

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

---

ФГБУ Информационно-аналитический центр поддержки заповедного дела  
Минприроды России

Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби

Международный государственный экологический институт  
им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета

Университет Витовта Великого (Литва)

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Сборник научных трудов  
XXI Международной  
научно-практической конференции

*В трех томах*

**ТОМ 1**

*Москва, апрель-сентябрь 2020 г.*

Москва  
2020

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

Утверждено  
РУС Ученого совета  
Российского университета  
дружбы народов

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Члены коллегии:  
доктор биологических наук, профессор *А.А. Никольский*;  
доктор геолого-минералогических наук, профессор *А.П. Хаустов*;  
кандидат технических наук, доцент *Е.В. Станис*;  
кандидат биологических наук, доцент *Е.А. Ванисова*

А43 **Актуальные проблемы экологии и природопользования** : сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции: в 3 т. Москва, апрель-сентябрь 2020 г. – Москва : РУДН, 2020.

ISBN 978-5-209-10103-1

Т. 1. – 522 с. : ил.

ISBN 978-5-209-10104-8 (т. 1)

Сборник содержит материалы научных докладов двадцать первой конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования: партнерство в целях устойчивого развития и экологической безопасности», проведенной на экологическом факультете Российского университета дружбы народов. В связи с беспрецедентной эпидемиологической ситуацией заседания секций были перенесены на 24–26 сентября, тогда как постерная сессия была проведена 25–27 апреля 2020 г. на сайте конференции. 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 вошли материалы докладов, представленных на секциях «Популяционная экология и экология сообществ», «Природопользование и устойчивое развитие».

ISBN 978-5-209-10104-8 (т. 1)

ISBN 978-5-209-10103-1

© Коллектив авторов, 2020

© Российский университет  
дружбы народов, 2020

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ**

Никольский А.А., Беловежец К.И., Ванисова Е.А.	
УСТОЙЧИВОСТЬ - ОСНОВНОЕ СВОЙСТВО ФЕНОМЕНА ЖИЗНИ, ОРГАНИЗОВАННОЙ В НАДОРГАНИЗМЕННЫЕ СИСТЕМЫ .....	15
Борисова Е.А., Конотоп Н.К., Виноградова Ю.С., Сивухин А.Н., Марков, Д.С.	
О ПРИЧИНАХ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ВЕРХНЕВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ.....	21
Мишланова Ю.Л., Зайцев А.А., Воронов Г.А.	
ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНОГО МИРА ПРИ ПРОЦЕДУРЕ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ .....	25
Пинаев С.К., Пинаева О.Г., Чижов А.Я.	
О РОЛИ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В КАНЦЕРОГЕНЕЗЕ.....	29

### **ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ**

Angelica Rallo & Mario Lo Valvo	
FIRST RESULTS OF TWO CENSUS ON REPTILES IN TWO ORIENTED NATURAL RESERVES IN THE PROVINCE OF PALERMO THROUGH A NEW METHOD OF SAMPLING THE ERPETOFaUNA .....	35
Басыров А.М., Леонова Т.Ш., Рахимов И.И.	
ГИБЕЛЬ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ГОРОДА .....	43
Боймуродов Х., Иzzатуллаев З., Суяров С., Отакулов Б., Хожиев М., Бобомуродов З., Туреханов Ф.	
ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ОХРАНА ЭНДЕМИЧНЫХ, РЕДКИХ И МАЛОЧИСЛЕННЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ РЕКИ ЗЕРАВШАН.....	48
Боймуродов Х., Иzzатуллаев З., Эгамкулов А., Отакулов Б., Хожиев М., Бобомуродов З.	
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ЗЕРАВШАНА.....	52

Бурлуцкий В.А., Мазуров В.Н., Семешкина П.С. ПИОНЕРНЫЕ СИНАНТРОПНЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ЗАЛЕЖЕЙ МЕЩОВСКОГО ОПОЛЬЯ.....	56
Бурлуцкий В.А., Мазуров В.Н., Семешкина П.С. СЕГЕТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПОЛЕВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ МЕЩОВСКОГО ОПОЛЬЯ.....	61
Василевская А.А. АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗНООБРАЗИЯ И СХОДСТВА СООБЩЕСТВ ПТИЦ В ПАРКАХ МОСКВЫ.....	66
Васильев Д.В. ПОПУЛЯЦИИ ДВУХ ВИДОВ СОСНЫ ИЗ РАЙОНОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ И СПЕКТРОМ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.....	71
Воробьева Е.Н., Спицына Т.П., Любимова Я.О., Колпакова А.С., Шапченкова О.А. СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА - РАСТЕНИЯ ТОРГАШИНСКОГО ХРЕБТА ПРИГОРОДА Г. КРАСНОЯРСКА .....	76
Гаврилова Т.М., Чередниченко О.В., Елумеева Т.Г. РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ТРАВЯНЫХ СООБЩЕСТВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	81
Гниненко Ю.И. ИНВАЗИВНЫЕ ОРГАНИЗМЫ В ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ .....	85
Данилов М.С., Никитина А.Д., Тихонова Е.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОФОТОСЪЕМКИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВОСТОЯ .....	89
Дебело П.В., Сорока О.В. ОРЛАН-БЕЛОХВОСТ ( <i>HALIAEETUS ALBICILLA</i> L., 1758), ОРЛАН- ДОЛГОХВОСТ ( <i>H. LEUCORYPHUS PALL.</i> , 1771) И СКОПА ( <i>PANDION HALIAETUS</i> L., 1758) В ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ «ОРЕНБУРГСКИЙ».....	95

Дебело П.В., Сорока О.В.	
РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ОГАРЯ (TADORNA FERRUGinea PALL., 1764) И ПЕГАНКИ (TADORNA TADORNA L., 1758) В ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ «ОРЕНБУРГСКИЙ».....	100
Джиоева И.Э, Цагаева З.К., Бзыков О.Р., Новаторов О.А.	
ЗООБЕНТОС РЕКИ ЦРАУДОН В СВЕТЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (БАССЕЙН Р. ТЕРЕК) .....	105
Дзестелова Р.А., Панченко А.Е., Гассиева Э.Ю., Ромашкин М.И.	
ОСОБЕННОСТИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РЕКИ ТЕРЕК В ОКРЕСТНОСТЯХ С. БАЛТА.....	109
Жмылев П.Ю.	
ПОЧЕМУ В ПОПУЛЯЦИЯХ ПОЛИКАРПИКОВ НЕТ СЕНИЛЬНЫХ ОСОБЕЙ? .....	112
Зайцева М.В., Столбова В.В.	
ОСОБЕННОСТИ МИТОЗА ПРИ ФРАКЦИОНИРОВАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ИЗЛУЧЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА В РЕЖИМЕ «ОЖИДАНИЕ ВЫЗОВА».....	117
Зеленская Н.Н.	
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА СУКЦЕССИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕВЕРНОГО ЭКСКЛАВА ЛУГОВОЙ СТЕПИ.....	122
Лебедовская М.В., Сорокин А.Н., Синицын А.А.	
ОБРАСТАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ ...	127
Лянгузова И.В., Волкова Е.Н., Примак П.А.	
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭДИФИКАТОРА НА ЗАПАС НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СООБЩЕСТВ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА .....	132
Маюрова А.С., Кустикова М.А.	
РАСПРОСТРАНЕНИЕ МЕТАЦЕРКАРИЙ ОПИСТОРХИД (OPISTHORCHIS FELINEUS, O. VIVERRINI) В РОССИИ И МИРЕ .....	137

Микодина Е.В., Шалгимбаева Г.М. ОБ ЭЛИМИНАЦИИ НЕРЕСТИЛИЩ ОСЕТРОВЫХ РЫБ (ACIPENSERIDAE) В Р. УРАЛ В СВЯЗИ С ДЛИТЕЛЬНЫМ АНТРОПОГЕННЫМ ПРЕССОМ .....	142
Мищустин С.С., Полянова Г.В. РАЗМЕРЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ РАЗНОЦВЕТНОЙ ЯЩУРКИ (EREMIAS ARGUTA DESERTI) .....	146
Поддубная Н.Я., Хабарова Л.С., Салькина Г.П., Агеева Е.А., Проуторова М.О., Багирова А.Ш.К., Мизгириёва И.Ю., Михеева Д.Д., Мухина А.А., Смирнова А.В., Чеботарёва О.Е., Шарапова Е.С., Щукина М.О. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОТОПНОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ .....	151
Павлова Е.Д., Поддубная Н.Я., Хабарова Л.С. ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЛЕСНОЙ КУНИЦЫ (MARTES MARTES L., 1758) И КРАНИОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ .....	155
Полянова Г.В., Полянова О.Е., Мусалагаджиева З. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ УШАСТОЙ КРУГЛОГОЛВКИ (PHRYNOCEPHALUS MYSTACEUS MYSTACEUS) НА БАРХАНЕ САРЫКУМ, ДАГЕСТАН .....	159
Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОРНИТОФАУНЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН .....	162
Ромашин А.В., Леншин С.В. ЭКТОПАРАЗИТЫ РУКОКРЫЛЫХ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА .....	167
Скоробогатова Д.М, Черных Н.А. ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (QUERCUS ROBUR) КАК МЕТОД БИОИНДИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ .....	171

Тихменев П.Е., Смирнов А.А., Тихменев Е.А., Станченко Г.В. АНТРОПОГЕННАЯ ДИНАМИКА И ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КРИОЛИТОЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ .....	177
Федорченко М.Д., Михайличенко К.Ю., Ушакова О.В., Адарченко И.А. ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ ....	181
Федукина В.А., Сергеева И.В., Андриянова Ю.М., Мохонько Ю.М. ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ В УРБОСРЕДЕ .....	187
Храпунова Е.М. ПРИЧИНЫ РЕДКОСТИ СЕМЕЙСТВА ORCHIDACEAE .....	193
Цховребова А.И., Козашвили М.В., Гассиева И.Т. ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАННИХ СТАДИЙ ЭМБРИОГЕНЕЗА ЖАБЫ ЗЕЛЕНОЙ (BUFO VIRIDIS) .....	198
Чаплыгин В.А., Манджиева С.С., Минкина Т.М., Черникова Н.П., Коркин Г.О. НАКОПЛЕНИЕ ЦИНКА И КАДМИЯ В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА АСТРОВЫЕ И ПШЕНИЦЫ.....	202
Черепенина Д.А., Мучник Е.Э. ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЛИХЕНОБИОТЕ ПАРКА МУЗЕЯ- ЗАПОВЕДНИКА «ГОРКИ ЛЕНИНСКИЕ» .....	207
Черчесова С.К., Якимов А.В., Хазеева Л.А., Корноухова И.И., ГИДРОФАУНА РЕКИ КАМБИЛЕЕВКА (БАССЕЙН РЕКИ ТЕРЕК) .....	212
Шамаев Н.Д. МЕЖПОПУЛЯЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА <i>TOXOPLASMA GONDII</i> В ОТДЕЛЬНОМ БИОЦЕНОЗЕ .....	216
Шамионова Н.Ш. СПОСОБ ФИКСАЦИИ ГРЕБНЕВИКА <i>MNEMIOPSIS LEIDYI</i> (AGASSIZ, 1865) (TENTACULATA, LOBATA) ИЗ КАСПИЙСКОГО МОРЯ .....	219

Щеховский Е.А., Кустикова М.А.	
ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ КОЛОННИ ПРУДОВОЙ НОЧНИЦЫ НА ЗИМОВКЕ НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «СТАРОЛАДОЖСКИЙ» .....	223
Ясногор Д.В., Ван Е.Ю., Кляшторная А.А.	
СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЫШЬЯКА В САЛАКЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ.....	227
<b>ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И УСТОЧИВОЕ РАЗВИТИЕ</b>	
Абакумова Н.В., Аверин И.В., Самарин Е.Н., Николаева С.К.	
ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ, ЗАНЯТЫХ МАССИВАМИ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ .....	231
Агбалян Е.В., Красненко А.С., Шинкарук Е.В.	
СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕР НА ОСТРОВЕ ВИЛЬКИЦКОГО КАРСКОГО МОРЯ .....	236
Андреева Н.В., Курбаков Д.Н., Кузнецов В.К., Гешель И.В.	
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ АГРОЭКОСИСТЕМ КОНТРОЛЬНЫХ УЧАСТКОВ РЕГИОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ КУРСКОЙ АЭС-2 В 2019 ГОДУ .....	240
Аскарова Д.А., Абрамов В.Е., Абрамов С.В.	
БИОИНДИКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ТЕСТ КУЛЬТУРАМИ В УСЛОВИЯХ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА .....	245
Аскарова Д.А., Плющиков В.Г., Глебов В.В.	
ВЛИЯНИЕ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВЫРАЩИВАЕМЫХ ТЕСТ КУЛЬТУР .....	250
Белик А.А., Кокорева А.А., Колупаева В.Н.	
МИГРАЦИЯ ПЕСТИЦИДА ЦИАНТРАНИЛИПРОЛА В АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРОГНОЗНЫЕ ДАННЫЕ.....	255

Бондарева Л.Г.	
МИГРАЦИЯ УРАНА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ. МОДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ.....	260
Бурачевская М.В., Невидомская Д.Г., Бауэр Т.В., Цициашвили В.С., Брень Д.В.	
СОСТАВ СОЕДИНЕНИЙ СВИНЦА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПОЙМЫ РЕКИ СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ.....	265
Варнаков А.Н., Воробьев А.Ю., Тобратов С.А., Кадыров А.С. МОНИТОРИНГ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ АККУМУЛЯЦИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ЛОВУШЕК В ПОЙМАХ МАЛЫХ РЕК С ИНТЕНСИВНЫМ ТЕХНОГЕННЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ Р. ЛИСТВЯНКИ) .....	270
Воробьев А.Ю., Варнаков А.Н., Кадыров А.С. МИГРАЦИЯ ИЛА В ПОЧВАХ РЯЗАНСКОГО РАСШИРЕНИЯ ПОЙМЫ Р. ОКИ И ЕЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ .....	274
Гайрабеков У.Т., Гуня А.Н., Керимов И.А., Гагаева З.Ш. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ СИСТЕМ ТЕРЕКА И СУНЖИ В СВЯЗИ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕФТЕКОМПЛЕКСА (1976-2002 гг.) .....	279
Горбунов Р.В. ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ДУБОВЫХ ЛЕСОВ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА.....	284
Грищенко М.Ю., Крыленко В.И., Ожгихина В.Т., Горбarenко А.В. ИЗУЧЕНИЕ КРУПНЕЙШЕГО НА ОСТРОВЕ КУНАШИР (БОЛЬШАЯ КУРИЛЬСКАЯ ГРЯДА) ОЗЕРА ПЕСЧАНОЕ .....	289
Двинин Д.Ю. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕРИАЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ С ПРИРОДНЫМИ ПРОЦЕССАМИ .....	294
Двинин Д.Ю., Даванков А.Ю. ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ.....	298

Дзюба Е.А., Андреев Д.Н., Бузмаков С.А., Хотяновская Ю.В. АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	303
Достовалова Д.А., Подгородецкий Н.С. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ .....	309
Дрыгваль А.В., Дрыгваль П.В., Станис Е.В., Мальцев В.И. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА УЧАСТКЕ КАРАДАГСКОГО ВЗМОРЬЯ .	314
Дуброва С.В., Челинхо С., Зеленковский П.С., Подлипский И.И. ПРОЛЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СРЕДЫ. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ.....	322
Евдокимов А.С. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОРГАНОГЕННЫХ ГОРИЗОНТАХ ПОЧВ СЕВЕРНЫХ ТАЕЖНЫХ БОРОВ В ЗОНЕ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ .....	326
Журавков В.В., Тонконогов Б.А. РЕКОНСТРУКЦИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС .....	331
Замулина И.В., Бурачевская М.В., Минкина Т.М, Манджиева С.С., Бауэр Т.В., Барахов А.В. ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДИСТЫХ СОРБЕНТОВ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МЕДЬЮ.....	336
Калабин Г.А., Васильев В.Г., Ивлев В.А., Бабкин В.А. БЫСТРЫЙ СКРИНИНГ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР <sup>1</sup> Н.....	342
Калашникова А.И. ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....	347

Карл Л.Э., Лашенова Т.Н., Маренный А.М., Киселев С.М. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОНИТОРИНГ ПОТЕНЦИАЛЬНО РАДОНООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ .....	353
Клинкович Е.В., Спицына Т.П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТВЕРДЫХ ОСАДКАХ ТОРГАШИНСКОГО ХРЕБТА Г. КРАСНОЯРСКА .....	357
Кляшторная А.А, Ван Е.Ю., Ясногор Д.В., Винокурова Н.В., Калинина Е.А., Столь Э.Э. ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ .....	362
Козлов А.В., Галынин Н.А., Захарова А.А., Иншина А.М., Моренкова В.С., Соколов В.А. СОСТАВ И ЗНАЧЕНИЕ КОЛЛОИДНОЙ СИСТЕМЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ЭДАФОТОПА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ .....	367
Козлов А.В., Акафьева Д.В., Воронцова А.А. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА «КЕРЖЕНСКИЙ» .....	372
Колупаева В.Н., Нюхина И.В., Белик А.А. ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ ЦИАНТРАНИЛИПРОЛА В ПОЧВАХ РФ .....	377
Кречетникова Е.О., Кречетников В.В., Титов И.Е., Кузнецов В.К. ГИС РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОГО НИИСХ .....	382
Кречетникова Е.О., Кречетников В.В., Титов И.Е., Карпенко Е.И. БАЗА ДАННЫХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА 30-ТИ КМ ЗОНЫ АО «СХК» .....	387
Курбаков Д.Н., Кузнецов В.К., Андреева Н.В., Сидорова Е.В. ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В 30 КМ ЗОНЕ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ООО «НЛМК-КАЛУГА» .	392
Латушкина Е.Н., Олейник А.В. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВАХ: НА ПРИМЕРЕ ПРОМЗОНЫ ГОРОДА МОСКВЫ .....	398

Маневич А.И.	
АНАЛИЗ И МОНИТОРИНГ СКОРОСТЕЙ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	404
Медведева А.М., Бирюкова О.А., Кучеренко А.В., Ильченко Я.И., Чаплыгин В.А., Раджпут В.Д., Кизилкайя Р.	
СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ZN, CU И Pb В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ В УСЛОВИЯХ АГРОГЕНЕЗА.....	409
Миронова А.В., Черных Н.А.	
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЦИНКОМ И СВИНЦОМ С УЧЕТОМ ПРОФИЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ СОДЕРЖАНИЙ ПРИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ .....	417
Морозова Т.В., Архипова Е.В., Жигалин А.Д.	
АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ ХОВРИНО, Г. МОСКВА .....	422
Наумова К.О., Станис Е.В., Булдович Н.С., Сальников В.Г.	
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ КАРЬЕРНОЙ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	428
Наумова К.О., Станис Е.В.	
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ГЕОСИСТЕМЫ....	434
Невидомская Д.Г., Минкина Т.М., Федоров Ю.А., Кравцова Н.Е., Литвинов Ю.А.	
ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ ДОН .....	438
Нестеренко М.Ю., Цвяк А.В., Капустина О.А., Нестеренко А.М., Никифоров С.Э.	
ОПАСНЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВОСТОЧНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ .....	443
Нестеров Е.М., Фрумин Г.Т., Егоров П.И., Любимов А.В.	
ДИФФУЗНАЯ БИОГЕННАЯ НАГРУЗКА СО СТОРОНЫ ВОДОСБОРА МАЛЫХ ВОДОТОКОВ .....	449

Нестеров Е.М., Беляков Т.В., Дуброва С. В., Егоров П.И. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОЧВОГРУНТОВ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ.....	455
Орлов М.С. ОБОСНОВАНИЕ ЛЕГЕНДЫ К КАРТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД РОССИИ.....	461
Рукавицын В.В. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ КАК ОСНОВА РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	466
Саласар Флорес К. А. ОБРАЗОВАНИЕ ТРОПОСФЕРНОГО ОЗОНА В ГОРОДАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ВЫСОКОГОРНОЙ МЕСТНОСТИ: НА ПРИМЕРЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА Г. КИТО .....	470
Саласар Флорес К. А. ВЛИЯНИЕ ОСАЖДЕННОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА НА СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ФИТОМАССЫ НЕОТРОПИЧЕСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ.....	475
Сангаджиева Л.Х., Бамбаева Е.Н., Манжикова А.В., Сангаджиева О.С. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ЖЕЛЕЗА В ПАХОТНОМ ГОРИЗОНТЕ ПОЧВЫ .....	480
Ступников А.В., Кустикова М.А., Маюрова А.С. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХМАО-ЮГРЫ .....	485
Тюрин В.Н., Баховская О.Ю., Кох А.О., Масловская О.В. ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ НА ВЕРХОВОЕ БОЛОТО СОЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО ВОДОРОДНУМУ ПОКАЗАТЕЛЮ (УЧАСТОК ВОСТОЧНО- СУРГУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, СУРГУТСКАЯ НИЗИНА СРЕДНЕОБСКОЙ НИЗМЕННОСТИ) .....	489

Цешковская Е.А., Голубева Е.И., Оралова А.Т., Шаймердинова А.Б., Изотова Д.Р., Обухов Ю.Д. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАКОПИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН).....	494
Чаплыгин В.А., Манджиева С.С., Литвинов А.Ю., Кравцова Н.Е., Шерстnev А.К., Черникова Н.П., Дерябкина И.Г., Коркин Г.О. НАКОПЛЕНИЕ ЦИНКА И КАДМИЯ В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА АСТРОВЫЕ И ПШЕНИЦЫ.....	498
Черных Н.А., Баева Ю.И. ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ ОТ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ .....	503
Ширеторова В.Г., Жигжитжапова С.В., Дыленова Е.П., Раднаева Л.Д. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ Р. БАРГУЗИН .....	508
Широков Р.С. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОГО ЯМАЛА.....	513
Шпет С. Д., Спицына Т. П. ОЦЕНКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ Р. АБАКАН ЗА ПЕРИОД 2013 –2017 г.г. ....	518

# ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

## *Никольский А.А., Беловежец К.И., Ванисова Е.А.* **УСТОЙЧИВОСТЬ - ОСНОВНОЕ СВОЙСТВО ФЕНОМЕНА ЖИЗНИ, ОРГАНИЗОВАННОЙ В НАДОРГАНИЗМЕННЫЕ СИСТЕМЫ**

*Российский университет дружбы народов, Россия*  
[bobak@list.ru](mailto:bobak@list.ru)

Обсуждаются механизмы устойчивости надорганизменных систем (популяций и экосистем), отличия динамики численности популяции человека от других видов организмов и возможность устойчивости системы “Природа-общество”.

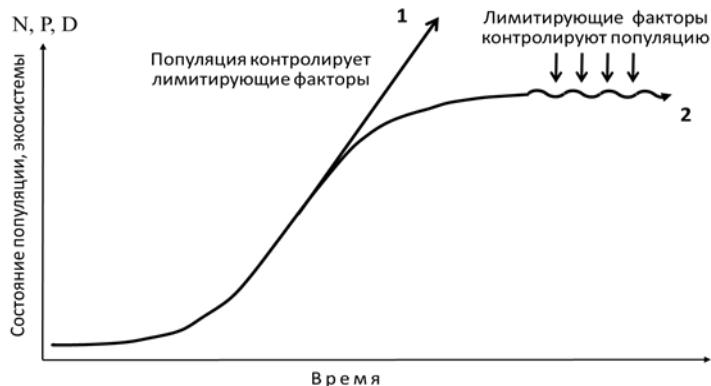
Резолюция Организации Объединённых Наций “Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года”, принятая в 2015 году, призывает мировое сообщество к устойчивому развитию. Из контекста этого документа можно понять, что речь идёт об устойчивости системы “Природа - общество”.

Устойчивость – естественное состояние феномена жизни, организованного в *надорганизменные системы* (популяции и экосистемы). Растения и животные, благодаря метаболизму и взаимодействию в экосистемах, на протяжении миллионов лет устойчиво используют приходящую на Землю энергию Солнца. Первым обосновал устойчивость надорганизменных систем немецкий агрохимик Юстус Либих, за 25 лет до того, как другой великий немец, Эрнст Геккель, произнёс слово “экология” [1]. Рассматривая атмосферу, как среду обитания организмов, Либих подчеркивал, что эта среда обитания *создана самими организмами* и ими же поддерживается в устойчивом состоянии [2].

Экология, *наука о структуре и функционировании надорганизменных систем* [3], ясно указывает на основные механизмы устойчивости феномена жизни, такие, в частности,

как: 1) лимитирующие факторы, 2) распределение видов и популяций по экологическим нишам, 3) коадаптации, 4) генетическая интегрированность видов, 5) внутри- и межвидовые коммуникативные процессы. И так же ясно указывает на роль человека в разрушении механизмов устойчивости.

Ключевой идеей экологии является концепция **лимитирующих факторов** – механизма, *содержающего* рост численности и распространение популяций растений и животных. Динамика численности популяции человека принципиально отличается от динамики численности популяций других видов (рис. 1). Популяции растений и животных подчиняются логистическому росту и, достигнув предела роста при конкретных условиях окружающей среды, остаются в этом относительно (волнистая линия) устойчивом состоянии численности и продуктивности неограниченно долго. И, напротив, человек, контролируя лимитирующие факторы и подчинив себе ресурсы, тем самым создал условия для неограниченного, экспоненциального роста численности, лишенной относительно устойчивой стадии.



**Рис. 1.** Схема развития надорганизменных систем. Кривые роста популяции человека (1) и остальных видов организмов (2). N – численность популяции, P – продуктивность популяции / экосистемы, D – видовое разнообразие экосистемы

Идею лимитирующих факторов легко экстраполировать с популяций на экосистемы, которые помимо численности и продуктивности характеризуются видовым разнообразием. В общем виде состояние экосистем определяется потоком энергии, приходящим от Солнца, что наглядно просматривается на примере зональных экосистем.

Выдающуюся роль в понимании механизмов роста численности популяций сыграло уравнение бельгийского демографа Пьера Ферхульста [4]:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{bN(K-N)}{K},$$

где  $K$  – максимально возможная численность популяции;  $N$  – уже реализованная численность в момент времени  $t$ ;  $b$  – коэффициент размножения. Когда  $N = K$ , рост прекращается, и популяции входят в равновесное состояние. В этом относительно устойчивом состоянии они могут находиться неограниченно долго.

Лимитирующие факторы в совокупности определяют **экологическую нишу** – гиперобъём, или многомерное пространство факторов [5]. Пределы толерантности к каждому из факторов и, что не менее важно, к их совокупному действию (эффект консталляции, [6]) “запирают” популяцию в пределах экологической ниши.

На устойчивость надорганизменных систем влияют так же **коадаптации**. Например, взаимные адаптации насекомых и опыляемых ими растений. Коадаптации являются результатом длительного процесса **коэволюции**. Поэтому для формирования коадаптаций необходимо *устойчивое* состояние видового состава субъектов коэволюционного процесса, то есть, в эволюционных масштабах времени видовая структура экосистем не может меняться слишком быстро.

Огромное влияние на устойчивость надорганизменных систем оказывает **генетическая интегрированность** видов, регулируемая потоком генов. Каждое новое поколение наследует не только комплекс адаптаций, позволяющий

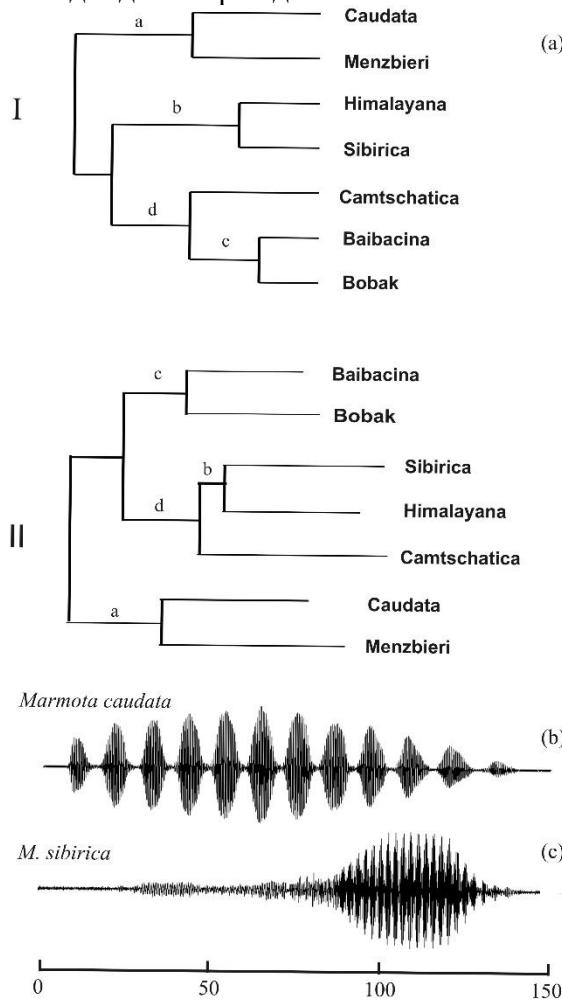
освоить свойственную виду экологическую нишу, но и доставшееся им по месту рождения некоторое физическое пространство со всеми факторами, к которым адаптирован вид.

Консолидации особей с родственным генотипом способствуют **внутривидовые коммуникативные процессы**. Структура средств коммуникации соответствует генотипу. Так, на рис. 2 представлены кластерные диаграммы характеристики звукового сигнала и ядерной и митохондриальной ДНК 7 видов сурков. Совпадают распределение по видам и число кластеров на обеих дендрограммах. Различие в положении черношапочного сурка (*M. camtschatica*) объясняется его огромным и сильно разорванным ареалом, в пределах которого возможны значительные внутривидовые различия.

Человек, в отличие от других видов организмов, почти не подвластен лимитирующему факторам, благодаря техническим достижениям контролируя среду своего обитания. Сегодня нас на планете Земля около 7.5 млрд., и ничто не сдерживает дальнейший рост численности человека. Но в Резолюции ООН по устойчивому развитию ничего не сказано о разрушающем биосферу демографическом взрыве: в этой неоднородной по составу международной организации непросто обсуждать деликатные вопросы демографии.

Политически выдержанное, деликатное по форме решение проблемы демографического взрыва мы находим у академика В.М. Котлякова в его замечательном труде “География в меняющемся мире” [8]. Он предлагает единственно возможный путь устойчивого развития системы “Природа – общество” [8: 345-346]: “Традиционная боязнь депопуляции и политическое стимулирование престижа многодетных семей связаны с неизбежной в прошлом потерей конкурентоспособности нации, сокращающей численность населения. Эта опасность исчезает при переходе к пропорциональному сокращению численности всех наций (при сохранении популяций малых народов). В последнее время престиж многодетных семей быстро снижается во всём мире, и человечество

всё ближе подходит к моральному осознанию возможности перехода на однодетное рождение”.



