лет	0,62	0,44	0,39	0,46

Дальнейший рост средних месячных температур в настоящее время выявляется только в феврале, марте, июне, августе, сентябре, октябре.

### Литература

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2022. 124 с.
2. Шерстюков Б.Г. Изменения, изменчивость и колебания климата.

Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. 294 с.

3. *Шац М.М.* Современное изменение климата севера РФ. Тенденции и последствия <https://geoinfo.ru/product/shac-mark-mihajlovich/sovremennoe-izmenenie-klimata-severa-rf-tendencii-i-posledstviya-35141.shtml> (дата обращения 06.02.24).
4. Погода и климат. Электронный ресурс.  
<http://www.pogodaiklimat.ru/history.php?id=ru> (дата обращения 06.02.24).
5. *Кратцер П.А.* Климат города. Москва: Иностранная литература, 1958. 239 с.
6. *Ландсберг Г.Е.* Климат города. Ленинград, Гидрометеоиздат, 1983. 248 с.

*V. Sturman, A. Loginovskaya*

**THE MODERN DYNAMICS OF OF AIR TEMPERATURE IN  
ST. PETERSBURG AND VICINITIES**

*The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University  
of Telecommunications*

Dynamics of average annual, seasonal and monthly temperatures on meteorological stations of St. Petersburg and suburbs in 1960-2023 is investigated. In recent years growth of temperatures comes to light for average annual and seasonal values, but for monthly in half of cases only.

*Шанина В.В.*  
**ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ  
СИСТЕМЫ МАССИВА ТУФОВ ПАУЖЕТСКОГО  
ГЕОТЕРМАЛЬНОГО РАЙОНА (КАМЧАТКА)**

*Московский государственный университет*

*имени М.В. Ломоносова*

[viosha@mail.ru](mailto:viosha@mail.ru)

Анализируются основные особенности и структура эколого-геологической системы (ЭГС) массива туфов Паужетского геотермального района (Камчатка) как объекта эколого-геологических и геоэкологических исследований. Показано, что данная ЭГС состоит из абиотической, биокосной (эдафотоп) и биотической (микробо-, фито- и зооценоз) компонент.

Общая классификация эколого-геологических систем (ЭГС) разработана и впервые опубликована в 2022 году [1]. В ней были выделены эколого-геологические системы массивов скальных грунтов. И, если публикации, посвященные ЭГС массивов дисперсных грунтов, уже существуют [2], то для скальных таких публикаций очень мало. Цель исследования – полная характеристика ЭГС массива туфов Паужетского геотермального района (Камчатка), составленная на основе собственных полевых исследований автора (шесть полевых сезонов) и опубликованных литературных данных.

Рассмотрим основные особенности эколого-геологической системы массива туфов Паужетского геотермального района (Камчатка) (рис. 1), который находится на юге Камчатки в долине реки Паужетки в пределах внутренней зоны Курило-Камчатской островной дуги и относится к южному сегменту Восточно-Камчатского вулканического пояса.



**Рис. 1.** Общий вид эколого-геологической системы массива туфов Паужетского геотермального района

*Особенности литотопа.* Полные разрезы паужетской свиты вскрываются скважинами, пробуренными на Паужетских источниках и в коренных обнажениях северной части Камбальского хребта [3]. Верхние 450 м толщи представлены туфами дацитов и риолитов различного гранулометрического состава. В правом борту ручья, вне зоны влияния гидротерм, было исследовано обнажение туфов верхнепаужетской подсвиты ( $N_2$ - $Q_1$ раи<sub>3</sub>). Вскрытый борт ручья представляет толщу переслаивающихся андезидацитовых туфов от тонкообломочных до крупнообломочных. По свойствам породы делятся на три группы: 1) алевритовые туфы: плотность от 1,40 до 1,57 г/см<sup>3</sup>, плотность твердой компоненты 2,70-2,72 г/см<sup>3</sup>, пористость от 42,2 % до 48,2 %, открытая пористость от 31,2 до 40,3 %, гигроскопическая влажность 0,7-3,6 %, водопоглощение 20,5-27,1 %, скорость продольных волн 2,00-2,40 км/с, магнитная восприимчивость  $2,9-11,4 \cdot 10^{-3}$  СИ, прочность

на одноосное сжатие 8-11 МПа; 2) мелкопсефитовые туфы плотные ( $\rho = 1,59-1,80 \text{ г/см}^3$ ), плотность твердой компоненты 2,72-2,78 г/см<sup>3</sup>, пористые (33,8-42,7%); 3) пемзовые туфы отличаются наименьшей плотностью ( $\rho=0,98-1,35 \text{ г/см}^3$ ) и наибольшей пористостью ( $n=49,8-63,5\%$ ) [4], что связано с наличием обломков пемзы.

*Особенности эдафотопа.* На рассматриваемых туфах Паужетского геотермального района развиты вулканические слоисто-окристые почвы [5], обладают малой плотностью (0,6-0,8 г/см<sup>3</sup>), рассыпчатые, с высокой водопроницаемостью и преобладанием в составе гумусовых кислот свободных и связанных с подвижными полуторными оксидами гуминовых кислот и фульвокислот. Тип гумуса фульватный (0,7-0,9), гумусность 15-20%. Присутствие аллофана и гидроксидов алюминия определяет высокую сорбционную способность. Почвы эдафотопа массива туфов Паужетского геотермального района на аэральных пирокластических субстратах распространены за пределами термальных полей.

*Особенности фитоценоза.* В составе фитоценоза рассматриваемой ЭГС массива туфов Паужетского геотермального района встречаются лесной и стланиковый высотные пояса. Лесная растительность представлена каменноберезовыми лесами на склонах Камбального хребта (105-315 м над ур.моря). Стланиковый пояс (100 - 900 м над ур.моря) слагают сообщества ольхового и кедрового стлаников. Луговая растительность представлена крупнотравными гигромезофитными (шеломайниковыми) лугами, вейниковыми лугами, разнотравными мезофитными и гигромезофитными лугами, субальпийскими лугами (в поясе стлаников) [6]. Преобладающие растительные сообщества: полынно-гераниевое, полынно-лапчатковое и кровохлебковое [5]. Сосудистые растения насчитывают 112 видов и подвидов, относящихся к 91 роду и 38 семействам [6]. Встречаются растения, включённые в Красную книгу России, – это башмачок крупноцветковый, мятылик

шероховатый, полуушник азиатский, а также редкие растения Дальнего Востока – любка камчатская, лилия даурская [7].

*Особенности зооценоза.* Состав зооценоза рассматриваемой ЭГС массива туфов Паужетского геотермального района представлен как беспозвоночными, так и позвоночными животными. Из беспозвоночных отмечаются обширные комплексы паукообразных семейств Clubionidae, Linyphiidae, Theridiidae, Tetragnathidae, Araneidae, Philodromidae, Eutichiridae, Dictynidae, Thomisidae [8] и насекомых. Среди насекомых особенно представителен видовой состав ручейников (*Trichoptera*), 10 видов [9]. Многочисленны и насекомые других отрядов: перепончатокрылые, особенно пчелы, двукрылые, особенно журчалки, а также кровососущие (*Tabanidae*, *Culicidae*, *Simuliidae* и др.) и бабочки. Среди жуков преобладают хищники. Многочисленны и позвоночные животные — птицы и млекопитающие, постоянно или временно обитающие на территории Паужетского геотермального района. Разнообразие животного мира представлено характерными для Камчатки видами млекопитающих: бурый медведь, лисица, соболь, росомаха. Фауна птиц насчитывает 170 видов, включая редкого зимняка подвида *Buteo lagopus kamtschatkensis* [10], из них 34 – гнездящиеся [11].

Эколого-геологическая система, сформировавшаяся на массиве туфов Паужетского геотермального района, представляет собой сложное образование. Важнейшие особенности ЭГС в основном обусловлены ее литогенной основой – скальными грунтами (андези-дацитовыми туфами), обладающими специфическими свойствами. Состав и свойства литотопа во многом определяют свойства эдафотопа и видовой состав фитоценозов и оказывают меньшее влияние на зооценоз.

### *Литература*

1. Королев В.А., Трофимов В.Т. К построению общей

- классификации континентальных эколого-геологических систем // Вестн.Моск.ун-та. Сер.4. Геология. №1. 2022. С.54-61.
2. Королев В.А., Григорьева И.Ю. Эколого-геологические системы массивов лесовых грунтов // Инженерная геология. 2022.№ 2. С.42-64.
3. Белоусов В.И. Геология геотермальных полей в областях современного вулканизма. М.: Наука, 1978. 176 с.
4. Шанина В.В. Изменение состава, строения и свойств вулканогенных пород Паужетского геотермального месторождения, вулканов Кошевелевский и Крафла под воздействием гидротермальных процессов (по данным натурных исследований и лабораторных экспериментов). Дисс. к.г.-м.н. М.: МГУ, 2013. 242 с.
5. Самкова Т.Ю. Закономерности связи между интенсивностью современного гидротермального процесса, морфологическим строением почв и структурой растительного покрова на примере термальных полей Паужетской гидротермальной системы / "100-летие Камчатской экспедиции РГО". П.-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2009б. с. 216-222.
6. Самкова Т.Ю. Влияние гидротермального процесса на растительность (на примере Паужетской гидротермальной системы Камчатки). Автореферат д. к. б. н. П.-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2009а. 24 с.
7. Вулканы Камчатки - объект всемирного наследия. Институт географии РАН, 2011. 34 с.
8. Ненашева Е.М. Пауки (Arachnida: Aranei) природных парков Камчатки: фауна, экология, зоогеография. Петропавловск-Камчатский, КамчатГТУ, 2020. – 139с.
9. Лобкова Л.Е., Вишкова Т.С. Ручейники (Insecta, Trichoptera) особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Камчатского края // Труды Кроноцкого природного биосферного заповедника. Вып.4. П.-Камчатский: Камчатпресс, 2015. с. 128-162.
10. Лобков Е.Г. Зимняк на Камчатке / Канюки Северной Евразии: распространение, состояние популяций, биология. Кривой Рог: Центр-Принт, 2012. С. 85-107.
11. Тропами Южной Камчатки: руководство для ответственных

проводников в мир дикой природы. Под ред. А.В. Завадской. М.: Пере, 2020. 308 с.

*V. Shanina*

**FEATURES OF THE ECOLOGICAL-GEOLOGICAL SYSTEM  
OF THE TUFF MASSIF OF THE PAUZHETSKY  
GEOHERMAL AREA (KAMCHATKA)**

*Lomonosov Moscow State University*

The main features and structure of the ecological-geological system (EGS) of the tuff massif of the Pauzhetsky geothermal region (Kamchatka) as an object of ecological-geological and geoecological research are analyzed. It is shown that this EGS consists of abiotic, bioinert (edaphotope) and biotic (microbo-, phytoc- and zoocenosis) components.

*Швецова М.С.<sup>1</sup>, Каманина И.З.<sup>1,2</sup>, Зиньковская И.<sup>1,3</sup>*  
**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН МОСКВЫ НА ОСНОВЕ  
СУММАРНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (Zс)**

<sup>1</sup> *Объединённый институт ядерных исследований, 141980,  
Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6, Российской  
Федерация*

<sup>2</sup> *Государственный университет «Дубна», 141982, Московская  
обл., г. Дубна, ул. Университетская, д.19, Российской Федерации*  
<sup>3</sup> *Национальный институт исследований и разработок в области  
физики и ядерной инженерии им. Хория Хулубей, Мэгуреле,  
ул. Реактор 30, МГ-6, Румыния*

[mks@nf.jinr.ru](mailto:mks@nf.jinr.ru)

В работе была произведена экологическая оценка наиболее популярных парков Москвы: Лосиный остров, Парк Победы, Останкино, Сокольники, Измайлово, Кузьминки-Люблино и Царицыно путем расчёта суммарного показателя загрязнения (Zс) для нескольких компонентов окружающей среды (почв, растительности, атмосферных выпадений). Содержание более 30 химических элементов в отобранных образцах определяли методами нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектрометрии. Допустимый уровень загрязнения по всем исследуемым компонентам был выявлен на территории парков Царицыно и Кузьминки-Люблино, высокий и средний уровни загрязнения установлены на территории парков Лосиный остров и Измайлово. На остальных территориях установлена разная степень загрязнения по одному или двум исследуемым компонентам.

Негативное воздействие процесса урбанизации, сопровождающегося ростом числа автотранспорта, развитием промышленности, приводит к увеличению негативного воздействия на различные компоненты окружающей среды (ОС), что в последствии отражается на здоровье населения [1,2]. Поэтому контроль за состоянием различных

компонентов ОС на территории городов является весьма актуальной задачей.

В России оценка степени загрязнения ОС производится в основном с применением эколого-геохимических подходов, путем расчета различных экологических показателей и коэффициентов [3,4].

Важность измерения концентрации токсичных и потенциально токсичных элементов определяется их способностью накапливаться в различных компонентах ОС и вызывать экологически обусловленные заболевания у населения [5]. Таким образом, мониторинг таких загрязнителей необходим для отслеживания их временного и пространственного распределения, а также для планирования мер по снижению их негативного воздействия.

В настоящей работе в качестве индикаторов экологического состояния ОС были рассмотрены три компонента (почва, растительность, атмосферные выпадения). На территории городов, изучение почвенного покрова предлагается проводить одновременно с анализом растущих на этих же территориях зеленых насаждений, что позволяет увидеть более полную картину загрязнения и определить возможные источники поступления [6]. Для анализа атмосферных выпадений использовали метод активного биомониторинга «мох в мешках». Более подробно результаты биомониторинга изложены в работе Швецовой М.С. [7].

Образцы почв и растительности были отобраны на территории парков Лосинный остров, Парк Победы, Останкино, Сокольники, Измайлово, Кузьминки-Люблино и Царицыно в трех точках с разной антропогенной нагрузкой (рис.1). В местах отбора образцов проводили экспонирование мхов биомониторов в течение трех месяцев [7]. В отобранных образцах и экспонированных мхах определяли содержание токсичных и потенциально токсичных элементов методами

нейтронного активационного анализа и атомной абсорбционной спектрометрии.

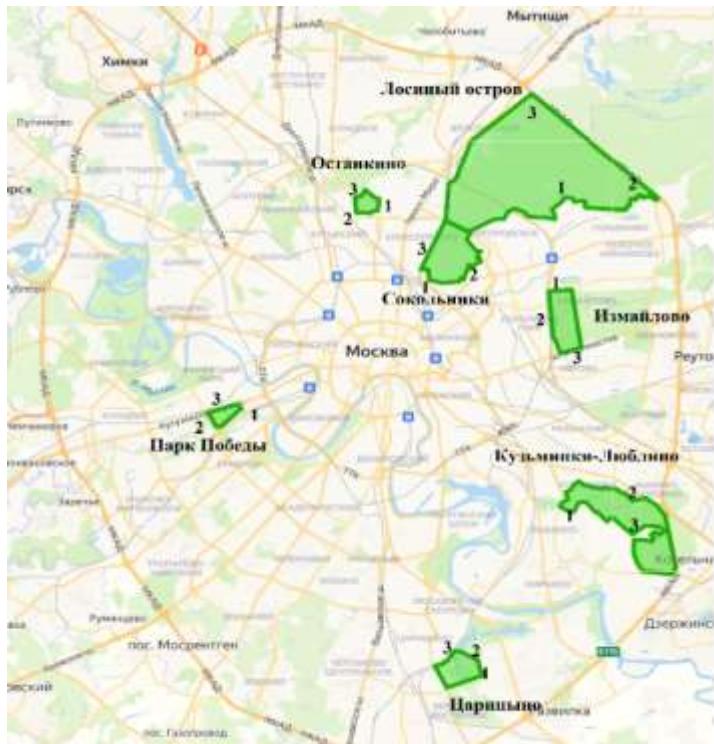


Рис. 1. Точки пробоотбора на территории парков

Для выявления накопления элементов в различных компонентах ОС был рассчитан коэффициент концентрации ( $K_c$ ) по формуле 1:

$$K_c = K_{i(\text{проба})} / K_{i(\text{эталон})} \quad (1)$$

где  $K_i$  (проба) — концентрация  $i$  элемента в пробе, а  $K_i$  (эталон) — концентрация  $i$  элемента в эталоне (в качестве эталона для мха были взяты концентрации в неэкспонированном мхе, для почвы кларковые и фоновые значения, для листвьев концентрации в «reference plant» [8]).

Учитывая полиэлементный характер загрязнения был

использован суммарный показатель загрязнения  $Zc$ , который рассчитывали по формуле 2:

$$Zc(Zc = \sum(Kci + \dots + Kcn) - (n - 1)) \quad (2)$$

где учтены элементы со значением  $Kc > 1$ ,  $Kci$  – коэффициент концентрации  $i$ -го компонента загрязнения.

Суммарный показатель загрязнения для почв сопоставляли с установленными для почвенного покрова категориями загрязнения (табл.1). Полученные результаты  $Zc$  для листвьев и мха сравнивали с установленными категориями загрязнения для снежного покрова, предложенными в [4].

**Таблица 1.** Уровни загрязнения снежного и почвенного покровов по суммарному загрязнению ( $Zc$ ) тяжелыми металлами [4].