**Рис. 2.** Соответствие структуры звукового сигнала генотипу. (а) – дендрограмма характеристики звукового сигнала сурков (сверху) и митохондриальной и ядерной ДНК (по [7]); а,д,с,д – кластеры; осциллограмма сигнала красного (б) и монгольского (с) сурков – пример видовой специфики характеристик сигналов

## *Литература*

1. *Haeckel E.* Generelle Morphologie der Organismen. Bd. 1, 2. Berlin: Verlag von Georg Reimer, 1866. 574, 462 S.
2. *Liebig J.* Organic chemistry in its applications to agriculture and physiology. L.: Taylor and Walton, 1840. 387 p.
3. *Наумов Н.П.* Уровни организации живой материи и популяционная биология // Журн. общ. биол. 1971. Т. 32. № 6. С. 651-666.
4. *Verhulst P.F.* Recherches mathematiques sur la loi d'accroissement de la population // Mémoires de l'Académie Royale des Belgique, 1845. V. 18. No 1. P. 1-38. (Цит., Hutchinson, 1978).
5. *Hutchinson G.E.* An Introduction to Population Ecology. New Haven, L.: Yale Univ. Press, 1978. 260 p.
6. *Шварц С.С.* Теоретические основы и принципы экологии // Современные проблемы экологии. Пятая Всес. экол. конф. (Доклады). М.: Изд-во МГУ. С. 21-31.
7. *Steppan S.J., Kenagy G. J., Zawadzki Ch., Robles R., Lyapunova E.A., and Hoffmann R.S.* Molecular data resolve placement of the Olympic marmot and estimate dates of trans-Beringian interchange // Journal of Mammalogy. 2011. V. 92. No 5. P.1028-1037.
8. *Котляков В.М.* Избранные сочинения в шести книгах. Книга 3. География в меняющемся миру. – М.: Наука, 2001. 411 с.

*Nikol'skii A.A., Belovezhets K.I., Vanisova E.A.*

### **SUSTAINABILITY AS A BASIC PROPERTY OF THE PHENOMENON OF LIFE ORGANIZED IN SUPRAORGANISMAL SYSTEMS**

*Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

The mechanisms of sustainability of supraorganismal systems (populations and ecosystems), the differences in the dynamics of the human population from other species of organisms and the possibility of sustainability of the “Nature-Society” system are discussed.

*Борисова Е.А., Конотоп Н.К., Виноградова Ю.С.,  
Сивухин А.Н., Марков, Д.С.*

## **О ПРИЧИНАХ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ВЕРХНЕВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ**

*Ивановский государственный университет  
[floraea@mail.ru](mailto:floraea@mail.ru)*

В статье обсуждаются проблемы исчезновения водных видов растений в озерах ледникового происхождения Ивановской области.

В результате исследований установлено резкое сокращение численности *Elatine hydropiper*, *Isoetes lacustris*, *I. echinospora*, *Sparganium gramineum*. Причины носят комплексный характер, связаны с эвтрофикацией водоемов, загрязнением почв тяжелыми металлами, распространением *Elodea canadensis*. Экологическую нишу *Sparganium gramineum* в озерах занимает *S. × longifolium*, гибридогенное происхождение которого доказано современными молекулярно-генетическими исследованиями.

В Верхневолжском регионе пути сохранения природного биоразнообразия и естественного функционирования природных систем стоят очень остро. В связи с возрастающими антропогенными нагрузками и загрязнением природных сообществ наиболее уязвимыми оказываются редкие виды растений. Практически ежегодно наблюдается сокращение численности их популяций, областей распространения, вытеснение аборигенных видов инвазионными. В Красную книгу Ивановской области включено 149 видов сосудистых растений, в том числе 12 гидрофитов [1]. В связи с эвтрофикацией озер наблюдается вытеснение аборигенных видов инвазионными [2, 3].

В Ивановской области все озера ледникового происхождения взяты под охрану, имеют статус памятников природы регионального значения, в том числе Валдайское, Высоковское, расположенные в окрестностях г. Иваново. Находясь в непосредственной близости к областному центру, озера яв-

ляются местами массового летнего отдыха населения. Большинство машин останавливаются в близи уреза воды, организуются стихийные пикниковые точки, палаточные лагеря, оставляется бытовой мусор.

В 2016–2019 гг. был проведён анализ воды и взяты образцы почв в окрестностях данных озер, изучено состояние редких видов гидрофитов. Анализ образцов почв проводился по стандартной методике [4], пробы воды выполнены в специализированной лаборатории г. Шuya, анализ содержания тяжелых металлов в воде – в лаборатории геоинформационных технологий с использованием спектрофотометра. Собранные гербарные образцы редких видов растений в исследованных озерах хранятся в гербарии (IBIW). Молекулярно-генетические исследование образцов *S. gramineum* из озер проведены на базе лаборатории географии и систематики водных растений ИБВВ РАН.

Озеро Валдайское небольшое (площадь акватории – 27,1 га, максимальная глубина – 13 м) расположено в 3 км северо-восточнее Иваново, В 1920-х гг. это озеро и его прибрежная зона были детально обследованы, отмечены крупные популяции *Isoetes echinospora*, *Sparganium gramineum* [5]. Озеро Высоковское находится в 12 км к северу от г. Иванова (площадь акватории – 36,4 га, максимальная глубина – 10,0 м).

При исследовании флоры озер в 2012–2019 гг. отмечено резкое снижение численности *Isoetes echinospora* в Валдайском озере, который встречается одиночными экземплярами, отмечается не ежегодно, его местообитания занимает *Elodea canadensis*. *Isoëtes lacustris* за время исследований в озере Высоковское не обнаружен, вероятно, исчез.

Экземпляры *Sparganium gramineum*, обитающие в озерах морфологически отличаются от типичных образцов килеватостью листьев и при поднимающимися соцветиями. Анализ аминокислотных последовательностей по маркеру ITS для выявления полиморфных позиций позволил установить, что

*S. gramineum* из озера Валдайское является *S. × longifolium*. Всего было обнаружено до 17 полиморфных позиций.

При анализе почв в окрестностях исследованных озер обнаружены превышения предельно допустимой концентрации некоторых тяжелых металлов. Подвижных форм кобальта в почвах у озера Валдайского почти в 5 раз больше чем в почвах у озера Высоковское. Содержание в почве никеля превышено в почвах у озера Валдайское на 20%, почти на 50% – у озера Высоковское.

При изучении состава воды в озерах в 1920-х гг. отмечалась исключительная бедность солевого режима, высокая прозрачность до 7–9 м [5]. Анализируя современные данные химических показателей воды в озерах, установлено, что состав воды существенно изменился, появились соли азотной и азотистой кислот, присутствие фосфатов и тяжелых металлов. Прозрачность резко снизилась и составляет в летние месяцы 1,2–1,8 м.

Несмотря на то, что озера являются особо охраняемыми природными территориями, режимы охраны постоянно нарушаются и не контролируются. Поэтому экосистемы озер нарушены, вода и почвы загрязнены. В результате антропогенных изменений и деградации прибрежной растительности в исследованных озерах резко сократилась численность редких уязвимых видов растений. *Sparganium gramineum* вытеснился более адаптированным гибридом *S. × longifolium*. Ледниковые реликты *Isoetes lacustris*, *I. echinospora* практически исчезли в данных озерах, спорадически наблюдается присутствие *Elatine hydropiper*. Негативно сказывается на распространении редких видов заросли *Elodea canadensis*. Для сохранения данных уникальных озер Верхневолжского региона и редких видов в них необходим строгий контроль соблюдения режимов охраны, регламентирование рекреационных нагрузок, проводить экологический мониторинг воды, почв, популяций редких видов. Целесообразно выделение специальных участков – резерватов, где будет установлен особый

режим охраны, запрещающий любое антропогенное вмешательство.

### *Литература*

1. Красная книга Ивановской области. Т. 2: Растения и грибы / под ред. В.А. Исаева. Иваново: ПресСто, 2010. 192 с.
2. Борисова Е.А. Особенности распространения инвазионных видов растений по территории Верхневолжского региона // Российский журнал биологических инвазий. 2010, Т. 3. № 4. С. 2–9.
3. Foxcroft L.C., Pyšek P., Richardson D.M. Plant invasion science in protected areas: progress and priorities // Biological Invasions. 2017. Vol. 19(5). P. 1353–1378
4. Сибухин А.Н., Марков Д.С., Борисова Е.А. Влияние загрязнения почв тяжелыми металлами на здоровье населения Ивановской и Костромской областей // Проблемы региональной экологии. 2019. №. 3. С. 81–87.
5. Кордэ Н.В., Ласточкин Д.А. Валдайское озеро. Очерк населения озера и его гидрологическая характеристика Иваново-Вознесенск. 1930. 129 с.

*Elena Borisova, Nikita Konotop, Julia Vinogradova,  
Dmitriy Markov, and Alexey Sivukhin*

### **ABOUT THE REASION FOR THE RARE PLANT SPECIES DISAPPEARANCE IN THE UPPER VOLGA REGION**

*Ivanovo State University, Russia*

The problems of the extinction of aquatic plant species in Ivanovo region glacial lakes are discussed. As a result of research a sharp decrease in the number of rare hydrophytes (*Elatine hydropiper*, *Isoetes lacustris*, *I. echinospora*, *Sparganium gramineum*) has been established. The reasons are complex, they are associated with the eutrophication of ponds, heavy metals soil pollution, uncontrolled recreational loads and *Elodea canadensis* invaded into lake ecosystems. The ecological niche of *Sparganium gramineum* in the lakes is occupied by *S. × longifolium*, the hybridogenic origin of which is proved by modern molecular genetic analysis.

**Мишилanova Ю.Л., Зайцев A.A., Воронов Г.А.**  
**ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
И ЖИВОТНОГО МИРА ПРИ ПРОЦЕДУРЕ ОЦЕНКИ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследо-  
вательский университет»**  
[mishyleo@rambler.ru](mailto:mishyleo@rambler.ru)

Материалы оценки воздействия на окружающую среду должны содержать описание растительности и животного мира, оценку возможных изменений компонентов в результате воздействия человека, но методическое обеспечение таких работ разработано в России слабо. Статья содержит авторский подход и перечень критериев для успешной разработки рассматриваемых подразделов, основанный на личном опыте авторов, обобщении существующих методов, методик и нормативного обеспечения.

Современное российское законодательство определяет процедуру оценки воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду. Материалы по оценке воздействия служат источником информации о состоянии окружающей среды при проведении инженерных изысканий и разработке проектной документации.

Материалы должны содержать описание окружающей среды и оценку воздействия на нее. К обязательным рассматриваемым компонентам относятся растительности и животном мир. Нормативно установленное методическое обеспечение работ (приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. № 372, СП 47.13330.2012, СП 11-102-97 и др.) по описанию и оценке состояния растительности и животного мира, оценке возможных изменений этих компонентов из-за антропогенного воздействия разработано в России значительно слабее, чем, например, в отношении воздушной, водной среды, отходов.

В то же время существует множество авторских, научных методик изучения этих компонентов. Часть этих методик позволяет проводить интегральную оценку растительности и

животного мира, часть ориентированы на видовой и популяционный уровень. Как правило, методики сложны, для достижения достоверного результата при их использовании требуется: высокая квалификация специалиста, узконаправленность специалиста и длительный период наблюдений.

Таким образом, существует потребность в разработке экспресс-методики оценки современного состояния растительности и животного мира, которая позволит оценивать последствия намечаемой деятельности и прогнозировать возможную деградацию и трансформацию компонентов [1] для принятия оптимальных управлеченческих, экономических, технологических решений.

Основные принципы, закладываемые в экспресс-методику, должны учитывать особенности оцениваемых компонентов, физико-географическое положение РФ (прежде всего сезонность), финансово-юридические и темпоральные аспекты выполнения работ, обеспеченность организаций трудовыми ресурсами. С учетом этого, принципы для разрабатываемого перечня можно сформулировать следующим образом: простота использования; быстрота выполнения; относительная дешевизна работ; достоверность полученных данных.

Оценка воздействия на растительность и животный мир должна содержать анализ качественных и количественных изменений характеристик растительности и животного мира в сравнении с современным состоянием растительных сообществ на территории с учетом этапов строительства, эксплуатации и рекультивации объекта.

Оценка воздействия, как правило, выполняется методом поискового прогнозирования, основанного на материалах современной научной дискуссии, данных фондовых материалов, достоверных результатов экспериментов и моделирования по вопросам воздействия объектов-аналогов на растительность и животный мир. Информационной базой научной дискуссии должны выступать системы научного цитирования

ния и ранее выполненные разделы ОВОС, отчеты о НИР, описывающие результаты экспериментов и моделирования.

Оценка воздействия на растительность, по нашему мнению, должна содержать:

1. Данные о прямом воздействии (площадь сводимых экосистем; площадь полосы отвода (га); характер механических нарушений растительного покрова; характеристика уничтожаемых популяций видов, занесенных в Красную книгу РФ и региона);

2. Данные о косвенном воздействии (трансформация мест обитания; прогнозируемые изменения видового состава растительности; прогнозируемое изменение проективного покрытия [2]; прогнозируемое изменение жизненности особей [3]; прогнозируемое изменение санитарного состояния древостоя [4] и деградация лесной среды, травостоя и кустарников [5]; прогнозируемое увеличение доли синантропных видов растений и их видовой состав [3]; прогнозируемое изменение численности, видов растений, занесенных в Красные книги РФ и региона; прогнозируемая гибель растительности в зоне воздействия объекта за пределами полосы отвода; прогнозируемые физиологические изменения растений, развитие патологий и заболеваний; прогнозируемое накопление загрязняющих химических веществ в растениях, прогнозируемое изменение запасов пищевых ресурсов).

Оценка воздействия на животный мир должна содержать оценку (по всем классам животных):

1. Прогнозируемой гибели объектов животного мира;
2. Трансформации мест обитания;
3. Прогнозируемых изменений показателей численности и продуктивности объектов животного мира в результате антропогенных воздействий [1];
4. Прогноза изменений в численности видов животных, занесенных в Красные книги РФ и региона;
5. Описание количественного соотношения экологически пластичных (тривиальных), синантропных видов и видов, характерных для конкретного биотопа [3].

Предложенные перечни предлагаемых критериев для оценки воздействия на объекты растительности и животного мира основываются на существующих подходах и методах естественно-научных исследований. Предложенные критерии позволяют относительно быстро и достаточно достоверно оценивать воздействие намечаемой деятельности на окружающую среду, своевременно принимать оптимальные проектные, управленческие и экономические решения.

### *Литература*

1. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды / Географический вестник. 2012. № 4 (23). С. 46-50.
2. Методические указания по обследованию памятников природы и государственных природных заказников, утв. Федеральной службой лесного хозяйства РФ от 11.04.1995
3. Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» / Географический вестник. 2011. №2 (17). С. 49-59
4. О правилах санитарной безопасности в лесах / Постановление Правительства РФ от 20.05.2017 г.
5. Методика оценки вреда и исчисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания / М: 2000. Утверждена Госкомэкологии РФ от 28.04.2000 г.

*Mishlanova Yu.L., Zaitsev A.A., Voronov G.A.*  
**APPROACHES TO THE STUDY OF VEGETATION  
AND WILDLIFE IN THE PROCESS OF ENVIRONMENTAL  
IMPACT ASSESSMENT**

*Perm State University*

Environmental impact assessment materials should contain a description of vegetation and wildlife, an assessment of possible changes in components as a result of human exposure. The article contains the author's approach and a list of criteria for the successful development of the subsections under consideration, based on the personal experience of the authors and a synthesis of existing methods, techniques and regulatory support.

**Пинаев С.К.<sup>1</sup>, Пинаева О.Г.<sup>1</sup>, Чижов А.Я.<sup>2</sup>**  
**О РОЛИ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ**  
**В КАНЦЕРОГЕНЕЗЕ**

<sup>1</sup>*Дальневосточный государственный медицинский университет, г. Хабаровск;*

<sup>2</sup>*Российский университет дружбы народов, г. Москва*  
[pinaev@mail.ru](mailto:pinaev@mail.ru)

Выявлена связь активности Солнца и дыма лесных пожаров с распространенностью различных форм доброкачественных и злокачественных новообразований в популяции молодых детей 0-4 лет, Хабаровская область, Россия. Таким образом, было детерминировано, что так называемые "спорадические" колебания частоты новообразований в популяции детей не являются случайными. Они вызваны длительными многолетними циклами изменения комплекса экологических факторов. Авторы идентифицировали это явление как "альтернативный онкогенез", имея в виду преобладание в нем различных форм новообразований в определенный период времени за счет изменения параметров комплекса факторов окружающей среды. Предлагается гипотеза: экологически связанный окислительный стресс как причина эпигеномной модуляции, приводящий к дисбалансу между семафорами и интегралами, что приводит к онкогенезу

Изучение связей факторов внешней среды со злокачественными новообразованиями (ЗН) важно для понимания причин рака и разработки мер его профилактики. Наш подход заключается в одновременном исследовании связи факторов внешней среды с частотой доброкачественных опухолей (ДО) и ЗН в когортах детей младшего возраста (ДМВ) 0-4 лет, поскольку это позволяет шире взглянуть на онкогенез, а преимущественно пренатальное происхождение опухолей в этот период дает возможность получить информацию в достаточно короткий срок. В качестве факторов внешней среды мы остановили свой выбор на солнечной радиации и дыме лесных пожаров.

Была изучена уточненная заболеваемость (Зб) ДО в г. Хабаровске в когортах ДМВ 1976-1986 гг. рождения. Выявлено 693 случая ДО, рассчитана Зб в когортах на  $10^5$  человеко-лет. Аналогично исследована частота ЗН в Хабаровском крае в когортах ДМВ 1972-1988 гг. рождения (572 случая заболевания), рассчитана Зб на  $10^6$  человеко-лет.

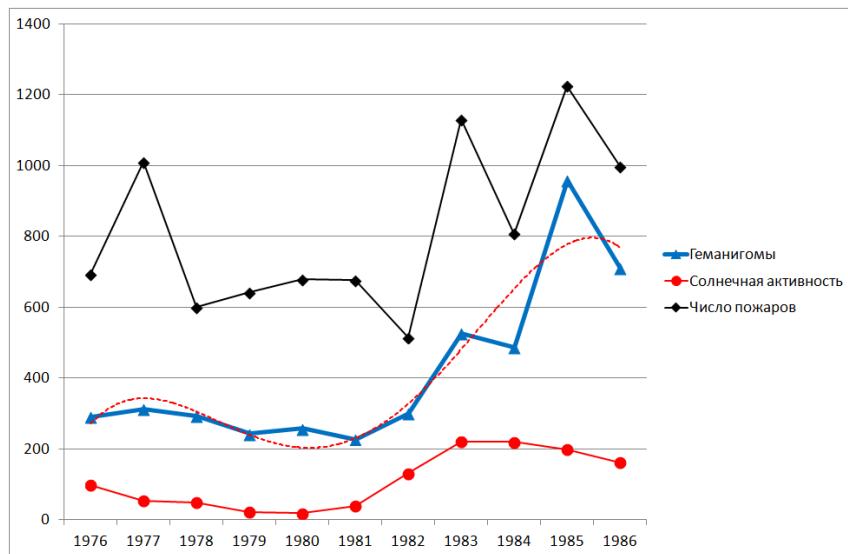
Для системного анализа использовались интервальные характеристики в рамках календарного года: среднегодовое число пятачков на Солнце, число лесных пожаров на территории Хабаровского края, частота новообразований. Динамические ряды были подвергнуты многофакторному корреляционно-регрессионному анализу при помощи пакета программ IBM SPSS Statistics 23 в семи итерациях с лагом в 1 год к году рождения детей в когортах (-3,-2,-1,0,+1,+2,+3).

При изучении влияния Солнца установлена зависимость между его активностью за 3 года до рождения детей и частотой ДО ( $r = 0.785$ ;  $p = 0.004$ ; Рис. 1). Из отдельных форм ДО связь с активностью Солнца за 3 года до рождения детей показали опухоли мягких тканей мягких тканей [1], а также папилломы кожи и слизистых ( $r = 0.720$ ;  $p = 0.012$ ). Среди ЗН связь солнечной активности за 1 год до рождения детей обнаружена для неходжкинских лимфом [2].

Дым лесных пожаров за 2 года до рождения детей оказался связанным с частотой лимфангиом ( $r = 0.695$ ;  $p = 0.009$ ), а для тератом установлена связь с дымом за 1 год до рождения ( $r = 0.656$ ;  $p = 0.014$ ). Изучение связи дыма с возникновением ЗН выявило зависимость между числом пожаров за 2 года до рождения детей и частотой лимфогранулематоза [3]. Количество пожаров через 1 год после рождения детей оказалось связанным с Зб опухолями центральной нервной системы [4].

Для гемангиом и лейкоза, являющихся наиболее частыми формами ДО и ЗН соответственно, значимой оказалась связь как с активностью Солнца, так и с дымом лесных пожаров. Многофакторный анализ показал наличие сильной множественной корреляции между активностью Солнца за 3 года

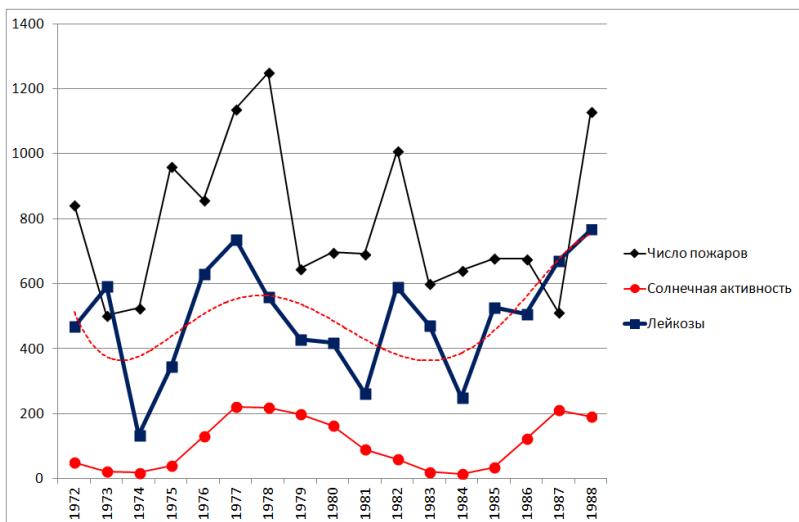
до рождения детей, числом пожаров через 3 года после их рождения, и заболеваемостью гемангиомами ( $R = 0.870$ ;  $F(2,8) = 12.424$ ;  $p < 0.004$ ) [1]. Как видно из графика (Рис.1), частота гемангиом преимущественно отражает медленное многолетнее изменение солнечной активности, оказавшей воздействие на гаметы родителей, и значительно в меньшей степени является следствием постнатального влияния дыма.



**Рис. 1.** Динамика частоты гемангиом (на  $10^5$  человеко-лет) в когортах детей 0-4 лет 1976-1986 гг. рожд.), активности Солнца за 3 года до их рождения и числа пожаров через 3 года после их рождения (г. Хабаровск)

Для лейкоза многофакторный анализ установил наличие множественной корреляции между числом пожаров за 2 года до рождения детей, активностью Солнца через 3 года после их рождения и частотой данной патологии [5]. Как видно (Рис.2), кривая частоты лейкоза отражает ежегодные колебания числа пожаров, а полиномиальный тренд этой частоты имеет высокую степень подобия длительным многолетним изменениям солнечной активности. Можно предположить,

что значительная часть случаев лейкоза у детей возникает вследствие загрязнения воздуха дымом лесных пожаров, оказавшим воздействие на родительские гонады за 1-2 года до зачатия. А изменение активности Солнца в период продолжения бурного развития организма ребенка в возрасте около 3 лет способствует появлению дополнительных случаев заболевания.



**Рис. 2.** Динамика частоты лейкоза (на  $10^6$  человеко-лет) в когортах детей 0-4 лет (1972-1988 гг. рожд.), числа пожаров за 2 года до их рождения и активности Солнца через 3 года после их рождения (Хабаровский край).

Таким образом, «спорадические» колебания частоты новообразований в детской популяции являются не случайными. Они обусловлены длительными многолетними циклами изменения комплекса факторов внешней среды. Выявленному явлению мы дали название «Альтернативный онкогенез», понимая под этим обусловленное изменением параметров комплекса экологических факторов преимущественное возникновение тех либо иных форм неоплазий в определенный период времени.

Обнаруженная зависимость ЗБ ДМВ новообразованиями от дыма лесных пожаров подтверждает канцерогенное влияние дыма в целом. Связь солнечной активности с частотой лейкоза и лимфом может быть обусловлена изменениями магнитного поля Земли под влиянием Солнца, приводящими к сбоям физиологических ритмов. Наша гипотеза подтверждается тем, что профессиональная экспозиция к низкочастотным электромагнитным полям в 3 раза повышает риск возникновения неходжкинских лимфом [6], а рождение в год спокойного Солнца дает увеличение средней продолжительности жизни на 5,2 года [7].

Вектором, объединяющим экологические влияния на живой организм, может являться окислительный стресс и вызванная им эпигеномная модуляция, ведущая к нарушению баланса между семафоринами и интегринами, с исходом в опухолевую трансформацию.

Для уменьшения риска возникновения неоплазий у детей рекомендуется будущим родителям, начиная с периода за 1-2 года до планируемого зачатия, мамам во время беременности и лактации, и ДМВ употреблять достаточное количество витаминов, защищать органы дыхания эффективными респираторами, очищать воздух в помещениях, и проводить иммунореабилитацию препаратами трансфер фактора.

### *Литература*

1. *Пинаев С.К., Чижов А.Я.* Альтернативный онкогенез. Системная динамика экологических факторов при новообразованиях у детей // Успехи молекулярной онкологии.-Москва.-2018.-Том 5.-№4.-Приложение.-С.18-19
2. *Пинаев С.К., Чижов А.Я., Пинаева О.Г.* Системный анализ связи активности Солнца и частоты неходжкинских лимфом у детей / Материалы XVII международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки», 26-27 ноября 2018 г., North Charleston, USA.-Том 2.-С.14-17 / Fundamental science and technology – promising developments XVII.- Vol.2.-sps Academic, North Charleston, USA, 2018.- Pp.14-17.

3. Пинаев С.К., Чижов А.Я. Системный анализ влияния солнечной радиации и дыма лесных пожаров на риск развития злокачественных новообразований у детей // Успехи молекулярной онкологии -2018 - Том 5, №4 - Приложение - С.9.
4. Чижов А.Я., Пинаев С.К., Пинаева О.Г. Системный анализ связи дыма лесных пожаров и опухолей центральной нервной системы у детей // Технологии живых систем.-2019.-№1.-С. 53-58.
5. Чижов А.Я., Пинаев С.К. Системный анализ влияния солнечной радиации и дыма лесных пожаров на риск лейкоза у детей // Радиация и риск. -2018, том 27, №4.-С.87-94.
6. Villeneuve P.J., Agnew D.A., Miller A.B., Corey P.N. Non-Hodgkin's lymphoma among electric utility workers in Ontario: the evaluation of alternate indices of exposure to 60 Hz electric and magnetic fields // Occup. Environ. Med. 2000 Apr; 57(4):249-57.
7. Skjærøv G.R., Fossøy F., Røskaft E. Solar activity at birth predicted infant survival and women's fertility in historicalN orway // Proc. Biol. Sci. 2015 Feb 22; 282(1801): 20142032.

**Sergey K. Pinaev<sup>1</sup>, Olga G. Pinaeva<sup>1</sup>, Alexey Ya. Chizhov<sup>2</sup>**  
**ABOUT THE ROLE OF ENVIRONMENTAL FACTORS**  
**IN CARCINOGENESIS**

<sup>1</sup>*Far Eastern State Medical University, Khabarovsk;*

<sup>2</sup>*Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

There were found out the connections of the activity of the Sun and smoke of forest fires with the incidence of various forms of benign and malignant neoplasms in the population of young children 0-4 years old, in Khabarovsk Region, Russia. Thus, it was determined that so-called "sporadic" fluctuations in the incidence of neoplasms in the child population are not random. They are caused by long multi-year cycles of changes in the complex of environmental factors. The authors identified this phenomenon as "Alternative oncogenesis", meaning by it the predominant occurrence of various forms of neoplasms in a certain period of time due to a change in the parameters of the complex of environmental factors. A proposed hypothesis is: ecologically linked oxidative stress as a cause of the epigenomic modulation leading to an imbalance between semaphorins and integrins that brings to oncogenesis.

# ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ

*Angelica Rallo<sup>1,2</sup> & Mario Lo Valvo<sup>1</sup>*

## **FIRST RESULTS OF TWO CENSUS ON REPTILES IN TWO ORIENTED NATURAL RESERVES IN THE PROVINCE OF PALERMO THROUGH A NEW METHOD OF SAMPLING THE ERPETOFAUNA**

<sup>1</sup> *University of Palermo, Sicily, Italy*

<sup>2</sup> *RUDN University, Moscow, Russia*

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

This work was written following research carried out at two natural reserves located in the city of Palermo: the "Molara Cave" Oriented Nature Reserve in 2017 and the R.N.O. "Mount Pilgrim" (Palermo) in the year 2018. Two different types of funnel traps were constructed on this occasion for ophidians, some with bait and others without, to be placed in reserve to verify the primary needs of animals (shelter / feeding). Furthermore, the study verified the functioning of this capture system in areas with different extension and for different types of reptiles. The realization of this work assumes a pioneering character in Sicily.

Snakes are indicators of environmental well-being, whose physiological, ecological and population characteristics provide information on the state of the system as a whole [1]. Their vulnerability is given by multiple changes including: habitat destruction, climate change or long-term disturbances, which make these organisms useful indicators in the processes affecting their ecosystems [2]. Knowing the species of snakes and their number within a population can be useful, particularly in observing the variability of certain long-term parameters [3]. Capture and marking studies are often used using a variety of methods as the basis for species-specific conservation assessments [4-7]. Passive capture methods generally involve the trapping of animals. Although these methods often produce a lower catch frequency than active

methods, they are usually preferable for population studies, as the animal is not disturbed by human presence, and maximizes repeatability by supplementing catches over time [8, 9]. Most snake traps, which are variants of minnow traps, used in fishing [10], have been used to sample snakes in both aquatic habitats [11, 9] and terrestrial habitats [12]. Therefore, these can be considered useful to increase wildlife knowledge within protected areas, especially if there is little data available, in such a way as to make changes (if useful) for the management and conservation of the species and habitat associated with them, even more if considered threatened. The objective of this work is the evaluation of the populations of some species of reptiles present within two nature reserves oriented in the province of Palermo. The areas under study are two R.N.O.: "*Mount Pilgrim*" and "*Molara Cave*".

The catches were made with minnow traps. It was chosen to prepare a total of twenty with a maximum length of 45 cm and of two different types according to the functions they should have performed (Fig.1): ten entirely of the classic metal anti-mosquito nets and another ten using PVC pipes.



**Fig.1** On the left metal trap and on the right the PVC trap.

Since the purpose of first type of traps was to verify the primary need for feeding inside them was placed a bait (either a dead whole small mouse or a part of mouse or simply mouse blood). PVC pipes have been chosen to serve as a refuge as they offer greater insulation from the outside environment than the former and as a result no bait has been inserted into them. To close the ends were inserted the same cones of the metal traps only that on

this occasion were assembled with plastic wir-ing bands in such a way as to easily remove them and open one end in the absence of side openings.

In the R.N.O. "*Molara Cave*" the census was carried out in May and the first week of June 2017. The traps were distributed throughout the reserve due to the small size of the area following a predetermined route. Surveys were carried out daily in the first half of the census and then every other day until the end of the search, from 9:00 a.m. to 2 p.m.

In that of Mount Pilgrim the census was carried out in the months of May, June and the first week of July 2018. It was decided to place the traps in a section north-west of the mountain of a length equal to 200 m, including vegetation such as eucalyptus, ampelodesm and pines, to remedy the timing problem of the control of these due to the large area of the reserve. Furthermore, this section is one of the few that is less frequented by tourists or locals. The inspections were made daily during the first month and every other day from the second onwards.

In both reserves, the traps were divided and placed in pairs that included both models at a distance of about twenty meters from each other, in such a way as to make later a comparison between the two models. The location of the pairs of traps was chosen thinking about the strategic position of passage of snakes and based on the presence or not of the natural shelters. If such a point had proved unproductive, that is, it never gave the presence of snakes trapped, the placement site was changed to another thought more suitable for the purpose of the study until the final one was found that satisfied the always respecting the distance of about twenty meters. Noting that the discovery of the traps was simple, all the movements were noted in a notebook.

The two types of traps had different catches over the time they were active, giving good results (Tab.1). It dawns on the way that in both reserves the metal traps have caught more reptiles than the PVC traps and the majority of the catches were made in the R.N.O. "*Molara Cave*".

**Tab.1** Number of total catches of both reserves .

Trap type	Reserve	Number of catches	Trap Nights	No. of catches for trap nights
Metal trap	<i>Molara Cave</i>	34	41	0,82
Metal trap	<i>Mount Pilgrim</i>	23	55	0,41
PVC	<i>Molara Cave</i>	13	41	0,31
PVC	<i>Mount Pilgrim</i>	7	55	0,12

R.N.O. "Molara Cave" - The peak catch was reached in the last two weeks of May with an average of two Western whip snakes (*Hierophis carbonarius*) per day for a total of 17 individuals all different (Tab. 2). PVC traps have also performed well, showing the presence of two individuals of Italian Aesculapian snakes (*Zamenis lineatus*) in two separate days and in two different places, thus confirming its presence in the reserve that has not been observed for a couple of years. The traps proved efficient not only for the capture of the snakes, but for the capture of the other reptiles of the reserve (Tab.2). On a few occasions reptiles of different species have been found at the same time in the same trap including: Western whip snake-Ocellated skink and Ocellated skink-Italian wall lizard. Despite the obvious presence in the reserve of the Sicilian wall lizard (*Podarcis waglerianus*), this species was the only one that did not fall into a trap. There was only a recapture of a melanotic Ocellated skink individual, on 11 and 27 May in the same metal trap of the lower part of the reserve.

**Tab.2** Total captures in the R.N.O. "Molara Cave" excluding the recaptured Ocellated skink.

	Metal	PVC	High	Middle	Low	M	F
<i>Hierophis carbonarius</i>	16	1	4	0	13	14	3
<i>Zamenis lineatus</i>	0	2	1	1	0	2	0
<i>Chalcides ocellatus</i>	9	4	1	0	12	/	/
<i>Podarcis siculus</i>	8	3	3	4	4	/	/
<i>Tarentola mauritanica</i>	1	3	1	2	1	/	/

R.N.O. "Mount Pilgrim" - Also in this case both types of traps have given excellent results finding the presence of ophidians within them. There were discreet results, a total of 10 *Hierophis carbonarius* were caught, one of which was a repeat catch of an adult female, on 13 May and 1 July, both in metal traps located less than 20 m apart. Also in this second census the traps have been attractors for other species of reptiles. They were captured in total (Tab.3): 2 *Chalcides ocellatus*, of *Podarcis siculus* 12 individuals all different and 7 *Tarentola mauritanica*. In the reserve there is *Podarcis waglerianus* but even in this case there was no capture despite the obvious presence. On a few occasions reptiles of different species have been found in the same trap including: Common wall gecko – Italian wall lizard.

**Tab.3** Total catches in the R.N.O. "Mount Pilgrim". The recapture of the adult female biacco was excluded in the count of this table.

	Metal	PVC	M	F	Adult	Sub-A.	Young
<i>Hierophis carbonarius</i>	7	2	6	3	7	1	1
<i>Chalcides ocellatus</i>	1	1	2	0	2	0	0
<i>Podarcis siculus</i>	10	2	11	1	10	2	0
<i>Tarentola mauritanica</i>	5	2	7	0	5	2	0

For each captured ophid there was taken a series of photos of the head from above and below, in profile and frontally and the marking was performed by removing half of a side scale of the tail using a nail clipper, the biometric data were taken and it is sexing was also done with a probe for small ophidians. Only in a few cases the data collection was facilitated by the thanatosis (pretend to be dead) of the animal. In some cases there was no need to mark the captured individuals as they had noticeable scars that made them recognizable.

R.N.O. "Molara Cave" - The traps that yielded the most were those in metal mesh because the smell of the wets inside them recalled the Western whip snakes of the reserve. These have been found within the traps a little over the entire territory of the re-

serve but with greater frequency and quantity in the lower part where a common feathered and bramble vegetation predominates that seems to provide them with greater protection both from the excessive sun and from the sight of predators. Moreover, the fact that more males have been found is most likely to be credited to the fact that the census was carried out in May, due to the mating season that brings the males to quarrels. As for the Italian Aesculapian snakes, it is thought that, having preferred PVC without bait ingesting inside rather than the metal trap next to it with potential food, they have opted for a shelter rather than feeding in places where there is a shortage of shelters, but all this needs further study before being confirmed as little data is available.

R.N.O. "Mount Pilgrim" – Unfortunately in May the study was slowed down due to bad weather and rains that poured into Palermo. For this reason, the census was extended until July, giving discrete results with the capture of a few reptiles compared with that of the other reserve which had, among other things, a shorter time of activity of the traps. During the two censuses traps were found with obvious circular holes most likely left by other types of trapped animals. The answers were found in this reserve by finding on two different occasions in metal traps of dead rodents of the genus *Mus*. To be investigated is why no *Podarcis waglerianus* has been trapped; perhaps different ethology or nutrition but at the moment there is not enough data to be able to say for sure.

In conclusion it can be said that this research has been very successful since both trap models have worked and fulfilled their purpose. They also not only worked on the snakes for which they were designed, but also on other reptiles, making their sampling possible. Moreover, having observed the operation in both a small reserve and a larger one, we can say that this census method is very useful in order to collect as much data as possible in the shortest possible time by integrating the catches over time, facilitating data capture for population studies.

A proper thank you:

To Mauro Mannino, director of the Oriented Natural Reserve "Molara Cave" and all the staff of the GRE for making the census possible.

To the Ranger of Italy, Managing Body of the Mount Pilgrim Nature Reserve, for the necessary research authorizations and for collaboration.

Finally we wish to thank all those who to a different extent contributed to the realization of this work.

### *References*

8. *Beaupre S. J., Douglas L.E.* Snakes as Indicators and Monitors of Ecosystem Properties // *Snakes: Ecology and Conservation*. 2009, 9, p. 244
9. *Weatherhead P.J., Madsen T.*, 2009. Linking Behavioral Ecology to Conservation Objectives // *Snakes: Ecology and Conservation*. 209, 5, pp.149-150.
10. *Lind A.J., Welsh H.H. Jr., Tallmon D.A.*, 2005. Garter snake population dynamics from a 16-year study: Considerations for ecological monitoring. // *Ecol. Appl.*, 2005, 15, pp.294 –303.
11. *Savidge J.A.*, Population characteristics of the introduced Brown Tree Snake (*Boiga irregularis*) on Guam. // *Biotropica*, 1991, 23, pp.294 –300.
12. *Ota H.* Current status of the threatened amphibians and reptiles of Japan. // *Popul. Ecol.*, 2000, 42, pp.5–9.
13. *Wylie G.D., Casazza M.L., Martin L.L., Carpenter M.* Monitoring Giant Garter Snakes at Colusa National Wildlife Refuge: 2002 progress report. Sacramento, Calif.: U.S. Forest Service, Western Ecological Research Center, 2002
14. *Winne C.T., Dorcas M.E., Poppy S.M.*, Population structure, body size, and seasonal activity of Black Swamp Snakes (*Seminatrix pygaea*) // *Southeast. Nat.*, 2005, 4, pp.1–14.
15. *Willson J.D., Dorcas M.E.* Quantitative sampling of stream salamanders: Comparison of dipnetting and funnel trapping techniques. // *Herpetol. Rev.* 2003, 34, pp.128 –130.
16. *Willson J.D., Winne C.T., Fedewa L.A.* Unveiling escape and capture rates of aquatic snakes and salamanders (*Siren* spp. and *Amphiuma*

- means) in commercial funnel traps. // *J. Freshwater Ecol.* 2005, 20 pp.397–403.
17. *Fitch H.S.* A simplified tipy of funnel traps for reptiles, *Herpetologica* // 1951, 7, pp.77-80.
18. *Keck M.B.* A new technique for sampling semi-aquatic snake populations. // *Herpetol. Nat. Hist.* 1994, 2, pp.101–103.
19. *Rodda G.H., Fritts T.H., Clark C.S., Gotte S.W., Chiszar D.* A state-of-theart trap for the Brown Treesnake. In *G.H. Rodda, Y. Sawai, D. Chiszar, and H. Tanaka, eds., Problem snake management: The habu and the Brown Treesnake*, pp. 285–305. Ithaca: Cornell University Press, 1999

*Ралло А.<sup>1,2</sup>, Ло Вальво М.<sup>1</sup>*

**ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДВУХ ПЕРЕПИСЕЙ  
РЕПТИЛИЙ В ДВУХ ПРИРОДНЫХ ЗАПОВЕДНИКАХ  
ПРОВИНЦИИ ПАЛЕРМО ПО НОВОМУ МЕТОДУ  
ОТБОРА ПРОБ ГЕРПЕТОФАУНЫ**

<sup>1</sup> Университет Палермо, Сицилия, Италия

<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Эта работа была написана по результатам исследований, проведенных в двух природных заповедниках, расположенных в городе Палермо: в 2017 году - в заповеднике "Пещера Молара", а в 2018 году - в Р.Н.О. "Гора Палегрим" (г. Палермо). Для этого были сооружены два различных типа воронкообразных ловушек, некоторые с приманкой и другие без, и размещены в заповеднике для проверки первичных потребностей живоных (укрытие / кормление). В ходе исследования была проверена работоспособность этой системы отлова в на различных территориях и для различных типов рептилий. Реализация этой работы имеет на Сицилии новаторский характер.

**Басыров А.М., Леонова Т.Ш., Рахимов И.И.**  
**ГИБЕЛЬ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ**  
**КРУПНОГО ГОРОДА**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет*  
[Basaizat@yandex.ru](mailto:Basaizat@yandex.ru)

Изучена элиминация позвоночных животных на примере города Казани. Особое внимание уделено гибели животных на автомобильных дорогах и анализу способствующих этому причин.

При проведении комплексного изучения элиминации животных в условиях г. Казани в 2017-2019 гг. нами были обнаружены останки 449 позвоночных животных, принадлежащих 31 виду (табл. 1).

**Таблица 1.** Видовой состав и количество погибших животных

№	Вид	шт	%
1	Голубь сизый ( <i>Columba livia</i> , Gmelin, 1789)	270	60
2	Воробей домовой ( <i>Passer domesticus</i> , Linnaeus, 1758)	21	4,6
3	Серая ворона ( <i>Corvus cornix</i> , Linnaeus, 1758)	21	4,6
4	Кряква ( <i>Anas platyrhynchos</i> , Linnaeus, 1758)*	17	3,7
5	Домовая мышь ( <i>Mus musculus</i> , Linnaeus, 1758)	17	3,7
6	Кошка ( <i>Felis catus</i> , Linnaeus, 1758)	14	3,1
7	Галка ( <i>Corvus monedula</i> , Linnaeus, 1758)	13	2,8
8	Крыса серая ( <i>Rattus norvegicus</i> , Berkenhout, 1769)	12	2,6
9	Собака ( <i>Canis lupus familiaris</i> , Linnaeus, 1758)	9	2,0
10	Грач ( <i>Corvus frugilegus</i> , Linnaeus, 1758)	5	1,1
11	Лисица обыкновенная ( <i>Vulpes vulpes</i> , Linnaeus, 1758)*	5	1,1
12	Большая синица ( <i>Parus major</i> , Linnaeus, 1758)	4	0,8
13	Белая трясогузка ( <i>Motacilla alba</i> , Linnaeus, 1758)	4	0,8
14	Дрозд рябинник ( <i>Turdus pilaris</i> , Linnaeus, 1758)	4	0,8
15	Заяц русак ( <i>Lepus europaeus</i> , Pallas, 1778)*	4	0,8
16	Снегирь ( <i>Pyrrhula pyrrhula</i> , Linnaeus, 1758)	4	0,8
17	Чайка серебристая ( <i>Larus argentatus</i> , Pontoppidan, 1763)	3	0,6
18	Воробей полевой ( <i>Passer montanus</i> , Linnaeus, 1758)	3	0,6

19	Черный стриж ( <i>Apus apus</i> , Linnaeus, 1758)	3	0,6
20	Травяная лягушка ( <i>Rana temporaria</i> , Linnaeus, 1758)	3	0,6
21	Ворон ( <i>Corvus corax</i> , Linnaeus, 1758)	2	0,4
22	Сорока ( <i>Pica pica</i> , Linnaeus, 1758)	2	0,4
23	Чиж ( <i>Carduelis spinus</i> , Linnaeus, 1758)	1	0,2
24	Ястреб-перепелятник ( <i>Accipiter nisus</i> , Linnaeus, 1758)	1	0,2
25	Свиристель ( <i>Bombycilla garrulus</i> , Linnaeus, 1758)	1	0,2
26	Обыкновенный перепел ( <i>Coturnix coturnix</i> , Linnaeus, 1758)*	1	0,2
27	Коростель ( <i>Crex crex</i> , Linnaeus, 1758) *	1	0,2
28	Лесная куница ( <i>Martes martes</i> , Linnaeus, 1758)*	1	0,2
29	Обыкновенный бобр ( <i>Castor fiber</i> , Linnaeus, 1758)*	1	0,2
30	Белка обыкновенная ( <i>Sciurus vulgaris</i> , Linnaeus, 1758)*	1	0,2
31	Еж обыкновенный ( <i>Erinaceus europaeus</i> , Linnaeus, 1758)	1	0,2
	Всего	449	100

\*- охотничьи ресурсы

Анализируя видовой состав погибших животных, можно сказать, что 20 видов из 31 представлены птицами (65%), 10 видов млекопитающих (32%) и 1 вид принадлежит земноводным (3%). Если обратить внимание на количество найденных тушек, то классу птиц принадлежит 381 (84,5%) особь из 449, млекопитающих оказалось 65 (14, 5%), и земноводные меньше одного процента. Таким образом, как в видовом, так и в количественном отношении среди погибших животных абсолютное большинство принадлежит птицам.

Несмотря на то, что наблюдения велись в рамках крупного города, обращает на себя внимание, что список представлен далеко не самыми синантропными видами. При этом, согласно Федеральному закону от 24.07.2009 N 209-ФЗ "Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", 8 видов из 31 (26%), являются охотничьими ресурсами. В части 2 статьи 11 этого же закона упоминаются и

чайки. Согласно пункту 3 статьи 135 Экологического кодекса Республики Татарстан от 15 января 2009 г. № 5-ЗРТ, к охотничьям ресурсам относится и серая ворона. Таким образом, формально мы имеем дело уже с 10 видами, относящимися к охотничьям ресурсам.

В то же время среди млекопитающих из нашего списка можно выделить виды-вредители, с которыми ведется целенаправленная работа по регуляции численности (в данном случае дератизация) – домовые мыши и серые крысы, домашние животные – это собаки и кошки и дикие животные, тушки которых встречаются крайне редко, как правило, только на окраинах города.

Как видно из таблицы, абсолютное большинство погибших животных – 270 шт (60%) – сизые голуби, это при том, что все остальные 30 видов представлены в суммарной доле меньше 5% каждый, и 20 видов и вовсе меньше 1% каждый.

Большая часть животных погибла под колесами автомобилей. Некоторые виды, например, лисица обыкновенная, заяц русак, кошка, полевой воробей в нашем случае погибали исключительно под колесами автотранспорта.

Известно, что количество гибнущих животных на дорогах, в целом, зависит от их численности в сообществах, которые пересекают дороги [1], в нашем случае гибель, например, сизых голубей на дорогах прямо пропорциональна общей высокой численности данного вида. На территории населенных пунктов Ивановской области тоже была зарегистрирована высокая степень гибели голубей на автомобильных дорогах [2].

Согласно [3], в 90% случаев птица вылетает сбоку от дороги и погибает при ее пересечении. В населенных пунктах, помимо элементов, скрывающих дорогу (остановочные комплексы, столбы, рекламные щиты, припаркованные машины, заборы), птицы подвержены факторам беспокойства со стороны человека, его деятельности, домашних животных, которые служат причиной поспешных быстрых перемещений и

дезориентирует птицу, способствуя повышению гибели [3]. Но, в данном ключе надо уточнить, что голубь является полностью синантропным видом, который без опаски относится к любому антропогенному проявлению. В то же время, сизые голуби реагируют увеличением дистанции вспугивания на размеры транспортных средств, особенно сильно реагируя на автобусы [4]. Возможно, высокой степени гибели голубей способствует и то, что они являются колониальными птицами, и редко встречаются поодиночке, а в большинстве случаев различными группами. По [5] в стае, кормящейся на полотне дороги, взрослые особи вовремя реагируют и избегают столкновения с автомобилем. В стае одни особи реагируют раньше, другие позже, но в целом стая задерживается перед автомобилем дольше, чем одиночные особи [5].

Согласно [6] машины, движущиеся со скоростью 40-60 км/ч, как правило, не опасны для сидящих на дорогах птиц, которые взлетают при их приближении на 3-5 м. Скорость машин более 70-80 км/ч представляет средний опасный предел, при котором начинают гибнуть птицы. Надо отметить, что такие виды животных, как заяц русак и лисица обыкновенная были обнаружены в пригородных зонах, где с учетом ограничения скорости автомобилям разрешено двигаться со скоростью до 79 км/ч, таким образом, возможно, что эти скорости являются опасными и для млекопитающих.

Динамика гибели птиц и млекопитающих выглядит таким образом, что минимальная гибель фиксируется зимой, возрастающая весной и летом и пик смертности приходится на осенний период. Для птиц такой ход динамики обусловлен особенностями размножения, когда в конце лета и начале осени в основном заканчивается цикл размножения и молодые, еще неопытные птицы, не имеющие быстрой реакции, погибают чаще [2, 7]. Более того, согласно [2] на долю молодых приходится 90% сбитых птиц.

## *Литература*

1. *Туданов Р.А.* Гибель животных на дорогах в результате столкновения с автомобильным транспортом / Р.А. Туданов – Вестник Удмуртского университета. 2007, №10 – 39-46 с.
2. *Сальников Г.М.* Гибель птиц на автомобильных дорогах в Ивановской области / Г.М. Сальников, С.В. Буслاءев – Русский орнитологический журнал 2013, Т. 22. Экспресс-выпуск № 909 – 2230-2231 с.
3. *Кухта А.Е.* Гибель птиц на автодорогах в окрестностях г. Томска // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 1 (17). 85–94 с.
4. *Резанов А.Г.* Трофические связи птиц с транспортными магистралями и наземным транспортом/ А.Г. Резанов, А.А. Резанов - Русский орнитологический журнал 2009, Т.18, Экспресс-выпуск 481, с. 723-742.
5. *Нанкинов Д.Н.* Исследование гибели птиц на автомобильных дорогах в Болгарии / Русский орнитологический журнал 2009, Т.18, Экспресс-выпуск №456 – с.3-12
6. *Березовиков Н.Н.* О смертности позвоночных животных на автотрассах/ Н.Н. Березовиков - Русский орнитологический журнал, 2011, Т.20, Экспресс-выпуск 665, с. 1198-1202.
7. *Шевцов А.С.* Элиминация позвоночных животных на автомобильных дорогах Центрального Предкавказья / А. С. Шевцов, А. Н. Хохлов, М. П. Ильюх – Вестник Ставропольского государственного университета № 74, 2011 – 115-122 с.

*A.M. Basyrov, T.Sh. Leonova, I.I. Rakhimov*  
**DEATH OF ANIMALS IN THE CONDITIONS  
OF A LARGE CITY**

*Kazan (Volga region) Federal University*

The elimination of vertebrates was studied using the example of the city of Kazan. Particular attention is paid to the death of animals on roads and the analysis of the contributing factors.

*Боймуродов Х., Иzzатуллаев З., Суяров С., Отакулов Б.,*

*Хожиев М., Бобомуродов З., Туреханов Ф.*

**ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ОХРАНА  
ЭНДЕМИЧНЫХ, РЕДКИХ И МАЛОЧИСЛЕННЫХ  
ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ РЕКИ ЗЕРАВШАН**

*Самаркандинский государственный университет, Узбекистан  
[boymurodov1971@mail.ru](mailto:boymurodov1971@mail.ru)*

Статья содержит материалы о сапробности, хозяйственному значении и охране эндемичных, редких и малочисленных видов двустворчатых моллюсков бассейна реки Зеравшан. Даны рекомендации по охране краснокнижных моллюсков

Известно, что среди гидробионтов двустворчатые моллюски считаются хорошими фильтраторами воды. Водоемы бассейна р.Зеравшан по степени загрязненности разделены на чистые, средне загрязненные и загрязненные [1,2].

Используя эти данные и анализируя распространение моллюсков по типам водоемов бассейна реки Зеравшан, мы пришли к следующим выводам (таблица 1): в чистых водах и ключах бассейна р.Зеравшан распространены катаробные моллюски; в оросителях (арыках), вытекающих из родников и ключей, в слабо загрязненных водах живут катаробные и олигосапробные виды моллюсков; в реках, водохранилищах и каналах, т.е. в средне загрязненных водах, обитают олигосапробные, а в загрязненных  $\beta$  - мезосапробные виды: только в некоторых каналах с загрязненной водой обитают  $\alpha$  - мезосапробные виды моллюсков.

В ключах и родниках живут 7 видов (*Euglesa hissarica*, *E.turanica*, *Odhneripisidum polyyiimeticum*, *O.terekense*, *O.issykkulense*, *O.sogdianum*, *O.behnningi*) катаробных моллюсков.

В оросителях, вытекающих из родников и ключей также обитают 7 видов моллюсков, почти все они, кроме *Euglesa*

*obliquata* (он  $\beta$ -мезосапроб), являются олигосапробными, т.е. живут в средне загрязненных водах.

Реки заселены 12 олигосапробными и  $\beta$ -мезопоробными видами моллюсков, из них 5 видов из семейства карбикулид олигосапробы и 5 видов и 2 подвида унионид  $\beta$ -мезосапробы, т.е. обитают в средне загрязненных и загрязненных водах.

**Таблица 1** Распространение двустворчатых индикаторных моллюсков в различных типах водоемов и водотоков р. Зеравшан

№	Виды моллюсков	Родники	Родниковые ручьи и речки	Рыбхозы	Реки	Водохранилища	Каналы	Диапазон встречаемости
1	<i>Sinanadonta Orbicularis</i>	-	-	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
2	<i>S. gibba</i>	-	-	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
3	<i>S. puerorum</i>	-	-	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
4	<i>Colletopterus bacrtianum</i>	-	-	-	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
5	<i>C. cyreum sogdianum</i>	-	-	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
6	<i>C. ponderosum volgense</i>	-	-	-	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
7	<i>Euglesa hissarica</i>	k	0	-	-	-	-	k-0
8	<i>Euglesa turkestanica</i>	-	0		-	-	-	0
9	<i>E. obliquata</i>	-	$\beta$	-	$\beta$	$\alpha$	$\alpha$	$\beta$ - $\alpha$
10	<i>E. turanica</i>	k	-	-	-	-	-	k
11	<i>E. heldereichi</i>	-	0	-	-	-	-	0
12	<i>Odhneripisidium polytimeticum</i>	k	0	-	-	-	-	k-0
13	<i>O. terekense</i>	k	0	-	-	-	-	k-0
14	<i>O. sogdianum</i>	K	-	-	-	-	-	k
15	<i>O. issykkulense</i>	K	0	-	-	-	-	k-0

16	<i>O. behningi</i>	k		-	-	-	-	k
17	<i>Corbicula cor</i>	-	-	$\beta$	0	-	0	$\beta$ -0
18	<i>C. purpurea</i>	-	-	-	0	-	-	0
19	<i>C. fluminalis</i>	-	-	-	0	$\beta$	$\alpha$	$0-\beta-\alpha$
20	<i>Corbiculina tibetensis</i>	-	-	-	0	-	$\beta$	$0-\beta$
21	<i>C. ferghanensis</i>	-	-	-	0	$\beta$	$\beta$	$0-\beta$
Всего:		7	7	5	12	9	12	

Примечание: k-катарабные, 0-олигосапробные,  $\beta$ -мезосапробные,  $\alpha$  – мезосапробные.

Из 9 видов моллюсков водохранилищ - 8  $\beta$ -мезосапробы и только эврибионт *Euglesa obliquata*  $\alpha$  - мезосапроб, т.е. живет в загрязненной воде.

В каналах распространены 12 видов моллюсков, из них *Corbicula cor* – олигосапроб, *Corbiculina tibetensis*, *C.ferghanensis* и 4 вида и 2 подвида унионид –  $\beta$ -мезосапробы. Только *Euglesa obliquata*, *Corbicula fluminalis*  $\alpha$ -мезосапробы, т.е. распространены в загрязненных водах (таблица 1).

В целом, в бассейне среднего течения р. Зеравшан полностью загрязненные, полисапробные виды отсутствуют. Двусторчатые моллюски имеют важное народнохозяйственное значение. Они служат источником питания для рыб, водных и околоводных птиц и другим водным животным. Например, из рыб лещ, Зарафшанский белый чебак, форель и другие рыбы питаются моллюсками.

Виды крупных двусторчатых моллюсков рода *Sinanodonta* и *Colletopterus* можно использовать для получения промыслового жемчуга, а перламутр раковин для изготовления пуговиц, пепельниц и для украшения различных изделий [3,4].

Из общего числа видов (19) и подвидов (2) двусторчатых моллюсков среднего течения бассейна р.Зеравшан и его низовьев представители семейства *Unionidae* *Colletopterus bactrianum*, *C. cyreum sogdianum* являются эндемиками

данной территории. Первый из них очень редкий и малочисленный. Второй быстро уменьшает свою численность (из-за загрязнения водоемов и любительского сбора). *C.bactrianum* как редкий вид, ранее был включен в “Красную книгу” Таджикистана [5]. Моллюски семейства *Corbiculidae*; *Corbicula cor*, *C.rupurea* и *C.fluminalis* так же являются малочисленными видами, особенно последний вид.

Он почти исчез и в водоемах бассейна р. Зеравшан встречается единично. В настоящее время все вышеуказанные виды моллюсков рода *Corbicula* включены в новое, второе издание Красной книги Республики Узбекистан [5].

Для того, чтобы сохранить их в природе и увеличить, численность необходимо провести следующие мероприятия:

- упорядочить рыболовство, т.е в период их размножения (в бассейне р. Зарафшан с 1 апреля до 31 мая) запретить лов, потому что этот период совпадает с их икрометанием. Рыбы играют большую роль в распространении двустворчатых моллюсков;

- улучшить экологические условия, т.е местообитания двустворчатых моллюсков. Для этого необходимо сберечь типы естественных вод от попадания сбросных загрязненных вод, остатков пестицидов и т.д.

-произвести акклиматизацию и реакклиматизацию краснонижных моллюсков: *Colletopterum bactrianum*, *C.cyreum sogdianum*, *Corbicula cor*, *C.rupurea* и *C.fluminalis*.

- запретить любительский сбор.

### *Литература*

1. *Боймуродов Х.Т.* Распространение двустворчатых моллюсков в водоёмах, созданных человеком, и их биологическая разновидность // Биологический журнал Узбекистана. – Ташкент, 2010.– №6.–С.41-44.
2. *Боймуродов Х.Т.* Двустворчатые моллюски водоёмов Узбекистана как объект экологического мониторинга // Журнал Московское Общество Испытателей Природы. –Москва, 2015. – С.9-11.

3. *Иzzатуллаев З.И., Боймуродов Х.Т.* Результаты выращивания жемчуга у двустворчатых пресноводных моллюсков (Bivalvia: Unionidae, Anadontinae) Узбекистана // Журнал Московское Общество Испытателей Природы. –Москва, 2016. Т. 121. вып. 5.- С.16-19.
4. Красная книга Таджикской ССР. Отв.ред. Абдусалямов И.А. – Душанбе: «Дониш», 1998. – 336 с.
5. Красная книга Республики Узбекистан. Том 2. Животные. Ташкент: «Chinor ENK», 2003. – 215 с.

*H. Boymurodov, Z. Izzatullaev, S. Suyarov, B. Otakulov,  
M. Khozhiev, Z. Bobomurodov, F. Turekhanov.*

**ECONOMIC VALUE AND PROTECTION OF ENDEMIC,  
RARE AND SMALL NUMBER OF BIVALVES  
IN THE ZERAFSHAN RIVER**

*Samarkand State University, Uzbekistan*

The article contains materials on saprobity, economic importance and the protection of endemic, rare and small species of bivalve mollusks in the Zeravshan river basin. Recommendations on the protection of the Red Book mollusks are given.

*Боймуродов Х., Иzzатуллаев З., Эгамкулов А., Отакулов Б.,  
Хожиев М., Бобомуродов З.*

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ЗЕРАВШАНА**

*Самарканский государственный университет, Узбекистан  
[boymurodov1971@mail.ru](mailto:boymurodov1971@mail.ru)*

На основе наших исследований в среднем течении бассейна р. Зерафшан установлено обитание представителей 4 семейств двустворчатых моллюсков: Unionidae, Euglesidae, Pisidiidae и Corbiculidae. Ниже приводятся данные о их размножении и развитии отдельных родов, и видов этих семейств. К роду Corbicula принадлежат виды: C.cor. C.purpurea и C.fluminalis, к роду Corbiculina - C. ferghanensis и C.tibetensis. Из этих моллюсков виды рода Corbicula яйцекладущие, виды: Corbiculina – живородящие.

На основе наших исследований в среднем течении бассейна р. Зерафшан установлено обитание представителей 4 семейств двустворчатых моллюсков: Unionidae, Euglesidae, Pisidiidae и Corbiculidae. Ниже приводятся данные о их размножении и развитии отдельных родов, и видов этих семейств. Из литературных источников ([1-3] и др.) известно, что униониды в основном раздельнополые. Однако, когда они попадают в изолированные водоемы и в измененных экологических условиях, например, когда водоем загрязнен, они могут изменить свой пол. [4]

По данным Л.А.Антоновой ([2], роды и виды подсемейства *Anadonta*ae семейства Unionidae (в наших водах живут виды этого же подсемейства), обитающие в дельте бассейна реки Волги, в своем развитии проходят 5 балльную шкалу стадий: 1 стадия - начало гаметогенеза; 2 стадия - рост половых клеток; 3 стадия - преднерестовая; 4 стадия - нерест и стадия 0, выбей. Эти же стадии они проходят и в водоемах средний и нижней части бассейна р. Зерафшан. Однако у нас из-за повышенной температуры воды эти стадии отодвигаются на более ранние сроки.