Уровень загрязнения	Значение $Zc$ для почв	Значение $Zc$ для снега
Низкий	8-16	32-64
Средний	16-32	64-128
Высокий	32-128	128-256
Очень высокий	>128	>256

Более чем в 50% обследованных почв  $Zc > 32$ , что соответствует опасной категории загрязнения (т.1, т.2 Останкино, т.1. Лосинный остров, т.2. Сокольники, т.2, т.3 Измайлово, т.1 Царицыно, т.1, т.2 и т.3 Парка Победы). Максимальный показатель загрязнения ( $Zc=46$ ) отмечается в почвах парка Измайлово. Низкий уровень загрязнения выявлен в т. 3 парка Лосинный остров, т. 2 парка Царицыно, в т. 2 и 3 парка Кузьминки-Люблино. В остальных обследованных почвах выявлен средний уровень загрязнения.

Для образцов листвьев, отобранных в конце вегетационного периода, также был рассчитан суммарный показатель загрязнения  $Zc$  с учетов всех, определенных в образцах токсичных и потенциально токсичных элементов, для которых есть установленные концентрации в «условном растении» [8]. Средний уровень загрязнения выявлен в трех

точках парка Лосинный остров. Максимальный ( $Z_c=124$ ) получен во второй точке парка, что очень близко к показателю высокого уровня загрязнения. На территории Парка Победы в т. 3 ( $Z_c=77$ ), т. 1, 2 и 3 парка Останкино ( $Z_c=100$ ), ( $Z_c=109$ ) и ( $Z_c=79$ ), соответственно, в т. 1 и 2 парка Сокольники, где ( $Z_c=74$ ) и ( $Z_c=87$ ), в т.2 парка Измайлово ( $Z_c=92$ ). Низкий уровень загрязнения выявлен на территории парка Измайлово в т. 1 и 3, на территории Парка Победы в т. 1 и 2, в т. 3 парка Сокольники, а также во всех точках парков Царицыно и Кузьминки-Люблино.

Согласно суммарному показателю загрязнения  $Z_c$ , рассчитанному для образцов мха высокий уровень загрязнения отмечается в т. 2 парка Лосинный остров ( $Z_c=149$ ) и в т. 3 парка Царицыно ( $Z_c=146$ ). Средний уровень загрязнения выявлен в т. 2 парка Измайлово ( $Z_c=95$ ) и в т. 1 парка Царицыно ( $Z_c=73$ ). Низкий уровень загрязнения отмечается в т. 1 и 3 парков Лосинный остров и Измайлово, в т. 2 парка Царицыно и во всех точках парков Кузьминки-Люблино, Сокольники, Останкино и Парк Победы.

По всем трем исследованным компонентам рекреационных зон Москвы (почва, листья, атмосферные выпадения) только в двух точках парка совпадают установленные уровни загрязнения (табл.2). Установленные уровни загрязнения, определенные для атмосферных выпадений и листьев совпадают в 10 обследованных точках (48%), в 8 точках (38%) уровень загрязнения полученный при использовании в качестве индикатора листьев выше, чем для мхов, и в 3 точках (14%) уровень загрязнения рассчитанный с использованием листьев ниже, чем для мхов. Установленные категории загрязнения, полученные при расчете  $Z_c$  для почв более чем в половине случаев (57%) относятся к более высокому уровню. В первую очередь это указывает на способность почвы аккумулировать загрязняющие вещества, а также более длительный период поступления загрязняющих веществ в почву.

**Таблица 2.** Уровни загрязнения рекреационных зон Москвы по суммарному показателю загрязнения для почв, листьев, атмосферных выпадений (мох)

компонент	1 точка	2 точка	3 точка
<b>Останкино</b>			
мох	36	53	56
листья	100	109	79
почва	34	36	26
<b>Лосинный остров</b>			
мох	49	149	49
листья	87	124	67
почва	36	29	11
<b>Сокольники</b>			
мох	42	45	32
листья	74	87	48
почва	32	41	19
<b>Измайлово</b>			
мох	58	95	47
листья	61	92	31
почва	29	46	34
<b>Кузьминки-Люблино</b>			
мох	51	49	63
листья	28	35	16
почва	18	10	10
<b>Царицыно</b>			
мох	73	40	146
листья	45	36	52
почва	36	10	31
<b>Парк Победы</b>			
мох	38	57	49
листья	44	38	77
почва	34	42	44

Кроме того, высокий уровень загрязнения почв при незначительном аэробиотехногенном поступлении может быть связан с поступлением токсикантов не воздушным путем.

### *Литература*

1. Ревич Б.А. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы // Медицина труда и промышленная экология, 2008. № 7. С. 29–35.
2. Васильев Н.А. Экология и заболеваемость органов дыхания // Медицина. Российский медицинский журнал. 1997. № 1. С. 13–14.
3. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. – 2008. 85с.
4. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР 15 мая 1990 г. N 5174-90 4
5. Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) // Астраханский вестник экологического образования. 2013. №1 (23). С. 182-192.
6. Карбасникова Е.Б. Залывская О.С. Чухина О.В. Содержание тяжелых металлов в почве и древесной растительности в условиях городской агломерации // «Лесной журнал». 2019. № 5, С.216-233
7. Shvetsova M.S., Kamanina I.Z., Zinicovscaia I., Chaligava O., Nekhoroshkov P.S., Yushin N.S. Active moss biomonitoring of airborne potentially toxic elements in recreational areas of Moscow // Environmental Monitoring and Assessment. 2024. doi.org/10.1007/s10661-023-12210-9
8. Markert B. Establishing of “Reference plant” for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting // Water, soil and air pollution. 1992. Vol. 64. P. 533–538.

*M.S. Shvetsova<sup>1</sup>, I.Z. Kamanina<sup>1,2</sup>, I. Zinicovscaia<sup>1,3</sup>*  
**THE ECOLOGICO-GEOCHEMICAL ASSESSMENT  
OF RECREATIONAL ZONES OF MOSCOW BASED  
ON THE TOTAL POLLUTION INDICATOR (TPI)**

<sup>1</sup>*Joint Institute for Nuclear Research, 6 Joliot-Curie Str., 1419890,  
Dubna, Russia*

<sup>2</sup>*State University "Dubna", 19 Universitetskaya St., Dubna, 141980,  
Russia*

<sup>3</sup>*Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear  
Engineering, 30 Reactorului Str. MG-6, Bucharest-Magurele, Romania.*

The ecological state of the most popular parks in Moscow: Losiny Ostrov, Victory Park, Ostankino, Sokolniki, Izmailovo, Kuzminki-Lublino and Tsaritsyno was assessed by calculating the total pollution index (TPI) for several components (soils, vegetation, atmospheric air).

To assess the atmospheric deposition active biomonitoring using the "moss in bag" technique was performed. The content of more than 30 chemical elements in samples was determined by neutron activation analysis and atomic absorption spectrometry. The low level of pollution for all studied components was obtained on the territory of the Tsaritsyno and Kuzminki-Lublino; high and moderate levels of pollution were obtained on the territory of the Losiny Ostrov and Izmailovo. In the rest areas different degrees of pollution levels for one or two studied components were identified.

*Широков Р. С.*  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДИНАМИКИ ПРИБРЕЖНОЙ  
ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ЯМАЛА В УСЛОВИЯХ  
КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

*Институт криосферы Земли ТЮМНЦ СО РАН*  
[shirocov@yandex.ru](mailto:shirocov@yandex.ru)

Одним из наименее изученных вопросов в проблеме взаимодействия суши и моря в криолитозоне является процесс переформирования морских пляжей и примыкающего подводного берегового склона. В статье проводится оценка изменений геоэкологической обстановки прибрежно-морской области Западного Ямала, одновременно испытывающей влияние и моря и континента, в условиях меняющегося климата.

На фоне наблюдаемой динамики климата изучение геоэкологических процессов становится особенно актуальным при составлении перспективных планов развития климато-зависимых отраслей хозяйственной деятельности. В связи с этим одним из наименее изученных вопросов в проблеме взаимодействия суши и моря в криолитозоне является процесс переформирования морских пляжей и примыкающего подводного берегового склона.

Анализ полученных данных и их интерпретация дают возможность оценить изменения геоэкологической обстановки прибрежно-морской области Западного Ямала, одновременно испытывающей влияние и моря и континента, в условиях меняющегося климата. Климатические изменения влекут за собой изменения в гидрологии Карского моря и ключевых показателей мерзлотной обстановки. Потепление климата в западном секторе Российской Арктики фиксируется после 1970 г. Здесь наблюдается повышение температуры воздуха и увеличение продолжительности теплого периода, изменение количества атмосферных осадков, увеличение мощности снега [1]. Данные длительного мониторинга позволили заключить, что в пределах прибрежно-морской области Западного Ямала, на коротком пространстве,

в её разных природных зонах, одновременно наблюдаются реверсивные реакции (тренды) компонентов природной среды на климатические изменения, определяющие динамику геоэкологических условий этого района [4]. В прибрежно-морской области основная роль в формировании геоэкологических условий принадлежит береговым процессам – разрушению морских берегов или термоабразии, переформированию примыкающей части подводного берегового склона, в значительно меньшей степени ветровой дефляции. На основании многолетнего мониторинга динамики морских берегов установлено, что скорость отступания термоабразионных берегов не связана непосредственно с показателями климатических изменений, но определяется более сложными связями с характеристиками атмосферных процессов.

Для выявления последствий геодинамики прибрежной зоны предполагается обработать и создать *геоэкологическую исследовательскую и методологическую базу Западного Ямала*. Полученные результаты наблюдений позволяют отразить положение береговой линии лишь за период наблюдений. Использование результатов фактических наблюдений на закреплённых створах, данных исторической реконструкции и прогнозных оценок на основе стохастического моделирования позволяют отразить положение береговой линии за 200 лет с 1920 по 2120 г. (рис. 1). Береговая линия была реконструирована на основе 4-х точек, существующих и на современных снимках, с известными координатами с фотографии радиостанции Марре-Сале с помощью метода ортотрансформирования и привязки к облачно-точечной модели территории геостационара с последующим совмещением с данными космосъёмки.

Расчёты по спутниковым снимкам показали, что за счёт разрушения морских берегов территория ЯНАО ежегодно теряет около 140 га пастбищных земель. А ширина полосы

инженерного риска прибрежно-морской области, обусловленная интенсивным развитием криогенных процессов, составляет около 400 м от береговой полосы вглубь берега.

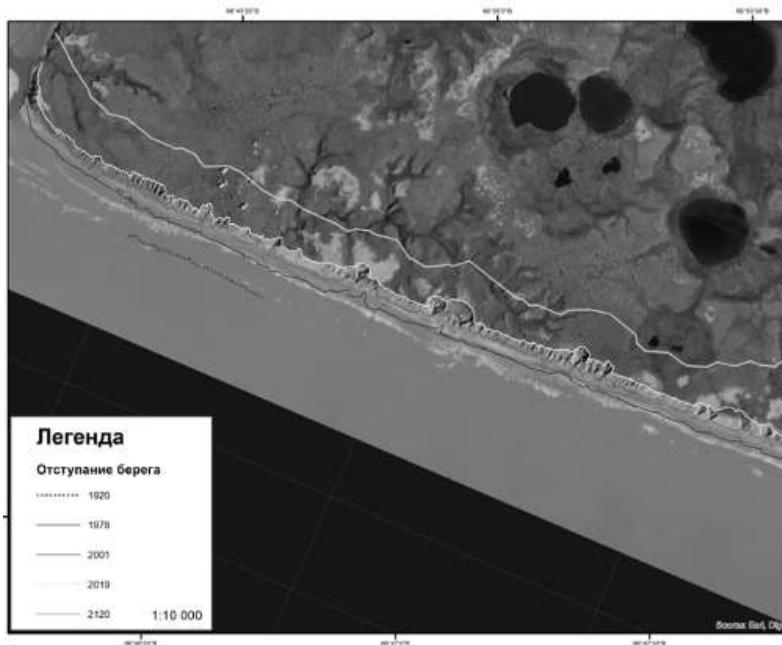


Рис. 1. Положение береговой линии в районе Марре-Сале с 1920 по 2120 г.

В зависимости от динамических условий, активности аккумуляции и т.д., профиль подводного склона меняет свою конфигурацию. Также менялось нулевое положение уровня воды в пространстве (происходило смещение береговой линии как границы между морем и сушей).

Разрушение морских берегов не постоянно во времени, но изменяется циклически с периодом порядка 21–23 лет. Средняя многолетняя скорость отступания берегов в районе исследований составляет около 1,7 м/год, изменяясь от 0,4 м/год до 3,2 м/год [3]. За 100 лет

береговая линия в районе Марре-Сале сместились на 150-200 м к востоку, а к 2120 г. ожидается её смещение ещё на 200-250 м. Расчёты по спутниковым снимкам показали, что за счёт разрушения морских берегов территории ЯНАО ежегодно теряет около 140 га пастбищных земель. А ширина полосы инженерного риска прибрежно-морской области, обусловленная интенсивным развитием криогенных процессов, составляет около 400 м от береговой полосы вглубь берега. Исходя из этого, можно сделать вывод, что в многолетнем масштабе на участке Марре-Сале отступание бровки берегового уступа согласуется с отступанием реальной береговой линии.

Одновременно с деградацией криолитозоны в субаэральных условиях наблюдаются процессы её новообразования на современных морских лайдах, косах, аккумулятивных островах арктических морей, которые пока остаются недостаточно изученными. Примерно в 12 км к югу от м/с Марре-Сале находится низкая аккумулятивная поверхность - лайда. Высота лайды над уровнем моря составляет примерно 0,6 м. Скорость современной седиментации на лайде меняется в широких пределах. Обычно на поверхности лайды накапливается 1-6 мм/год современных илистых наносов. После экстремального по продолжительности и интенсивности шторма осенью 2009 г. вся поверхность лайды была покрыта слоем песчаных наносов толщиной до 0,4 м [2].

Анализ соотношения процессов, развивающихся в разных типах мёрзлых толщ, показывает, что в прибрежно-морской области на коротком пространстве одновременно развиваются разнонаправленные процессы – нормальная реакция (без протаивания) континентальных толщ на климатические изменения, деградация мерзлоты на пляжах вследствие взаимодействия суши и моря и новообразование мерзлоты на низких морских аккумулятивных лайдах [4].

## *Литература*

1. IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. In Press, 2019. 616 p.
2. *Васильев А.А., Облогов Г.Е., Широков Р.С.* Результаты долговременного мониторинга сезонного протаивания в типичных тундрах западного Ямала. // Мониторинг в криолитозоне. Сборник докладов Шестой конференции геокриологов России Мониторинг в криолитозоне с участием российских и зарубежных ученых, инженеров и специалистов. МГУ. М., 2022. С. 221-227
3. *Широков Р.С.* Формирование геоэкологических условий прибрежно-морской области Западного Ямала при изменении климата // Научные ведомости Белгородского государственного ун-та. Серия: Естественные науки. 2019. 43(4). С. 412-424.
4. *Васильев А.А., Облогов Г.Е., Широков Р.С.* Долговременный мониторинг глубины сезонного протаивания пород в типичных тундрах Западного Ямала // Криосфера Земли. 2023. Т.27, №4. С.3-13.

*R.S. Shirokov*

### **STUDY OF GEODYNAMICS OF THE COASTAL ZONE OF WESTERN YAMAL UNDER CLIMATE CHANGE**

*Institute of the Earth's Cryosphere, Tyumen Science Center SB RAS*

One of the least studied issues in the problem of land-sea interaction in the cryolithozone is the process of reformation of sea beaches and the adjacent underwater coastal slope. The article assesses the changes in the geo-ecological situation of the coastal-marine region of Western Yamal, which is simultaneously influenced by both the sea and the continent, under the conditions of changing climate.

*Шушанян Г.А., Пыстин В.Н., Савин К.А.*  
**ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ  
МОНИТОРИНГА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ**

*Самарский Государственный Технический Университет*

[gor.shush2001@gmail.com](mailto:gor.shush2001@gmail.com)

В статье рассматривается проблема таяния многолетнемерзлых грунтов в Арктической зоне Российской Федерации. Предложены меры по организации фонового и геотехнического мониторинга, представлена система, предсказывающая параметры грунтов.

Вопросы мониторинга многолетнемерзлых грунтов (далее – ММГ) в Арктической зоне Российской Федерации (далее – АЗРФ) являются одними из ключевых в сегодняшней повестке развития Арктики. Так, одним из пунктов Указа Президента РФ о стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года является «создание государственной системы мониторинга и предупреждения негативных последствий деградации многолетней мерзлоты» [1]. Такое пристальное внимание многолетнемерзлым грунтам уделяется не с проста. Согласно оценкам экспертов, ущерб инфраструктуре АЗРФ от таяния ММГ может достигать 5-7 триллионов рублей [2].

Помимо этого, есть еще ряд причин, из-за которых необходимо осуществлять мониторинг ММГ:

- порядка 63-65% территории РФ занимает криолитозона (зона распространения ММГ) [3];
- огромная доля крупных газовых месторождений, которые разрабатывает ПАО «Газпром» распространена на территории ММГ. Это, например, новые крупные восточносибирские месторождения (Чаяндинское и Ковыктинское), а также Заполярное, Ямбургское, Уренгойское и другие месторождения [4];
- значительная часть трубопроводного транспорта также простирается на многолетнемерзлых грунтах (Общая длина магистральных нефтепроводов “Транснефти” – 7049 км,

из них 1252 км – в Арктической зоне РФ) [4].