Моллюски рода *Colletopterum* развиваются по вышеуказанным стадиям начиная с конца марта - апреля, затем в июле и августе идет откладка яиц в жабрах моллюсков. Затем еще в течение 15-20 дней происходит развитие глохидий, последние до начала весны будущего года по мере роста температуры воды (15-18 °C), остаются в жабрах, после чего выметываются в воду. По строению личинки эти моллюски отличаются от мелких двустворчатых моллюсков. Они покрыты раковиной, из нее выступают биссусные нити при помощи которых глохидии прикрепляются к плавникам и к телу приплывающих к ним рыб. Затем они образуют цисту, последняя проходит стадию метаморфоза, и глохидии в зависимости от температуры воды в течение 10-15 дней превращаются в маленьких моллюсков, покидают рыбу, опускаются на дно водоема и продолжают самостоятельный образ жизни. Личинки моллюсков используют рыб для распространения и

новые водные территории. В целом униониды образуют до 10 тысяч молоди, однако выживают те особи, которые прошли стадию паразитирования на рыбах Представители семейств Pisisdiidae и Euglesidae гермафродиты.

В бассейне р.Зарафшан у этих моллюсков откладка яиц, и образование сумок происходит летом - в конце июня - августе, и имеют они один период размножения. Виды родов *Odhneripisidium* и *Euglesa* в основном живут в ключах и родниках гор и предгорий (выше 400 м над урмоя не встречены). Чем крупнее раковины у этих моллюсков, тем в их жаберной сумке больше эмбрионов. Это, по-видимому, зависит от биотопов, температуры воды и других факторов. Например, в ключах и родниках Дараитутсая на высотах 600-800 м над ур. моря раковины *Euglesa turkestanica* крупнее (БР-4,3, ШР-3,6 мм), в ее сумке 8-10 эмбрионов, тогда как у этого же моллюска, обитающего на высотах 1000-1200 м над ур. моря в ключах и родниках Аманкутансая и Еттиуйлисая, эмбрионов не более 4 -6.

Таким образом, влияние факторов условий внешней среды на число эмбрионов и особенности и жизненных циклов имеет важное значение при оценке состояния экосистем чистых вод.

В семейство Corbiculidae входят виды из родов *Corbicula* и *Corbiculina*.

К роду *Corbicula* принадлежат виды: *C.cor.* *C.purpurea* и *C.fluminalis*, к роду *Corbiculina* - *C. ferghanensis* и *C.tibetensis*. Из этих моллюсков виды рода *Corbicula* яйцекладущие, виды: *Corbiculina* – живородящие [5, 6].

Исследуя раковины *Corbiculina ferghanensis* ( ДР - 21,8, ШР - 24,2 мм) из рукавов рек Акдарья и Карадарья, мы обнаружили более 100 очень мелких раковин и убедились в том, что они являются живородящими. Яйцекладущие виды нами собраны в марте и апреле, в основном из Даргомского канала и Каттакурганского водохранилища. В бассейне р. Зерефшан виды этого семейства распространены только в водоемах до-

лин. Они здесь живут, зарываясь в ил, и считаются пелофилами. Однако следует отметить, что численность видов рода *Corbicula* сокращается, и они становятся редкими.

### *Литература*

1. *Жадин В.И.* Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – 376 с.
2. *Антонова Л.А.* Морфологические различия глохидиев массовых видов подсемейства Anodontinae (Bivalvia) Европейской части СССР // Зоол.журн., 1987. Т.66, вып. 12. – С. 1897 – 1901.
3. *Старобогатов Я.И., Иzzатуллаев З.И.* Двустворчатые моллюски сем. Unionidae Средней Азии . Бюл. МОИП, отл. Биол, 1984. Т.89, вып.5.-С.74-81.
4. *Иzzатуллаев З.И.* Водные моллюски Средней Азии – индикаторы загрязнения водоёмов и водотоков // Гидробиол. журн. Т.28, №1, 1992. – С. 85-90.
5. *Боймуродов Х.Т.* Распространение двустворчатых моллюсков в водоёмах, созданных человеком, и их биологическая разновидность // Биологический журнал Узбекистана.–Ташкент, 2010.– №6.–С.41-44.
6. *Иzzатуллаев З.* Двустворчатые моллюски семейства Corbiculidae Средней Азии // Зоол. журн. – 1980. Т.59, вып. 8. – С.1130-1136.

*H. Boymurodov, Z. Izzatullaev, A. Egamkulov, B. Otakulov,  
M. Khozhiev, M. Bobomurodov.*

### **BIOLOGICAL FEATURES OF BIVALVES OF ZERAFSHAN**

*Samarkand State University, Uzbekistan*

Based on our research in the middle reaches of the river basin. Zerafshan established the habitat of representatives of 4 families of bivalves: Unionidae, Euglesidae, Pisidiidae and Corbiculidae. Below are data on their reproduction and development of individual genera, and species of these families. Species belong to the genus *Corbicula*: *C.cor.* *C.purpurea* and *C. fluminalis*, to the genus *Corbiculina* - *C. ferghanensis* and *C.tibetensis*. Of these mollusks, species of the genus *Corbicula* are oviparous; species: *Corbiculina* - viviparous

*Бурлуцкий В.А., Мазуров В.Н., Семешкина П.С.*  
**ПИОНЕРНЫЕ СИНАНТРОПНЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ  
СООБЩЕСТВА ЗАЛЕЖЕЙ МЕЩОВСКОГО ОПОЛЬЯ**

*Калужский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства, Россия  
[v.burlutsky@yandex.ru](mailto:v.burlutsky@yandex.ru)*

Пионерные синантропные сообщества залежных земель Мещовского ополья развиваются из сегетального комплекса предыдущих агрофитоценозов. Ценофлора представлена 104 видами высших травянистых растений из 29 семейств. Сообщества имеют низкую видовую насыщенность – 8 видов на 100 м<sup>2</sup> и проективное покрытие – 57,6%. В эцесисе преимущество имеют анемохоры – эдификаторы. Фитомасса без проведения комплексных мер по улучшению их флористического состава не может использоваться для производства объемистых кормов.

Флористический состав сообществ, развивающихся на залежных землях в лесной зоне, разнообразен и изменяется предшествующего от набора культур на пашне, сегетального комплекса и эколого-почвенных условий района. Анализ сукцессионной изменчивости растительности на временно выбывших из активного сельскохозяйственного оборота землях имеет научно-практическую значимость для оценки их хозяйственного потенциала и разработки технологий по их целевому ускоренному освоению [1-5].

Исследования проведены в 2006-2019 гг. в ФГБНУ «Калужский НИИСХ» на серых лесных среднесуглинистых почвах в полевом опыте по изучению эволюции вторичных фитоценозов и разработки альтернативных технологий ускоренного освоения залежей на участке, расположенному на пологосклонном логе надпойменной террасы юго-восточной экспозиции к р. Высса. Ценофлоры залежей изучали в Перемышльском, Сухиничском, Бабынинском и Мещовском районах Калужской области

Сообщества перелогов были отнесены к синтаксонам класса *Stellarietea mediae* Tx. et al. ex von Rochow 1951, более поздние – к классу *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951 [6]. Сингенетический ряд ограничивался пирогенным влиянием. Дериваты принимали склонность к частым флюктуациям. Ценозы имели низкую насыщенность – 8 видов на 100 м<sup>2</sup>, проективное покрытие – 57,6% в среднем. Спектр состоял из 104 видов высших растений 29 семейств, частыми являлись: *Achillea millefolium* L., *Agrostis capillaris* L., *Alchemilla vulgaris* L., *Apera spica-venti* (L.) Beauv., *Artemisia absinthium* L., *A. abrotanum* L., *A. vulgaris* L., *Barbarea vulgaris* R. Br., *Berteroa incata* (L.) DC., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik, *Carex* spp., *Carum carvi* L., *Centaurea jacea* L., *Chenopodium album* L., *Convolvulus arvensis* L., *Cichorium intybus* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Dactylis glomerata* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Equisetum arvense* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Erodium cicutarium* (L.) L'Her., *Erigeron canadensis* L., *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit., *Galingosa parviflora* Cav., *Galeopsis tetrahit* L., *Glechoma hederaea* L., *Festuca* spp., *Hypericum perforatum* L., *Juncus* spp., *Leontodon autumnalis* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Matricaria discoidea* DC., *Phleum pratense* L., *Plantago media* L., *P. major* L., *Poa annua* L., *P. pratensis* L., *P. trivialis* L., *Polygonum aviculare* L. s. l., *Potentilla anserina* L., *Ranunculus acer* L., *R. repens* L., *Rumex acetosella* L., *R. confertus* Willd., *Sonchus arvensis* L., *Spergula arvensis* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *S. graminea* L., *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Thlaspi arvense* L., *Trifolium* spp., *Tussilago farfara* L., *Vicia* spp., *Viola arvensis* Murr.

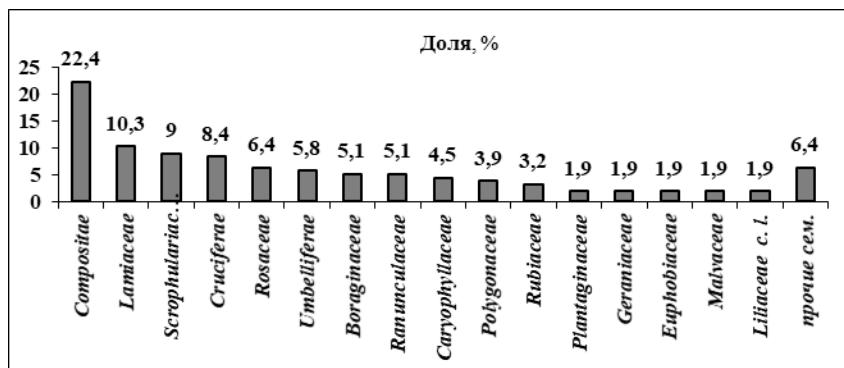
Сообщества были представлены агробиологическими группами разнотравья (до 55%), злаковых (до 25%), бобовых (до 15%), споровых (до 10%) и осоково-ситниковых (до 5%). Ценозы с участием адвентов были более вариативными по продуктивности и качеству биомассы, урожай был в 1,5 раза

выше, чем аборигенных [7]. Число видов в сообществах обусловливалось разнообразием сегетального комплекса, а ее увеличение - возможностью и доступностью иммиграции диаспор. Видовое обилие определялось преобладающими группами. Между злаковыми и бобовыми, разнотравьем и споровыми, осоково-ситниковых были комплементарные связи, в иных комбинациях – антагонистические (табл.).

**Таблица 1.** Коэффициенты корреляции связей между группами

Агробиологическая группа	Бобовых	Разнотравья	Осоково-ситниковых	Споровых
Злаковых	0,95±0,12	-0,98±0,09	-0,60±0,21	-0,88±0,15
Бобовых	-	-0,99±0,04	-0,33±0,26	-0,95±0,12
Разнотравья		-	0,40±0,22	0,92±0,14
Осоково-ситниковых	-	-	-	0,32±0,29

В группе разнотравья доля видов Compositae составила 20% и 5 адвентов (*Erigeron annus* (L.) Pers., *E. canadensis* L., *Galingosa parviflora* Cav., *Matricaria discoidea* DC., *Solidago gigantea* Ait.). Доля видов Amaranthaceae, Chenopodiaceae Convolvulaceae, Fumariaceae, Hypericaceae, Onagraceae, Papaveraceae, Violaceae была низкая – 6,4% (рис.).



**Рис. 1** Распределение семейств в группе разнотравья

Сообщества *in statu nascendi* подвергались анемохорной инвазии диаспор. Развивались агрегации, соотносящиеся со

структурой граничащих сообществ. Степень обилия по шкале Друде для *Salix* spp. составила –  $Sol_{gr}/Sp$ -Cop1, *Betula* spp. –  $Sol_{gr}-Sp/Cop1$ , *Populus tremula* L. – Un-Sol/Sp, *Pinus sylvestris* L. –  $Un_{gr}/Sol_{gr}$ , и (неофит) *Acer nedugo* L. – Un/Un-Sol. Преимущество в эцесисе имели виды анемохоры – эдификаторы *Salicaceae*, *Betulaceae*, *Pinaceae*.

Итак, характеристика фитоценозов свидетельствует, что без проведения комплекса агротехнологических приемов по улучшению флористического состава, их фитомасса не может иметь значения в производстве объемистых кормов. Сообщества образованы 104 видами высших травянистых растений из 29 семейств, имеют низкую видовую насыщенность и низкое проективное покрытие, развиваются из сегетально-го комплекса предыдущих агрофитоценозов. В эцесисе преимущество имеют анемохоры - эдификаторы.

### *Литература*

1. *Каштанов А.Н., Сизов О.А.* Проблемы восстановления угодий, выбывших из сельскохозяйственного использования // Экономика сельского хозяйства России. 2008. № 11. С. 174-183.
2. *Семенов Н.А., Муромцев Н.А., Снитко А.Н.* Научное обоснование освоения разновозрастных залежей в луговые угодья в Нечерноземной зоне // Кормопроизводство. 2016. №3. С. 3-5.
3. *Alix-Garcia, J. et al.* Drivers of forest cover change in Eastern Europe and European Russia, 1985-2012. // Land Use Policy. 2016. V. 59. P. 284-297.
4. *Prishchepov A.V., Müller Daniel, Dubinin Maxim et al.* Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia // Land Use Policy. 2013. V. 30. № 1. P. 873-884.
5. *Ye Helin, Dou Juan.* Protection of the ecological environment and management of natural resources // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2014. № 3. С. 17-21.
6. *Ермаков Н.Б., Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Продромус высших единиц растительности России // Современное состояние растительности. Уфа: Гилем. 2012. С. 377 – 483.

7. Бурлуцкий В.А., Мазуров В.Н, Семешкина П.С., Завалин А.А., Порошин И.В. Формирование луговых агрофитоценозов на постагротехнических землях с комплексной инвазией // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 3. С. 18-21.

*Burlutskiy V.A., Mazurov V.N., Semeshkina P.S.*

**PIONEER SYNTHROPIAN PLANT COMMUNITIES OF THE  
FALLOW LANDS OF THE MESHCHOVSKY LANDSLIDE**

*Kaluga Research Institute of Agricultural*

Pioneer synanthropic communities of fallow lands of the Meshchovsky landslide develop from the vegetal complex of previous agrophytocenoses. The coenoflora is represented by 104 species of higher herbaceous plants from 29 families. Communities have low species richness - 8 species per 100 m<sup>2</sup> and projective cover - 57.6%. Anemochores - edificators had an advantage in the population. Phytomass without comprehensive measures to improve their floristic composition cannot be used to produce bulk feed.

*Бурлуцкий В.А., Мазуров В.Н., Семешкина П.С.*  
**СЕГЕТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПОЛЕВЫХ  
АГРОФИТОЦЕНОЗОВ МЕЩОВСКОГО ОПОЛЬЯ**

*Калужский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства, Россия*  
[v.burlutsky@yandex.ru](mailto:v.burlutsky@yandex.ru)

В условиях Мещовского ополья на серых лесных среднесуглинистых почвах определен основной состав видов сегетального комплекса полевых агрофитоценозов в пределе синтаксона *Stellarietea mediae* R. Tx. et al. ex von Rochow 1951. Установлены культурно-специфические комбинации сорно-полевых видов и показано влияние минимизации основной обработки почвы и внесения расчетных норм минеральных удобрений (NPK) на изменение их численности.

Сорно-полевые сообщества формируются в конкретных агроклиматических условиях и в зависимости от ценофлор флористических районов, сельскохозяйственных культур, структуры севооборотов, интенсификации агротехнологий и уровня эколого-экономического развития субъекта АПК, развиваются флористически бедные местные сегетальные комплексы, но с относительно константным набором видов, являющиеся одной из регулярных причин снижения уровня продуктивности пашни. Современные адаптивно-ландшафтные системы земледелия направлены на регуляцию численности сегетальных ценоэлементов в агрофитоценозах на уровне ниже их экономического порога вредоносности [1-4].

Исследования флористического состава синантропных сообществ проведены в 1999-2019 гг. в ФГБНУ «Калужский НИИСХ» в короткоротационных севооборотах (общая площадь – 4950 м<sup>2</sup>, 1 делянки – 110 м<sup>2</sup>, повторность – 3-х кратная, расположение – ярусное) с различной степенью насыщения их структуры зернобобовыми и бобовыми многолетними травами: зернопропашной – 30% (*Pisum sativum* L. – *Solanum tuberosum* L. – *Fagopyrum esculentum* Moench – *Vicia*

*sativa* L. + *Avena sativa* L. – *Triticum aestivum* L. / *X Triticosecale* Witm. ex A. Gamus), зернопропашной – 40% (*Vicia faba* L. – *S. tuberosum* L. – *Hordeum vulgare* L. + *Trifolium pratense* L. - *T. pratense* – *T. aestivum*), зернотравяной – 60% (*L. angustifolius* – *T. aestivum* + *T. pratense* - *T. pratense* - *T. pratense* – *Triticosecale*) на агросерых лесных среднесуглинистых почвах.

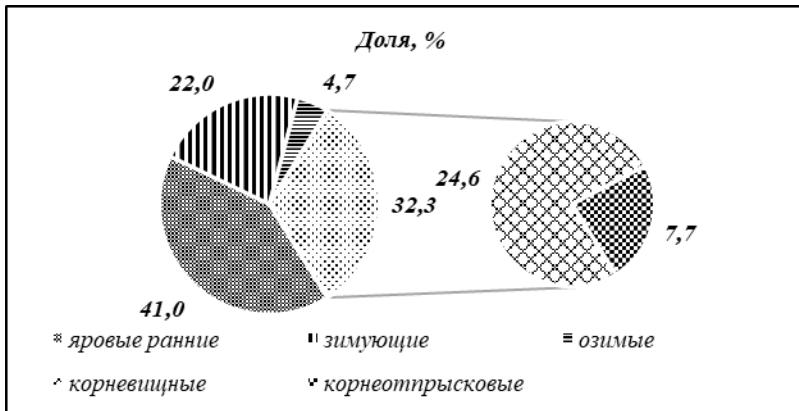
В агрофитоценозах синантропные полевые сообщества, классифицированные по J Braun-Blanquet [5, 6], формировали дериваты в пределе синтаксона *Stellarietea mediae* R. Tx. et al. ex von Rochow 1951. Ядро комплекса обуславливали виды, представленные нами в порядке убывания их проективного покрытия:

numerosae (умеренно) - *Achillea millefolium* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik, *Centaurea cyanus* L., *Chenopodium album* L., *Cirsium arvense* L., *Convolvulus arvensis* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Equisetum arvense* L., *Galeopsis tetrahit* L., *Galium aparine* L., *Matricaria chamomilla* L., *Polygonum aviculare* L. s. l., *P. bistorta* L., *P. convolvulus* L., *Rumex acetosella* L., *Stellaria media* L., *Taraxacum officinalis* Wigg., *Thlaspi arvense* L., *Trifolium arvense* L., *Stachys arvensis* L.;

pauces (мало) - *Agrostis tenuis* Sibth., *Atriplex patula* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Consolida regalis* S.P. Gray, *Galeopsis speciosa* Mill., *Linaria vulgaris* Mill., *Matricaria perforata* Merat., *Menta arvensis* L., *Polygonum lapathifolium* L., *P. persicaria* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Sonchus arvensis* L., *Spergula arvensis* L.;

rarae (редко) - *Barbarea vulgaris* R. Br., *Bunias orientalis* L., *Euphorbia helioscopia* L., *Fumaria officinalis* L., *Stachys palustris* L.

В период 2009-2019 гг., относительно предшествующего десятилетия, выявляется усиление фитоценотической роли корневищных сегетальных ценоэлементов (рис.).



**Рис.1.** Структура сегетального комплекса

В агрофитоценозах после третьей ротации севооборотов сформировались культур-специфические комбинации видов сегетального комплекса (табл.).

**Таблица 1.** Основные комбинации сегетальных видов

Агрофитоценоз	Комбинации видов
<i>H. vulgare</i> , <i>T. aestivum</i> , <i>Triticosecale</i> , <i>V. sativa</i> + <i>A. sativa</i>	I – <i>A. millefolium</i> , <i>E. repens</i> , <i>Eq. arvense</i> , <i>C. cyanus</i> , <i>Ch. album</i> , <i>C. arvensis</i> , <i>M. arvensis</i> , <i>P. aviculare</i> , <i>P. convolvulus</i> , <i>S. arvensis</i> , <i>S. media</i> , II – <i>A. tenuis</i> , <i>B. vulgaris</i> , <i>Eu. helioscopia</i> , <i>P. persicaria</i> , <i>T. officinalis</i> , <i>Th. arvense</i>
<i>F. esculentum</i>	I – <i>C. cyanus</i> , <i>Ch. album</i> , <i>P. aviculare</i> , <i>P. convolvulus</i> , <i>S. arvensis</i> , <i>S. media</i> , <i>T. arvense</i> II – <i>A. millefolium</i> , <i>E. repens</i> , <i>Eq. arvense</i> , <i>M. arvensis</i> , <i>R. acetosella</i>
<i>L. angustifolius</i> , <i>P. sativum</i> , <i>V. faba</i>	I – <i>C. setosum</i> , <i>R. acetosella</i> , <i>S. arvensis</i> II – <i>A. tenuis</i> , <i>B. vulgaris</i> , <i>Eq. arvense</i> , <i>E. repens</i> , <i>Eu. helioscopia</i> , <i>M. arvensis</i> , <i>P. persicaria</i>
<i>T. pratense</i>	I – <i>A. millefolium</i> , <i>E. repens</i> , <i>Eq. arvense</i> II – <i>C. arvensis</i> , <i>P. persicaria</i> , <i>R. acetosella</i> , <i>S. arvensis</i> , <i>S. media</i> , <i>T. officinalis</i>

Примечание: I – характерные, II – сопутствующие

В звене зернобобовые - озимые зерновые применение основной мелкой обработки почвы (БДУ-2,5) способствовало увеличению засоренности посевов в среднем на одно поле на 52%, а технологии No-till (RAPID A600) – на 65%, относительно ежегодной вспашки с оборотом пласта (ПЛН-3-35) – 28 экз./м<sup>2</sup>. Внесение минеральных удобрений (NPK) в нормах, рассчитанных балансовым методом, способствовало усилению участия ценоэлементов сегетального комплекса на 6...15% в структуре агрофитоценозов.

Таким образом, в условиях Мещовского ополья определен основной флористический состав сегетального комплекса полевых агрофитоценозов в пределе синтаксона *Stellarietea mediae* R. Tx. et al. ex von Rochow 1951. Установлены культур-специфические комбинации видов сорно-полевой растительности. Показано, что минимизация основной обработки почвы и внесение расчетных норм минеральных удобрений способствует увеличению степени засоренности посевов на 52...65% в биологизированных системах земледелия.

### *Литература*

1. *Макарова М.Г., Редина М.М., Попкова А.В.* Обзорная статья разнообразия современной экологии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25. № 1. С. 7-20. DOI: 10.22363/2313-2310-2017-25-1-7-20
2. *Сигора Г.А., Ничкова Л.А., Хоменко Т.Ю.* Эколого-экономический индекс как показатель безопасного устойчивого развития регионов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25. № 1. С. 88-96. DOI: 10.22363/2313-2310-2017-25-1-88-96
3. *Филатов А.Н.* Влияние агротехнических приемов на продуктивность полевых культур / Вестник аграрной науки. 2018. Т. 5. № 74. С. 38-42. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2018.5.38
4. *Burlutskiy V.A. Mazurov V.N., Osokin I.E., Pelyi A.F., Semeshkina P.S., Borodina E.S., Gins M.S., Pelyi A.F.* Development and use of

synanthropic phytocenoses with complex invasion in Kaluga region // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2019. Т. 14. № 2. С. 114-122. DOI: 10.22363 / 2312-797X-2019-14-2-114-122

5. *Braun-Blanquet J.* Pflanzensociologie. 3 Aufl. Wien. 1964. 865 S.
6. *Garnier E., Navas M.-L., Grigulis K.* Plant Functional Diversity: Organism traits, community structure, and ecosystem properties. Oxford: Oxford University Press. 2016. 231 p.

*Burlutskiy V.A., Mazurov V.N., Semeshkina P.S.*

**SEGETAL COMPLEX OF FIELD AGRO-PHYTOCENOSES  
OF THE MESHCHOVSKY LANDSLIDE**

*Kaluga Research Institute of Agricultural*

In the agroclimatic conditions of the Meshchovsky landslide on gray forest medium loamy soils, the basic composition of the segetal complex of field regular agrophytocenoses in the syntaxon limit of the rank *Stellarietea mediae* R. Tx was determined. et al. ex von Rochow 1951. Cultural-specific combinations of weed-field species have been established and the influence of minimizing the main tillage and introducing the full estimated norms of mineral fertilizers (NPK) on the change in their numbers has been shown.

*Василевская А.А.*

**АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗНООБРАЗИЯ  
И СХОДСТВА СООБЩЕСТВ ПТИЦ  
В ПАРКАХ МОСКВЫ**

*Научный руководитель: д.б.н., проф. Л.В. Маловичко.*

*Российский государственный аграрный университет –*

*МСХА имени К.А. Тимирязева*

[AlexVas13b@yandex.ru](mailto:AlexVas13b@yandex.ru)

В статье анализируются показатели обилия, разнообразия, выравненности и сходства сообществ птиц в семи парках Москвы.

Озеленённые зоны больших городов – специфическая среда обитания для птиц. Для любого городского парка характерен уникальный набор антропогенных и естественных факторов среды. Поэтому в каждом парке формируется особое сообщество птиц, уникальное по структуре, показателям обилия, разнообразия и выравненности.

В 2018-2019 гг. ежемесячно проводились учёты птиц по методу Ю.С. Равкина [1] в семи парках Москвы, различающихся по площади и структуре. Для оценки разнообразия сообществ птиц были рассчитаны индексы видового богатства Маргалефа ( $D_{mf}$ ), разнообразия Шеннона ( $H$ ), выравненности Пиелу ( $E$ ) и доминирования Симпсона ( $D$ ) [2]. Индексы вычислялись отдельно для условно гнездового сезона (полугодие с апреля по сентябрь включительно) и условно негнездового сезона. В условно гнездовой сезон все показатели были также рассчитаны для дендрофилов *sensu lato*, то есть птиц, приуроченных к древесной растительности (в том числе и кустарникам), поскольку именно эта экологическая группа составляет ядро населения гнездящихся птиц в парках. Для попарного сравнения сообществ птиц во всех парках был рассчитан индекс Жаккара [3].

Наиболее высокие показатели обилия, разнообразия и выравненности сообществ птиц в целом и дендрофилов в част-

ности выявлены в ПКиО «Сокольники» (табл. 1). Вероятно, своеобразный «градиент» между окультуренной южной и слабо изменённой северной частями парка создаёт благоприятные условия как для урбофильных, так и для урбофобных видов.

**Таблица 1.** Средние значения индексов обилия, разнообразия и выравненности сообществ птиц в исследованных парках

<b>Гнездовой сезон</b>				
	D <sub>mf</sub>	H	E	D
Зарядье	4,48	2,48	0,76	0,14
Петровский	3,98	2,10	0,66	0,24
Нескучный сад	4,96	2,42	0,70	0,16
Воробьёвы горы	6,12	2,94	0,80	0,08
ЛОД	7,18	3,05	0,77	0,08
Сокольники	6,84	3,09	0,79	0,07
Царицыно	8,07	2,96	0,71	0,10
<b>Гнездовой сезон - дендрофилы</b>				
	D <sub>mf</sub>	H	E	D
Зарядье	3,81	1,35	0,46	0,02
Петровский	3,72	1,43	0,48	0,03
Нескучный сад	4,21	1,54	0,50	0,03
Воробьёвы горы	4,98	2,29	0,67	0,06
ЛОД	5,99	2,41	0,64	0,07
Сокольники	5,81	2,37	0,64	0,05
Царицыно	6,28	1,84	0,48	0,02
<b>Негнездовой сезон</b>				
	D <sub>mf</sub>	H	E	D
Зарядье	3,47	2,15	0,75	0,19
Петровский	2,14	1,86	0,73	0,20
Нескучный сад	3,05	2,68	0,90	0,30
Воробьёвы горы	3,72	2,26	0,74	2,03
ЛОД	3,93	2,21	0,65	0,17
Сокольники	3,71	2,11	0,64	0,10
Царицыно	4,90	2,34	0,63	0,17

В гнездовой сезон была выявлена достоверная ( $p < 0,05$ ) отрицательная корреляция между индексом Маргалефа и суммарной средней плотностью населения птиц ( $r = -0,57$ ).

Индексы Шеннона и Пиелу также коррелируют с ней отрицательно ( $r = -0,84$  и  $r = -0,79$  соответственно), а индекс Симпсона – положительно ( $r = 0,8$ ). Вероятно, это связано с тем, что наибольшая плотность характерна лишь для малого числа массовых недендрофильных видов. В пользу этого предположения говорит и отсутствие достоверной корреляции между индексами и плотностью населения дендрофильных видов.

Для сообществ дендрофилов была выявлена достоверная отрицательная корреляция между долей застроенных территорий от общей площади парков и индексами Маргалефа, Шеннона и Симпсона:  $r = -0,59$ ,  $r = -0,58$  и  $r = -0,56$  соответственно. Индексы Шеннона и Симпсона также отрицательно коррелируют с долей газонов, лугов и открытого грунта от общей площади:  $r = -0,55$  и  $r = -0,63$  соответственно. Только индекс Маргалефа положительно коррелирует с общей площадью:  $r = 0,69$  (гнездовой сезон),  $r = 0,66$  (дендрофилы) и  $r = 0,68$  (негнездовой сезон). При этом с площадью лесных биогеоценозов не коррелирует ни один из индексов. Можно предположить, что для дендрофилов первостепенную роль играет не величина площади, занятой древесными насаждениями, а особенности местообитаний на ней.

Сходство сообществ птиц выше всего между крупными парками вне зависимости от расстояния между ними (табл.2).

Между 2018 и 2019 гг. в негнездовой сезон были выявлены значимые различия:  $t_{st} = 2,38$ ,  $p < 0,05$ . Значимые различия обнаружены также между средним индексом Жаккара в гнездовой сезон и в негнездовой сезон 2018 г.:  $t_{st} = 2,38$ ,  $p < 0,05$ . Большее сходство орнитофаун в гнездовой сезон и негнездовой сезон 2019 г. может быть связано с аномально тёплой погодой в конце второго года. Ни в один из сезонов не было выявлено корреляции между значением индекса Жаккара и наименьшим расстоянием между парками.