Данная проблема охватывает всю инфраструктуру, как промышленную (Например, ТЭК и МСК), так и жилые дома.

В качестве объекта исследования было принято решение выбрать промысловый трубопровод наземной прокладки (на сваях), поскольку потенциальное негативное воздействие от него также ощутимо, как и от резервуаров или магистральных нефтегазопроводов. Данный объект представляет собой систему взаимодействия с компонентами природной и техногенной среды. (Рис. 1)



**Рис. 1. Система «Трубопровод-ростверк и сваи-многолетнемерзлая порода»**

В качестве решения проблемы мониторинга предлагается внедрить систему предиктивной аналитики на базе модели SARIMA. Среди большого количества предиктивных моделей она обладает большим преимуществом – сезонностью. Данная надстройка отлично вписывается для внедрения модели в природные системы, где изменения данных – цикличны и меняются от сезона к сезону. Для создания модели используется язык программирования R. Одна из страниц интерфейса разработанной экосистемы представлена на рис. 2

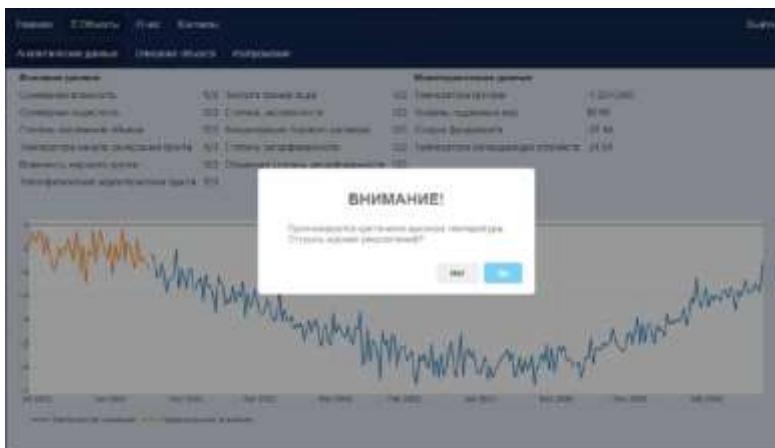


Рис. 2. Вкладка «Аналитические данные» разработанной экосистемы мониторинга ММГ

Голубым цветом на графике отмечены текущие параметры грунтов, контролируемые датчиками в реальном времени, а оранжевым - прогнозируемые данные, на основе которых системой генерируются и предлагаются мероприятия реагирования.

Реализация потенциала развития разработок на основе искусственного интеллекта, позволяющих превентивно реагировать на негативные изменения в природных системах, требует обработки максимального объема данных полученных при системном взаимодействии научного сообщества, хозяйствующих субъектов и органов власти.

## *Литература*

1. Указ Президента Российской Федерации "О стратегии развития арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года" от 26.10.2020 № 645
2. *Мельников В.П. и др.* Оценка ущерба жилым и промышленным зданиям и сооружениям при изменении температур и оттаивании многолетнемерзлых грунтов в Арктической зоне Российской Федерации к середине XXI века //Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2021. №. 1. С. 14-31
3. *Ященко И.Г.* Нефтяные ресурсы криолитозоны России (обзор) //Известия Коми научного центра УРО РАН. 2017. №.3(31). С.59-70
4. *Мельников В.П. и др.* Снижение устойчивости инфраструктуры ТЭК России в Арктике как следствие повышения среднегодовой температуры приповерхностного слоя криолитозоны //Вестник РАН. 2022. Т. 92. №. 4. С. 303-314
5. *Половков С.А. и др.* Системный подход при разработке мероприятий по предупреждению и локализации последствий аварий на нефтепроводах в Арктической зоне РФ //Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. Т. 7. №. 1. С. 20-29

*G. Shushanyan, V. Pystin, K. Savin*

### **PREDICTIVE ANALYTICS AS A TOOL FOR MONITORING PERMAFROST SOILS**

*Samara State Technical University, Russia*

The article considers the problem of melting of permafrost soils in the Arctic zone of the Russian Federation. Measures for the organisation of background and geotechnical monitoring are proposed, a system predicting soil parameters is presented.

*Щербакова Е.С.*

*Научный руководитель: доц., к.г.н., Широков Р.С.*

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСТОЧНИКОВ  
ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ИВАНОВО**

*Государственный университет по землеустройству*

[nirvana\\_never\\_die@mail.ru](mailto:nirvana_never_die@mail.ru)

Обеспечение населения доброкачественное питьевой водой является одной из важных гигиенических проблем Ивановского региона, вызванной антропогенным и техническим загрязнением водных объектов. В данной статье рассматриваются основные источники питьевого водоснабжения города Иваново - Уводьское водохранилище и участки разработки артезианских подземных вод «Строкино», «Горино» и «Лесное». Проведена их геоэкологическая оценка по гидрохимическим показателям.

Водоснабжение обеспечивает хозяйственно-бытовые и производственные нужды. Особое влияние водоснабжение оказывает на здоровье населения, так как качество потребляемой воды отражается на статистике заболеваемости и основных демографических показателях [1]. Наиболее часто проблема обеспечения населения качественной питьевой водой наблюдается в промышленно развитых регионах и городах. Это свидетельствует об актуальности темы исследования.

Цель нашего исследования - проведение геоэкологической оценки источников питьевого водоснабжения города Иваново по гидрохимическим показателям и индексу загрязнения воды (ИЗВ), позволяющим установить класс качества исследуемых вод, выявить основные поллютанты, а также выделить экологически уязвимые участки водной поверхности Уводьского водохранилища. Объектами исследования являются Уводьское водохранилище и артезианские скважины, расположенные в м. «Строкино», м. «Горино» и м. «Лесное».

В основу исследования легли работы Сулаевой О.Ю., Леуш Е.О., Извековой Т.В., Гущина А.А., Шурэнцэг

Хурэлбаатара и др., в которых рассматривается гидрохимия Уводьского водохранилища, а также представлены данные о химическом составе воды и временная его динамика [2, 3]. Научная статья Лутай Г.Ф. и др. «Перспективы использования подземных вод Ивановской области» послужила информационной базой данных для дальнейшего анализа качества подземных вод и их состояния в ходе проведения геоэкологической оценки [4].

Исторически, в отличии от своих соседей – Костромской, Ярославской, Владимирской и Нижегородской областей, Ивановский регион и непосредственно сам город Иваново, в первую очередь, развивались, как промышленный центр. Фабрики и заводы преимущественно располагались на берегах крупнейшей реки города – Уводи. Для промышленных предприятий Уводь - главный источник водозабора и сброса сточных вод, содержащих текстильные красители и мазутные отходы. В последствии техногенное воздействие привело к значительному ухудшению качества воды реки Уводь. Отмечаются случаи, когда река «горела» [5].

В связи с развитием централизованного водоснабжения и ростом промышленности, возникла проблема с поиском источников, удовлетворяющим возрастающим запросам водопотребления и соответствующим классам качества питьевой воды. Так как на территории города Иваново и ниже по течению река Уводь оказалась значительно загрязнённой, в 1936 году началось строительство Уводьского водохранилища [6]. Оно расположилось на Северо-Западе города, в 7 километрах выше по течению реки Уводь (рис. 1). На данный момент Уводьское водохранилище обеспечивает питьевой водой около 80% населения города Иваново.



**Рис. 1.** Уводьское водохранилище

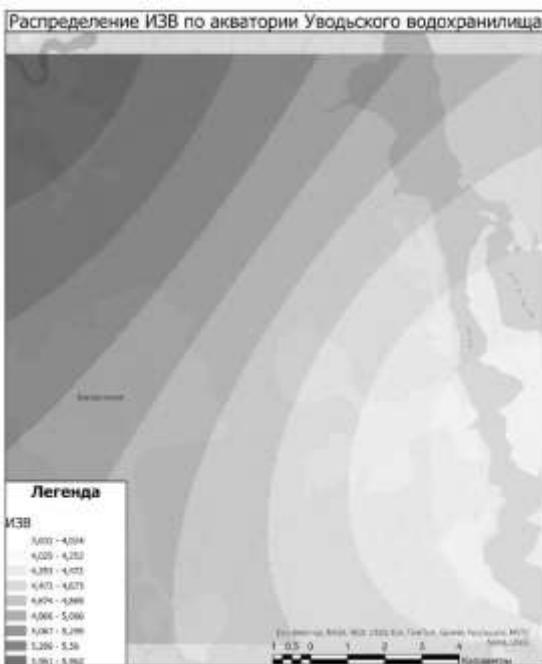
По данным химического анализа за 2020 год, представленных в статье О.Ю. Сулаевой, Е.О. Леуш, Т.В. Извековой и А.А. Гущина «Контроль приоритетных загрязнителей источников питьевого водоснабжения (на примере Уводьского водохранилища)» [2], был проведён расчёт ИЗВ, демонстрирующий следующие результаты (табл.1):

**Таблица 1.** Значения ИЗВ в точках отбора проб

Точка отбора проб	ИЗВ	Точка отбора проб	ИЗВ
Рожново	6,12	Лесная зона	4,21
Егорий	3,74	Конохово	2,74
Плотина	4,41	Крюково	4,05
Водозабор	4,55		

Основными поллютантами вод Уводьского водохранилища являются тяжёлые металлы, такие как железо общее, медь, цинк, марганец и кобальт. Например, предельно допустимые концентрации цинка превышают в 4 раза, железа общего – в 5 раз, марганца – местами в 19 раз. Небольшие превышения отмечаются по содержанию фенола и аммония.

Для визуализации данных и возможности наглядно выделить уязвимые участки, на основе картографического метода геоэкологической оценки территории, по полученным выше результатам в приложении ArcGIS была построена картосхема (рис. 2), отражающая распределение индекса загрязнения воды по всей площади водной поверхности водохранилища.



**Рис. 2.** Распределение значений ИЗВ по акватории Уводьского водохранилища

На картосхеме (рис. 2) можно выявить зоны повышенной нагрузки. В точке около деревни Рожново индекс загрязнения воды равен 6,1, что соответствует VI классу качества вод – «очень грязные». Возможными источниками антропогенного загрязнения являются располагающиеся поблизости сельскохозяйственные поля, оросительные системы и сельскохозяйственные предприятия, базирующиеся на разведении и продаже крупнорогатого скота. Также в небольшом отдалении от деревни Рожново находится карьер по добыче песка и гравия, ведётся вырубка леса.

Важную роль в загрязнении водохранилища имеют естественные факторы – геологические особенности территории, которые, например, объясняют повышенное содержание меди, цинка и железа, а цветение воды и разложение органических веществ – небольшие превышения по содержанию фенола [7, 3].

Наиболее низкие значения ИЗВ фиксируются в северной части водохранилища и составляют от 2,4 до 4,4, что характеризует их как «загрязнённые» и «грязные» воды. Среднее значение ИЗВ составляет 4,3.

Уводьское водохранилище - основной источник питьевого водоснабжения города Иваново. Остальная часть водопотребления реализуется за счёт эксплуатации артезианских скважин на трёх участках: местечки Строкино, Горино и Лесное (рис.3).



Рис. 3. Схема расположения участков скважин

Участок «Строкино» находится восточнее г. Иваново, в правобережье реки Молохты и Уводи, на площади около  $80 \text{ км}^2$ , и представляет собой комплекс из 12-ти артезианских скважин, которые имеют небольшие различия по составу. Воды пресные, обладают малой цветностью и мутностью, не имеют запаха, рН находится в пределах нормы, минерализация средняя. Жёсткость колеблется в диапазоне значений от  $1,2^\circ \text{Ж}$  до  $4,3^\circ \text{Ж}$ , что по уровню жёсткости характеризует воду соответственно, как «мягкая» и «средняя» [8]. В некоторых скважинах отмечается превышение по содержанию марганца и железа общего (табл. 2).

Таблица 2. Превышения на участке «Строкино» в долях ПДК

Показатель	Доля ПДК	Скв. 6	Скв. 11	Скв. 12
Fe <sub>общ</sub>		1	4,3	8,3
Mn		1,8	1,21	—

Превышение данных показателей обуславливается естественными причинами, а именно геологическими особенностями территории, в горизонтах которой предположительно содержатся железомарганцевые руды, выщелачивание которых приводит к повышенному содержанию данных элементов [7].

Местечко Горино представлено двумя артезианскими скважинами и водонапорной башней, а участок «Лесное» едной скважиной. На обоих участках воды пресные, слабо минерализованные, обладают малой жёсткостью. Воды скважины «Лесное» относятся к водам высшей категории, превышение по нормативам отсутствует [8]. В скважинах на участке «Горино» есть превышение по сероводороду, барнию, железу общему и меди, содержание которых обусловлено содержанием в пластах соответствующих горных пород (табл. 3).

В местечке «Горино» также добывают минеральные лечебные и лечебно-столовые воды сульфатно-натриевого состава и минеральные лечебные рассолы хлоридно-натриевого состава [4].

Таблица 3. Превышения на участке «Горино» в долях ПДК

Показатель	Доля ПДК	Скв. 1	Скв. 2
H <sub>2</sub> S		3,8	9,6
Ba		–	1,14
Fe <sub>общ</sub>		1,3	1,8
Cu		1	–

Качество подземных вод значительно превосходит качество поверхностных вод как по химическим, так и по микробиологическим показателям. Тем не менее подземные воды составляют около 25% от общего объема водоснабжения города Иваново, и недостаточно используются для централизованного водоснабжения. Основным источником является Уводское водохранилище,

воды которого не соответствуют нормативам. Важно отметить, что Уводьское водохранилище и прилегающая к нему территория - памятник природы регионального значения с мощным туристско-рекреационным потенциалом. Развитие туризма, рост потока отдыхающих и застройка берегов усиливает и без того повышенное антропогенное воздействие, что в последствии приводит к неуклонному ухудшению качества воды. Всё это демонстрирует растущую актуальность вопроса питьевого водоснабжения города Иваново.

### *Литература*

1. Как экология влияет на демографию [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://surl.li/rddye> (дата обращения: 16.02.2024)
2. Сулаева О.Ю., Леуш Е.О., Извекова Т.В., Гуцин А.А. Контроль приоритетных загрязнителей источников питьевого водоснабжения (на примере Уводского водохранилища) // Результаты V Всероссийской конференции «Химия и химическая технология: достижения и перспективы». Кемерово: КузГТУ, 2020 С. 1-3.
3. Шурэнцээг Хурэлбаатар. Качество питьевой воды при различных способах водоподготовки // автореферат. Иваново: ИвГХТ, 2009. 146 с.
4. Лутай Г.Ф., Лутай А.В., Корнилов Л.Я., Алеутская О.Н., Абалмасова А.С. Перспективы использования подземных вод Ивановской области // Вестник ИвГМА. 2007. №3-4.
5. Снитко А.В. Влияние промышленного развития Ивановского региона на изменение его природных ландшафтов // Архитектура, градостроительство и дизайн. –2022. – № 32. – С. 3–12.
6. Информационно-аналитическая система «Особо охраняемые природные территории России» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.oopt.aari.ru/oopt/Уводьское-водохранилище> (дата обращения: 21.02.2024)
7. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Московская. Лист О-37-XXIX (Иваново). Объяснительная записка / А.К. Миледин,

Б.В. Малкин, Р.И. Романова и др.; Минприроды России, Роснедра, Центральный ДПР, ФГУНПП «Аэрогеофизика». – Электрон. текстовые дан. – М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2022.

8. Приложение № 1 к постановлению Администрации города Иванова от 08.08.2014 № 1669 "Схема водоснабжения города Иванова на период до 2023 года" // Администрация города Иваново.

*E.S. Shcherbakova*

*Academic supervisor: R.S. Shirokov*

**GEO-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF DRINKING WATER SUPPLY SOURCES IN THE CITY OF IVANOVO**

*State University of land use planning*

Providing the population with good-quality drinking water is one of the important hygienic problems of Ivanovo region, caused by anthropogenic and technical pollution of water bodies. In this article the main sources of drinking water supply of Ivanovo city - Uvodskoye water reservoir and sites of development of artesian groundwater "Strokino", "Gorino" and "Lesnoye" are considered. Their geo-ecological assessment by hydrochemical indicators is carried out.

# ПОЧВЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

## *Бондарева Л.Г., Федорова Н.Е.* **БЕНЗОВИНДИФЛУПИР – СИСТЕМНЫЙ ФУНГИЦИД: ПОВЕДЕНИЕ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ОЦЕНКА РИСКОВ**

*Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора*

[1-bondareva@mail.ru](mailto:1-bondareva@mail.ru)

Изучено поведение бензовиндифлупира, в окружающей среде при его использовании в сельском хозяйстве, при выращивании пшеницы. Показано, что в воздушной среде содержание бензовиндифлупира менее установленных нормативов.

При обработке вегетирующего растения, бензовиндифлупир обнаруживается в зеленой массе в день обработки и через 10 дней после обработки. В другие сроки отбора зеленой массы, соломы и зерна содержание бензовиндифлупира менее 0,01 мг/кг. С учетом того, что в пищу используется зерно, риски здоровью населения при использовании продуктов из выращенного зерна могут не учитываться.