**Таблица 2.** Средние значения индекса Жаккара  
в исследованных парках

	Гнездовой сезон	Гнездовой сезон - дендрофиль	Негнездовой сезон	
			2018	2019
За-ПП	0,52	0,49	0,38	0,46
За-НС	0,44	0,39	0,36	0,52
За-ВГ	0,42	0,38	0,30	0,37
За-ЛОД	0,41	0,38	0,33	0,40
За-С	0,45	0,38	0,37	0,42
За-Ц	0,37	0,36	0,30	0,43
ПП-НС	0,60	0,69	0,40	0,54
ПП-ВГ	0,48	0,53	0,40	0,46
ПП-ЛОД	0,45	0,48	0,36	0,44
ПП-С	0,47	0,47	0,40	0,47
ПП-Ц	0,39	0,44	0,28	0,34
НС-ВГ	0,71	0,70	0,44	0,62
НС-ЛОД	0,59	0,53	0,39	0,53
НС-С	0,61	0,56	0,43	0,56
НС-Ц	0,48	0,49	0,35	0,47
ВГ-ЛОД	0,64	0,65	0,48	0,56
ВГ-С	0,63	0,64	0,54	0,50
ВГ-Ц	0,57	0,65	0,46	0,52
ЛОД-С	0,66	0,64	0,61	0,77
ЛОД-Ц	0,64	0,70	0,56	0,59
С-Ц	0,68	0,75	0,49	0,58

Можно заключить, что в парках Москвы формируются достаточно обосновленные сообщества птиц. Дендрофилы, составляющие их основу, чувствительны к особенностям местообитаний внутри каждого парка. Для выявления наиболее значимых факторов среди требуются дальнейшие многолетние исследования.

## *Литература*

1. *Равкин, Ю.С.* К методике учета птиц в лесных ландшафтах. / В кн.: Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967. – С. 66-75.
2. *Песенко, Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
3. *Jaccard, P.* Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. – 1901. – V. 37.Bd. 140. – P. 241—272.

*Vasilevskaya A.A.*

### **ANALYSIS OF DIVERSITY AND SIMILARITY INDEXES IN BIRD COMMUNITIES OF MOSCOW CITY PARKS**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

The abundance, diversity, evenness and similarity indexes of bird communities in seven Moscow city parks are analyzed in this paper.

**Васильев Д.В.**  
**ПОПУЛЯЦИИ ДВУХ ВИДОВ СОСНЫ ИЗ РАЙОНОВ**  
**С РАЗНЫМ УРОВНЕМ И СПЕКТРОМ**  
**АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

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

Проведен анализ результатов исследований популяций сосны из районов с разным уровнем и спектром радиоактивного загрязнения. У изучаемых популяций сосны выявлены повышенные по сравнению с контролем уровни цитогенетических нарушений в корневой меристеме проростков семян и интеркалярной меристеме хвои.

Все большее число исследований показывает, что хроническое техногенное воздействие даже в низких дозах способно вызывать повышенный мутагенез у составляющих популяцию индивидов. Мы имели уникальную возможность провести исследования популяций сосны в нескольких регионах имеющих разные уровни и спектр радиоактивного и химического загрязнения.

Целью работы была оценка цитогенетических эффектов в популяциях сосны из районов, радиоактивного загрязнения.

В качестве тест объектов использовалась сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и сосна красная (*Pinus densiflora*).

Сосна является лесообразующим видом-эдификатором, обладающим высокой чувствительностью к радиационному [1] воздействию, и является одним из референтных биологических видов, на которых базируется современная концепция радиационной защиты окружающей среды [2].

Исследовались популяции сосны обыкновенной:

- Ленинградской области (с 1997 по 2002 гг.) произрастающие на территории регионального предприятия по переработке и хранению радиоактивных отходов ЛСК “Радон”

(ЛСК - средняя за период исследования доза 0,2 мкЗв/ч) (рис. 1) и в городе Сосновый Бор (СоБ – 0,1 мкЗв/ч) расположенным в 5 км от предприятия. Контрольная популяция сосны находится в 30 км от города в экологически чистом месте недалеко от посёлка Большая Ижора (К – 0,1 мкЗв/ч).

- Брянской области (с 2003 по 2016 гг.) в Новозыбковском (ВИУА - 0,3 мкЗв/ч), Клинцовском (СБ – 0,4 мкЗв/ч) и Красногорском ( 31 – 1,4 мкЗв/ч и 32 – 0,9 мкЗв/ч) районах. Контрольные участки находятся в тех же климатических зонах на территориях Выгоничского и Унечского районов (К1 и К2 - 0,1 мкЗв/ч) не подвергшихся радиоактивному загрязнению.

- В 2016 году в Полесском радиационном заповеднике (ПРЗ) на участках Кожушки (Кож – 0,3 мкЗв/ч), Масаны (Мас – 2,3 мкЗв/ч) и Синцы (Син – 3,2 мкЗв/ч), в качестве контроля использовались контрольные участки Брянской области (К1 и К2).

В 2019 году в Японии были исследованы популяции сосны красной в районе радиоактивного загрязнения от АЭС Фукусима. В качестве контроля была выбрана популяция растений с территории Фукусимского университета (F – 0,3 мкЗв/ч). На загрязненных территориях исследовали популяции "Акибадай" (А – 3,4 мкЗв/ч), "Цусима" (Т - 3,5 мкЗв/ч и S – 3,7 мкЗв/ч) и "Окума" (О – 6,4 мкЗв/ч).

В качестве тест систем использовали частоту цитогенетических нарушений в интеркалярной меристеме хвои (Япония и Ленинградская область), и в апикальной меристеме проростков семян (Ленинградская и Брянская области, ПРЗ).

Для цитогенетического анализа готовили временные давленые препараты окрашенные ацетоорсенином. Все препараты кодировали. В каждом из 20-100 препаратов анализировали все ана-телофазные клетки (4400-14000 ана-телофаз на вариант опыта) и рассчитывали долю клеток с цитогенетическими нарушениями. Микроскопирование проводили под микроскопами Nicon Eclipse 55i и Биолам Р17.

Данные обрабатывали методами вариационной статистики с использованием Microsoft Office Excel 2007. Для оптимизации объема выборки применяли методику статистического анализа эмпирических распределений [3]. Статистическую значимость отличий оценивали с помощью критерия Стьюдента.

Результаты исследований показали, что у импактных популяций сосны всех исследуемых регионов уровни цитогенетических нарушений в корневой меристеме проростков семян и интеркалярной меристеме хвои статистически значимо выше, чем у контрольных популяций (рис. 1). При этом частота цитогенетических нарушений в интеркалярной меристеме выше, чем в апикальной меристеме корней проростков при равных уровнях загрязнения, что является характерным для сосны [4].

Обращает внимание высокий уровень цитогенетических нарушений на участках СоБ и ЛСК. Если в Брянской области, Полесском радиационном заповеднике и в районе аварии на АЭС Фукусима повышенная частота цитогенетических нарушений обусловлена радиоактивным загрязнением, то в Ленинградской области такая зависимость отсутствует, что свидетельствует, о том, что на эти популяции оказывают значительное влияние факторы не радиационной природы.

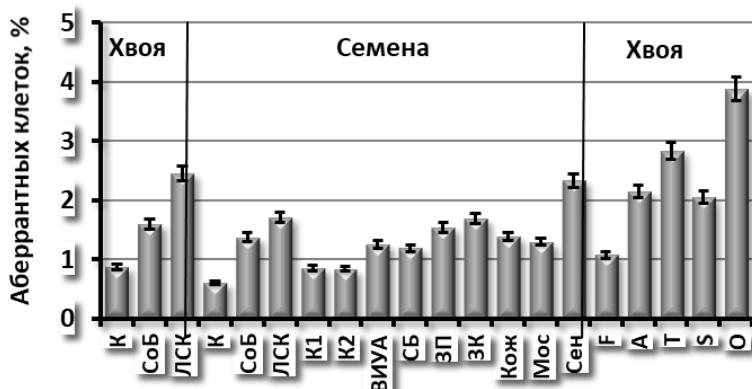


Рис. 1. Частота цитогенетических нарушений

О природе неблагоприятных факторов можно косвенно судить по спектру цитогенетических нарушений [5]. Считается, что ионизирующее излучение в основном индуцирует крупные генетические изменения (делеции и перестройки), химические мутагены - генные мутации, а тяжелые металлы - нарушения митоза. В Ленинградской области в клетках простокров семян сосны обнаружена высокая, по сравнению с контролем частота нарушений митоза. В совокупности с данными о химическом загрязнении исследуемого района (регистрировались очень высокие концентрации хрома, меди и свинца в воздухе и аэрозольном веществе [6]) и дозиметрического контроля, полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии тяжелых металлов на импактные популяции сосны Ленинградской области. Для исследуемых популяций сосны с других исследованных импактных участков характерен более высокий по сравнению с контролем уровень хромосомных нарушений, что является свидетельством действия ионизирующего излучения.

### *Литература*

1. Sparrow, A. H. Research uses of the gamma field and related radiation facilities at Brookhaven National laboratory // Radiat. Bot. 1966. – V. 6. – Pp. 377–405.
2. ICRP Publication 108. Environmental protection: the concept and use of reference animals and plants. // Ann. ICRP, 2009, 38, No. 4–6, P. 1–242.
3. Гераськин С.А., Фесенко С.В., Черняева Л.Г., Санжарова Н.И. Статистические методы анализа эмпирических распределений коэффициентов накопления радионуклидов растениями // Сельскохозяйственная биология. 1994. № 1. С. 13–37.
4. Гераськин С.А., Зимина Л.М., Дикарев В.Г., Зимин В.Л., Васильев Д.В., Дикарева Н.С., Блинова Л.Д., Исайкина Н.В. Сравнительный анализ методами биоиндикации антропогенного загрязнения района расположения предприятия по переработке и хранению радиоактивных отходов и 30-км зоны ЧАЭС // Экология. 2000. – № 4. – С. 300–303.

5. Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Т. 2. М.: Мир, 1990. 378 с.
6. Блинова Л.Д. Небадаевская Н.Н. Зимина Л.М. Ленинградская АЭС: экологический мониторинг // Научный информационный методический бюллетень. 1997. № 1–2. С. 27 – 38.

*Vasiliev D.V.*

**STUDIES OF PINE POPULATIONS FROM AREAS WITH  
DIFFERENT LEVELS AND RADIOACTIVE POLLUTION  
SPECTRUM**

*Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Russia,*

The analysis of the results of studies of pine populations from areas with different levels and spectrum of radioactive contamination is carried out. In the studied pine populations, levels of cytogenetic disturbances in the apical meristem of seedlings and intercalar meristem of needles were found to be higher than in the control.

**Воробьева Е.Н.<sup>1</sup>, Спицына Т.П. <sup>1</sup>, Любимова Я.О.<sup>1</sup>,  
Колпакова А.С.<sup>2</sup>, Шапченкова О.А.<sup>3</sup>**

**СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА -  
РАСТЕНИЯ ТОРГАШИНСКОГО ХРЕБТА  
ПРИГОРОДА Г. КРАСНОЯРСКА**

<sup>1</sup> *ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и  
технологий имени академика М. Ф. Решетнева»*

<sup>2</sup> *Енисейское межрегиональное управление Росприроднадзора*

<sup>3</sup> *Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное под-  
разделение ФИЦ КНЦ СО РАН*

[liza-vorobeva-99@mail.ru](mailto:liza-vorobeva-99@mail.ru)

Приведены результаты исследования почв и растений (*Elsholtzia ciliata (Thunb.) Hyl.* и *Pulsatilla patens (l.) Mill*) на содержание металлов. Для почв был получен убывающий ряд по средним концентрациям металлов (мг/кг): Fe (28908,51) > Al (21518,59) > Mn (690,88) > Sr (143,61) > Zn (114,51) > Cu (33,67) > Ni (16,73) > Cd (0,41). Данные были сопоставлены с кларками и выявлено превышение для кадмия, цинка и меди. В растениях (в *Elsholtzia ciliata*) кларк превышен для меди (1,91) и железа (1,43).

Целью работы являлась оценка загрязнения металлами системы почва – растения (на примере эльсгольции реснитчатой *Elsholtzia ciliata (Thunb.) Hyl.* и прострела раскрытого *Pulsatilla patens (l.) Mill*) пригорода г. Красноярска.

Объектом исследования служил Торгашинский хребет, расположенный в черте города Красноярска, в междуречье р. Енисей и его правого притока – р. Базаиха. Маршрут отбора изучаемого материала простирался по всей длине хребта – начиная от 1,69 км и заканчивая 15 км на расстоянии от города.

Было заложено 11 пробных площадей на данном природном объекте для отбора фитомассы живого напочвенного покрова и почвенных образцов методом конверта.

Сделано описание растительного сообщества на пробных площадях. Первоначально, был изучен флористический со-

став и структура травяного яруса живого напочвенного покрова (расстояние пробных площадей до города Красноярска представлено в таблице 1). Общее количество видов, идентифицированных на всех пробных площадях Торгашинского хребта, составило 64 (определение видов в семействах мятликовых и сътевых не проводилось).

**Таблица 1.** Видовое разнообразие травянистых растений на пробных площадях Торгашинского хребта

№	Пробная площадь	Количество видов	Расстояние до города, км
1	г. Вышка, ближний склон	30	1,69
2	г. Вышка, дальний склон, вершина	25	2,3
3	г. Красный гребень, склон в сторону города	30	3,84
4	г. Тамара, ближе к городу	28	5,75
5	г. Арка, северная сторона	33	6,25
6	г. Рыжая, северное направление, ближе к городу	34	7,77
7	г. Рыжая, южное направление	35	8,31
8	г. Синильга, ближний склон ближе к городу на 0,5 км	31	10,88
9	г. Синильга, дальний склон с направлением на Базаиху	31	11,15
10	г. Сивая, ближний склон ближе к городу	23	14,33
11	г. Луиза, южный дальний склон	28	15,01

*E. ciliata* и *P. patens* по встречаемости являлись наиболее частыми представителями из видов лекарственных растений на рассматриваемых пробных площадях. Поэтому эти виды были выбраны для дальнейшего исследования.

Аналитическое определение концентраций металлов осуществлялось методом атомно-абсорбционной спектрометрии (таблица 2). Был получен убывающий ряд по средним концентрациям металлов в почвах:

Fe > Al > Mn > Sr > Zn > Cu > Ni > Cd.

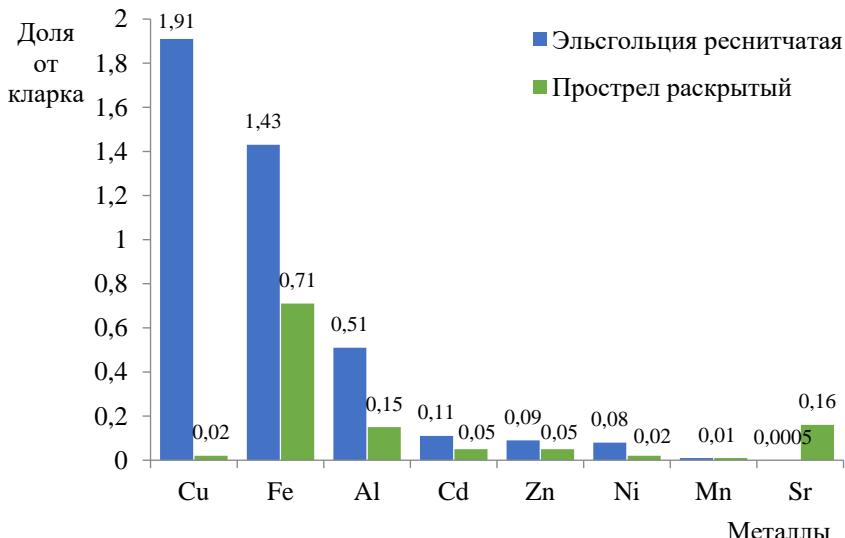
**Таблица 2.** Среднее содержание металлов в почвах Торгашинского хребта

Металлы	Параметры		
	среднее значение, мг/кг	Кларк в почве, мг/кг [2]	Доля от кларка
Al	21518,59	71200	0,31
Cu	33,67	20	1,68
Zn	114,51	50	2,29
Mn	690,88	850	0,81
Sr	143,61	620	0,23
Ni	16,73	50	0,34
Fe	28908,51	38000	0,76
Cd	0,41	0,05	8,29

По сравнению с кларками [2], содержание металлов в почве распределено иначе: Cd > Zn > Cu > Mn > Fe > Ni > Al > Sr . Превыshены значения для кадмия, цинка и меди.

Результаты аналитического определения концентраций металлов в фитомассе эльсгольции реснитчатой и прострела раскрытоого представлены на рис. 1.

Как видно на примере эльсгольции реснитчатой, – медь превышает кларковое значение почти в 2 раза, железо – в 1,5. Все остальные металлы не превышают числовые значения кларка [2]. В случае с прострелом раскрытым, все показатели металлов не превышает числовые значения кларка.



**Рис. 1.** Содержание металлов в фитомассе растений Торгашинского хребта

Также, по результатам исследований были составлены убывающие ряды по средним концентрациям металлов:

– в фитомассе эльсгольции реснитчатой: Fe > Cu > Al > Zn > Mn > Ni > Sr > Cd;

– в фитомассе прострела раскрытоого: Fe > Sr > Al > Zn > Mn > Cu > Ni > Cd.

Ранее, был рассчитан коэффициент биологического поглощения в простреле раскрытом, который показал высокие значения для стронция [3].

Таким образом, при оценке содержания металлов в почве Торгашинского хребта установлено превышение кларка для кадмия, цинка и меди. Кларковые значения по меди и цинку превыщены только в фитомассе эльсгольции реснитчатой. Данные результаты свидетельствуют о том, что существует видовая особенность в поглощении этих элементов.

## Литература

1. ПНД Ф 16.1:2:2.2.3.63-09 (М 03-07-2014). Методика измерений массовой доли ванадия, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, ртути, свинца, хрома и цинка в пробах почв, грунтов и донных отложений методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической. – М., 2014. – 4 с.
2. Добровольский В. В. Основы биогеохимии. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 400 с.
3. Воробьева Е.Н., Спицына Т.П., Шапченкова О.А., Любимова Я.О. Оценка накопления металлов в системе почва-растения Торгашинского хребта Красноярского региона // Тринадцатое сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу. – 2019. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42309249> (дата обращения: 26.02.2019).

*Vorobeva E.N.<sup>1</sup>, Spitsyna T.P.<sup>1</sup>, Lubimova Y.O.<sup>1</sup>,  
Kolpakova A.S.<sup>2</sup>, Shapchenkova O.A.<sup>3</sup>*

### CONCENTRATION OF METALS IN THE SYSTEM SOIL - PLANTS OF TORGASHINSKY RIDGE OF THE SUBURBS OF KRASNOYARSK

<sup>1</sup> *Reshetnev Siberian State University of Science and Technology*

<sup>2</sup> *Yenisei Interregional Office for Environmental Supervision*

<sup>3</sup> *V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS*

The results of soil and plant research (*Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyl. and *Pulsatilla patens* (L.) Mill) for metal content. For soil, a decreasing row was obtained for average metal concentrations (mg/kg): Fe (28908,51) > Al (21518,59) > Mn (690,88) > Sr (143,61) > Zn (114,51) > Cu (33,67) > Ni (16,73) > Cd (0,41). The data was compared to the claricles. Values exceeded for Cd, Zn and Cu. In plants (in *Elsholtzia ciliata*), Clark is exceeded for Cu (1,91) and Fe (1,43).

*Гаврилова Т.М., Чередниченко О.В., Елумеева Т.Г.*  
**РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ ОСНОВНЫХ  
ТИПОВ ТРАВЯНЫХ СООБЩЕСТВ  
ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

*Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова, Биологический факультет, кафедра экологии и  
географии растений, Россия  
[gavrilova.t.m@list.ru](mailto:gavrilova.t.m@list.ru)*

Изучено разнообразие жизненных форм травяной растительности на территории Центрально-Лесного государственного заповедника (Тверская область). Выявлено 6 жизненных форм по системе Раункиера. В биологическом спектре преобладали гемикриптофиты. В спектре по системе Серебрякова выявлено 36 жизненных форм, преобладали гипогеогенно-длиннокорневищные травянистые многолетники. Проведено сравнение спектров объединённых парциальных флор различных типов травяных сообществ. Выявлены те же закономерности: в биологических спектрах всех четырёх классов преобладали гемикриптофиты, а в спектрах жизненных форм – гипогеогенно-длиннокорневищные травянистые многолетники. Были выявлены значимые различия между изученными типами травяных сообществ по фитомассе растений, принадлежащих к четырём жизненным формам: гипогеогенно-длиннокорневищные, дерновинные, короткокорневищные и стержнекорневые травянистые многолетники.

Существование лугов в лесной зоне обусловлено деятельностью человека [1, 2]. Эти сообщества характеризуются высоким биоразнообразием, а также являются местообитаниями многих ценных и редких видов. В последние полвека изменения в способах хозяйствования привели к серьёзному сокращению площади лугов, а также ухудшению их состояния на всей территории Европы [2]. В заповедниках луга также подвержены изменениям при прекращении хозяйственной деятельности [2], поэтому травяная растительность в условиях заповедного режима представляет собой сложный

континуум, связанный как с различными условиями местообитаний, так и с разными сукцессионными стадиями.

Работы по оценке разнообразия растительности лугов актуальны, так как могут послужить основой для разработки мер по сохранению этих экосистем в изменяющихся условиях. Жизненная форма отражает приспособленность растений ко всему комплексу условий местообитания [3], следовательно, можно предположить, что экологически различные сообщества будут иметь различия в биоморфологическом составе. Цель нашей работы – выявить разнообразие жизненных форм и сравнить между собой фитомассу видов разных жизненных форм в различных типах травяных сообществ Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГПБЗ).

На территории Центрально-Лесного заповедника ранее были выявлены 4 типа травяной растительности, которые хорошо различаются физиономически и экологически: используемые мезофитные луга, заброшенные мезофитные луга, высокотравные таволговые сообщества, рудеральные высокотравные сообщества [4].

В основу работы по оценке биоморфологического разнообразия травяной растительности - было положено 209 геоботанических описаний, выполненных О. В. Чередниченко и В. П. Бородулиной в 2013–2014 гг. в 16 местоположениях на территории ЦЛГПБЗ. Биоморфологический анализ проведён методом спектров. Для анализа использованы системы жизненных форм Х. Раункиера и И. Г. Серебрякова с дополнениями П. Ю. Жмылёва [5].

Для изучения состава жизненных форм, взвешенных на фитомассу, в каждом типе травяной растительности укосы надземной фитомассы были отобраны с четырёх пробных площадей, где ранее были выполнены геоботанические описания. В их пределах были сострижены укосы с общей площади  $0,5 \text{ м}^2$ . Травостой был сострижен на уровне почвы, далее укосы были разобраны по видам сосудистых растений.

В состав изученных травяных сообществ Центрально-Лесного заповедника входит 273 вида сосудистых растений, которые были отнесены к 6 жизненным формам по системе Раункиера и 36 жизненным формам по системе Серебрякова. В биологическом спектре преобладают гемикриптофиты (172 вида, 63%), что характерно для умеренно холодного климатического пояса [5].

Основу спектра жизненных форм составляют травянистые многолетники: гипогеогенно-длиннокорневищные (51 вида, 18,7%), эпигеогенно-короткокорневищные (33 вида, 12,1%), каудексовые (25 вида, 9,2%), рыхлодерновинные (20 видов, 7,3%).

В биологических спектрах всех 4 типов травяных сообществ Центрально-Лесного заповедника преобладают гемикриптофиты: используемые мезофитные луга – 117 видов, 68,8%; заброшенные мезофитные луга – 122 вида, 70,9%; таволговые высокотравные сообщества – 93 вида, 65,5%; рудеральные высокотравные сообщества – 113 видов, 73,9%. Второе место могут занимать геофиты (высокотравные таволговые сообщества (17 видов, 12%), рудеральные высокотравные сообщества (12 видов, 7,8%)), терофиты (используемые мезофитные луга (20 видов, 11,8%)) или фанерофиты (заброшенные мезофитные луга (19 видов, 11%)).

Для сравнения долей жизненных форм, взвешенных по биомассе, в составе сообществ использовали статистический критерий Краскелла-Уоллиса. Были выявлены значимые различия между таволговыми сообществами и другими типами сообществ по фитомассе растений, принадлежащих к четырём жизненным формам. Фитомасса гипогеогенно-длиннокорневищных и дерновинных видов в таволговых сообществах была значимо меньше, чем на используемых лугах, фитомасса короткокорневищных видов в таволговых сообществах была значимо больше, чем в рудеральных сообществах, фитомасса стержнекорневых видов в таволговых сообществах была значимо меньше, чем на заброшенных лугах. Таким образом, спектры жизненных форм и различия в

фитомассе видов, принадлежащих к разным жизненным формам, отражают экологическое своеобразие исследованных типов сообществ.

Исследование выполнено в рамках проекта РФФИ № 19-04-00799а.

### *Литература*

1. Работнов Т.А. 1984. Луговедение. М.: Изд-во МГУ. 320 с.
2. Dengler, J., Janišova, M., Török, P., Wellstein, C. Biodiversity of Palearctic grasslands: a synthesis. // Agriculture, Ecosystems and Environment 2014. N 182. P. 1–14.
3. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая Школа. 1962. 377 с.
4. Cherednichenko O., Borodulina V. Biodiversity of herbaceous vegetation in abandoned and managed sites under protection regime: a case study in the Central Forest Reserve, NW Russia // Haquetia. 2018. N 17. P. 35–59.
5. Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Морозова О.В. Биоморфологическое разнообразие растений Московской области: монография. Дубна: Гос. Ун-т «Дубна». 2017. 325 с.

***Gavrilova Tatiana, Cherednichenko Oxana, Elumeeva Tatiana  
DIVERSITY OF PLANT LIFE FORMS OF HERBACEOUS  
VEGETATION IN CENTRAL FOREST RESERVE, NW RUSSIA***

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Department  
of Ecology and Plant Geography*

We studied the diversity of plant life forms in herbaceous communities of Central Forest Nature Reserve (Tver Oblast'). Among 6 Raunkiaer plant life forms identified, hemicryptophytes prevailed, which is a characteristic feature of temperate climate zone. The spectra based on Serebryakov's system include 36 plant life forms with hypogeogenous long-rhizomatous herbaceous perennials prevailing. We compared the combined partial floras of different vegetation types and identified the same patterns as for the overall spectrum. We revealed significant differences between the studied types of communities in the phytomass of plants belonging to four life forms: hypogeogenous long-rhizomatous, cespitose, short-rhizomatous, and taproot herbaceous perennials.

**Гниненко Ю.И.**  
**ИНВАЗИВНЫЕ ОРГАНИЗМЫ В ОСОБО  
ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

*Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства  
и механизации лесного хозяйства, Россия*

Особо охраняемые природные территории играют огромную роль в сохранении биологического разнообразия природных сообществ.

Однако в связи с усиливающимся процессом проникновения на новые территории инвазивных организмов возникает проблема защиты ООПТ от таких вселенцев, способных разрушить естественные природные сообщества.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) имеют важное значение в системе охраны естественных природных сообществ. Именно благодаря им возможно сохранить в первозданном виде многие уникальные природные комплексы. Действующее природоохранное законодательство направлено на сохранение существующих лесных, озерных, степных и иных природных сообществ от разрушающего воздействия хозяйственной деятельности человека.

Однако в последние годы приобретает все большее значение, проблема сбережения природных комплексов от вторжения чуждых организмов с территорий других континентов. Такие вселенцы появлялись в лесах страны и ранее. Достаточно указать на огромный ущерб, который нанесло вторжение в леса с участием вяза возбудителей голландской болезни (*Ophiostoma ulmi* (Buisman) Melin & Nannf. (1934) и *O. novo-ulmi* Brasier, 1991), возбудителя крифонектриевого некроза (*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr., 1978) в леса с участием каштана посевного *Castanea sativa* Mill. на Северном Кавказе и т.п. В XX веке такие вселенцы были немногочисленны или имели узкое локальное значение в основном для сельского хозяйства (например, сосущие насекомые в субтропиках, связанные с введением в культуру чая, цитрусовых)

Но в последние годы появляется все большее число дендрофильных инвайдеров, которые вторгаются в природные лесные сообщества. Каждый случай развития инвазии связан с тем, что появление нового вселенца практически всегда выявляют по уже нанесенным им повреждениям и к этому времени защитники растений не обладают полными знаниями об особенностях биологии вселенца в новых для него условиях обитания, нет разрешенных для использования по этому виду препаратов, трудно определить уровень опасности от этого вселенца и часто первое выявление новых повреждений приводит к неверному определению видовой принадлежности насекомого или возбудителя болезни [1].

Но особые трудности возникают тогда, когда новый вселенец вторгается в лесные сообщества, произрастающие на ООПТ. Согласно действующему законодательству, каждый обитатель особо охраняемого участка подлежит охране, потому что он обитает на территории ООПТ.

В результате такие инвайдеры, как самшитовая огневка, восточная каштановая орехотворка, уссурийский полиграф, возбудитель крифонектриевого некроза каштана не могут быть уничтожены с помощью пестицидов или своевременно проведенной вырубки зараженных и поврежденных деревьев. Такое положение привело к тому, что ООПТ становятся убежищами для вселенцев и приводят иногда к полному уничтожению тех природных сообществ, ради сохранения которых они и были созданы. В качестве примера развития событий по такому сценарию можно привести инвазию самшитовой огнёвки *Neoglyphodes perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Pyralidae, Crambidae) на территорию России. Впервые этот инвайдер был выявлен в районе Сочи в 2012 г. и уже к 2015 г. вредная деятельность его гусениц привела к полной утрате самшита *Buxus sempervirens* var. *colchica* Pojark. как важного элемента природных лесов региона [2, 3 и др.]. В настоящее время все древостои самшита, в которых возраст деревьев доходил до 500 и более лет, уничтожены. Появление этого инвайдера по-

влекло за собой череду ошибочных и непрофессиональных действий, главной причиной которых стало несовершенство действующего природоохранного законодательства. В результате утрачены уникальные лесные сообщества, возможность восстановления которых остаётся под вопросом.

Практически аналогично развиваются события в случае с инвазией уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 (Coleoptera: Curculionidae) и переносимой им пихтовой гросманией *Grosmannia aoshimae* Ohtaka, Masuya & Yamaoka, 2014 (Ophiostomatales, Ophiostomataceae) в пихтарники Сибири [4, 5 и др.]. В настоящее время в национальном парке «Столбы» полностью уничтожены пихтовые дрёвости и не было возможности спасти их, как нет возможности сейчас даже убрать погибшие деревья.

Повторяется ситуация и в кедровых припоселковых борах этого региона. В них пришёл новый инвайдер союзный коред *Ips amitinus* Eichhoff, 1871 (Coleoptera, Curculionidae), который уже уничтожает кедровые боры [6]. Но не только предотвратить вырубку свежезаселенных вредителем деревьев (что является действенной мерой защиты леса), но и убрать уже погибшие деревья нет возможности.