Фунгициды играют важную роль в профилактике и борьбе с болезнями сельскохозяйственных культур. В связи с их массовым применением нельзя игнорировать их влияние на экологическую среду. В сельскохозяйственном производстве фунгициды обычно распыляются непосредственно на листья растений и попадают в окружающую среду прямо или косвенно через атмосферу, вызывая загрязнение окружающей среды году [1]. Стоит учитывать, что ветровая эрозия почвенных частиц, содержащих адсорбированные фунгициды, также может привести к дальнейшему попаданию большого количества фунгицидов в атмосферу, что приведет к загрязнению

атмосферы через несколько дней или недель после применения [2].

Бензовиндифлупир ( $C_{18}H_{15}Cl_2F_2N_3O$ ) — пиразоламидный фунгицид, разработанный компанией Syngenta в 2012 году [2]. Бензовиндифлупир обладает способностью тесно связываться с восковым слоем растений, медленно проникать в ткани растений, воздействовать на систему переноса электронов дыхательной цепи патогенных бактерий, затрудняя их энергетический обмен, угнетая рост болезнетворных бактерий и вызывая их гибель, тем самым достигать цели контроля грибковых заболеваний.

Цель работы – исследовать поведение бензовиндифлупира в окружающей среде при выращивании озимой пшеницы, с последующим расчетом рисков для населения.

Контроль остаточных количеств в растительном сырье и почве основан на определении бензовиндифлупира методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором после извлечения вещества из анализируемых образцов смесью ацетонитрил-вода (80:20, по объему), очистки экстрактов перераспределением в системе несмешивающихся растворителей и на колонке с силикагелем. Массы навесок зеленой массы и соломы – 5 г, зерна – 10 г. Определение содержания бензовиндифлупира в воздушной среде, в почве и растительных остатках проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым детектором.

Пробы воздушной среды (воздуха рабочей зоны и атмосферного воздуха) отбирали в день обработки фунгицидом озимой пшеницы и через трое суток после обработки. Второй отбор проб воздушной среды проводится с целью обоснования выхода на обработанные поля работников, занятых в сельском хозяйстве, для выполнения механизированных работ.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21, ОБУВ для воздуха рабочей зоны бензовиндифлупира – 0,1  $мг/м^3$ , в атмосферном воздухе

– 0,002 мг/м<sup>3</sup>. В соответствии с этим, пробы воздуха отбирались на бумажные фильтры «синяя лента», со скоростью аспирации 5 л/мин.

Пробы почвы, зеленой массы, зерна и соломы пшеницы, отбирались в динамике: непосредственно в день обработки культуры в период вегетации, через 10, 20, 30 и 40 дней после обработки.

В соответствии с медианой нормативного остатка (STMR/STMR-Р - МДУ) или максимально-допустимым остаточным количеством (MRL) национальное расчетное ежедневное потребление (NEDI) пестицидов осуществляется в соответствии с уравнением (1), а коэффициент риска (RQ) рассчитывается по уравнению (2):

$$NEDI = \sum [STMR_i (STMR-P_i) \cdot F_i] \quad (1)$$

$$RQ = NEDI \cdot ADI \cdot bw \cdot 100\% \quad (2),$$

где:  $STMR_i$  — медианное значение нормативного документа на содержание пестицидов в пищевых продуктах (мг/кг);  $STMR-P_i$  — медианное значение норматива на остаток после поправки на факторы обработки (мг/кг);  $F_i$  — среднесуточное потребление зерна (в виде изделий из муки, крупы) для населения в целом (кг); «NEDI» — это расчетная суточная норма потребления пестицидов по стране; «ADI» — допустимое ежедневное потребление пестицидов (мг/кг массы тела); «bw» — средний вес (кг) взрослого населения (обычно ~ 70 кг); RQ — коэффициент риска (%).

При расчете NEDI, в случае отсутствия подходящего значения МДУ, вместо него можно напрямую использовать соответствующее значение MRL. Когда  $RQ \leq 100\%$ , считается, что остатки пестицидов находятся на приемлемом уровне риска для здоровья населения в целом, и чем ниже значение коэффициента риска, тем ниже риск.

При измерении концентрации бензовиндифлупира в воздушной среде выявлено, что содержание вещества находится на уровне ниже предела обнаружения,

установленного данным методом: 0,004 мг/м<sup>3</sup> при отборе 25 л воздуха рабочей зоны и 0,0015 мг/м<sup>3</sup> при отборе 65 л атмосферного воздуха. Полученные значения хорошо коррелируют с установленными нормативами.

При применении препарата, содержащего 100 мг/л бензовиндифлуира с нормой расхода 0,75 л/га, действующее вещество было достоверно обнаружено в зеленой массе пшеницы в день обработки в количестве - 0,078 мг/кг и через 10 дней после обработки – 0,033 мг/кг. В других отобранных пробах зеленой массы, зерна и соломе, содержание бензовиндифлуира менее предела обнаружения (0,01 мг/кг). МДУ бензовиндифлуира для зерна хлебных злаков – 0,5 мг/кг.

Анализ урожая позволяет не только исследовать конечные уровни остатков пестицидов, внесенных в сельскохозяйственные культуры, но также позволяют оценить потенциальный риск, связанный с приемом пищи. Взрослое население РФ потребляет достаточное количество изделий из зерен пшеницы – урожай. Полученные нами результаты указывают - не выявлен достоверный риск для здоровья населения при использовании урожая пшеницы, обработанной препаратом, содержащим бензовиндифлуир в количестве 100 мг/л).

В связи с тем, что исследуемое действующее вещество – бензовиндифлуир, было синтезировано достаточно недавно, весьма ограничен перечень информационных источников, в которых изучалось поведение пестицида в окружающей среде.

### *Литература*

1. *Duong H.T., Doan N.H., Trinh H.T., Kadokami K.* Occurrence and risk assessment of herbicides and fungicides in atmospheric particulate matter in Hanoi, Vietnam // Sci. Total Environ. 2021. Vol.787. P.147674 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147674>.

2. *Coscoll'a C., Muñoz A., Borrás E., Vera T., Ródenas M., Yus'a V.* Particle size distributions of currently used pesticides in ambient air of an agricultural Mediterranean area // *Atmos. Environ.* 2014. Vol. X95, P.29–35. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.06.022>.
3. EFSA (European Food Safety Authority). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance benzovindiflupyr // *EFSA Journal* 2015; Vol.13(3). P.4043. doi:10.2903/j.efsa.2015.4043

*L.G. Bondareva, N.E. Fedorova*  
**BENZOVINDIFLUPYR - A SYSTEMIC FUNGICIDE:  
BEHAVIOR IN THE ENVIRONMENT  
AND RISK ASSESSMENT**

*Federal Scientific Centre of Hygiene named after F.F. Erisman*

The behavior of benzovindiflupyr in the environment was studied when used in agriculture, when growing wheat. It has been shown that the content of benzovindiflupyr in the air is less than the established standards. When treating a vegetating plant, benzovindiflupyr is detected in the green mass on the day of treatment and 10 days after treatment. During other periods of selection of green mass, straw and grain, the content of benzovindiflupir is less than 0.01 mg/kg. Considering that grain is used as food, the public health risks of using products made from grown grain may not be taken into account.

*Готина А.А.*

*Научный руководитель: к.б.н., доц. Козловская О.В*

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ  
НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВ**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический  
университет»,  
[gotinaalina99@gmail.com](mailto:gotinaalina99@gmail.com)*

В данной статье рассматривается влияние антропогенных факторов загрязнения окружающей среды, а также последствия антропогенного воздействия на почвенный покров вследствие бурного роста инфраструктуры.

Постоянный рост населения при высоком темпе индустриализации и урбанизации привели к тому, что к концу XX века экологическое состояние многих стран и регионов мира оказалось на грани кризиса. В условиях индустриализации и развития человечества все большее значение приобретают достижения в промышленном обществе, имеющие негативные последствия. Процессы урбанизации одновременно приводят к деградации земель, потере экологических функций и разрушению естественного почвенного покрова [1].

Актуальность проблемы загрязнения почв в том, что общее состояние экосистемы зависит от характера почвенного покрова, его свойств, химических и биохимических процессов, происходящих в почве. От состояния почвы напрямую зависит успешность работы по озеленению. Сегодня загрязнение почвы стало предметом серьезного общественного внимания, поскольку масштаб проблемы требует незамедлительных действий. Из-за массового загрязнения многие участки земли становятся непригодными для обработки и представляют значительную угрозу для природы и человека [2].

Целью данной статьи является рассмотрение различных антропогенных воздействий на почвенный покров, приводящих к снижению плодородия почв.

Развитие производственной деятельности, энергетики,

транспорта, использование химических веществ привели к значительному увеличению отходов, что в свою очередь значительно увеличивает нагрузку на почвенный покров и приводит к загрязнению экосистемы [3]. Почва является наиболее чувствительным объектом к антропогенному воздействию. Процесс поступления загрязняющих веществ в почву является одним из основных факторов воздействия антропогенного происхождения.

Среди веществ, способных вызвать разрушение окружающей среды, особое место занимают тяжелые металлы и их соединения. Они загрязняют экосистему не только быстро, но и незаметно, поскольку не имеют цвета, запаха и вкуса, не разлагаются, устойчивы в окружающей среде и имеют тенденцию накапливаться в организмах. Загрязнение почв тяжелыми металлами представляет серьезную опасность для живых организмов [3].

В почве естественным образом могут присутствовать тяжелые металлы, не приносящие пользы живым организмам, такие как свинец и ртуть, способные вызывать токсичность даже при очень малых концентрациях.

Однако основными источниками загрязнения экосистемы свинцом являются выхлопные газы автомобилей. Около 60-70% выбросов свинца в атмосферу связано с использованием этилированного бензина, содержащего данный металл. В течение многих лет свинец добавлялся в бензин в виде тетраэтилсвинца, который выделялся при работе механического двигателя. Кроме того, использованные аккумуляторы, краски, добыча и выплавка свинца и другие виды промышленной деятельности приводили к накоплению данного металла [4,5].

Антропогенное загрязнение ртутью происходит в основном из-за добавления этого металла в состав удобрений либо в результате добычи золота, сжигания угля, производства хлора. Особенность ртути в том, что она способна перейти в наиболее токсичную форму путем метилирования почвен-

ными организмами, став при этом более подвижной [5].

Например, ртуть может связываться с белками водных каналов, вызывая закрытие устьиц листьев и препятствуя поступлению воды в растения. Высокие концентрации ртути влияют на активность митохондрий и вызывают окислительный стресс, запуская выработку активных форм кислорода (АФК), что приводит к разрушению липидных биопленок и клеточному метаболизму у растений.

Таким образом, накапливаясь в почве, тяжелые металлы влияют на ее биологические свойства, содержание гумуса, структуру, реакцию среды, приводя к снижению плодородия почв и изменению микробиологического состава.

Среди источников поступления тяжелых металлов в почву, вызванных деятельностью человека, определенную роль также играют агротехнические мероприятия: использование удобрений, пестицидов, использование сточных вод для орошения.

Достижения в области химии принесли успех сельскому хозяйству. Высокие урожаи достигаются при использовании минеральных удобрений, а сохранение культурной продукции – при использовании пестицидов. Но при этом была потеряна большая часть земель, так как все эти вещества являются, с одной стороны полезными, а с другой – опасными пестицидами. Поэтому все эти химические вещества необходимо использовать осторожно, строго соблюдая определенные количественные нормы вносимых химических элементов [6].

Городские и промышленные сточные воды являются глобальными источниками загрязнения. Предприятия производят побочные продукты на каждом этапе своей деятельности. Процесс рециклинга необходимо совершенствовать, а значит, в настоящее время в результате производства в атмосферу поступает значительное число загрязняющих веществ, оказывающих негативное влияние на все компоненты окружающей среды.

Различные производства связаны с образованием высоко-

токсичных отходов органического характера, часть которых попадает в сточные воды. Далеко не всегда соблюдаются требования обязательной механической и биологической очистки, в результате чего мы получаем огромные масштабы заражения земель [7,8].

Засоление почв – еще одна значительная проблема, связанная с антропогенным воздействием. На территориях с недостаточным атмосферным увлажнением сельскохозяйственные культуры страдают от недостатка влаги, что снижает их урожайность. Чтобы компенсировать этот недостаток используется искусственное орошение. Однако неправильное орошение приводит к накоплению солей в почвах. Основными причинами являются бездренажное орошение и неконтролируемая подача воды, приводящих к повышению уровня грунтовых вод и интенсивному накоплению солей [6,9].

Таким образом, в результате воздействия антропогенных факторов происходят изменения физико-химического состояния почв, приводящие к ее деградации. Почва является одним из ключевых природных ресурсов, обеспечивающим социально-экономическое развитие общества [10]. Из-за тесной связи с человеком на протяжении всей жизни особенно важно следить за ее состоянием.

Разумеется, промышленное развитие не может быть остановлено, однако оно должно пройти по иному пути. Поэтому оценка воздействия каждой компании на окружающую среду и внедрение мер по охране окружающей среды необходимы для достижения устойчивого развития.

Снижение плодородия почвы можно остановить путем бережного отношения к ней и правильным агротехническим мероприятиям. Хотя мы не можем контролировать природные факторы, мы можем минимизировать воздействие человеческой деятельности. Восстановление природного баланса является главной задачей человечества. Поэтому нам следует найти способы сокращения негативного воздействия на планету с целью повышения ее природного потенциала.

## Литература

1. Синцов А.В., Бармин А.Н., Зимовец П.А., Валов М.В. Геоэкологическая оценка современного содержания свинца в почвенном покрове урбанизированных территорий Нижнего Поволжья // Геология, география и глобальная энергия. 2021. Т.81. № 2. С. 137-144. Doi: 10.21672/2077-6322-2021-81-2-137-144.
2. Калугина Т.С, Позняк С.С. Специфические ответные реакции почвенного микробиоценоза в условиях антропогенной деградации почвенного покрова // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века. 2018. С. 140-141.
3. Ахмадиев Г.М. Экотехнологические проблемы регионов России и прикладные способы их решения // Colloq. J. 2017. №1. С.3-11.
4. Максимова Е.В., Косицына А.А., Макурина О.Н. Влияние антропогенных факторов химической природы на некоторые эколого-биохимические характеристики растений // Вестник Самарского государственного университета. 2007. №.8. С. 146-152.
5. Steffan J.J., Brevik E.C., Burgess L.C., Cerdà A. The effect of soil on human health: an overview // Eur. J. Soil Sci. 2017. V.69. №.1. P.159-171. Doi: 10.1111/ejss.12451.
6. Осипов А.В., Колесниченко Т.В., Димитриенко О.В. Влияние антропогенных изменений на биологическую активность почв // Глобус. 2021. Т.64. №7. С. 26-29.
7. Матевосова К.Л., Грязнова В.А., Чазов Т.К. Экологические проблемы и устойчивое развитие алюминиевой промышленности // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». 2019. Т.6. №2. С. 9-9.
8. Zwolak A., Sarzyńska M., Szpyrka E., Stawarczyk K. Sources of Soil Pollution by Heavy Metals and Their Accumulation in Vegetables: a Review // Water, Air, Soil Pollut. 2019. V.230. №.7. Doi: 10.1007/s11270-019-4221-y.
9. Куликова Е.В., Горбунова Н.С., Петрова О.А. Орошение как частный случай мелиорации почв // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2019. Т.9. №2. С.21-30.
10. Несголоврова Н.П., Савельев В.Г., Неумывакина Н.А., Гладких Т.Н. Качество почв различных районов городской среды и обеспечение их экологоэкономической безопасности // Вестник

*Gotina A.A.*

*Scientific adviser: O.V. Kozlovskaya*

**INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS  
ON THE STATE OF SOILS**

*FGBOU VO "Samara State Technical University",*

This article considers the influence of anthropogenic factors of environmental pollution, as well as the consequences of anthropogenic impact on the soil cover due to the rapid growth of infrastructure.

*Кряжева Е.Ю.<sup>1</sup>, Лаптева Е.М.<sup>2</sup>,  
Сератирова В.В.<sup>1</sup>, Пильник Ю.Н.<sup>1</sup>*

## **ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ г. УХТЫ)**

*<sup>1</sup>Ухтинский государственный технический университет,*

*<sup>2</sup> Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН*

*[egremina\\_83@mail.ru](mailto:egremina_83@mail.ru)*

Впервые определены химические свойства городских подзолов Ухты. По сравнению с фоновыми показателями установлены трансформация базовых агрохимических параметров, а также загрязнение приоритетными токсикантами.

Городские слабоизмененные аналоги природных почв имеют большую научную ценность, поскольку анализ степени и направленности процесса трансформации их свойств относительно фоновых показателей позволяет оценить прямое влияние на них урбосреды и, соответственно, уровень напряженности экологической ситуации на данной территории в целом [1].

Цель данной работы заключалась в определении химических параметров верхних органогенных горизонтов подзолов, сохранившихся на территории г. Ухты, как индикаторов качества городской среды.

Для реализации поставленной цели в летний период 2019 года методом конверта был произведен отбор лесных подстилок городских подзолов, смешанные образцы (всего 9 образцов) которых анализировали общепринятыми методами в экоаналитической лаборатории Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Полученные данные сравнили с фоновыми показателями, установленными для аналогичных почв федерального природного заказника, расположенного на расстоянии 50 км от города.

Проведенные исследования показали следующее (табл. 1). Базовые агрохимические свойства городских подзолов

достаточно сильно варьируют в зависимости от места отбора проб, но в целом по сравнению с фоновыми значениями свидетельствуют об их подщелачивании и обеднении доступными формами важнейших биогенных элементов за исключением кальция, среднее содержание обменных форм которого на территории города выше, что объясняется повсеместным его присутствием в составе строительной пыли и других отходов [2]. Степень загрязнения тяжелыми металлами [3] изученных почв в среднем соответствует умеренно опасному уровню, основной вклад в него вносят As, Zn и Cu. Для Zn установлено превышение санитарно-гигиенического норматива ОДК (в 2,8 раза по среднему значению для песчаных почв) [4]. Подзолы Ухты характеризуются также повышенными концентрациями нефтеуглеводородов во всех исследованных точках по сравнению с фоном, но они, согласно [5], соответствуют допустимому содержанию в почве.

**Таблица.** Химические свойства однотипных почв городской и фоновой территорий

Показатель	Город (n=9)			Фон
	$\bar{X} \pm \Delta$	min – max	V, %	
pH (KCl)	4,8±1	3,3–7,4	27,2	3,5
Ca <sup>2+</sup> , ммоль/100 г	23±9,7	10,6–46,2	54,8	13,3
Mg <sup>2+</sup> , ммоль/100 г	3±0,8	1,6–5	37,4	3,5
С органический, %	19±6,5	10,2–37,4	44,6	29
P2O <sub>5</sub> , мг/кг	157±9,5	16,2–382,6	79,3	285
K <sub>2</sub> O, мг/кг	382±132	173,6–723,6	45,2	568
Zct (г)*	19,24±6,48	9–33	43,7	–
Нефтеуглеводороды, мг/кг	145±193	33–810	172,7	18

Примечание.  $\bar{X}$  – среднее арифметическое;  $\pm \Delta$  – доверительный интервал для  $p=0,95$ ; min – минимальное значение; max – максимальное значение; V – коэффициент вариации; n – количество исследованных точек. \* – суммарный показатель загрязнения почв тяжелыми металлами, определяемый по валовому их содержанию относительно фоновых концентраций [3].

Таким образом, верхние горизонты подзолов, сохранившихся на территории Ухты, по сравнению с фоном характеризуются подщелачиванием и обеднением доступными формами важнейших питательных элементов, а также увеличением содержания в них кальция, тяжелых металлов и нефтеуглеводородов, что свидетельствует о загрязнении ими городской среды. Следует продолжить наблюдение за химическим составом почв, а также рассмотреть возможность их очистки от избыточного содержания Zn.

### *Литература*

1. Гончарова О.Ю., Семенюк О.В., Стома Г.В. Исследования почв на урбанизированных территориях: анализ методических аспектов и подходов (на примере г. Москвы) // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2021. № 4. С. 4-12.
2. Ладонин Д.В., Михайлова А.П. Тяжелые металлы и мышьяк в почвах и уличной пыли юго-восточного административного округа г. Москвы: результаты многолетних исследований // Почвоведение. 2020. № 11. С. 1401-1411.
3. Водяницкий Ю.Н. Формулы оценки суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидами // Почвоведение. 2010. № 10. С.1276-1280.
4. СанПиН 1.2.3685-21.
5. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. Москва: МГУ, 1993. 209 с.

*E.Yu. Kryazheva<sup>1</sup>, E.M. Lapteva<sup>2</sup>, V.V. Seratirova<sup>1</sup>, Yu.N. Pilnik<sup>1</sup>*  
**CHEMICAL PROPERTIES OF NATURAL SOILS  
IN URBANIZED TERRITORIES  
(ON THE EXAMPLE OF UKHTA)**

<sup>1</sup>*Ukhta State Technical University*

<sup>2</sup>*Institute of Biology FRC Komi SC of the Ural Branch of the RAS*

The chemical properties of urban podzols in Ukhta have been determined for the first time. In comparison with background indicators, the transformation of basic agrochemical parameters, as well as contamination with priority toxicants, has been established.

*Леонтьева К.А.<sup>1</sup>, Назаров С.И.<sup>2</sup>, Романовская К.С.<sup>2</sup>*

## **ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕРЫ НА ПОЧВЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ**

*<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов им. Патрика Лумумбы*

*<sup>2</sup>ООО «Газпром ВНИИГАЗ»*

*[K\\_Romanovskaya@vniigaz.gazprom.ru](mailto:K_Romanovskaya@vniigaz.gazprom.ru)*

В данной статье рассматривается влияние серы на почвенные экосистемы в зависимости от концентрации и источника серы.

Рассматриваются как положительные, так и отрицательные действия серы на микроорганизмы, растения и почву в целом.

Сера является тринадцатым по распространению химическим элементом, на ее долю приходится около 0,06-0,10% земной коры [1]. Сера является одним из важнейших макроэлементов в природных экосистемах, обеспечивающих нормальный рост и развитие растений и микроорганизмов. Она занимает четвертое место среди основных питательных элементов для усвоения растениями после N, P и K [1],[2]. Сера является ключевым элементом аминокислот, а именно цистеина (27 % S), метионина (21 % S), цистина. В растениях он входит в состав глутатиона, фитохелатинов, кофермента А и витаминов, таких как биотин и тиамин [3]. Серосодержащие соединения в первую очередь необходимы для фотосинтеза, дыхания и выработки энергии и имеют решающее значение для выживания растений во время биотического и абиотического стресса [4]. Кроме того, достаточное количество серы в почве необходимо для правильного поддержания запасов почвенного органического вещества (ПОВ) и плодородия почвы, т.к. недостаточное ее поступление в растения в период вегетации ведет к снижению урожая и качества продукции [5].

Основным источником поступления серы в растения служит почва. На содержание серы в почвах влияют в первую очередь атмосферные осадки, применение серосодержащих пестицидов, минеральные и органические удобрения.

В последние годы в результате контроля антропогенного

воздействия поступление серы в почву существенно снизилось. Наибольший дефицит серы наблюдается в почвах с низким содержанием гумуса. Исследованиями установлено, что наибольшее содержание серы находится в почвах богатых гумусом: в черноземах, темно-серых лесных почвах, а наименьшее – в дерново-подзолистых и светло-серых лесных почвах [6].

Однако содержание серы в почве в окрестностях промышленных центров во многих случаях превышает допустимые значения. Например, ежегодно только в процессе обессеривания нефти образуется огромное количество комовой серы – около 50 млн. тонн, при этом большое количество серы попадет в почвы, загрязняя их. На засоленных почвах наступает угнетение и гибель растение и живых организмов [7]. Избыток серы более вреден, чем недостаток.

Сера существенно влияет на структуру почвенного микробиологического сообщества, особенно когда происходит окисление или восстановление серы, что тесно связано как с биодоступностью тяжелых металлов, так и с функцией круговорота веществ в почве. Исследования показывают, что высокое содержание серы может снижать экологическую функцию почвы, подавляя энергетический обмен и фиксацию углерода микроорганизмами [3].

Различные концентрации серы приводят к значительным различиям микробного сообщества сельскохозяйственных почв. Микроорганизмы, которые подвергаются стрессу в определенных условиях окружающей среды, классифицируются как чувствительные. Серочувствительными являются бактерии *Gemmimonas*, *Pseudolabrys*, *MND1* [5]. Микроорганизмы, которые обладают толерантностью к определенным внешним условиям, называются устойчивыми. Сероустойчивыми бактериями являются *Occallatibacter*, *Acidibacter*, *Aquisphaera*. [5]

Также высокое содержание серы ингибирует микробный цикл ТСА – центральную часть общего пути катаболизма,

в ходе которого ацетильные остатки ( $\text{CH}_3\text{CO}-$ ) окисляются до диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), синтез бета-окисления ацил-КоА, восстановительный цитратный цикл [5]. Высокое содержание серы подавляет рост функциональных микроорганизмов и тем самым влияет на экологические функции почвы.

В растениях сера присутствует в виде тиоловых ( $-\text{SH}$  или сульфидильных) групп в белках, которые играют важную роль в смягчении окислительного стресса и окислительно-восстановительном контроле. Растения поглощают серу в виде сульфатов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), которые транспортируются из ризосфера в разные части растения через ксилему к местам метаболических реакций [1]. Далее они ассимилируются в форме цистеина, который является основным источником восстановленной серы для многих различных органических соединений, обнаруженных в растениях [1].

Сера входит в состав цистина, глутатиона, кофермента А, тиамина, сульфолипида и биотина. Флюэма обеспечивает канал для серы S к семенам, как в стручках бобовых, семенах риса и зернах пшеницы, в виде сульфата, глутатиона и S-метилметионина соответственно [8]. Затем сера проникает в ткани семени для дальнейшего синтеза в цистеины или белки после проникновения через эмбрион или эндосперм [8]. Избыток сульфата, поглощаемый растениями ненужным образом, обычно сохраняется внутри вакуоли.

Обычно растения содержат 10–15 г S/кг. В среднем растениям требуется количество серы, равное количеству фосфора и 9-15% количества N.

В горшочном опыте с райграсом многолетним [9] в бедной по сере почве были получены данные для оценки влияния на органическое вещество почвы серных удобрений, вносимых совместно с удобрениями NPKMg. Результаты проведенных исследований [9] свидетельствуют о том, что внесение дополнительной серы с NPKMg существенно стимулировало рост растения в результате увеличения поглощения растениями азота и серы. Внесение серы, особенно в виде сульфатов,

изменяет состав ПОВ. Таким образом, серные удобрения способствуют поддержанию плодородия почвы.

Учитывая важность биохимии серы в почвенных экосистемах, необходимо развивать исследования, сосредоточенные на различных путях и механизмах трансформации серы в системах почва-окружающая среда-растения.

Более эффективное использование серы из почвы может улучшить способность сельскохозяйственных культур к поглощению питательных веществ и снизить расходы на удобрения.

### *Литература*

1. *Sharma R.K., Cox M.S., Oglesby C., Dhillon J.S.. Revisiting the role of sulfur in crop production: A narrative review //Journal of Agriculture and Food Research.* 2024. Vol.15. 101013.
2. *Bravo S., Jiménez-Ballesta R., Amorós J.A., Pérez-de-los-Reyes C., Villena J., García-Navarro F.J. Accumulation, distribution pattern and potential contamination of sulphur in vineyard soils of the Valdepeñas protected denomination origin. //Science of The Total Environment.* 2023. Vol.904. 166642.
3. *Жуйков Д.В. Сера и микроэлементы в агроценозах (обзор) // Достижения науки и техники АПК.* 2020. №11. С.32-42
4. *Heyong Liu, Zecheng Dai, Yingjie Wang, Xiaomeng Ma, Zhan Shi, Ruzhen Wang, Zhuwen Xu, Hui Li, Xingguo Han, Yong Jiang. Interacting effects of water and nitrogen addition on soil-plant sulfur dynamics in a semi-arid grassland //Geoderma.* 2024. Vol.442. 116796.
5. *Longfei Xu, Guiyin Wang, Shirong Zhang, Ting Li, Xiaoxun Xu, Guoshu Gong, Wei Zhou, Yulin Pu, Yongxia Jia, Yun Li, Lulu Long. Inhibition of high sulfur on functional microorganisms and genes in slightly contaminated soil by cadmium and chromium //Environmental Pollution.* 2024. Vol.344. 123421.
6. *Иванова А.В. Баланс серы в севооборотах и эффективность серосодержащих удобрений в условиях дерново-подзолистых почв республики Марий Эл: дис. канд. агрохимия наук: 06.01.04. - Йошкар-Ола, 2018. - 144 с.*

7. *Ahmed Al-Mayahi, Daniel Menezes-Blackburn, Said Al-Ismaily, Hamad Al-Busaidi, Ayman Al-Siyabi, Buthaina Al-Siyabi, Salim Al-Saidi, Nadhira Al-Harrasi.* Elemental sulfur effects on salt leaching, plant growth, nutrient uptake, and microbial diversity in an arid saline soil // *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 2024. Vol.23(3). P. 227-235
8. *Kankunlanach Khampuang, Nanthana Chaiwong, Atilla Yazici, Baris Demirer, Ismail Cakmak, Chanakan Prom-U-Thai.* Effect of Sulfur Fertilization on Productivity and Grain Zinc Yield of Rice Grown under Low and Adequate Soil Zinc Applications // *Rice Science.* 2023. Vol.30(6). P.632-640,
9. *Magnucka EG, Kulczycki G, Oksińska MP, Kucińska J, Pawęska K, Milo Ł, Pietr SJ.* The Effect of Various Forms of Sulfur on Soil Organic Matter Fractions and Microorganisms in a Pot Experiment with Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Plants (Basel).* 2023. Vol.12(14). P.2649.

**K.A. Leontyeva <sup>1</sup>, S.I. Nazarov <sup>2</sup>, K.S. Romanovskaya <sup>2</sup>**

**PECULIARITIES OF SULFUR IMPACT  
ON SOIL ECOSESTEMS**

<sup>1</sup> *Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

<sup>2</sup> *LLC «Gazprom VNIIGAZ»*

This paper examines the effect of sulfur on soil ecosystems depending on the concentration and source of sulfur. Both positive and negative actions of sulfur on microorganisms, plants and soil in general are considered.

*Марахова Н. А.*  
**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
ДЕГРАДАЦИИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ  
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Евразийский центр по продовольственной безопасности  
(Аграрный центр) МГУ, Москва  
[marakhova2013@yandex.ru](mailto:marakhova2013@yandex.ru)*

В статье приводятся результаты оценки масштабов деградации пахотных земель Белгородской области путём сравнения фактического состояния с эталонным, расчёт степеней деградации, оценка сопутствующего ущерба. Делается вывод о необходимости комплексного подхода к оценке деградации.

По разным оценкам в мире деградировано в разной степени порядка 20-40% всех земель [1]. Деградация влияет на многие общественные сферы, в том числе такие критически важные как продовольственная безопасность.

Немаловажным вопросом при изучении деградации является поиск подходов к её оценке. Зачастую используется подход, при котором отслеживаются изменения в различных почвенных характеристиках во времени. То есть происходит оценка «относительной» деградации – изменения показателей в сравнении с неким периодом в прошлом [2]. Наряду с этим представляется важным развитие подхода к оценке «абсолютной» деградации. В данной работе была предпринята попытка такой оценки, а также степени деградации и сопутствующего ущерба.

В качестве объекта исследования были взяты пахотные земли Белгородской области. Оценка проводилась на 2015 год. В Белгородской области наблюдаются различные деградационные процессы: агроистощение, дегумификация, подкисление почв и эрозия.

Для оценки количества деградированных земель проводилось сравнение фактических почвенных данных с эталонными [3,4], использовались данные дистанционного зондирования,

а также данные 9-го цикла агрохимического обследования территории (проводившегося в 2010-2014 гг.).

Оценка степени деградации и величины ущерба проводилась на основании методики «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (1994 г.) и «Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель» (1996 г.) в модификации Макарова О.А. [5,6].

Величина ущерба была рассчитана для каждого из показателей (органическое вещество, фосфор, калий, кислотность, эрозия), также оценивалась итоговая величина ущерба от деградации почв и земель Белгородской области.

Проведённое исследование показало, что в Белгородской области деградировано 98,7% пахотной территории (рис. 1). Причём наибольшее количество земель, не соответствующих эталонным значениям, наблюдается для показателя кислотности (95,4%), а наименьшее для показателя содержания калия (19,3%) (табл. 1).

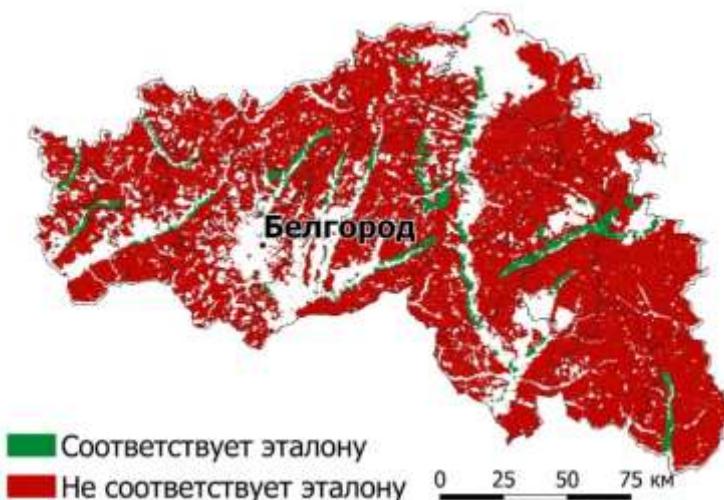


Рис. 1. Сравнение фактических и эталонных почвенных показателей пахотных почв Белгородской области.