После вторжения в леса Кавказа восточной каштановой орехотворки *Dryocosmus kuriphilus* Yas. 1951 (Hymenoptera: Cynipidae) резко ухудшилась ситуация в лесах с участием каштана посевного. Возникла реальная угроза утраты и каштана посевного в лесах этого региона. И вновь провести надежные меры защиты нет возможности, так как основные места произрастания каштана находятся на территории Сочинского национального парка и Кавказского государственного биосферного заповедника.

Для того, чтобы подобные ситуации не множились, необходимо в самое короткое время внести в действующие законы поправки, которые бы помогали ликвидировать чуждые виды дендрофильных организмов, которые будут всё чаще появляться на территории России.

## *Литература*

1. *Баранчиков Ю. Н., Кривец С. А.* О профессионализме при определении насекомых: как просмотрели появление нового агрессивного вредителя пихты в Сибири. / В кн.: В. В. Анишин (ред.). Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. Вып. 4 (1). Абакан: ГОУ ВПО Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова, 2010 - с. 50–52.
2. *Карпун Н.Н., Журавлева Е.Н., Волкович М.Г., Проценко В.Е., Мусолин Д.Л.* К фауне и биологии новых чужеродных видов насекомых-вредителей древесных растений во влажных субтропиках России. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии: Вып. 220. СПб.: СПб ГЛТУ, 2017. – с. 169-185.
3. *Ширяева Н.В.* Фитофаги-инвайдеры на территории Сочинского национального парка, их вредоносность и пути проникновения / Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. Том 4. Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. – Сочи: ГКУ КК «Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности», Дониздат, 2017. – С. 301-310.
4. *Баранчиков Ю.Н., Петько В.М., Астапенко С.А., Акулов Е.Н., Кривец С.А.* Уссурийский полиграф – новый агрессивный вредитель пихты в Сибири // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2011. № 4. с. 78–81.
5. *Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Пащенова Н.В., Демидко Д.А., Петько В.М., Баранчиков Ю.Н.* Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений): Методическое пособие. Томск: Издательский дом «УМИУМ». 2015. 48 с.
6. *Керчев И.А., Мандельштам М.Ю., Кривец С.А. Ильинский Ю.Ю.* Союзный короед – новый чужеродный вид в Западной Сибири // Энтомологическое обозрение, 98, 3, 2019 – с. 592 – 599.

*Gninenko Yu.I.*

## **INVASIVE ORGANISMS IN SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES**

*All-Russian Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization*  
The article is devoted to the growing process of invasion of new territories by invasive organisms, which raises the problem of protecting protected areas from invaders, capable of destroying natural communities.

*Данилов М.С.<sup>1</sup>, Никитина А.Д.<sup>2</sup>, Тихонова Е.В.<sup>2</sup>*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОФОТОСЪЕМКИ  
БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВОСТОЯ**

*<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов,*

*<sup>2</sup> Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*

[dms12982509@gmail.com](mailto:dms12982509@gmail.com)

В работе приводится опыт использования данных дистанционного зондирования, полученных с беспилотного летательного аппарата (БПЛА). К рассматриваемым характеристикам относятся число деревьев, диаметр крон, сомкнутость древостоя. В качестве объекта исследования выступают разновозрастные сосновые леса национального парка (НП) «Смоленское Поозерье». Полученные результаты показывают возможности использования данных БПЛА для определения лесотаксационных характеристик.

Сегондня данные дистанционного зондирования, полученные БПЛА, используются в различных сферах деятельности, в том числе и в лесном хозяйстве [1,2,3]. В нашей работе съемка с БПЛА использована для изучения характеристик древостоя - диаметра крон, числа деревьев, сомкнутости крон. Однако возможность и точность определения перечисленных характеристик на разных массивах данных в настоящее время являются не до конца изученными [4]. Наша работа поможет развить и углубить исследования в данном направлении.

Объектом исследования являются разновозрастные сосновые леса НП «Смоленское Поозерье» Смоленской области, так как они широко распространены и являются наиболее репрезентативным объектом для изучения.

В работе представлены три пробные площади (табл. 1) размером 50x50 м (№ 1 и 3) и 20x20 м (№ 2). Подеревная таксация на площадках была выполнена в июле 2019 г.

Для исследования использовался квадрокоптер DJI Phantom 3 Advanced. Полеты выполнялись на высоте 90-180 м с

продольным и поперечным перекрытием 90%. Пространственное разрешение снимков составило около 7 см на пиксель. Аэрофотограмметрическая обработка изображений, полученных с БПЛА, составление цифровых моделей местности и ортофотомозаик осуществлялись с использованием программы Agisoft PhotoScan.

**Таблица 1.** Данные наземных обследований исследуемых площадок.

№ пробной площади, проектное покрытие (ПП) и породный состав	Число деревьев, выделенных при таксации, шт	Средний диаметр ствола (мин. – макс.), см	Возраст
1 ПП А1 40%, ПП А2 50%. А1: 10С+Б / А2: 10Е+Б	433	16,9 (5,4 – 56,4)	Средневозрастный (от 50 до 70 лет) с единичными старыми соснами (более 100 лет)
2 ПП А 95%. А: 10С+Б	137	10,3 (5,4 – 21)	Молодой (до 25 лет)
3 ПП А1 50%, ПП А2 5%. А1: 10С /А2: 10Е	225	20,0 (4,8 – 54,9)	Средневозрастный (от 50 до 70 лет)

Процесс создания ортофотомозаик, используемых в дальнейшей работе, состоял из следующих этапов. Оценивалось качество изображений, полученных с БПЛА, удалялись изображения с дефектами. Затем происходило выравнивание фотографий, обнаружение и привязка общих точек на фотографиях. Далее рассчитывалось плотное облако точек, осуществлялось построение цифровой модели местности, и на их основании создавались ортофотомозаики.

Дальнейшая работа проводилась в открытом программном обеспечении QGIS 3.8.3. Основными дешифровочными признаками, выбранными для исследования, являются: общее число деревьев при таксации, сомкнутость крон на каждой площадке, диаметр крон.

На площадках визуально выделяли кроны деревьев и рассчитывали площадь каждой кроны. Далее по формуле (1) рассчитывался диаметр ( $D_c$ ) кроны [4].

$$D_c = 2 \cdot \sqrt{S/\pi} \quad (1),$$

где  $D_c$  – диаметр кроны дерева,  $S$  – площадь кроны дерева.

Далее определялась сомкнутость крон. Инструментом «обрезка векторного слоя» в контуре исследуемой пробной площади рассчитывалась их общая площадь и процент от пробной площади.

Для изучения связи между диаметрами стволов, измеренными при наземном обследовании, и диаметрами крон, подсчитанными по ортофотомозаике, рассчитан непараметрический коэффициент корреляции Спирмена.

В таблице 2 представлены данные по числу деревьев, выявленных в ходе наземных описаний, и данные, полученные при визуальном дешифрировании.

Пробная площадь №1 имеет наименьший процент выявленных деревьев. Данный участок является разновозрастным, с преобладанием сосен 50-70 лет и единичными крупными деревьями старше 180 лет. Помимо этого, в ярусе А2 встречаются ель и береза, которые могут затеняться крупными старыми соснами, как и часть средневозрастных сосен, что вносит затруднение в определение числа деревьев по верхнему пологу, определяемому с БПЛА. На пробной площади №2 (молодой сосняк 20-25 лет) удалось выявить 70% деревьев. Данный участок достаточно густой ( $\sim 3$  дерева/ $m^2$ ), что вызвало трудности при дешифрировании и отделении одного дерева от другого. На пробной площади №3, представленной сосняками средневозрастными со слабо выраженным вторым ярусом, процент

выявленных деревьев составил 75,5%, что объясняется его более простой возрастной и пространственной структурой.

**Таблица 2.** Число деревьев на пробных площадях.

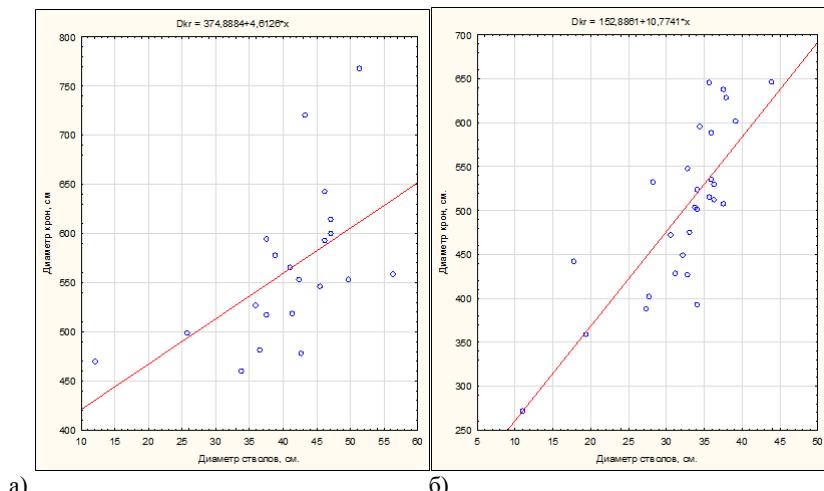
№ проб. площ.	Число крон, выделенных по съемке с БПЛА, шт.	Число деревьев, выделенных при наземных обследованиях, шт.	Процент выявленных деревьев, %
1	261	433	60,3
2	95	137	69,3
3	170	225	75,5

Для установления зависимости диаметра кроны от диаметра ствола на пробной площади №1 было выбрано 21 дерево сосны обыкновенной, на пробной площади №3 – 28 деревьев той же породы. Данные деревья были отмечены GPS-навигатором при наземных обследованиях и в последующем определены на ортофотомозаиках. На рис. №1(а) представлены данные по диаметру крон и диаметру стволов деревьев на пробной площадке №1. Линия тренда на графике показывает прямую положительную зависимость между данными показателями. Коэффициент корреляции Спирмена составил 0,67, что подтверждает наличие взаимосвязи между данными характеристиками. На рис. №1(б), где представлены данные по площадке №3, наблюдается более выраженная положительная взаимосвязь рассматриваемых параметров, коэффициент корреляции составил 0,78.

Наибольшая сомкнутость крон, рассчитанная как соотношение площади крон ( $\text{м}^2$ ) к общей площади участка ( $\text{м}^2$ ), наблюдалась на пробной площади №1 и составила 86%, на площадке №2 - 79,4%, наименьшая сомкнутость выявлена в средневозрастном сосняке на площадке №3 - 69,6%.

На первой и второй пробных площадях при наземных обследованиях выявлена большая густота древостоя, поэтому в них показатель сомкнутости имеет более высокие значения, а в сосняке на площадке №3 - более светлом, выравненном и

чистом относительно содержания других пород на площадке - наблюдается меньшая сомкнутость.



**Рис. 1.** Диаграмма рассеяния диаметра крон и диаметра стволов деревьев а) пробной площ. №1 и б) пробной площ. №3.

Сложность дистанционного изучения сосновых древостоев зависит от неоднородности породного и возрастного состава насаждений. Средневозрастные сосняки без выраженного второго яруса и подроста имеют более высокую точность определения числа деревьев при визуальном дешифрировании за счет меньшей степени сомкнутости. Молодые сосняки за счет сильной сомкнутости крон одной высоты сложнее дешифрируются по числу деревьев на пробной площади. Наибольшие трудности при выделении отдельных деревьев наблюдались в средневозрастном сосняке с единичными старовозрастными сосновами, затеняющими более молодые деревья, и вторым ярусом, трудно различимым из-за тени более высоких сосен. В данной работе показана взаимосвязь между диаметрами крон, определенными по аэрофотоснимкам, и диаметрами стволов деревьев, полученными при наземной таксации, которая также лучше выражена в более однородных сосновых древостоях.

Работа выполнена в рамках проектов РФФИ (17-05-01129 и 18-54-00029) и ГЗ ЦЭПЛ РАН (№ АААА-А18-118052400130-7).

Выражаем благодарность сотрудникам НП «Смоленское Поозерье» И.М. Бавшину и В.Р. Хохрякову за всестороннюю помощь в проведении полевых работ.

### *Литература*

1. *Shahbazi M., Théau J., Ménard P.* Recent applications of unmanned aerial imagery in natural resource management //GIScience & Remote Sensing. – 2014. – Т. 51. – №. 4. – С. 339-365.
2. *Коршунов Н. А., Котельников Р. В.* Борьба с лесными пожарами: информационное обеспечение с помощью авиасредств //Пожарная безопасность. – 2008, №. 1. – с. 125-129.
3. *Tang L., Shao G.* Drone remote sensing for forestry research and practices //Journal of Forestry Research. – 2015. – Т. 26. – №. 4. – С. 791-797.
4. *Кретов Л. Т., Иванников Д. И., Кина Л. В.* Мониторинг и охрана лесов с применением беспилотных летательных аппаратов //Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – 2015. – С. 646-649.
5. *Алешко Р. А. и др.* Разработка методики актуализации информации о лесном участке с использованием снимков со спутников и малых БПЛА //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – №. 5. – С. 87.

*Danilov M.S.<sup>1</sup>, Nikitina A.D.<sup>2</sup>, Tikhonova E.V.<sup>2</sup>*

## **USE OF AERIAL PHOTOGRAPHY BY UNMANNED AERIAL VEHICLES TO DETERMINE STAND CHARACTERISTICS**

<sup>1</sup> *Peoples Friendship University of Russia (RUDN University),*

<sup>2</sup> *Center for Ecology and Forest Productivity of the RAS*

The paper presents the experience of using remote sensing data obtained from an unmanned aerial vehicle (UAV). The characteristics under consideration are the number of trees, diameter of crowns, closed stand. The object of the study is the diversity of pine forests of the Smolensk Pooze-Rie National Park (NP). The obtained results show the possibilities of using the data of the UAV for determination of forest taxation characteristics.

*Дебело П.В., Сорока О.В.*  
**ОРЛАН-БЕЛОХВОСТ (*HALIAEETUS ALBICILLA* L.,  
1758), ОРЛАН-ДОЛГОХВОСТ (*H. LEUCORYPHUS*  
PALL., 1771) И СКОПА (*PANDION HALIAETUS* L., 1758)**  
**В ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ**  
**ЗАПОВЕДНИКЕ «ОРЕНБУРГСКИЙ»**

ФГБУ «Заповедники Оренбуржья», Оренбург, Россия  
[orenzap\\_nauka@mail.ru](mailto:orenzap_nauka@mail.ru)

В статье приводятся данные по распространению орлана-белохвоста, орлана-долгохвоста и скопы на территории государственного природного заповедника «Оренбургский». В пределах региона эти виды являются редкими и занесены в Красную книгу Оренбургской области (2019).

**Орлан-белохвост.** В прошлом по среднему течению р. Урал он был сравнительно обычным видом. Однако в 1970-1980 гг. здесь уже встречались только пролётные и бродячие птицы [1], причём на современной территории заповедника их не отмечали. Считается, что первый орлан-белохвост на участке «Буртинская степь» был отмечен в 2006 г., а в 2007 г. птицы были зарегистрированы на участке «Айтуарская степь» [2]. Однако, фондовые материалы заповедника [3] свидетельствуют, что первый орлан в заповеднике был зарегистрирован 31.08.2000 г. над прудом у кордона участка «Ащисайская степь» (7200 га, Западно-Тургайское плато). В течение последующих 15 лет (до 2016 г.) его здесь не регистрировали, хотя на сопредельных водоёмах Шалкар-Жетыкольского озёрного района белохвостов периодически наблюдали с 1997 г. [4].

На участке «Буртинская степь» (4500 га, Предуральское холмогорье) первая встреча зарегистрирована 12.05.2006 г. В следующем году число наблюдаемых птиц существенно увеличилось, а в мае-октябре 2009 г. здесь уже было отмечено 10 особей. После некоторого снижения количества в 2010 и

2011 гг. частота их встреч вновь увеличилась в 2012 и 2013 гг., причём птицы стали отмечаться раньше весной и задерживаться позднее осенью. После трёх лет очередного снижения численности, с 2017 г. частота встреч вновь увеличилась, птицы стали регистрироваться преимущественно осенью и зимой. В подавляющем большинстве случаев это были одиночки и только в 7 случаях (11,5% из 61) одновременно наблюдались по 2 особи. Чаще всего орланы отмечались над долиной р. Белоглинка и в её ближайших окрестностях. Часть птиц отсюда по долине р. Кайнар следовала к прудам и лескам по рр. Таволгасай и Кулинсай, где наблюдался второй очаг повышенной плотности. В открытой степи над плато Муелды, г. Кармен и некоторыми долинами в центре участка (Изумрудная, Туманная) они встречались редко и обычно зимой.

На участке «Айтуарская степь» (6753 га, приречный мелкосопочник Южного Урала) орланы отмечаются с 12.11.2007 г. На протяжении первых пяти лет здесь ежегодно наблюдали по 2-3 особи, причём преимущественно осенью. Первое заметное увеличение количества здесь отметили в 2012 г., а после депрессии 2013 г. на протяжении практически всех последующих лет численность сохранялась на довольно высоком уровне, причём, в основном за счёт осенних и зимних встреч (табл. 1). В гнездовое время здесь, как и на предыдущем участке, белохвосты отмечались по одиночке, в небольшом количестве и лишь в 2014, 2016, 2018 и 2019 гг. наблюдались пары, хотя каких-либо доказательств их гнездования нет. Почти 80% всех встреченных птиц регистрировались в пойме р. Урал и предустьевых участках «открывающихся» в неё балок, где в достатке имеются удобные места для устройства гнёзд. Остальные встречи регистрировались по средним участкам балок и лишь 3 особи (из 111) были отмечены в южной открытой степной части участка на плато Ак-тюбе.

**Таблица 1.** Встречаемость орлана-белохвоста в заповеднике «Оренбургский»

Годы	Буртинская степь		Айтуарская степь		Предураль- ская степь		Ащисайская степь	
	встреч	птиц	встреч	птиц	встреч	птиц	встреч	птиц
2000							1	1
2006*	1	1						
2007*			2	2				
2008*	3	4	2	2				
2009*	3+	10	3	8				
2010*	6	6	2	2				
2011	6	6	2	2				
2012	10	10	7	8				
2013	11	12	1	1				
2014	1	1	12	14				
2015	2	5	11	14				
2016	1	1	13	26	1	1	2	4
2017	10	10	8	13	3	3		
2018	5	7	12	18	2	2		
2019	8	12	3	6	2	2		
всего	67	85	78	111	8	8	3	5
среднее	1,27		1,42		1,0		1,66	

Примечание: \* - данные по: Барбазюк, 2011; 3+ - число встреч больше указанного количества.

На недавно организованном участке «Предуральская степь» (16538 га, увалистое Предуралье) в 2016-2019 гг. отмечено 8 одиночных белохвостов, в том числе 4 у прудов (Колубай, Бобровый, Сазаний, Васильевский), 3 в «горах» (Бандитские, Чубар-Тюбе) и 1 в Сурчиной долине.

Таким образом, после длительного перерыва орланы-белохвосты вновь появились на территории заповедника и численность их постепенно увеличивается. Основным местом их концентрации является пойма р. Урал и долины ручьев с прудами, галерейными и колковыми лесками участков «Айтуарская степь» и «Буртинская степь» и их охранных

зон. Вместе с тем, подавляющее большинство отмеченных птиц было представлено пролётными и бродячими одиночками, пары отмечались лишь изредка и свидетельства их гнездования, пока, нет.

**Орлан-долгохвост.** В августе 1980 г. по долине р. Уртабуртая у с. Междуречье Беляевского района видели одиночную птицу [1], которая, не исключено, могла залетать и на сопредельную территорию современного участка заповедника «Буртинская степь».

**Скопа.** В пределах охранной зоны участка «Айтуарская степь» пролётные одиночки несколько раз регистрировались в июле 2005 и июне 2006 гг., а сидящие на вершинах сухих деревьев птицы неоднократно наблюдались и с апреля по август 2007 г. В этом районе птица на столбе ЛЭП у б. Карагашты отмечена 04.09.2007 г. Выше по течению р. Урал у скалы Аргынбай одиночка наблюдалась 07.06.2008 г., а несколько встреч на острове между его рукавами зарегистрированы и весной 2009 г. [2]. На участке «Буртинская степь» по одной паре птиц, парящих над прудом Таволгасай и долиной Изумрудной, наблюдали 13 и 14 сентября 2010 г., а днём позднее одиночку, сидящую на дереве, видели в 50 м от кордона участка.

### *Литература*

1. *Давыгоро А.В.* Скопа. Орлан-долгохвост. Орлан-белохвост // Красная книга Оренбургской области. Воронеж: ООО «Мир», 2019. С. 110-111; 126-128.
2. *Барбазюк Е.В.* Редкие птицы Государственного природного заповедника «Оренбургский»: распространение, охрана. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 124 с.
3. Дневники полевых наблюдений государственных инспекторов заповедника за 1992-2019 гг. (Рукописи; фонд заповедника).
4. *Дебело П.В., Давыгоро А.В., Куксанов В.Ф.* Видовой состав, распространение и численность редких видов птиц Светлинского биологического заказника // Заповедное дело: проблемы охраны и

экологической реставрации степных экосистем. Оренбург: ИПК «Газпромпечать», 2009. С. 31-33.

*Debelo P.V., Soroka O.V.*

**THE WHITE-TAILED EAGLE (*HALIAEETUS ALBICILLA* L., 1758), LONG-TAILED EAGLE (*H. LEUCORYPHUS* PALL., 1771) AND OSPREY (*PANDION HALIAETUS* L., 1758) IN THE ORENBURG STATE NATURE RESERVE**

*FSBI Orenburg Reserves, Russia*

The report provides data on the distribution of the White-tailed Eagle, Long-tailed Eagle and Osprey in the Orenburg State Nature Reserve.

*Дебело П.В., Сорока О.В.*  
**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ОГАРЯ  
(*TADORNA FERRUGINEA* PALL., 1764) И ПЕГАНКИ  
(*TADORNA TADORNA* L., 1758) В ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ «ОРЕНБУРГСКИЙ»**

*ФГБУ «Заповедники Оренбургья», Оренбург, Россия*  
[orenzap\\_nauka@mail.ru](mailto:orenzap_nauka@mail.ru)

В статье приводятся данные по распространению и динамике численности огаря и пеганки на территории заповедника «Оренбургский» за 30-летний период его существования.

В Оренбургском степном заповеднике кластерного типа огарь и пеганка известны на всех его участках и, судя по литературным данным и фондовым материалам [1], являются гнездящимися, мигрирующими видами.

**Огарь.** На участке «Таловская степь» (3200 га, холмисто-увалистый Общий Сырт в верховье р. Таловая) по 1-2 паре в 1992-2000 гг. регулярно встречали на прудах по б. М. Садомна, временных водоёмах по её руслу и б. Таловой, но выводки здесь отмечались только с 1997 г. В начале 2000-х гг. здесь ежегодно встречалось уже по 3-5 пар, а весной и осенью отмечались скопления до 40-200 особей. Примерно такое же количество птиц встречалось здесь и на протяжении большей части уходящего десятилетия, хотя в 2012 и 2013 гг. в период гнездования численность достигала 7-10 пар, а осенью - 150 особей.

На участке «Предуральская степь» (16538 га, увалистое Предуралье) 1, 3, 4 и 4 пары в 2016, 2017, 2018 и 2019 гг. неоднократно встречались на прудах Колубай и Бобровый.

На участке «Буртинская степь» (4500 га, Предуральское холмогорье) по 7-10 пар ежегодно в 1990-е гг. отмечалось на ручьях Белоглинка, Кайнар, а также прудах Таволгасай и Дусансай. Основными местами их кормежки и отдыха служили расположенные за пределами охранной зоны Коскольские

озёра, в окрестностях которых и по р. Тузлукколь также встречалось несколько пар. На этих озерах огари концентрировались и после подъёма на крыло молодых, причём в отдельные дни в конце августа 1997 г. здесь насчитывали до 120-150 птиц (очевидно, вся местная популяция). Существенных изменений встречаемости птиц на участке не наблюдалось и на протяжении последующих лет (табл. 1), хотя в 2010, 2011 и 2013 гг. она несколько увеличивалась (возможно, в связи с обмелением и пересыханием ряда окрестных водоёмов).

На участке «Айтуарская степь» (6753 га, приречный мелкосопочник) в период гнездования пары птиц отмечались в окрестностях скалистых обнажений по среднему участку балки Шинбутак, а весной и на разливе в стыке балок Жарык и Ташкак; периодические встречи известны также по балке Акбулак, в ур. Актюбе и окрестности г. Шайтан.

На участке «Ащисайская степь» (7200 га, возвышенный Западный Тургай) встречи выводков известны с 1993 г., хотя пары отмечались и ранее. В последующие годы здесь насчитывали по 3-7 пар, причём в основном на оз. Журманколь и плесах балки Ащисай; периодически по 1-2 пары регистрировались также на противопожарном пруду у кордона. Весной пролётные стаи (численностью до 50 особей) наблюдались и в других секторах участка, в том числе на г. Маячной и по балке у его южной границы. Осенью над участком отмечались пролётные стаи численностью до 100-140 особей, а на оз. Журманколь в 2001 г. наблюдалось скопление до 1000 птиц.

Огари прилетают рано. На участке «Таловская степь» первые птицы отмечались с середины марта (14.03.2019; 17.03.2000; 19.03.2008, 2013 и 2014 гг.; 20.03.2015 г.), хотя чаще всего они появлялись в первых числах апреля. На участке «Буртинская степь» самые ранние встречи зарегистрированы 18.03.2001 и 2004 гг., 21.03.1995 и 2009 гг., но обычно первые птицы прилетали в последней пятидневке

марта - начале апреля; днями позже они отмечались в пределах участка «Айтуарская степь». На участке «Ащисайская степь» первые встречи регистрировались 27.03.2008; 28.03.2016; 06.04.2000, 2006 и 10.04.2002 г.

**Таблица 1. Динамика встречаемости огаря**

Годы	ТС		БС		АйС		АщС		ПС		Всего	
	вст.	пт.	вст.	пт.	вст.	пт.	вст.	пт.	вст.	пт.	вст.	пт.
1992	1	2									1	2
1993	4	6					1	13			5	19
1994			+	+							+	+
1995			20	134	4	8					24	142
1996	3	21	18	98	1	1	16	16			38	136
1997	1	2	12	350			1	1			14	353
1998	2	2	25	95							27	97
1999			19	57			10	168			29	225
2000	2	2	15	37			16	118			33	157
2001	2	20	16	91			5	1574			23	1685
2002	15	83	7	15			2	53			24	151
2003	4	22	19	38			3	96			26	156
2004	4	17	34	108			1	+			39	125
2005			23	44			3	124			26	168
2006	14	522	19	40	2	4	3	131			38	697
2007	11	80	28	123	1	1	1	1			40	205
2008	9	88	24	107	3	5	4	10			40	210
2009	7	46	22	80	1	+	13	627			43	753
2010	2	19	30	117			12	587			44	723
2011	14	57	33	472	1	2	15	771			63	1302
2012	54	370	15	81	3	3					72	454
2013	32	301	38	185			1	2			71	487
2014	21	121	17	86	3	6					41	213
2015	8	178	8	26	1	2	1	4			18	210
2016			19	100			2	13	2	3	23	116
2017	4	21	3	13			1	4	7	27	15	65
2018			10	24					10	30	20	54
2019	12	58	3	15			3	17	5	87	23	177
<b>всего</b>	<b>224</b>	<b>2038</b>	<b>487</b>	<b>2536</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>114</b>	<b>4330</b>	<b>24</b>	<b>147</b>	<b>869</b>	<b>9083</b>

Примечание. Участки: ТС – «Таловская степь», БС – «Буртинская степь», АйС – «Айтуарская степь», АщС – «Ащисайская степь», ПС – «Предуральская степь», вст. – число встреч, пт. – число встреченных птиц, «+» – число птиц точно не известно.

Гнездятся огари в основном в старых норах сурков, преимущественно в конце апреля - мае, а выводки (до 12 птенцов) отмечаются с начала третьей декады мая. Их величина в мае составляет в среднем 8,43 (n=7), в июне 8,0 (n=41), в июле 4,82 (n=22); смертность, таким образом, достигает около 43% от первоначальной величины выводка.

Последнездовые перемещения огарей становятся заметными уже в конце августа. В сентябре местами (оз. Журманколь) они концентрируются в значительном количестве, а в конце этого месяца и октябре большинство их отлетает. Последние встречи в Ащисайской степи известны 05.11.2001 г., а в Таловской степи 15.11.2013 и 19.11.2012 г.

**Пеганка.** На участке «Таловская степь» выводок впервые был отмечен в июне 1988 г. [2], хотя на прудах для водопоя скота в этом районе взрослые птицы отмечались и ранее [3]. Позднее инспекторами участка 3 взрослые пеганки наблюдались на одном из прудов 08.06.1999 г., а несколько, в том числе и молодых, птиц здесь отмечены и 08.09.1999 г. За все последующие годы одну пролетающую над участком пеганку здесь видели только 06.08.2001 г. и 10 особей (3 встречи) с 26.07. по 16.08.2019 г.

На участке «Буртинская степь» одиночных птиц отмечали в конце 1990-х гг., а за последние два десятилетия одиночку среди нырковых уток на пруду в верховье б. Белоглинка видели 11.04.2012 г. [4].

На участке «Ащисайская степь» гнездование не известно, а во встречах выводках молодые были представлены уже крупными пуховиками. Весной здесь первые птицы регистрировались 20.03.2002, 23.03.2016 и 27.03.2008 гг., но чаще всего они появлялись в первой декаде апреля и концентрировались на оз. Журманколь. Хорошо выраженного пролёта здесь не наблюдалось и к концу второй декады апреля пеганки обычно рассредоточивались в окрестностях оз. Журманколь и плесах по балке Ащисай.

Гнездование в регионе начинается в первой декаде мая, а с 8 июня на водоемах участка появляются выводки. Птенцов в них насчитывается по 8-12, в среднем 9,2 (n=5), но на крыло поднимается не более 5-6 молодых. Часть выводков объединяется, образуя скопления, в которых насчитывается до 22 молодых. Ко времени подъема на крыло молодых общая численность в отдельные годы, по опросным сведениям, достигает 130-200 особей, хотя обычно не превышает 60-80. Отлетать на зимовку пеганки начинают уже в августе, в сентябре на участке остается примерно половина исходной численности, а последние задерживаются до середины октября; самые поздние встречи регистрировались 19.10.2017 г. и 27.10.2016 г.

### *Литература*

1. Дневники полевых наблюдений государственных инспекторов заповедника за 1992-2019 гг. (Рук.; фонды зап.).
2. Симак С.В. Фауна позвоночных уроцища «Грызлы» // Животный мир Южного Урала. Оренбург, 1990. С. 92-93.
3. Гейде Г.М. Птицы и млекопитающие территории проектируемого Оренбургского степного заповедника // Краеведение и перестройка: Мат-лы первого обл. совещания краеведов Оренбуржья. Оренбург, 1989. С 17-18.
4. Барбазюк Е.В. Птицы участка «Буртинская степь» Государственного природного заповедника «Оренбургский». Аннотированный список, 1984-2014 // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т.17. № 4 (5). С. 842-852.