**Таблица 1.** Количество и доля деградированных (не соответствующих эталонному значению) пахотных земель Белгородской области

Показатель	Площадь, км <sup>2</sup>	Доля от общей площади, %
Подвижный фосфор	11920,0	63,3
Обменный калий	3627,2	19,3
Гумус	15257,7	81,0
Кислотность	17977,4	95,4
Гумус	15257,7	81,0
Все показатели *	18592,3	98,7

\* Земли с несоответствием эталонным значениям хотя бы по одному из четырёх показателей

При этом степени деградации составили от 1 до 4 для показателя содержания органического вещества, 0-3 для калия, 0-2 для кислотности и 0-4 для фосфора и эрозии.

Величина ущерба от деградации пахотных земель Белгородской области составила свыше 256 млрд руб., или 13 руб./м<sup>2</sup>. По показателям эрозии и содержания гумуса отмечаются наибольшие величины ущерба (табл. 2).

**Таблица 2.** Результаты расчета ущерба от деградации пахотных земель Белгородской области

Суммарный ущерб, млрд руб.	256,8
Площадь пашни области, км <sup>2</sup>	19768,9
Удельный ущерб, руб./м <sup>2</sup>	13,0
Доля ущерба по гумусу от общего по области, %	67,2
Доля ущерба по калию от общего по области, %	28,0
Доля ущерба по фосфору от общего по области, %	54,3
Доля ущерба по pH от общего по области, %	11,8
Доля ущерба по эрозии от общего по области, %	67,7

Сравнение полученных результатов с «относительной» оценкой показало, что «абсолютные» показатели деградации выше. Так, при оценке пахотных территорий Белгородской области по базовой методике нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) за период 2000-2015 гг. доля деградированных земель составила 35,1%. Включение в оценку дополнительной информации об изменении почвенных характеристик – оценка по модифицированной методике НБДЗ – повысило количество деградированной пашни до 64% [2]. В то время как подход на основе сравнения фактических и эталонных почвенных показателей привёл к оценке доли деградированных пахотных земель величиной почти в 100%. Такая информация полезна для понимания как общего состояния территории, так и имеющихся актуальных для периода исследования тенденций. Полученные высокие результаты оценки деградации не следует воспринимать однозначным сигналом кризисной ситуации, напротив, это указывает на потенциальное направление развития анализируемой территории.

### *Литература*

1. United Nations Convention to Combat Desertification, 2022. The Global Land Outlook, second edition. UNCCD, Bonn
2. Цветнов Е.В., Цветнова О.Б., Макаров О.А., Марахова Н.А. Проблемы оценки нейтрального баланса деградации земель на уровне региона Российской Федерации // Земледелие. 2020. №2. С.3-6
3. Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв Европейской территории России при антропогенных воздействиях. Москва, 2010. 176 с.
4. Региональные эталоны почвенного плодородия. Москва, 1991. 274 с.
5. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель, Минприроды России и Роскомземом, 1994.

6. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель, Минприроды России и Роскомзем, 1996.

*N. Marakhova*

**ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT  
OF CROPLAND DEGRADATION IN BELGOROD REGION**

*Eurasian Center for Food Security of MSU, Moscow*

The article presents the results of assessing the scale of degradation of arable lands in the Belgorod region by comparing the actual state with the reference one, calculating the degrees of degradation, and assessing collateral damage. The conclusion is made about the need for an integrated approach to assessing degradation.

**Неведров Н.П., Кузнецова Е.А., Довидович Е.Д.**  
**ЦИКЛ УГЛЕРОДА В ЭКОСИСТЕМАХ**  
**С НАТИВНЫМИ И АНТРОПОГЕННО**  
**ПРЕОБРАЗОВАННЫМИ ТЕМНО-СЕРЫМИ**  
**ПОЧВАМИ**

*Курский государственный университет, Курск*  
[9202635354@mail.ru](mailto:9202635354@mail.ru)

В статье представлены данные о пространственно-временной изменчивости процессов углеродного цикла в разных типах природных экосистем и видах агроэкосистем. Установлено, что почвы экосистем леса и сада эмитируют в атмосферу на 7,2 – 47,9 % больше углерода, чем почвы агроэкосистем и экосистем с травянистыми фитоценозами.

Одна из стратегий достижения углеродной нейтральности заключается в использовании почв сельскохозяйственных земель в качестве пула секвестрации углерода, так как запасы органического углерода в почвах агроэкосистем значительно ниже, чем в почвах естественных экосистем [1, 2, 3].

Темно-серые и серые почвы способны аккумулировать и сохранять ассимилированный из атмосферы углерод, что помогает снижать парниковый эффект и замедлять изменения климата. В виду своей природной специфики максимально перспективными по потенциалу накопления углерода являются агросерые почвы [4].

Цель работы состояла в исследовании особенностей пространственно-временной изменчивости процессов углеродного цикла в природных и антропогенно измененных экосистемах, функционирующих на темно-серых почвах и их антропогенных модификациях.

Исследование проводилось на территории Агробиологической станции Курского государственного университета, расположенной в северной части Курской агломерации. В качестве объектов исследования были выбраны почвы 6 ключевых участков, представленных

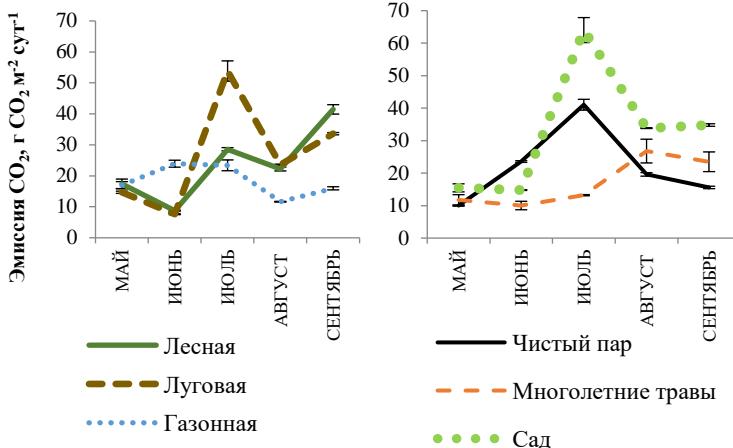
природными, природно-антропогенными и антропогенными экосистемами: лесная экосистема, луг разнотравный, газонная экосистема, агроэкосистема (яблоневый сад), агроэкосистема (многолетние травы), агроэкосистема (чистый пар). Почвенный покров исследуемых экосистем был представлен темно-серыми почвами и агротемно-серыми почвами.

Для оценки сезонной динамики скорости эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности исследуемых почв применялся камерный метод. Почвенный экологический мониторинг проводился в период с мая по сентябрь 2023 года [5]. Содержание органического углерода определялось по методу Тюрина. Продуктивность травостоя исследовали методом укосов на пробных площадках площадью  $0,25 \text{ м}^2$  (повторность трехкратная). Содержание углерода в фитомассе определяли методом сухого озоления.

Статистическая обработка данных осуществлена с использованием средств Microsoft Excel 2007.

По полученным результатам установили, что в течение исследуемого периода температура почв изменялась в пределах от 11,6 до  $21,3^\circ\text{C}$ . Внутри каждого месяца температуры почв лесной экосистемы и экосистемы яблоневого сада, как правило, была ниже, чем в остальных исследуемых экосистемах. Сезонные изменения влажности почвы в течение исследуемого периода на разных участках составляли от 6,1 до 15,8%.

Показатель скорости почвенной эмиссии  $\text{CO}_2$  в исследуемых экосистемах имел схожую динамику, характеризующуюся, как правило, минимумами показателя в мае – июне и максимумами в июле (рис. 1).



**Рис. 1.** Сезонная динамика скорости эмиссии CO<sub>2</sub> из темно-серых и агротемно-серых почв исследуемых экосистем: А – природные и антропогенная (газонная), Б – агроэкосистемы

Наибольшее количество углерода эмитировали в атмосферу почвы агроэкосистемы сада (19,0 т/га) и лесной экосистемы (13,8 т/га). Это можно объяснить максимальной по сравнению с другими исследуемыми экосистемами биомассой корневых систем и наибольшей микробной биомассой. Минимальная эмиссия углерода наблюдалась из почвы агроэкосистемы с многолетними травами (9,9 т/га).

Результаты сезонных изменений содержания и запаса органического углерода в гумусовых горизонтах почв показали, что его накопление (увеличение на 0,11 – 0,12% по содержанию) происходило в почвах экосистем луга и сада, что объясняется сенокошением (5 раз за сезон) без выноса биомассы из экосистемы, что способствовало регулярному поступлению повышенного количества опада на поверхность почвы, с последующей его постепенной биодеградацией и гумификацией. Во всех остальных экосистемах наблюдалась потеря органического углерода почвами, достигавшие 0,34% в лесной экосистеме (максимум).

В течение вегетационного сезона в фитомассе и свежем опаде исследуемых экосистем запасалось от 4,2 до 7,5 т/г углерода. Лесная экосистема и агроэкосистема сада отличались большей продуктивностью и явно превалировали по этому показателю.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- Почвы экосистем леса и сада эмитируют в атмосферу на 7,2 – 47,9 % больше углерода, чем почвы агроэкосистем и экосистем травянистых фитоценозов.
- Темно-серые и агротемно-серые почвы экосистем луга и сада за период с мая по сентябрь депонировали в гумусовых горизонтах (AU и PU) 2,3 и 3,3 т/га органического углерода соответственно.
- В опаде и травостое экосистемы яблоневого сада за вегетационный сезон ассимилировалось до 7,5 т/га углерода, что на 13,3 – 28% больше, чем в дубраве и луговой экосистеме.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы «УМНИК» Фонда содействия инновациям, договор № 17460ГУ/2022.

### *Литература*

1. *Martin J.G., Bolstad P.V.* Variation of soil respiration at three spatial scales: Components within measurements, intra-site variation and patterns on the landscape // *Soil Biology and Biochemistry*. 2009. V. 41. P. 530–543.
2. *Paustian K., Collier S., Baldock J., Burgess R., Creque J. et al.* Quantifying carbon for agricultural soil management: from the current status toward a global soil information system // *Carbon Management*. 2019. Vol.10: 6. P. 567-587.
3. *Кудеяров В.Н.* Современные оценки углеродного цикла в глобальном масштабе и на территории России // Эмиссия и сток парниковых газов на территории Северной Евразии (ред. академик Н.П. Алферов). – Пущино, 2004 – С. 17-24.
4. *Романенков В.А., Мешалкина Ю.Л., Горбачева А.Ю.,*

*Добровольская В.А., Кренке А.Н. Прогноз динамики запасов углерода в почвах возделываемых земель европейской россии в контексте стратегии низкоуглеродного развития // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87. № 4. С. 584-596.*

5. *Nevedrov N.P., Sarzhanov D.A., Protsenko E.P., Vasenev I.I. Seasonal Dynamics of CO<sub>2</sub> Emission from Soils of Kursk // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. No. 1. P. 80-88.*

*N.P. Nevedrov, E.A. Kuznetsova, E.D. Dovidovich*

**CARBON CYCLE IN ECOSYSTEMS WITH NATIVE AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMED DARK GRAY SOILS**

*Kursk State University, Kursk*

The article presents data on the spatial and temporal variability of carbon cycle processes in different types of natural ecosystems and types of agroecosystems. It has been established that the soils of forest and garden ecosystems emit 7,2–47,9% more carbon into the atmosphere than the soils of agroecosystems and ecosystems with herbaceous phytocenoses.

*Никоноров М. М., Макарова Ю.В.*  
**РОЛЬ АВТОТРАНСПОРТА В ЗАГРЯЗНЕНИИ**  
**УРБАНОЗЕМОВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**  
*Самарский национальный исследовательский университет*  
*имени академика С.П. Королёва*  
[mishanikonov2002@nextmail.ru](mailto:mishanikonov2002@nextmail.ru)

Изучены уровни содержания тяжелых металлов в почвогрунтах придорожной зоны главной автотранспортной магистрали Самары – Московского шоссе и в почвах участков, удаленных от нее на 15-30 м. Установлено, что во всех изучаемых почвенных образцах присутствуют анализируемые тяжелые металлы, но их концентрации не превышают ПДК и кларков городских почв. Полученные концентрации оказались достаточно сходными, но содержание Cr, Mn, Co, Ni, Zn, As, Se, Rb, Sr, Pb было несколько выше в почвах удаленных от дороги участков, что свидетельствует о влиянии атмосферного переноса для этих элементов от разных источников загрязнения. Более высокое содержание V, Cu и Cd в почвах придорожных зон показывает значимость автотранспорта в загрязнении городской среды этими металлами.

Город Самара является крупным промышленным центром Российской Федерации с хорошо развитой транспортной инфраструктурой, существенную долю которой составляет автомобильный транспорт. Рост численности автотранспорта приводит к постоянному увеличению загрязнения компонентов окружающей среды, масштабы которого в последние несколько лет приняли угрожающий характер. Так, согласно данным доклада об экологической ситуации в Самарской области, в 2022 году выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в Самаре составили 95,8 тыс. тонн, что составляет около 60% от общего объема выбросов в городе [1, с.24-26]. Среди токсичных веществ, выделяющихся в окружающую среду в ходе эксплуатации автомобилей, одними из наиболее опасных считаются тяжелые металлы. [2, с.25-30].

Тяжелые металлы поступают в придорожное пространство как в результате функционирования и эксплуатации автотранспортных средств, так и при износе асфальтного покрытия. В процессе истирания автомобильных покрышек в почвогрунты придорожных зон поступают Co, Cu, Fe, Mn, Pb, Ni, Ti, Zn. Смазочные масла и подшипники являются источниками загрязнения компонентов окружающей среды Cu и Zn, продукты износа кузовных покрытий автомобилей содержат Ni и Cr, а Cd поступает в биосферу в результате стирания асфальтобетонного дорожного покрытия [3, с.233-236].

Полевые исследования проводились в г. Самаре в августе-сентябре 2022 года. Закладка пробных площадей осуществлялась вдоль крупнейшей автомагистрали города – Московского шоссе, в пяти равноудаленных друг от друга точках, характеризующихся повышенной транспортной нагрузкой (Московское шоссе/ул. Революционная, ул. Авроры, ул. Советской Армии, ул. Ново-Вокзальная, ул. Ташкентская), в 1 м от полотна дороги. Для оценки миграции тяжелых металлов в урбанизмах были выбраны участки, расположенные в 15-30 м от придорожных пробных площадей. Отбор почвенных образцов осуществляли из верхнего гумусового горизонта до глубины 10-15 см. Количественное содержание тяжелых металлов в почвах осуществляли методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой [4].

Средние показатели содержания тяжелых металлов в почвогрунтах придорожной зоны, в почвах участков, удаленных от автомагистрали, фоновые показатели для почвенного покрова г. Самары в целом, ПДК для почв и кларки городских почв представлены в табл.1.

Сравнительный анализ средних концентраций изучаемых элементов показал, что уровень их содержания в почвогрунтах придорожных зон г. Самары и в почвах

удаленных от дороги участков не превышают ПДК и кларков городских почв.

**Таблица 1.** Среднее содержание тяжелых металлов в изучаемых почвогрунтах и нормативные показатели для почв, мг/кг воздушно-сухой почвы

Элемент	Придорожная зона	Участки, удаленные от автодороги	Город Самара [5]	ПДК [6]	Кларки городских почв [7]
V	41,07±7,00	38,50±8,19	42,82	150,00	104,90
Cr	13,01±1,45	13,20±1,96	28,26	100,00	80,00
Mn	236,42±17,	271,21±31,4	289,03	1500,00	728,70
Co	5,62±0,56	5,90±0,64	9,20	8,00	14,10
Ni	11,95±2,31	14,32±3,32	35,59	80,00	33,00
Cu	26,68±7,36	23,82±4,62	42,42	55,00	39,00
Zn	66,02±14,4	72,82±25,01	198,74	220,00	158,00
As	1,23±0,23	1,32±0,19	2,36	2,00	15,90
Se	0,04±0,03	0,07±0,07	0,28	-	-
Rb	5,87±1,48	6,19±1,99	9,98	-	58,00
Sr	30,83±1,84	31,28±2,54	37,81	-	457,80
Cd	0,15±0,03	0,13±0,01	0,27	-	0,90
Pb	7,47±1,65	8,44±1,71	36,79	32,00	54,50

Концентрации всех анализируемых элементов в придорожных зонах и в почвах удаленных от дороги участков достаточно близки. При этом для большинства изучаемых элементов (Cr, Mn, Co, Ni, Zn, As, Se, Rb, Sr, Pb) более высокие концентрации были выявлены в почвах удаленных от полотна дороги участков, что отражает определенную активность атмосферного переноса этих элементов. Только содержание V, Cu и Cd было несколько выше в почвах придорожных зон, что может быть связано с их активным поступлением в природу среду в результате эксплуатации транспортных средств и износа дорожного полотна, а также с высокой способностью к образованию

комплексных соединений, которые аккумулируются в почвах вблизи источника поступления.

Поступление Mn и V в почвы изучаемых участков может быть связано с работой двигателей внутреннего сгорания автомобилей, в которых часть топлива не сгорает полностью, и компоненты, содержащие тяжелые металлы, с выхлопными газами поступают в окружающую среду, в дальнейшем накапливаясь в почве. Укладка асфальтобетонных покрытий дорожного полотна способствует поступлению ионов Sr в почвогрунты придорожной зоны.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что автомобильный транспорт играет значительную роль в загрязнении почвенного покрова города Самары тяжелыми металлами.

### *Литература*

1. Доклад об экологической ситуации в Самарской области за 2022 год. Самара, 2023. 175 с.
2. *Eljarrat A., Arnemo J.M., Harner M.*. Environmental Impacts of Automobile Emissions: Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants // Handbook of Environmental Chemistry. Springer, 2021. P.25-30.
3. *Абузярова Ю.В., Колесников П.В. Чикенева И.В.* Загрязнение придорожной зоны выбросами автотранспорта на примере Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3 (35). Ч.2. С.233-236.
4. ПНД Ф 16.1:2.3:3.11–98 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. М.: Центр Исследования и Контроля Воды, 2005. 28 с.
5. *Прохорова Н.В., Макарова Ю.В., Бугров С.В., Тонковидов А.В.* Тяжелые металлы в почвенном покрове промышленных городов Самарской области // Экологическая, промышленная

и энергетическая безопасность – 2020: Материалы международной научно-практической конференции. (Севастополь, 14-17 сентября 2020 г.). Севастополь: Севастопольский гос. университет, 2020. С.454-459.

6. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2006. 15 с.
7. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2013. 380 с.

*M.M. Nikonorov, Yu.V. Makarova*

**THE ROLE OF ROAD TRANSPORT IN THE POLLUTION  
OF URBAN SOILS WITH HEAVY METALS**

*Samara National Research University*

The city of Samara is a large industrial center with a developed transport infrastructure. The levels of heavy metals in the soils of the roadside zone of the main highway of the city of Moskovskoye highway and in the soils of sites 15-30 m away from it were studied. It was found that the analyzed heavy metals are present in all studied soil samples, but their concentrations do not exceed the MPC and clarks of urban soils. The concentrations obtained turned out to be quite similar, but the content of Cr, Mn, Co, Ni, Zn, As, Se, Rb, Sr, Pb was slightly higher in soils of sites remote from the road, which indicates the importance of atmospheric transport for these elements from different sources of pollution. The higher content of V, Cu and Cd in the soils of roadside zones shows the importance of motor transport in polluting the urban environment with these metals.

*Прохорова Н.В., Рязанова Я.А., Кузовенко О.А.*  
**МЫШЬЯК В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ СТЕПНЫХ  
ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва  
[natali.prokhorova.55@mail.ru](mailto:natali.prokhorova.55@mail.ru)*

Мышьяк (As) относится к 1 классу опасности, поэтому его содержание в природных средах строго контролируется.

В 2023 году изучали содержание As в верхнем горизонте почв четырех особо охраняемых природных территорий, представляющих собой расположенные на территории Самарской области в пределах Синего Сырта участки целинных степей.

Установили относительно высокий уровень содержания As в изучаемых почвах (от 21,7 до 41,7 мг/кг). В более ранних исследованиях (1993-2005 годы) были выявлены подобные уровни содержания этого элемента в пахотных почвах региональной степи. Предполагается превалирующее влияние природных факторов на аккумуляцию As в целинных и антропогенно трансформированных степных почвах Самарской области, но роль техногенеза также весьма значима.

В современных условиях эколого-биогеохимические особенности природных и техногенно трансформированных территорий во многом определяются уровнем содержания тяжелых металлов и металлоидов в природных средах и, прежде всего, в почве [1, с.5; 2, с.5-8; 3, с.9-10]. В этой группе загрязнителей особое место занимают химические элементы, относящиеся к 1 классу опасности, среди которых выделяют As, Hg, Pb, Cr, Cd, Zn [4, с.6; 5, с.551]. Особенности накопления наиболее токсичных металлов в почвах разных регионов России, включая Самарскую область, достаточно хорошо изучены. Данных по металлоидам не так много, в частности, для Самарской области опубликованы только самые общие сведения об особенностях накопления As в почвах [6, с.2328-2332].

В данном материале представлены результаты исследования накопления As в почвах степной зоны и отдельных степных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Самарской области, полученные в разные годы исследований (1993-2005 гг. и 2023 г.). Выбор As для более глубокого анализа определяется относительно слабой изученностью его накопления в почвах региона и высокой токсичностью для биоты.

Для Самарской области естественными источниками накопления мышьяка в почвах могут быть соединения серы и железа, содержащие мышьяк. Техногенными источниками мышьяка, очевидно, являются некоторые удобрения и ранее активно использовавшиеся пестициды с мышьяком, отходы металлообрабатывающих и машиностроительных предприятий, автотранспорт, а также газовые и пылевые выбросы горно-обогатительных комбинатов, поступающие с региональным атмосферным переносом с территории соседней Оренбургской области.

Наши исследования особенностей накопления As в почвенном покрове степей Самарской области были начаты в 1993 году и продолжаются до настоящего времени. Основная база данных о содержании этого элемента в почвах региона была получена с использованием метода характеристического рентгеновского излучения (метод ХРИ, зарубежный аналог PIXE). В исследованиях 2023 года был использован метод атомно-абсорбционной спектроскопии (AAC). В качестве объекта исследования были выбраны почвы из верхнего гумусового горизонта (0-10 см) на всей территории Самарской области, включая степную зону, и четырех расположенных здесь в пределах Синего Сырта ООПТ: «Участок типчаково-ковыльной целинной степи» (ООПТ 1), «Урочище Мулин дол» (ООПТ 2), «Костинские лога» (ООПТ 3), «Истоки реки Большой Иргиз» (ООПТ 4).

В период 1993-2005 годов были получены средние показатели накопления As в почвенном покрове Самарской

области в целом (813 образцов) и отдельно для степной зоны региона (378 образцов). Средние показатели для почв изучаемых ООПТ получены в 2023 году на основе усреднения данных по 3 пробам для каждой из них.

Средний уровень содержания As в почвах Самарской области равен 7,36 мг/кг, но для основной части образцов его содержание было менее 5 мг/кг. Для степной зоны региона средний показатель содержания As равен 7,66 мг/кг. При этом в степи на фоне преобладающих относительно низких концентраций (< 5 мг/кг) достаточно значима доля высоких концентраций, вплоть до 102 мг/кг (табл. 1).

**Таблица 1.** Статические показатели содержания As в почвах изучаемых территорий в Самарской области, мг/кг

Территории	n	$X \pm m$	Lim (min – max)
Самарская область	813	$7,36 \pm 0,35$	0,0 – 123,0
Степи региона	373	$7,66 \pm 0,56$	1,0 – 102,0
ООПТ 1	3	$28,35 \pm 3,65$	24,7 – 32,0
ООПТ 2	3	$28,10 \pm 9,45$	12,3 – 45,0
ООПТ 3	3	$21,67 \pm 2,90$	17,0 – 27,0
ООПТ 4	3	$43,67 \pm 3,48$	38,0 – 50,0

ПДК валовой формы As в Российской Федерации составляет 2 мг/кг, но нормативы предлагают использовать ее с учетом фона. В таком случае для почв Самарской области ПДК As следует считать равной 9,36 мг/кг.

Эколого-биогеохимические исследования почв степных ООПТ, проведенные в 2023 году, выявили характерную для них особенность, заключающуюся в высоком содержании As. В табл. 1 показаны средние концентрации As для почв всех четырех изучаемых ООПТ, которые варьируют от 21,7 мг/кг в почвах ООПТ 3 «Костинские лога» до 41,7 мг/кг в почвах ООПТ 4 «Исток реки Большой Иргиз». Эти показатели превышают региональную ПДК для мышьяка в 2,3-4,5 раза.

Высокое содержание As в степных почвах региона, связано

с естественными и техногенными факторами. Установлено, что почвы степи, включая изучаемые ООПТ, характеризуются слабокислыми, нейтральными и слабощелочными показателями pH, а также достаточно высоким содержанием железа (максимальная концентрация 60796 мг/кг при региональном фоновом содержании 32890 мг/кг), соединения которого способны закреплять As в почвах. На достаточно прочное связывание As в почвенном покрове изучаемых ООПТ указывает и его низкая миграционная способность (подвижная форма < 1 мг/кг). До запрета на использование мышьяковистых пестицидов в нашей стране (1978 год) они широко применялись в практике растениеводства, в том числе и в Самарской области. Определенную роль в загрязнении степных почв As могут играть транспорт и нефтедобыча. Возможен перенос выбросов, обогащенных As, от горно-обогатительных предприятий с соседней Оренбургской областью.

### *Литература*

1. *Nriagu J.O., P. Bhattacharya P., Mukherjee A.B., Bundschuh J., Zevenhoven R., Loepert R.H. Arsenic in soil and groundwater: an overview // Trace Metals and other Contaminants in the Environment. 2007. Vol.9. P. 3-60. DOI: org/10.1016/S1875-1121(06)09001-8.*
2. *Водяницкий Ю.Н., Ладонин Д.В., Савичев А.Т. Загрязнение почв тяжелыми металлами. М.: Издательство Московского университета, 2012. 305 с*
3. *Мотузова Г.В., Карпова Е.А. Химическое загрязнение биосфера и его экологические последствия. М. Издательство Московского университета, 2013. 304 с.*
4. *Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. 85 с.*
5. *Pigna M, Caporale A.G., Cavalca L., Sommella A., Violante A. Arsenic in the soil environment: Mobility and phytoavailability // Environ. Eng. Sci. 2015. Vol.32(7). P.551-563. DOI: 10.1089/ees.2015.0018.*

6. *Прохорова Н.В. Металлы и металлоиды в лесостепных и степных ландшафтах Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т.15. № 3 (7). С. 2328-2332.*

*N.V. Prokhorova, Ya.A. Ryazanova, O.A. Kuzovenko*

**ARSENIC IN THE SOIL COVER OF STEPPE ESPECIALLY  
PROTECTED NATURAL AREAS OF THE SAMARA REGION**  
*Samara National Research University (Samara, Russian Federation)*

Arsenic (As) belongs to hazard class 1, therefore its content in natural environments is strictly controlled. In 2023, we studied the As content in the upper soil horizons of four specially protected natural areas, which are areas of virgin steppes located within the Siniy Syrt (Samara region). A relatively high level of As content in the studied soils was established (from 21.7 to 41.7 mg/kg). Earlier studies (1993-2005) revealed similar levels of this element in arable soils of the regional steppes. The prevailing influence of natural factors on the As accumulation in virgin and anthropogenically transformed steppe soils of the Samara region is assumed, but the role of technogenesis is also very significant.

*Савин И.Ю.<sup>1</sup>, Березуцкая Э.Р.<sup>2</sup>*

**ЗАКОНОМЕРНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ  
КОМБИНАЦИИ НАЗЕМНОГО ПОКРОВА  
И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ**

<sup>1</sup>*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия,*  
<sup>2</sup>*Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы*  
[savigory@gmail.com](mailto:savigory@gmail.com), [ebigildina@gmail.com](mailto:ebigildina@gmail.com)

На основе анализа литературных данных сделан обзор наиболее часто используемых определений наземного покрова (Land Cover).

Установлено, что часто авторы смешивают понятия наземного покрова с растительностью и земельными угодьями. Более логичным выглядит понимание наземного покрова как (био)физического состояния земной поверхности. Подобное смешение объектов наземного покрова приводит к тому, что классификации наземного покрова также часто включают в себя объекты из классификаций растительности, почв, ландшафтов, землепользования.

Важность анализа и мониторинга наземного покрова Земли с каждым годом становится все более очевидной. Используя современные методы и технологии, исследователи и эксперты различных областей знаний, таких как география, экология, почвоведение, геоинформационные системы, стараются получить максимально точный обзор о наземном покрове и его распределении на поверхности нашей планеты. Несмотря на высокую значимость, это научное направление до сих пор недостаточно научно обосновано. Отсутствует общепринятая терминология и классификация наземного покрова. Целью настоящей статьи является обзор основных понятий и классификаций наземного покрова с целью выработки подходов, которые наиболее полно отражали бы суть этого природного объекта и облегчали его использования для создания новых методов картографирования и мониторинга земельных ресурсов.

Несмотря на несколько десятилетий развития учения о наземном покрове, до сих пор отсутствует общепринятое

определение этого объекта. В табл.1 приведены наиболее часто используемые определения.

**Таблица 1.** Определения понятия наземный покров

№	Оригинальное определение	В переводе на русский язык
1	Landcover is used to describe the physical material at the surface of the earth. Land covers include grass, asphalt, trees, bare ground, water, etc. [1]	Понятие наземный покров используется для описания физического состояния земной поверхности. Оно включает в себя травянистый покров, асфальт, деревья, открытую поверхность почвы, водную поверхность и др.
2	Land cover (LC) is the physical material at the surface of the Earth. It is the result of both natural and human forces [2]	Наземный покров - это физический материал на поверхности Земли. Он является результатом как природных, так и антропогенных воздействий.
3	Land cover is defined as a collection of objects present on or above the surface of the Earth, including vegetation, buildings, water, rocks and soil	Наземный покров определяется как совокупность объектов, присутствующих на поверхности Земли или над ней, включая растительность, объекты застройки, воду, горные породы и почву.
4	Landcover is used to describe the physical material at the surface of the earth. Land covers include grass, asphalt, trees, bare ground, water, etc. Also see Landuse which describes the human use of land including tags such as landuse=farmland, leisure=park or amenity=school. [4]	Наземный покров – это биофизическая оболочка, наблюдаемая на земной поверхности, которая включает в себя как природные объекты, так и антропогенные.
5	Land cover (LC) is defined as the biophysical material over the surface of the Earth and immediate subsurfaces including, among others, grass, shrubs, forests, croplands, barren,	Наземный покров можно рассматривать как проекцию измеримых и наблюдаемых свойств ландшафтной оболочки на земной поверхности в разных масштабах, которые

	waterbodies (including groundwater), and man-made structures [5]	определяются пространственным разрешением данных дистанционного зондирования.
6	Land cover refers to the surface cover on the ground like vegetation, urban infrastructure, water, bare soil etc. [6]	Наземный покров – это термин, который можно отнести к физическому покрову земной поверхности, включающий в себя разные типы земельных участков и их характеристики. Например, леса, пастбища, горы, города, сельскохозяйственные угодья, водные объекты и т.д.
7	Land cover is the observed (bio)physical cover on the earth's surface. [7]	Наземный покров – наблюдаемый (био)физический покров на поверхности Земли.
8	Наземный покров (или напочвенный покров) используется для описания материала, покрывающего поверхность земли. К наземному покрову относятся трава, асфальт, деревья, голая земля, вода и т. д. [8]	Наземный покров (или напочвенный покров) используется для описания материала, покрывающего поверхность земли. К наземному покрову относятся трава, асфальт, деревья, голая земля, вода и т. д.
9	Land cover is the observed (bio)physical cover on the earth's surface. Land cover refers to the surface cover on the ground, whether vegetation, urban infrastructure, water, bare soil or other. [9]	Наземный покров — это физический материал на поверхности земли. Наземный покров относится к земной поверхности с растительностью, селитебной инфраструктурой, водными объектами, открытой поверхностью почв и др.
10	Land cover data documents how much of a region is covered by forests, wetlands, impervious surfaces, agriculture, and other land and water types. Water types include wetlands or open water. [10]	Наземный покров – это наблюдаемый(био)физический покров на поверхности земли.

Анализ приведенных в табл.1 определений показывает, что

большинство авторов определяют наземный покров как биофизическое состояние поверхности, что на самом деле и является вполне логичным. Биофизическое состояние и является ключевым показателем, которое определяет отражательные свойства поверхности Земли, его энергетический баланс и особенности изображения всех данных методом дистанционного зондирования. Попытки включить в определение наземного покрова термина использования земель (Land Use), например, как пашни, селитебные территории, сенокосы, не является вполне удачной (например, как в определениях под номером 1, 6, 9, 10), потому что наземные объекты одного биофизического типа могут подразумевать различное использование и попадать в разные классы. В качестве примера приведем «древесную растительность», которая как биофизический объект имеет разное использование, его можно использовать как парковую зону, лесную плантацию или плодовые насаждения, то есть с точки зрения наземного покрова это все один и тот же объект, а с точки зрения его землепользования совершенно разные объекты.

Определение 5 связывает наземный покров с пространственным разрешением данных дистанционного зондирования, что тоже является ошибочным, так как наземный покров существует вне зависимости от данных дистанционного зондирования, которые в данном случае выступают лишь в качестве инструмента для его мониторинга. Таким образом, объединение в определении наземного покрова связи с генерализованностью спутниковых данных является не совсем правильным решением.

Наиболее логичным нам представляется определение наземного покрова как (био)физического состояния поверхности Земли. Исходя из этого определения и должны строится классификации наземного покрова.

При использовании классификации НП ФАО [7] на региональном и локальном уровнях, она обязательно

должна быть дополнена конкретными классификаторами для более точной характеристики объектов НП. Причем набор и ранжирование этих классификаторов должны определяться исходя из специфики НП конкретной территории и с учетом возможности их определения по спутниковым данным.

Классификаторы для территории исследований могут быть представлены в следующем виде (Таблица 2).