*Debelo P.V., Soroka O.V.*

### **DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF THE RUDDY SHELDUCK (*TADORNA FERRUGINEA* PALL., 1764) AND COMMON SHELDUCK (*TADORNA TADORNA* L., 1758) IN THE ORENBURG STATE NATURE RESERVE**

*FSBI Orenburg Reserves*

The report provides data on the distribution and abundance dynamics of the Ruddy Shelduck and the Common Shelduck in the Orenburg Reserve for the 30-year period of its existence.

*Джиоева И.Э, Цагаева З.К., Бзыков О.Р., Новаторов О.А.*  
**ЗООБЕНТОС РЕКИ ЦРАУДОН В СВЕТЕ  
АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
(БАССЕЙН Р. ТЕРЕК)**

*Северо-Осетинский государственный университет  
имени К.Л. Хетагурова, Россия*

В работе рассмотрены вопросы динамики сообществ зообентоса под воздействием антропогенного воздействия.

Комплексное изучение горных потоков и, в частности, малых рек – является очень важным инструментом биомониторинга, на основании которого мы можем судить как о состоянии конкретного водотока, так и речной сети в целом. Малые реки – источник питьевой воды, это уникальные рефугиумы амфибионтной фауны. Разнообразие амфибионтных сообществ – является гарантом стабильности водных экосистем. Имея такой чуткий инструмент для проведения долговременного мониторинга, мы можем на основании численных изменений зообентосных групп, их видового состава судить о благополучии водотока. Одним из таких интересных водотоков, в плане динамики сообществ зообентоса в свете антропогенного воздействия является приток Урсдона (бассейн реки Терек) – малая река Цраудон.

Цель исследования – изучение распределения амфибионтной фауны в бассейне реки Цраудон в свете антропогенного воздействия.

В основе представленной работы лежат сборы гидробиологического материала в бассейне реки Цраудон в 2017-2019 гг.

Река Цраудон – типичная малая река бассейна Терека [1], которая протекает в горно-лесной и предгорной зонах республики. Питание реки осуществляется за счет подземных вод и дождевых осадков. Интересно, что в горной части бассейна – река отличается прозрачностью, каменистое дно

сложено крупными валунами светлых пород. Скорость течения воды на данном участке, проходящем в горнолесном массиве, где сконцентрированы ценные породы деревьев (бук, граб, березы) составляет 1,5 м/сек, глубина потока достигает 0,3-0,5 м. Для водотока характерны весенне-летние паводки.

При переходе в урбанизированную зону (предгорный участок) – гидрологические параметры реки меняются. Мы наблюдаем истощение потока (глубина – 0,1-0,3 м), прозрачность воды также снижается, особенно это заметно на участке слияния основного русла реки с притоками, проходящими через песчано-глинистые субстраты, в среднем и нижнем течении скорость падает до 1 – 0,5, м/сек, особенно это заметно в межень. Поток оживает с приходом периода дождей и таяния снега в верхнем течении, в это время формируются мощные, разрушительные селевые потоки, которые достигают высоких расходов воды, и максимальных скоростей – 5-7 м/сек.

Всего собрано и определено более 2000 экземпляров амфибионтных организмов (личинок, куколок и имаго), объединенных в 4 класса (*Mollusca*, *Turbellaria*, *Crustacea*, *Insecta*). Однако ведущую роль в структуре зообентоса играют насекомые (*Insecta*) – 96%, представленные 4 отрядами, 19 семействами и 42 видами (рис. 2). Все остальные представители зообентоса (моллюски, планарии, бокоплавы) составляют 4% всех сборов.

Отряд Поденки (*Ephemeroptera*) представлен 5 семействами и 11 видами: *Ephemerellidae* (1), *Baetidae* (3), *Heptageniidae* (5), *Oligoneuriidae* (1), *Caenidae* (1).

Отряд Ручейники (*Trichoptera*) представлен 6 семействами и 12 видами: *Rhyacophilidae* (3), *Hydropsychidae* (4), *Glossosomatidae* (1), *Apataniidae* (1), *Lepidostomatidae* (1), *Limnephilidae* (2).

Отряд Веснянки (Plecoptera) объединяет 5 семейств и 13 видов: Perlidae (2), Perlodidae (1), Nemouridae (5), Taeniopterygidae (2), Capniidae (1), Leuctridae (2).

Отряд Двукрылые (Diptera) в основном представлен 3 семействами и 6 видами: Chironomidae (2), Simuliidae (3), Blepharoceridae (1).

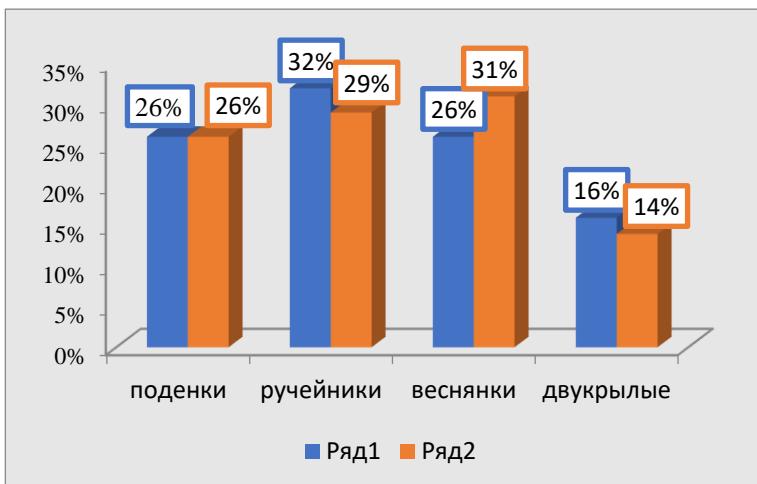


Рис. 2. Диаграмма таксономического статуса семейств (ряд 1) и видов (ряд 2) в отряде класса насекомых

Как видно из вышесказанного, видовой состав зообентоса, ключевым ядром которого являются насекомые достаточно представительный.

Однако, участок бассейна, расположенный на урбанизированных участках подвержен сильному антропогенному влиянию, которое вызывает довольно существенные изменения режима стока, а также качественного и количественного состава фауны [2, 3].

По нашим наблюдениям, большинство видов встречается в горно-лесной зоне (18), где плотность бентоса достигает 976 экз/м<sup>2</sup>. В пределах урбанизированной (селитебной) зоны отмечено 6 видов, в устье реки Цраудон зарегистрировано 3

вида (жуки рода *Helmis*), плотность на данном отрезке резко сокращается – 57 экз/м<sup>2</sup>.

Таким образом, видовой состав и распространение зообентоса находится в прямой зависимости не только от природных экологических факторов, но и от антропогенного влияния.

### *Литература*

1. *Пхаллагова Д.М.* Химическая характеристика воды рек Северной Осетии // Известия ин-та. истории, экономики и литературы при Совете Министров СО АССР. Орджоникидзе, 1973. 360 с.
2. *Черчесова С.К.* Влияние экологических факторов на состав и распространение литореофильной фауны в бассейне Терека // Известия МСХА. М., вып. 3. 2002. С. 182-189.
3. *Черчесова С.К.* Амфибиотические насекомые (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) рек Северной Осетии. М., 2004. 238 с.

***Dzhioeva I. E, Tagaeva Z. K., Bykov O. R., Novatorov O.A.*  
THE ZOOBENTHOS OF THE RIVER TZRAUDON  
IN THE LIGHT OF THE ANTHROPOGENIC IMPACT  
(OF THE RIVER TEREK BASIN)**

*North Ossetian state University named after K.L. Khetagurov*

The paper deals with the dynamics of zoobenthos communities under the influence of anthropogenic impact.

*Дзестелова Р.А., Панченко А.Е.,  
Гассиева Э.Ю., Ромашкин М.И.*

**ОСОБЕННОСТИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РЕКИ ТЕРЕК  
В ОКРЕСТНОСТЯХ С. БАЛТА.**

*Северо-Осетинский государственный университет  
имени К.Л. Хетагурова, Россия*

В работе рассмотрены вопросы видового состава и экологии амфибиотической фауны реки Терек в окрестностях с. Балта.

Природоохранный мониторинг бассейна реки Терек является актуальной задачей не только РСО-Алания, но и остальных субъектов Российской Федерации (Кабардино-Балкарская Республика, Республика Ингушетия, Чеченская Республика и Республика Дагестан), по территории которых Терек несет свои воды. До сегодняшнего дня нет полноценной картины, отражающей степень антропогенного влияния на реку Терек. Несмотря на длительный период изучения гидробиоценозов бассейна реки Терек [1,2] до сих пор отдельные группы зообентоса изучены недостаточно, в частности, для уже выявленных видов бентосных организмов, не установлена индикаторная значимость, в то время как ключевая роль водных беспозвоночных, в частности амфибионтной фауны, как наиболее чуткого инструмента в определении экологического состояния водотоков, неоспорима.

Цель исследования – изучить биоразнообразие и экологию водных беспозвоночных на отрезке реки Терек в окрестностях с. Балта. Исследования проходили в горном районе бассейна реки Терек – в окрестностях с. Балта (что в переводе означает Вишни) в период 2018-2020гг. На данном участке река распадается на ряд рукавов шириной от 3 до 10 м. На отдельных отрезках появляются «острова», поросшие зарослями трав и кустарников. На прибрежных участках русла в районе с. Балта, глубина не превышает 0,7 м, летняя температура воды – 15<sup>0</sup>С, зимой – 0<sup>0</sup>С, скорость течения у берега не превышает 1,5 м/сек. В период паводков и обильных до-

ждей вода сильно мутнеет, глубина у берега 1 м, расход воды 60 – 130 м<sup>3</sup>/сек, осенью и зимой – расход воды сокращается до 10,5 м<sup>3</sup>/сек. Субстрат каменистый с преобладанием гальки (10 – 160 мм), крупные валуны (0,5 – 1 м) встречаются редко, полости между камнями заполнено песком.

При сборе материал пользовались стандартными методиками [3,4]. Всего нами установлено 3 станции, взято 110 проб, собрано и определено 1825 экземпляров бентофауны.

Собранный нами в окрестностях с. Балта материал представляют 6 отрядов из 3-х классов типа Arthropoda: класс **Insecta** – отряд **Trichoptera** (семейства Rhyacophilidae, Hydropsychidae, Glossosomatidae); отряд **Ephemeroptera** (семейства Heptageniidae, Baetidae); отряд **Plecoptera** (семейства Taeniorhynchidae, Nemouridae, Perlodidae); отряд **Diptera** (семейства Blepharoceridae, Simuliidae); класс **Crustacea** – отряд **Amphipoda** (семейство **Gammaridae**); класс **Arachnida** – отряд **Trombidiformes** (семейство Hydrachnidae). Плотность бентоса на данном участке достигает 1500 экз./м<sup>2</sup>.

Такая же картина складывается ниже по течению (с. Редант), где бентосные организмы также представлены олигосапробной, литореофильной фауной: ручейники семейств Rhyacophilidae, Glossosomatidae, поденки семейств Heptageniidae, Baetidae, Blepharoceridae). Плотность бентоса колеблется в пределах 800 – 950 экз./м<sup>2</sup>.

Сравнивая видовой состав бентоса на участке реки Терек, расположенному в верхнем течении (окрестности с. Балта и с. Редант) с отрезком р. Терек в пределах г. Владикавказ, мы отмечаем, что верхнее течение реки характеризуется высокой плотностью бентоса и его богатым разнообразием видов, которые представлены окси-литореофильной фаунистической группой. При вхождении в пределы г. Владикавказ идет обеднение и замещение олигосапробной фауны на мезо- и, на отдельных участках, полисапробную (например, появление двукрылых *Eristalis tenax* L., 1758). Следует отметить, что постоянные работы по укреплению берегов, выравниванию

скорости течения, приводят к полному захоронению бентоса на всем пути реки Тerek в пределах г. Владикавказ.

Таким образом, наши данные, а также наблюдения сотрудников кафедры зоологии; проф. И.И. Корноуховой и С.К. Черчесовой подтверждают, что, входя в пределы г. Владикавказ, видовой состав и плотность сообществ зообентоса резко сокращаются (плотность бентоса – 15-20 экз./м<sup>2</sup>, на отдельных отрезках – фауна полностью исчезает). Так с 2013 г. не зарегистрированы представители ручейников семейств Rhyacophilidae, Glossosomatidae; веснянки семейства Taeniorhynchidae; двукрылые семейства Blepharoceridae; поденки семейства Heptageniidae (род Epeorus Eaton, 1881), которые регистрировались ежегодно вплоть до 2010-2011 гг.).

### *Литература*

1. *Корноухова И.И.* Влияние антропогенного давления на бентос реки Тerek на стыке горного и предгорного районов // В сб.: «Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек». - Краснодар. 1992.- С. 80-82.
2. *Черчесова С.К.* Влияние экологических факторов на состав и распространение литореофильной фауны в бассейне Терека // Известия МСХА. М., вып. 3. 2002. С. 182-189.
3. *Тарноградский Д.А., Попов К.К.* Краткая инструкция по сбору животных и растительных организмов в горных районах Северного Кавказа. Орджоникидзе, 1933. 12 с.
4. *Горицченко Т.П.* Временные методические указания по осуществлению отбора гидробиологических проб на малых реках. М., 1994. 142 с.

### *Dzestelova R.A., Panchenko A.E., Gassieva E.U., Romaskin M.I.* **FEATURES OF THE TEREK RIVER BIODIVERSITY IN THE VICINITY OF BALTA VILLAGE.**

*North Ossetian state University named after K.L. Khetagurov*  
The paper deals with the issues of species composition and ecology of amphibiotic fauna of the Terek river in the vicinity of Balta village.

**Жмылев П.Ю.**  
**ПОЧЕМУ В ПОПУЛЯЦИЯХ ПОЛИКАРПИКОВ**  
**НЕТ СЕНИЛЬНЫХ ОСОБЕЙ?**

*Биологический факультет МГУ, Россия*  
*Государственный университет «Дубна», Россия*  
[zhmylev@gmail.com](mailto:zhmylev@gmail.com)

Обсуждены причины отсутствия сенильных особей в популяциях поликарпиков с незначительным старением.

Обычно старение рассматривают как неотъемлемую черту не только многоклеточных, но и даже одноклеточных организмов [1-3]. Как отражение этого в онтогенезе животных и растений традиционно выделяют соответственно старческий и сенильный (от лат. *senex* – старый, старческий) период (стадию, этап, фазу). Между тем хорошо известно, что в популяциях многих поликарпиков сенильные особи отсутствуют [4-6]. Причины тому могут быть разные. Например, считается, что у травянистых многолетников очень часто взрослые особи отмирают до наступления сенильного периода из-за уменьшения с возрастом их жизненности [7, 8]. Однако в данном случае особый интерес вызывают представления о потенциальном бессмертии и незначительном старении растений.

### **1. Потенциальное бессмертие**

В силу специфики функциональной организации и развития листостебельных растений [9] кажется, что поликарпики могут жить неопределенно долго, т.е. потенциально бессмертны. Эта мысль была высказана еще de Candolle в 1833 г. [10]. В настоящее время она находит подтверждение в результатах, свидетельствующих об отсутствии накопления мутаций, укорочения теломер и изменений других маркеров старения с увеличением возраста некоторых растений [11, 12]. По мнению H. Thomas [13] растения могут избегать старения благодаря:

- 1) замене старых «органов» (модулей) новыми (развитие клонов);
- 2) формированию устойчивых структур (ствол дерева);
- 3) запрограммированной смерти (монокарпии).

В целом гипотеза «потенциального бессмертия» предполагает отсутствие механизма старения организма и существенное контролирование его долголетия внешними условиями. Однако это плохо согласуется с результатами молекулярно-генетических исследований старения клеток, тканей и отдельных органов растения. Последние заставляют предполагать, что должны существовать механизмы, которые определяют не только возраст органов, но и растения в целом, интегрировать эту информацию с сигналами окружающей среды и в соответствии с нею регулировать процесс отмирания [14]. Если это так, то становится понятным, почему даже среди вегетативно размножающихся растений есть примеры вырождающихся клонов (напр., *Solanum tuberosum*, *Fragaria x ananassa*). Происходящие при этом процессы, вероятно, аналогичны возрастным изменениям, которые у неклональных поликарпиков проявляются в форме «ярусной изменчивости» и «топофизиса» побегов [1].

## **2. Незначительное старение**

Очевидно, что отсутствие/присутствие сенильных особей в популяции растений должно быть связано с выраженностью у них сенильного периода. Согласно С.Е. Finch [15] по этому признаку выделяют организмы с быстрым, постепенным и незначительным (пренебрежимым) старением. Первый тип характерен для монокарпиков, а два других – для поликарпиков. Монокарпики сразу отмирают после первого цветения (монокарпическое старение). Что касается поликарпиков с незначительным старением, то они проявляют одну из следующих черт согласно С.Е. Finch и S.N. Austad [16]:

- 1) уровень смертности не увеличивается с возрастом;
- 2) интенсивность полового размножения не уменьшается с возрастом или даже возрастает;

3) отсутствует морфолого-физиологическое проявление старения или уменьшение устойчивости с возрастом.

Результаты анализа популяций 290 видов покрытосеменных позволяют предполагать, что незначительное старение широко распространено среди травянистых и деревянистых поликарпиков [17]. Отсутствие сенильных особей в популяциях таких растений скорей всего обусловлено отмиранием особей сразу после последнего цветения. В целом это напоминает монокарпическое старение, которое включает несколько скоординированных процессов: отток веществ от вегетативных органов к генеративным, старение или расходование апикальной меристемы (остановка апикального роста), старение листьев и подавление развития пазушных почек [18]. К сожалению, о механизме старения поликарпиков известно существенно меньше. Считается, что его механизм отличается от монокарпиков [18-20]. Однако у поликарпиков с незначительным старением вместо подавления развития пазушных почек вероятно реализуется механизм топофизиса побегов [4]. Последний проявляется в сокращение числа метамеров у побегов возобновления и ускорении темпа их развития к концу генеративного периода [21, 22]. В результате при последнем цветении все пазушные почки полностью реализуются, а новые не закладываются, что приводит к смерти особи [4].

### 3. Заключение

Одной из причин отсутствия сенильных особей в популяциях поликарпиков является незначительное или пренебрежимое старение. В зависимости от взглядов на «старение» такие растения рассматривают либо как потенциально бессмертные, либо как растения, старение которых напоминает монокарпическое старение. Однако в любом случае быстрая естественная смерть поликарпиков с незначительным старением после последнего цветения обусловлена реализацией всех почек особи.

## Литература

1. *Hamilton W.* The moulding of senescence by natural selection// *J. Theor. Biol.* – 1966. – V. 12. – P. 12–45.
2. *Moger-Reischer R.Z., Lennon J.T.* Microbial ageing and longevity// *Nat. Rev. Microbiol.* – 2019. – V. 17. - P. 679-690.
3. *Nelson P., Masel J.* Intercellular competition and the inevitability of multicellular aging// *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 2017. – V. 114. – P. 12982–12987.
4. *Жмылев П.Ю.* Эволюция длительности жизни растений: факты и гипотезы// *Журн. общ. биол.* – 2006. – Т. 67, № 2. – С. 107-119.
5. Онтогенетический атлас лекарственных растений. Т. 3. – Йошкар-Ола: изд-во МарГУ, 2002. – 280 с.
6. *Работнов Т.А.* Жизненные циклы многолетних травянистых растений в луговых ценозах// *Тр. БИН им. В.Л. Комарова.* – 1950. - Сер. 3. Геоботаника. Вып. 6. – С. 7-204.
7. *Munné-Bosch S.* Senescence: is it universal or not?// *Trend. Pl. Sci.* – 2015. – V. 20. – P. 713–720.
8. *Silvertown J., Franco M., Pérez-Ishiwara R.* Evolution of senescence in iteroparous perennial plants// *Evol. Ecol. Res.* – 2001. – V. 3. – P. 292–412.
9. *Нотов А.А.* О специфике функциональной организации и индивидуального развития модульных объектов// *Журн. общ. биол.* – 1999. – Т. 60, № 1. – С. 60-79.
10. *Казарян В.О.* Старение высших растений. – М.: Наука, 1969. – 313 с.
11. *Lanner R.M., Connor K.F.* Do bristlecone pine senesce?// *Exp. Gerontol.* – 2001. – V. 36. – P. 675–685.
12. *Song H., Liu D., Chen X., Ying Z., Zhang B., Li F., Lu H.* Change of season-specific telomere lengths in *Ginkgo biloba*L// *Mol. Biol. Rep.* - 2010. – V. 37. – P. 819–824.
13. *Thomas H.* Senescence, ageing and death of the whole plant// *New Phytol.* – 2013. – V. 197. – P. 696–711.
14. *Woo H.R., Masclaux-Daubresse C., Lim P.O.* Plant senescence: how plants know when and how to die// *J. Exp. Bot.* – 2018. – V. 69. – P. 715-718.

15. *Finch C. E.* Comparative perspectives on plasticity in human aging and life spans// The biodemography of longevity: between zeus and the salmon. - Washington, D.C.: Nat. Acad. Press, 1997. - P. 245–268.
16. *Finch C.E., Austad S.N.* History and prospects: symposium on organisms with slow aging// *Exp. Gerontol.* – 2001. – V. 36. – P. 593–597.
17. *Baudisch A., Salguero-Gomez R., Jones O.R., Wrycza T., Mbeau-Ache C., Franco M.* The pace and shape of senescence in angiosperms// *J. Ecol.* – 2013. – V. 101. – P. 596–606.
18. *Davies P., Gan S.* Towards an integrated view of monocarpic plant senescence// *Rus. J. Pl. Physiol.* – 2012. – V. 59. – P. 467-478.
19. *Munne-Bosch S.* Do perennials really senesce??// *Tr. Pl. Sci.* – 2008. – V. 13. – P. 216–220.
20. *Noodén L. D.* Defining senescence and death in photosynthetic tissues/ Plastid development in leaves during growth and senescence. - Springer, Berlin, Germany, 2013. – P. 283–306.
21. *Игнатьева И.П.* О жизненном цикле стержнекорневых и кистекорневых травянистых поликарпиков// *Ботан. журн.* – 1965. – Т. 50, N 7. – С. 903-916.
22. *Серебряков И.Г.* Морфология вегетативных органов высших растений. - М.: Совет. наука, 1952. - 390 с.

*Zhmylev P.Yu.*

## **WHY ARE NO SENILE INDIVIDUALS IN POLYCARPIC POPULATIONS?**

*Department of Biology, Moscow State University,  
"Dubna" State University*

The reasons for the absence of senile individuals in polycarpic populations with negligible senescence are discussed.

**Зайцева М.В., Столбова В.В.**  
**ОСОБЕННОСТИ МИТОЗА ПРИ**  
**ФРАКЦИОНИРОВАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**  
**ИЗЛУЧЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА**  
**В РЕЖИМЕ «ОЖИДАНИЕ ВЫЗОВА»**

*Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова, Россия  
[mascha.zajtseva2014@yandex.ru](mailto:mascha.zajtseva2014@yandex.ru)*

Целью данной работы являлась оценка воздействия электромагнитного излучения мобильного телефона на-процесс митоза в апикальной меристеме корней лука репчатого *Allium cepa*. Облучение биотестера имитировало среднестатистическую ситуацию использования мобильного телефона человеком в режиме ожидания вызова от абонента сети и велось в течение 5-ти суток с фракционированной подачей сигнала. По результатам опыта выявлены статистически значимые различия ( $p<0,05$ ) в распределении клеток биотестера по фазам митоза в опытном и контрольных вариантах. Были оценены частоты основных видов хромосомных аберраций и патологии митоза, а также проанализированы различия в спектрах их распределения.

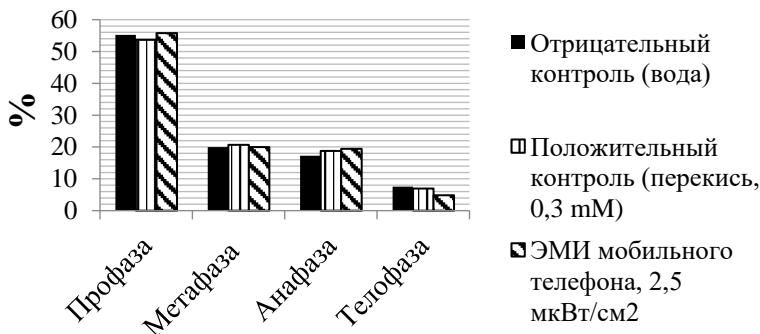
В последние несколько десятилетий мобильная связь и ее инфраструктура стали неотъемлемым элементом окружающей среды, оказывающим значительное влияние на современное общество. Согласно исследованиям, посвященным оценке влияния электромагнитного излучения (ЭМИ) мобильного телефона низкой интенсивности на живые объекты, были зарегистрированы многочисленные негативные эффекты: повышение уровня концентрации продуктов перекисного окисления липидов в клетках мозговой ткани как интегральный показатель усиления стрессовых реакций [1], изменение скорости моторных реакций млекопитающих и их поведения, а также повреждение структуры ДНК клеток [2,3]. Именно повреждение генетического аппарата приводит в риску возникновения необратимых изменений, которые могут быть

переданы последующим поколениям или реализованы в патологические состояния организма. Поэтому существует необходимость в исследованиях генотоксичности ЭМИ мобильного телефона с использованием различных тест-объектов.

Одним из наиболее удобных и хорошо зарекомендовавших себя методов регистрации генотоксичности исследуемого фактора является биотест с луком репчатым *Allium cepa*. Обладая рядом преимуществ, данный тест широко применяется для мониторинга генетически активных факторов окружающей среды [4].

С целью изучения особенностей протекания митоза в условиях воздействия ЭМИ мобильного телефона был поставлен эксперимент по облучению активно делящейся зоны корней лука. Шесть луковиц располагались в непосредственной близости от передней и задней панели телефона. Также были использованы два контроля: раствор перекиси водорода концентрацией 0,3 mM (положительный контроль) и водопроводная вода (отрицательный контроль) в повторности 3 луковицы на каждый вариант. Опыт проводился в условиях полного затенения. **Эточки** Вызовы производились 6 раз в сутки через равные интервалы в течение пяти суток. Затем по стандартной методике было проведено фиксирование биоматериала для долговременного хранения с последующим окрашиванием апикальной меристемы корней [5]. Митотический индекс определялся как отношение делящихся клеток к их общему числу в просмотренном препарате. Фазные индексы отражали долю клеток в соответствующей фазе митоза в выборке из делящихся клеток. Индекс хромосомных aberrаций был рассчитан как соотношение клеток с aberrациями к общему числу просмотренных.

Для оценки интенсивности ЭМИ от нашего образца телефона была выполнена серия измерений. В среднем интенсивность излучения составила  $2,5 \text{ мкВт/см}^2$ .

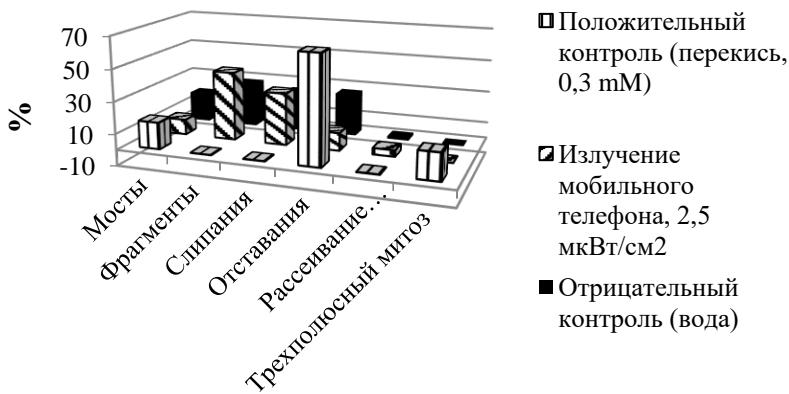


**Рис. 1.** Распределение клеток по фазам митоза в различных вариантах опыта

На рисунке 1 представлены результаты распределения клеток по фазам митоза в опытном и контрольных вариантах. Статистический анализ распределения клеток по фазам митоза (по величине фазных индексов) по критерию хи-квадрат выявил различия между опытным (излучение мобильного телефона) и контрольными вариантами ( $p<0,05$ ).

По сравнению с обоими вариантами контроля при тестировании излучения телефона было показано небольшое сокращение продолжительности телофазы при незначительном увеличении продолжительности остальных фаз митоза.

На рисунке 2 отражены спектры (соотношение видов) хромосомных аберраций и патологий митоза, которые традиционно выделяются при анафазном варианте цитогенетических исследований. В целом можно отметить, что спектры, полученные при тестировании ЭМИ и отрицательного контроля отличаются от спектра патологий, выявленного при воздействии перекиси водорода. При тестировании химического мутагена (перекиси) в спектре преобладали отставания хромосом, также часто отмечались мосты и трехполюсный митоз. Эти результаты статистически подтверждались сравнением спектров по критерию хи-квадрат ( $p<0,05$ ).



**Рис. 2.** Частота видов хромосомных аберраций в условиях эксперимента, % от всего спектра

По результатам проведенного эксперимента можно сделать вывод об определенном влиянии ЭМИ мобильного телефона при фракционированной подаче сигнала интенсивностью 2,5 мкВт/см<sup>2</sup> на процесс митоза при тесном контакте аппарата с зоной активно делящихся клеток биотестера. В ходе эксперимента были зафиксированы изменения продолжительности фаз митоза и различия в спектре регистрируемых хромосомных аберраций и патологий митоза по сравнению с контрольными вариантами.

### Литература

1. *Sahin D., Ozgur E., Guler G., et al.* The 2100 MHz radiofrequency radiation of a 3G-mobile phone and the DNA oxidative damage in brain. // Journal of chemical neuroanatomy. 2016. № 75. – с. 94–98. doi:10.1016/j.jchemneu.2016.01.002.
2. *Akdag M., Dasdag S., Canturk F., Akdag M.Z.* Exposure to non-ionizing electromagnetic fields emitted from mobile phones induced DNA damage in human ear canal hair follicle cells. // Electromagn Biol Med. 2018. № 37(2). – с. 66–75. doi:10.1080/15368378.2018.1463246
3. *Kocaman A., Altun G., Kaplan A.A., Deniz Ö.G., Yurt K.K., Kaplan S.* Genotoxic and carcinogenic effects of non-ionizing electro-

magnetic fields. // Environ Res. 2018. № 163. – с. 71–79.  
doi:10.1016/j.envres.2018.01.034

4. Leme D.M., Marin-Morales M.A. Allium cepa test in environmental monitoring: a review on its application. // Mutation Res./Rev. Mutation Res. 2009. № 682(1). – с. 71–81.

5. Плащева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.

*Zaitseva M.V., Stolbova V.V.*

**FEATURES OF MITOSIS UNDER FRACTIONATED  
EXPOSURE TO MOBILE PHONE RADIATION  
IN THE "CALL WAITING" MODE**

*Lomonosov Moscow State University*

The aim of this study was to assess the impact of mobile phone electromagnetic radiation on the mitosis in apical root meristem of onion *Allium cepa*. Irradiation of biotester was carried out for five days at regular intervals in the mode "call waiting" fractionally. Statistically significant difference ( $p < 0,05$ ) in the distribution of cells in phases of mitosis in the experimental and control groups was shown. The main types of chromosomal aberrations and differences in their distribution spectra were identified during the experiment.