**Таблица 2.** Классификаторы наземного покрова  
для территории исследований

Класс наземного покрова	Классификатор	Градации классификатора
1. Земная поверхность с естественной растительностью	Высота растительного покрова	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокая*</li> <li>- средняя</li> <li>- низкая</li> </ul>
	Разреженность растительного покрова	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сомкнутый (более 90%)</li> <li>- разреженный с другой естественной растительностью (50-90%)</li> <li>- разреженный с открытой поверхностью почв или горных пород (50-90%)</li> </ul>
2. Земная поверхность с искусственной растительностью	Высота растительного покрова	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокая*</li> <li>- средняя</li> <li>- низкая</li> </ul>
	Разреженность растительного покрова	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сомкнутый (более 90%)</li> <li>- разреженный с другой растительностью (50-90%)</li> <li>- разреженный с открытой поверхностью почв или горных пород (50-90%)</li> </ul>
	Регулярность размещения в пространстве	<ul style="list-style-type: none"> <li>- регулярный</li> <li>- нерегулярный</li> </ul>
	Временная цикличность	<ul style="list-style-type: none"> <li>- постоянная во времени</li> <li>- ежегодно возобновляемая</li> </ul>

Класс наземного покрова	Классификатор	Градации классификатора
3.1. Обнаженные почвы 3.2. Обнажения горных пород	Сложение	- мелкоземистые - плотные кристаллические - плотные дезагрегированные
	Альbedo	- светлые - темные
3.3. Ледники и снежники	Временная цикличность	- постоянные - пульсирующие
4.1. Здания и строения	Высота	- одноэтажные - многоэтажные
	Тип крыши	- металлическая - шиферная - битумная, асфальтовая
4.2. Автодороги	Тип покрытия	- асфальтовые - щебенчатые - грунтовые
	Ширина	- однополосные - двухполосные - многополосные
4.3. Железные дороги	Ширина	- однопутные - двухпутные - многопутные
4.4. Асфальтовые покрытия	Альbedo	- светлые - темные
4.5. Карьеры, насыпи и отвалы	Альbedo поверхности	- светлые - темные
	Тип грунта	- мелкоземистые - плотные дезагрегированные
5.1. Озера, реки	Альbedo поверхности	- светлые - темные
	Застойность	- стоячая водная поверхность - движущаяся водная поверхность
6.1. Водохранилища, запруды, искусственные озера, каналы	Альbedo поверхности	- светлые - темные
	Застойность	- стоячая водная поверхность - движущаяся водная поверхность
	Форма	- естественная - искусственная

Следует учитывать, что градации для древесной, кустниковой и травянистой растительности имеют разное значение («высокая» для древесной не то же самое, что для кустарниковой и для травянистой и т.п.).

Классификации наземного покрова на начальном этапе возникали в виде легенд (списков классов) к тем картам, которые строились на основе спутниковых данных. В большинстве случаев в прошлом веке эти карты строились в мелком масштабе (с размером пикселя в несколько километров или 1 км). С появлением данных MODIS подобные продукты появились и с более высоким пространственным разрешением (250-500 м). Количество классов наземного покрова на подобных картах обычно составляло около 10-20 и они во многом повторяют друг друга.

Классификация наземного покрова должна базироваться на (био)физических характеристиках земной поверхности.

### *Литература*

1. *Fuller R., Smith G., Sanderson J., Hill R., Thomson A., Clarke R. Countryside Survey 2000: Module 7 Land Cover Map.* 2000.
2. *Yang J., Xin H. The 30 m annual land cover dataset and its dynamics in China from 1990 to 2019.* Earth System Science Data: n. pag. 2021.
3. *Bartholomé E., Belward A., Frédéric A., Bartalev S., Carmona-Moreno C., Eva H., Fritz S., Grégoire JM, Mayaux P., Stibig H.-J.E.E. GLC 2000: Global Land Cover Mapping for the Year 2000: Project Status November.* 2002.
4. *Land cover map* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Landcover> (дата обращения от 18.01.2024).
5. *Global land products* [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.aboutgis.com/Publications/Mountrakis\\_IJRS\\_2015\\_Global\\_land\\_products.pdf](https://www.aboutgis.com/Publications/Mountrakis_IJRS_2015_Global_land_products.pdf) (дата обращения от 18.01.2024).
6. *What is a land cover* [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<https://mv-organizing.com/what-is-a-land-cover-type/> (дата обращения от 17.01.2024).

7. *Jansen, Louisa & Di Gregorio, Antonio.* Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual. 2000.
8. *Макарова М.А., Владимирова Н.А.* Обзор ресурсов открытых пространственных данных о растительном покрове земли в сети интернет // Ботанический журнал. 2020. Т. 105, № 4. 387-407 с. DOI: 10.31857/S0006813620040067.
9. What does land cover [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://ids-water.com/2020/05/06/what-does-land-cover-include/> (дата обращения от 12.01.2024).
10. Ocean service [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/lclu.html> (дата обращения от 12.01.2024).

*I.Y. Savin <sup>1</sup>, E.R. Berezutskaya <sup>2</sup>*

**REGULAR SPATIAL COMBINATIONS OF LAND COVER  
AND ITS CLASSIFICATION**

<sup>1</sup> *V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Russia,*

<sup>2</sup> *Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

Based on the analysis of literature data, a review of the most frequently used definitions and approaches to the classification of land cover objects is made. It was found that authors often confuse the concepts of land cover with vegetation and land. It is more logical to understand land cover as a (bio)physical state of the earth's surface. Such mixing of land surface objects leads to the fact that land cover classifications also often include objects from the classifications of vegetation, soils, landscapes, and land use.

**Халикова Л.В., Помогайбин А.В., Кавеленова Л.М.**  
**ВЛИЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ**  
**НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО**  
**МИКРОБИОМА**

*Самарский национальный исследовательский университет имени  
академика С.П. Королева (г. Самара, Российская Федерация)*  
[lkavelenova@mail.ru](mailto:lkavelenova@mail.ru)

Средопреобразующая активность древесных растений проявляется в их прямом и косвенном влиянии на формирование почвенного микробиома с присущими ему качественными и количественными особенностями. Деревья-интродуценты, как преднамеренно включаемые в антропогенные насаждения, так и способные занимать нарушенные местообитания, могут выступать в качестве агентов трансформации почвенного микробиома. Первичные результаты лабораторного исследования образцов почвы из подкронового пространства двух древесных интродуцентов – *Juglans regia* и *Elaeagnus angustifolia* продемонстрировали качественные и количественные изменения грибного комплекса почвенного микробиома.

Средопреобразующая активность древесных растений проявляется в изменении ими потоков энергии и вещества в рамках надземного и подземного пространства, окружающего их. Исследования, посвященные особенностям почвенного микробиома, свидетельствуют о влиянии на его качественный и количественный состав древесного растения, являющегося центром консорции [1, с. 1372 – 1378]. Виды древесных растений, вошедшие в состав природных сообществ биома в процессе его эволюционного развития, характеризуются наличием исторически установленных связей с микроорганизмами ризосфера, в том числе микоризными и иными [2, с. 29-56]. Развитие экосистем, которые по составу и/или функциям отличаются от местных (коренных), является следствием изменений климата, режима землепользования, распространения инвазивных видов [3, с. 599-605]. Эти экосистемы описываются как «новые»

(*novel ecosystems*) [4, с. 23-29]. Природная дендрофлора Самарской области насчитывает около 60 видов, среди которых имеются участники естественных лесных насаждений различных типов. Деревья-интродуценты, преднамеренно включаемые человеком в различные типы насаждений региона, выходящие из них, способные занимать нарушенные местообитания, могут выступать в качестве агентов трансформации почвенного микробиома [5, с. 503-523].

В данном сообщении мы хотели бы представить результаты лабораторного исследования образцов почвы из подкронового пространства двух древесных интродуцентов – ореха грецкого и лоха узколистного.

Орех грецкий (*Juglans regia* L.), за долгую историю возделывания человеком из горных районов Центральной Азии распространился в Средиземноморье, в Крым, на Кавказ, в другие районы Евразии и за ее пределы [6, с.21-31]. В Самарской области он относится к числу новых древесных культур, привлекающих интерес садоводов. Способность вызывать аллелопатическое почвоутомление выявлена для ореха черного, но не указывается для ореха грецкого.

Изучавшееся насаждение ореха грецкого (югландарий), содержит свыше 1000 экземпляров от 1996 до 2022 гг. посадки, оно расположено в дендрарии Ботанического сада Самарского университета (Октябрьский р-н г. Самары) на участке площадью 0,8 га. При его формировании использовались сеянцы 1-5 летнего возраста, полученные посевом семян собственной репродукции (гибриды от свободного опыления материнских растений различного возраста и происхождения). Деревья в насаждении располагаются в рядах по схеме 3 x 5 м. Пробы почвы были отобраны в октябре 2023 г. в группе деревьев высотой 10-12 м, возрастом 28 лет, по внешней границе подкронового пространства методом прикопок из слоя А с глубины 0-20 см после смещения в сторону слоя опада-листовой подстилки

(3 образца). Контрольный образец отобран на поле питомника.

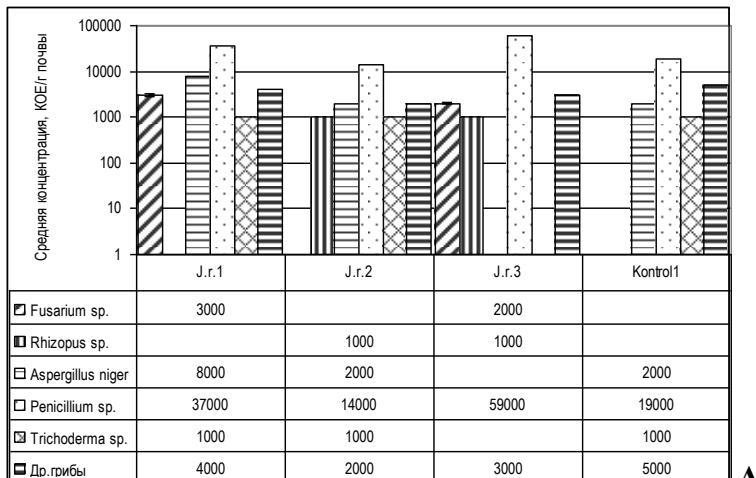
Лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia* L.), в природном ареале приуроченный к Центральной Азии, широко распространился за его пределы и отличается достаточной активностью в качестве инвазионного вида [7, с.896-904] В Самарской области он использовался в составе лесополос, позднее распространился по нарушенным местообитаниям (заброшенные поля и пр.), что стало поводом для его включения в Черную книгу Самарской области. Лох узколистный отличают засухоустойчивость, устойчивость к засолению почвы, наличие симбиотических азотфиксаторов (актиномицеты) в ризосфере, что определяет вероятность изменений почвенного микробиома при внедрении лоха.

Залежь, на которой изучались деревья лоха узколистного, находится на территории Красноярского района Самарской области, между автотрассой М5 и с. Кривое Озеро. Древесный ярус залежи формируют разновозрастные деревья лоха узколистного, наиболее крупные экземпляры достигают высоты до 10 м, диаметра кроны до 15 м. Пробы почвы были отобраны по внешней границе подкронового пространства близко расположенных деревьев высотой около 8 м методом прикопок из слоя А с глубины 0-20 см после удаления слоя Ао – степного войлока и корневищ трав. Контрольный образец отобран на распаханном участке (пар), близ залежи.

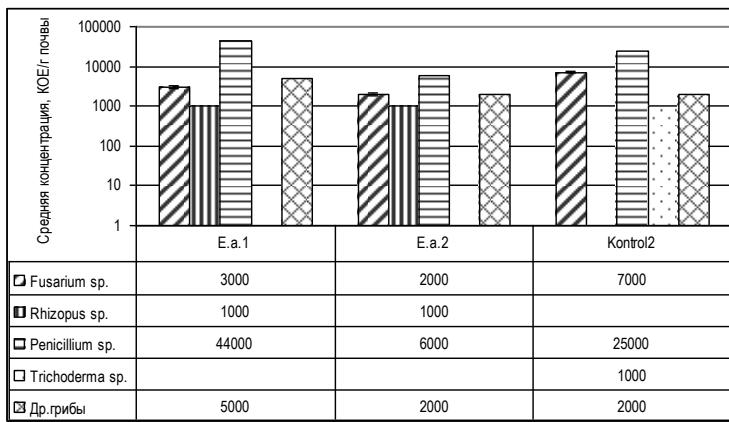
Проведение агрохимических и микробиологических исследований почвенных образцов было выполнено на базе исследовательской лаборатории индивидуального предпринимателя Е.П. Цирулева, главы К(Ф)Х, сотрудником которой является один из авторов данной статьи (Л.Х.). Методика отбора, подготовки и изучения почвенных образцов подробно описана ранее [8, с. 91-97]. Список ведущих представителей почвенной микробиоты, присутствие которых оценивали в пробах почвы, включал: *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Phoma sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Rhizopus sp.*,

*Botrytis* sp., *Verticillium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Xanthomonas* sp., *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp. Статистический анализ данных проводили с использованием пакета статистического анализа MS Excel (описательная статистика).

Ограничимся представлением результатов, относящихся к выявленным особенностям микробиома почвы (рисунки 1, 2).



А



Б

Рис. 1. Особенности микробиома в почве подкронового пространства ореха грецкого (А) и лоха узколистного (Б)

Так, образцы почвы под орехом (рис.1, варианты J.r.1, J.r.2, J.r.3) обнаружили различия качественного (присутствие *Fusarium*, *Rhisopus*, *Aspergillus*, *Trichoderma* в двух образцах из трех) и количественного характера (различия для концентрации выявленного во всех пробах *Penicillium*, а также *Fusarium* и особенно *Aspergillus*). Эти различия могут быть связаны с неодинаковой мощностью распределения листового опада по поверхности почвы. В контрольном образце не были выявлены *Fusarium* и *Rhisopus*. Предположительно данный факт также может быть связан с поступлением на поверхность почвы югландария листового опада, отсутствующего на контрольном участке.

Для почвы двух локалитетов под лохом узколистным (рис.2, варианты E.a.1, E.a.2) список выявленных грибов был одинаковым при существенном различии концентраций *Fusarium* и особенно *Penicillium*. В контроле (пар) не был выявлен *Rhisopus*, но обнаружена *Trichoderma*.

Таким образом, первичные результаты оценки особенностей почвенного микробиома позволяют говорить о его изменениях в зоне влияния древесных интродуцентов – ореха грецкого и лоха узнолистного.

### *Литература*

1. *Weber P., Bardgett R.D.* Influence of single trees on spatial and temporal patterns of belowground properties in native pine forest // *Soil Biol.& Biochem.* 2011. V. 43. P. 1372 - 1378.
2. *Grayston S.J., Vaughan D., Jones D.* Rhizosphere carbon flow in trees, in comparison with annual plants: the importance of root exudation and its impact on microbial activity and nutrient availability // *Applied Soil Ecology.* 1997. V. 5. P. 29 - 56.
3. *Hobbs R.J., Higgs E., Harris J.A.* Novel ecosystems: implications for conservation and restoration // *Trends Ecol. Evol.* 2009 V. 24. P. 599–605.
4. *Teixeira C.P., Fernandes C.O.* Novel ecosystems: a review of the

concept in non-urban and urban contexts // *Landscape Ecol.* 2020. V.35. P. 23–39.

5. *Ehrenfeld J.G.* Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes // *Ecosystems.* 2003. V.6. P. 503–523.
6. *Germain E.* Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia L.*) // *Acta Horticulture.* 1997. V. 442. P. 21-31.
7. *De Cant J.P.* Russian olive, *Elaeagnus angustifolia*, alters pattern in soil nitrogen pools along the Rio Grande river, New Mexico, USA // *Wetlands.* 2008. V. 28. No. 4. P. 896–904.
8. Халикова Л.В., Кавеленова Л.М. Почвенный микробоценоз в агросреде как динамичная система: первичные результаты оценки изменений// Самарский научный вестник. 2023. Т. 12. № 2. С. 91-97

***L.V. Khalikova, A.V. Pomogaibin, L.M. Kavelenova***  
**INFLUENCE OF TREE INTRODUCENTS ON SOME**  
**INDICATORS OF THE SOIL MICROBIOME**

*Samara National Research University (Samara, Russian Federation)*

The environment-transforming activity of woody plants is manifested in their direct and indirect influence on the soil microbiome formation including its inherent qualitative and quantitative features. Introduced trees, both intentionally included in anthropogenic plantings and capable of occupying disturbed habitats, can act as agents of soil microbiome transformation. The primary results of a laboratory study of soil samples from the under-canopy space of two woody introduced species - *Juglans regia* and *Elaeagnus angustifolia* - demonstrated qualitative and quantitative changes in the fungal complex of the soil microbiome.

*Научное издание*

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*В двух томах*

**ТОМ 1**

Издание подготовлено в авторской редакции

Технический редактор *Н.А. Ясько*  
Дизайн обложки *М.В. Рогова*

В оформлении обложки использовано фото *А.В. Дрыгваль*

Подписано в печать 04.07.2024 г. Формат 60×84/16. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 30,23. Тираж 1000 экз. Заказ 1108.

---

Российский университет дружбы народов  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

---

Типография РУДН  
115419, ГСП-1, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3.  
Тел.: 8 (495) 955-08-74. E-mail: [publishing@rudn.ru](mailto:publishing@rudn.ru)