**Зеленская Н.Н.**  
**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА СУКЦЕССИОННЫЕ**  
**ИЗМЕНЕНИЯ СЕВЕРНОГО ЭКСКЛАВА**  
**ЛУГОВОЙ СТЕПИ**

*Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук - обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, Россия.*

[zelen\\_1@rambler.ru](mailto:zelen_1@rambler.ru)

Зафиксированы сукцессионные изменения в структуре и функционировании изолированной степной экосистемы Приокско-Террасного заповедника (Московская область). Показано, что расположенная на северо-западном пределе распространения степей, экосистема за два десятилетия потепления приблизилась по структурным характеристикам к эталонной луговой степи.

Для создания достоверных моделей изменения процессов в экосистемах важно отслеживать фактические тренды, полученные в результаты наземного мониторинга. Последние десятилетия отмечены значительным изменением глобального климата. В сравнении с базовым периодом наблюдений, к 2018 г. среднегодовая аномалия температуры на территории РФ достигла  $+1,58^{\circ}\text{C}$ . [1]. Наиболее ярко потепление проявляется в Европейской части России (ЕЧР), где нарастание тепла идет со скоростью до  $0,5^{\circ}\text{C}$  за 10 лет. Нарастание температур сопровождается крайне неравномерным выпадением осадков, что дает мозаичную картину сукцессионных трендов. Так, на территории Центрального Федерального округа уже зафиксирован тренд убывания летних осадков (-4% /10 лет).

Заповедные территории, расположенные на стыке зональных флор, представляют собой природные полигоны, на которых можно отслеживать изменения растительности под воздействием изменения естественных факторов (в первую очередь, климатических). Приокско-Террасный биосферный заповедник (ПТБЗ) расположен в южной части Подмосковья,

на границе хвойно-широколиственных и широколиственных лесов. Здесь же, в урочище Долы, находится северо-западный предел произрастания степных видов и растительных сообществ. По структурной организации степные сообщества ПТБЗ близки зональным луговым степям Центрально-Черноземного заповедника (ЦЧЗ), однако до потепления уступали им по абсолютным показателям [2].

Анализ гидрометеорологических данных Станции фонового мониторинга заповедника (СФМ ПТБЗ) позволяет заключить, что за последние 30 лет погодные условия в Южном Подмосковье значительно приблизились к условиям лесостепи. Ход температуры приземного слоя воздуха в последние два десятилетия опережает базовый тренд (1900-1960 гг.) почти на 2°C. Потепление привело к сдвигу сроков вегетации растений – начала вегетации на более ранние сроки (1-2 недели) и окончания вегетации на поздние сроки (2-4 недели). За два десятилетия наших наблюдений (1998-2019 гг.) в ПТБЗ продолжительность вегетационного сезона увеличилась с 186 до 196 дней, а каждый второй сезон превысил 200-дневную отметку. Влияние климатических факторов на функциональные показатели степной экосистемы оценено в привязке к 11-летним циклам солнечной активности: цикл 1975-1985 гг. – контрольный, циклы 1998-2008 гг. и 2009-2018 гг. совпали с усилением потепления климата. Значительно возросли суммы эффективных температур. При средних значениях сумм эффективных температур за вегетационный сезон 1591°C, в последнем цикле сумма превышает 1700°C. Ко времени начала укосов на продуктивность сумма эффективных температур в первом цикле составила 624,5°C, во втором – 640°C, в третьем – 690°C.

Засухи, характерные для периода фенологической весны, теперь стали обычными для лета и для начала осени. При удлинении календарного лета, количество атмосферных выпадений в начале осени сократилось в 2014 году до 44%, в 2015 – до 24%, в 2016 – до 74%, в 2017 – до 21% от месячной

нормы. Такие значительные изменения условий закономерно приводят к изменениям в структурно-функциональной организации экосистемы.

Сравнение продуктивности (надземной биомассы, включая ветошь текущего года) на трех стационарных участках за три солнечных цикла показало, что средняя величина надземной продукции увеличилась с 210 г/м<sup>2</sup> до 280 г/м<sup>2</sup> в год (ошибка среднего для вероятности 0,95 составила 7%). Средняя продукция экосистемы в контрольном цикле достигала лишь 209 г/м<sup>2</sup>/год, во 2-м цикле составила 332 г/м<sup>2</sup>/год, практически сравнявшись с зональной нормой для луговых степей, в 3-м цикле составила 288 г/м<sup>2</sup>/год (включая экстремально засушливые летние сезоны 2010 и 2011 гг.) и 320 г/м<sup>2</sup>/год с учетом 2019 года. Таким образом, подтверждается тенденция 1,4-1,5 кратного увеличения продуктивности северного фрагмента луговой степи при продолжающемся потеплении.

При этом прослеживаются сукцессионные изменения в структуре пограничного стационара. Из трех исследуемых ассоциаций, две (с доминированием *Stipa pennata* и *Festuca valesiaca*) имели и сохраняют ксерофитный состав травостоя; ассоциация с доминированием *Phleum phleoides* до потепления имела более мезофитный состав. За два десятилетия выраженного потепления в этой ассоциации доля злаков увеличилась в несколько раз, изменился качественный состав доминирующих злаков. С 2005 по 2015 годы место доминирующей рыхлокустовой тимофеевки занял дерновинный типчак, доля которого в общем проективном покрытии травостоя увеличилась с 5% до 23% (мониторинг постоянных пробных площадок, метод Раменского). В последние три года (2016-2019 гг.) на стационаре зафиксировано разрастание плотнодерновинного ковыля, средняя доля которого в итоговой продукции менялась с <7% в интервале 1998-2004 гг., 15% – в интервале 2005-2011 гг. до 42% в 2019 году (рис.).

Таким образом, за два десятилетия потепления по составу доминантных злаков фитоценоз стал более ксерофитным.

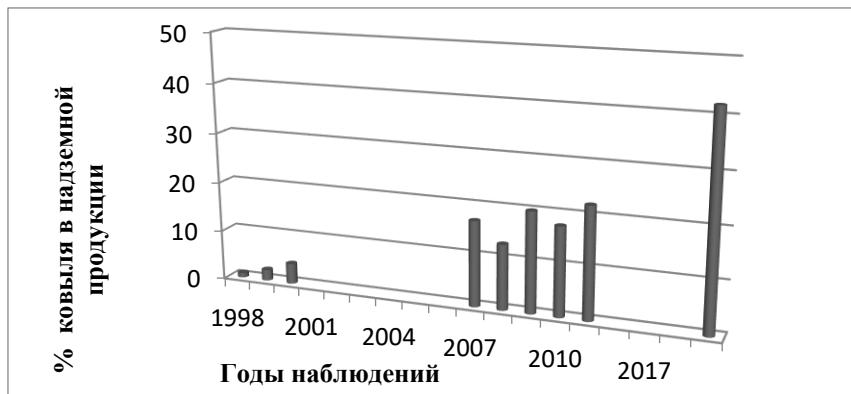


Рис.1. Динамика доли ковыля в общей надземной продукции по-граничного стационара, в %.

Таким образом, тренд потепления в ПТБЗ совпадает с общим трендом потепления по Подмосковью и выражается в повышении среднегодовой температуры воздуха приблизительно на 2 градуса, в сравнении с базовым периодом наблюдений.

Следствием потепления стало увеличение продолжительности вегетационного сезона. Более раннее начало вегетации смягчает влияние на экосистему ранневесенних засух. Раннее нарастание эффективных температур, при доступной влаге талых вод, приводит к быстрому приросту продукции.

Несмотря на то, что географически исследуемая экосистема «сдвинута» от оптимума условий для луговых степей, период потепления приблизил условия ее обитания и функциональные параметры к зональной норме.

### Литература

1. WMO. Statement on the State of the Global Climate in 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.meteorf.ru/upload/iblock/996/Izmenenie\\_klimata\\_N77\\_FebMar\\_2019.pdf](http://www.meteorf.ru/upload/iblock/996/Izmenenie_klimata_N77_FebMar_2019.pdf). (обращение 09.04.2018).

2. *Данилов В.И.* О структуре надземной фитомассы луговых степей Русской равнины. // Бюл. Моск. общ-ва испыт. природы. Отд. биол. 1988. Т 93, вып. 6. С. 51-59.
3. *Аблеева В.А., Терешонок Н.А.* Метеорологическая характеристика сезонов года и динамика климата в Приокско-Террасном заповеднике. В кн.: Экосистемы Приоксмко-Террасного биосферного заповедника. Пущино. 2005. С.18-34.

*Nadezhda N. Zelenskaya*

**CLIMATE IMPACT ON SUCCESSIONAL CHANGES  
IN THE NORTH EXCLAVE OF THE MEADOW STEPPE**

*Institute of Basic Biological Problems, RAS*

Succession changes in the structure and functioning of the isolated steppe ecosystem of the Prioksko-Terrasny Reserve (Moscow Region) were recorded. It has been shown that, located on the northwestern limit of the distribution of steppes, the ecosystem over two decades of warming has come closer in structural characteristics to the reference meadow steppe.

*Лебедовская М.В., Сорокин А.Н., Синицын А.А.*  
**ОБРАСТАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ  
В ЧЕРНОМ МОРЕ**

198 Научно-исследовательский центр Министерства Обороны  
Российской Федерации, г. Севастополь  
[lebedovskaya.margarita@yandex.ru](mailto:lebedovskaya.margarita@yandex.ru)

Исследованы особенности формирования сообщества обрастания экспериментальных пластин из различных материалов в зависимости от глубины их расположения (5 и 20 м) в условиях бухты Казачья Черного моря.

Последовательность и продолжительность различных стадий формирования сообщества обрастания искусственных субстратов имеют различия, связанные с гидрологическими и гидрохимическими условиями в акватории, свойствами субстрата, с биоценозом обрастателей, сформированным в данной акватории [1, 2, 3]. Целью нашей работы было выявить особенности формирования сообщества обрастания экспериментальных пластин из различных материалов в зависимости от глубины их расположения (5 и 20 м) в условиях Черного моря.

**Материал и методы исследования.** Исследования проводили в бухте Казачья Черного моря, расположенной на юго-западной оконечности Крымского полуострова. Стенды, установленные на глубинах 5 и 20 м, представляли собой металлические конструкции, в которых размещались по двенадцать водопроницаемых ячеек с экспериментальными образцами (пластинами) из пластика, резины, алюминия, черного металла (оцинкованный профлист). Для проведения лабораторных исследований подъем с образцами осуществлялся ежемесячно. Видовой состав и численность обрастателей определяли на живом материале под микроскопом МБС-10. Сухой вес обрастателей пластин определяли после высушивания при температуре 120°C до постоянной массы и пе-

рассчитывали его в  $\text{г}/\text{м}^2$ . Всего обследовано 960 пластин, экспонировавшихся в море с сентября 2017 г. по сентябрь 2018 г.

Формирование сообществ обрастания на разных глубинах в бухте Казачья имело свои особенности. Сообщество обрастания на глубине 5 м, за время наблюдений прошло последовательные стадии доминирования: микроорганизмов – усоногого рака *Amphibalanus improvisus* – мшанки *Cryptosula pallasiana*. Усоногие раки доминировали в сообществе макрообрастателей экспериментальных пластин на глубине 5 м со второй недели по третий месяц их экспонирования в море, мшанки – с четвертого месяца экспонирования.

На глубине 20 м сукцессия сообщества обрастания экспериментальных пластин прошла стадии доминирования: микроорганизмов – усоногого рака *A. improvisus* – актинии *Sagartiogeton undatus* – гидроида *Obelia longissima* – мшанки *C. pallasiana*. Баланусы доминировали здесь на протяжении первых двух месяцев экспонирования, с третьего по шестой месяц экспонирования доминирующее положение занимает актиния, на седьмом месяце – гидроид *O. longissima*, а начиная с восьмого месяца – мшанка *C. pallasiana*. Мидия *Mytilus galloprovincialis*, оседание личинок которой отмечено в весенний период, не заняла доминирующего положения в сообществе обрастания, вероятно, это связано с недостаточным периодом наблюдений.

На протяжении всего периода наблюдений наибольшие показатели биомассы отмечены у сообщества обрастания пластмассовых пластин, сухой вес обрастателей за первые три месяца экспонирования в море (осенний период) на глубине 5 м составлял  $24,38 \text{ г}/\text{м}^2$ , за зимний период он увеличился в 10,9 раза, за весенний период в 16 раз, а за летний период почти в 30 раз и достиг  $717,5 \text{ г}/\text{м}^2$ . Биомасса обрастателей на пластинах из оцинкованного металла через три месяца экспонирования в осенний период составляла  $9,13 \text{ г}/\text{м}^2$ , в зимний период она увеличилась в 5,2 раза, за весенний период в 19,6 раза. В летний период сухой вес обрастателей

равнялся 717,5 г/м<sup>2</sup>, что в 50 раз превышает этот показатель за осенний период. Сухой вес обрастателей пластин из алюминия через три месяца экспонирования равнялся 15 г/м<sup>2</sup>, через шесть месяцев (зимний период) был в 16 раз больше, через девять месяцев (весенний период) увеличился по сравнению в осенним периодом почти в 20 раз (294 г/м<sup>2</sup>), а в летний период – в 45 раз и составлял 680 г/м<sup>2</sup>. Наименьшие весовые показатели обрастателей за двенадцать месяцев экспонирования были выявлены на экспериментальных пластинах из резины. Через три месяца экспонирования сухой вес обрастателей резиновых пластин составлял 21,5 г/м<sup>2</sup>, через шесть месяцев – 249,1 г/м<sup>2</sup> и был сопоставим с таковыми пластмассовых пластин, однако, в весенний период весовые показатели обрастателей снизились до 52,3 г/м<sup>2</sup>. Это было связано с тем, что массивные колонии мшанок не могли удержаться на гладкой поверхности резиновых пластин, отделялись от них, оставляя на пластинах гладкие поверхности, свободные от обрастателей. В летний период отмечен рост биомассы обрастателей резиновых пластин за счет оседания молоди усоногого рака *A. improvisus*, на двенадцатом месяце экспонирования сухой вес обрастателей составил 291 г/м<sup>2</sup>.

Через 12 месяцев экспонирования в море сообщество обрастания экспериментальных пластин, сформированное на глубине 20 м, имело значительно меньшую биомассу по сравнению с сообществом обрастания на глубине 5 м: на алюминиевых пластинах – в 1,5 раза, на пластмассовых пластинах – в 2,5 раза, на резиновых пластинах – в 2,7 раза и на оцинкованном металле – в 6,9 раза меньше.

На протяжении всего года экспонирования экспериментальных пластин на глубине 20 м наименьшие показатели биомассы сообщества обрастания зафиксированы на пластинах из оцинкованного металла: в осенний период (первые три месяца экспонирования пластин) сухой вес обрастателей составлял 6,63 г/м<sup>2</sup>, в зимний период отмечено незначительное уменьшение этого показателя до 4,75 г/м<sup>2</sup>, максимальные

значения ( $146 \text{ г/м}^2$ ) были зафиксированы в июне через 10 месяцев экспонирования пластина. Биомасса обрастателей пластмассовых и алюминиевых пластина постепенно увеличивалась на протяжении всего года наблюдений. Наибольшая биомасса отмечена для сообществ обрастания пластмассовых пластина на 11 месяце экспонирования ( $391,88 \text{ г/м}^2$ ) и алюминиевых пластина, экспонировавшихся в море 12 месяцев ( $440,67 \text{ г/м}^2$ ). На протяжении восьми месяцев экспонирования сообщество обрастателей пластина из резины развивалось так же интенсивно, как и сообщества на пластинах из пластика и алюминия, показатели их сухого веса были сопоставимы. На девятом месяце экспонирования сухой вес гидробионтов сократился в два раза. В этот период отмечалось резкое сокращение численности обрастателей из-за обильной элиминации крупных пуговчатых колоний мшанок и баланусов, не способных закрепиться на гладкой поверхности резиновых пластина. Это же явление отмечалось и для резиновых пластина, установленных на глубине 5 м. В летний период вновь зафиксирован рост биомассы обрастателей резиновых пластина за счет оседания молоди мидий, баланусов и мшанок.

**Выводы.** Установлено, что биомасса обрастателей искусственных объектов через 12 месяцев нахождения в море на глубине 5 м была в среднем в 2,4 раза больше биомассы обрастателей на глубине 20 м. Наибольшая биомасса обрастателей на глубине 5 и 20 м в течение года наблюдения обнаружена на пластинах из пластмассы (соответственно:  $717,5$  и  $283,8 \text{ г/м}^2$ ) и алюминия ( $680$  и  $440,7 \text{ г/м}^2$ ), наименьшая на пластинах из оцинкованного металла ( $460$  и  $66,7 \text{ г/м}^2$ ) и резины ( $291$  и  $109 \text{ г/м}^2$ ). Это связано с тем, что цинк и железо относятся к ряду наиболее токсичных металлов, соли которых оказывают выраженное негативное воздействие на гидробионтов, а резина имеет гладкую поверхность, что препятствует оседанию личинок гидробионтов, предпочитающих

шероховатые поверхности и способствует элиминации взрослых особей.

### *Литература*

1. Раилкин А.И. Процессы колонизации и защита от биообрастания. – СПб. : Изд-во СПбГУ. – 1998. – 271 с.
2. Лебедовская М.В. Сообщество обрастания искусственных субстратов в условиях бухты Казачья (Черное море) // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Керчь, 26 сентября – 1 октября 2017 г.) – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. – С. 103 – 107.
3. Далекая Л.Б. Особенности сукцессии сообществ обрастания на искусственных субстратах // Риб. гос-во України. – 2004, № 7. – С. 182 – 188.

*Lebedovskaya M.V., Sorokin A.N., Sinicin A.A.*  
**THE FOULING COMMUNITIES ON ARTIFICIAL  
SUBSTRATES IN BLACK SEA**

*198 Research Center of Ministry of Defence, Sevastopol*

Peculiarities of formation of the fouling community on the experimental plates depending on the depth of their position (5 – 20 m) in the Kazachya Bay (Black Sea) were studied.

**Лянгузова И.В., Волкова Е.Н., Примак П.А.**  
**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭДИФИКАТОРА НА ЗАПАС**  
**НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СООБЩЕСТВ**  
**СЕВЕРОТАЕЖНЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ В ЗОНЕ**  
**ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО**  
**КОМБИНАТА**

*ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук*

[ILyanguzova@binran.ru](mailto:ILyanguzova@binran.ru)

В однотипных средневозрастных сосновых лесах, расположенных в фоновом районе Кольского полуострова, буферной и импактной зонах металлургического комбината, проведена сравнительная оценка запасов надземной биомассы лишайников, мхов и кустарничков в приствольных, подкроновых и межкроновых микросайтах. Установлено, что под воздействием аэробиогенного загрязнения снижается влияние деревьев сосны (*Pinus sylvestris* L.) на внутриценотическое распределение запасов органического вещества нижних ярусов, как и запасы их биомассы, и нарушаются закономерности формирования мозаики напочвенного покрова.

Для северных лесов характерна выраженная неоднородность ценотической среды и мозаичность растительного покрова, играющая важную роль в функционировании лесных сообществ. Одной из главных причин мозаичности напочвенного покрова является воздействие эдификатора лесного биогеоценоза. Характер и выраженность внутриценотической неоднородности нижних ярусов существенно меняется в процессе восстановительных (после катастрофических пожаров) и дигрессионных (под воздействием аэробиогенного загрязнения) сукцессий. Цель настоящей работы – оценить роль эдификатора (*Pinus sylvestris* L.) средневозрастных сосновых лесов Кольского полуострова в изменении микромозаики напочвенного покрова в условиях разного уровня аэробиогенного загрязнения по сравнению с ее параметрами в фоновых сосновых лесах.

Исследования проводили в средневозрастных сосновых лесах лишайниково-зеленомошного типа на 6 постоянных пробных площадях (ППП) на территории фонового района (в 80 км от комбината «Североникель»), буферной зоны (в 27 км на северо-восток и 30 км на юго-запад от комбината) и импактной зоны (в 15 км на юго-запад и 10 км на северо-восток от комбината). Давность последнего пожара составляет 90 лет. Учетные площадки размером 10x10 см заложены по трансектам через 1 м от дерева до дерева (*Pinus sylvestris* L.) в разных типах микросайтов (приствольных, подкроно-вых и межкроновых зонах). Всего заложено 320 площадок.

С каждой учетной площадки срезан живой напочвенный покров и разобран по группам: кустарнички (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Empetrum hermafroditum*), мхи (доминирующий вид *Pleurozium schreberi*), лишайники (доминирующие виды *Cladonia stellaris*, *Cl. rangiferina*, *Cl. arbuscula*, *Cl. uncialis*) для дальнейшего взвешивания и определения биомассы. В камеральный период все образцы растительного материала высушены до воздушно-сухого состояния и взвешены, затем проведен расчет запасов биомассы в  $\text{г}/\text{м}^2$ .

Статистическую обработку результатов проводили в пакете Statistica 64 с использованием ANOVA, для оценки достоверности различий использовали непараметрический критерий Краскела–Уоллиса (H), т.к. в большинстве случаев распределение значений исследуемых показателей отличалось от нормального закона.

В фоновом районе запас надземной биомассы кустарничков в приствольной зоне составляет в среднем  $106 \pm 25 \text{ г}/\text{м}^2$  и достоверно ( $H=6.10$ ,  $p=0.01$ ) снижается к межкроновой зоне, где в среднем его величина составляет  $42 \pm 11 \text{ г}/\text{м}^2$ , что в 2.5 раза меньше, чем в приствольной зоне. Запас надземной биомассы мхов и лишайников, напротив, имеет наименьшие значения в приствольной зоне:  $28 \pm 17$  и  $46 \pm 20 \text{ г}/\text{м}^2$  соответственно, и достоверно увеличивается к межкроновой зоне,

где составляет в среднем  $172 \pm 65$  и  $116 \pm 37$  г/м<sup>2</sup>, что соответственно в 6.1 и 2.5 раза больше, чем в приствольной зоне.

Самые ярко выраженные изменения в закономерностях внутриценотического распределения запасов органического вещества в нижних ярусах сосновых лесов наблюдаются на территории импактной зоны. Наиболее равномерно по площади фитоценоза распределены запасы биомассы мхов и лишайников, т.к. его величины варьируют в пределах 0.4–2.2 (для мхов, что в среднем в 57 раз меньше фонового значения) и 3.5–12.7 г/м<sup>2</sup> (для лишайников, что в 5 раз меньше фоновой величины), но различия в значениях запаса биомассы, как мхов, так и лишайников по различным типам микросайтов недостоверны ( $H=0.75–0.85$ ,  $p=0.43–0.47$ ). Наименьшая величина запаса надземной биомассы кустарничков регистрируется в приствольных зонах деревьев сосны, где она составляет лишь 5.2 г/м<sup>2</sup>, что в почти в 14 раз меньше по сравнению с подкроновыми и межкроновыми зонами.

На территории буферной зоны закономерного изменения запасов, как мхов, так и лишайников, по площади фитоценоза не обнаружено, различий в величинах запаса надземной биомассы в разных типах микросайтов не выявлено ( $H=1.4–2.2$ ,  $p=0.12–0.25$ ). Однако следует отметить, что запас биомассы лишайников в буферной зоне 1.5–3.8 раз больше по сравнению со значением этого параметра в фоновом районе. В приствольных микросайтах деревьев сосны в буферной и фоновой зонах запасы надземной биомассы мхов практически равны между собой, а в межкроновых пространствах на территории буферной зоны запас биомассы мхов снижается более чем в 5 раз по сравнению с таковым в фоновом сосняке. В отличие от фонового сосняка, на территории буферной зоны различия в запасе надземной биомассы кустарничков по различным типам микросайтов отсутствуют, и в среднем его величина составляет  $75 \pm 8$  г/м<sup>2</sup>.

Таким образом, результаты оценки запасов надземной биомассы в разных типах микросайтов в сообществах сред-

невозрастных сосновых лесов лишайниково-зеленомошного типа позволяют сделать следующие выводы.

В фоновых сосняках наблюдаются противоположные закономерности в пространственном распределении органического вещества между нижними ярусами: запас надземной биомассы кустарничков достоверно снижается от приствольных к межкроновым микросайтам, в то время как запас мхов и лишайников, наоборот, достоверно возрастает, что обусловлено влиянием эдификатора на микромозаику напочвенного покрова. В приствольных зонах формируются более сухие почвенные условия, т.к. часть атмосферных осадков перехватывается кронами деревьев сосны, а в межкроновых пространствах осадки полностью достигают напочвенного покрова, что очень важно для развития споровых растений. Кроме того, в приствольных микросайтах накапливается значительно больше опада (хвои, веток, шишек, коры), что мешает поселению и успешному росту и развитию лишайников.

В условиях аэрохимического загрязнения запасы биомассы мхов, лишайников и кустарничков в целом более равномерно распределены по площади фитоценоза, что свидетельствует о снижении роли эдификатора в формировании микромозаики напочвенного покрова, однако имеются свои отличительные черты. На территории буферной зоны регистрируется 1.5–4-кратное увеличение запаса биомассы лишайников по отношению к его фоновому значению за счет активного заселения площади фитоценоза раннесукцессионными видами лишайников р. *Cladonia*, в то время как запас мхов в среднем сокращается в 5 раз. На территории импактной зоны мхи практически полностью исчезают (запас их биомассы снижен в 57 раз по отношению к фоновой величине), а запас биомассы лишайников уменьшается в 5 раз, при этом доминирует вид *Stereocaulon tomentosum*. В буферной зоне среднее значение запаса надземной биомассы ку-

старничков достоверно не отличается от его фоновой величины, а в импактной зоне он почти в 2 раза меньше.

*Lyanguzova I.V., Volkova E.N., Primak P.A.*

**ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF EDIFICATOR  
ON THE STOCK OF ABOVE-GROUND VEGETATION  
IN THE NORTHERN TAIGA PINE FORESTS IN THE IMPACT  
ZONE OF THE METALLURGICAL PLANT**

*V.L. Komarov Botanical Institute of RAS*

In the same type of medium-aged pine forests located in the background area of the Kola Peninsula, the buffer and impact zones of the metallurgical plant, a comparative assessment of the above-ground biomass of lichens, mosses and shrubs in the trunk, sub-crown and inter-crown microsites was carried out. It was found that under the influence of aerotechnogenic pollution, the influence of pine trees (*Pinus sylvestris* L.) on the intra-cenotic distribution of organic matter stocks of the lower tiers is reduced, their biomass stocks are reduced, and the patterns of formation of the mosaic of the ground cover are violated.

*Маюрова А.С., Кустикова М.А.*  
**РАСПРОСТРАНЕНИЕ МЕТАЦЕРКАРИЙ  
ОПИСТОРХИД (OPISTHORCHIS FELINEUS,  
O. VIVERRINI) В РОССИИ И МИРЕ**

Университет ИТМО  
[asmaiurova@gmail.com](mailto:asmaiurova@gmail.com)

В данной работе выполнен анализ распространения метацеркарий описторхид в рыбах семейства карповых на территории России и других стран.

Изучение биологии *Opisthorchis felineus*, а также экстенсивности инвазии промежуточных и дефинитивных хозяев ведется на протяжении многих лет во многих странах.

На территории Воронежской области метацеркарии описторхид были обнаружены у девяти видов карповых рыб: плотва, красноперка, уклейка, язь, густера, лещ, голавль, линь и подуст. Экстенсивность инвазии (ЭИ) метацеркариями описторхид варьируется от 17% до 80%. Максимальные показатели экстенсивности инвазии были выявлены у плотвы, уклейки и красноперки [1].

В озерах Тюменской области проводились исследования инвазии плотвы и верховки. Наибольшая инвазированность метацеркариями описторхид была отмечена в популяции плотвы. За период исследования показатель экстенсивности инвазии колебался в пределах 19–37% [2].

В нижнем течении Иртыша Тюменской области наибольшая экстенсивность инвазии была зарегистрирована у язей и ельцов, 96,3% и 98,0% соответственно. Наименьший показатель ЭИ был отмечен у плотвы – 31,7%. У золотого и серебряного карасей метацеркарии описторхид не были обнаружены [3].

В Кемеровской области в 2012-2013 годах проводилась оценка экстенсивности инвазии плотвы и уклейки в р. Томь и

ее притоках. Максимальное значение ЭИ наблюдалось у плотвы – 55,5% в среднем [4].

В Чеченской республики проводилось оценка степени зараженности плотвы, язей и красноперки в реке Терек. Зарожденность метацеркариями *Opisthorchis felineus* у язя составила 8,62%, плотвы 7,25% и красноперки 1,82% [5].

В Иркутской области в реке Бирюса экстенсивность инвазии *Opisthorchis felineus* была очень низкой у ельцов (5,5%), плотва же не была заражена [6].

Анализируя данные об экстенсивности инвазии рыб семейства карповых на территории Российской Федерации можно сделать вывод, что практически повсеместно существуют очаги описторхоза, так как промежуточные хозяева *Opisthorchis felineus* имеют широкое распространение в водоемах РФ.

В Казахстане на территории Западно-Казахстанской области метацеркарии описторхид были обнаружены у красноперки, язей, линей и карасей. Максимальные значения ЭИ были выявлены у язей (от 89,36% до 100%), минимальные значения у линей (от 7,1% до 40%). Метацеркарии описторхид были обнаружены у всех видов рыб [7]. По данным Беляевой М.И. ежегодно в республике Казахстан описторхозом заражаются от 1922 до 3880 человек, основным очагом заражения является река Иртыш [8].

В республике Беларусь очаги описторхоза были обнаружены в бассейнах рек Днепр и Западная Двина. Также были обнаружены метацеркарии описторхид в лещах в реке Припять с экстенсивностью инвазии до 83% [9]. В Республике Беларусь максимальный показатель заболеваемости описторхозом зафиксирован в Гомельской и Брестской областях. Средний показатель заболеваемости составляет 0,88 случаев на 100 тыс. человек [8].

Кроме России и стран СНГ очаги *Opisthorchis felineus* находятся в некоторых странах Европы, например Италии, Германии, Греции, Польши и т.д. [9]. В Италии в ходе оцен-

ки зараженности рыб семейства карповых в озерах метаптеркарии были обнаружены только у линей, но с высокой экстенсивностью инвазии 88,5%. Несмотря на то, что природные ареалы *Opisthorchis felineus* встречаются и в Германии, и в Италии, показатели заболеваемости описторхозом у населения малы, так как в данных странах отсутствует культура потребления вяленой, слабосоленой и тем более сырой речной рыбы [8].

В странах Юго-Восточной Азии находятся крупные очаги заболеваний *Opisthorchis viverrini* (виверровая двуустка или юго-восточноазиатский печеночный сосальщик). Крупнейшие очаги этого эпидемиологически значимого для человека возбудителя описторхоза находятся в Таиланде, Лаосе и Вьетнаме.

Жизненные циклы *O. viverrini* и *O. felineus* схожи, за исключением того, что первым промежуточным хозяином для *O. viverrini* являются переднежаберные моллюски других видов.

В Азии вторым промежуточным хозяином описторхоза также являются рыбы семейства карповых: *Puntius leiacanthus*, *Hampala dispar*, *Cyclocheilichthys armatus* и др. Экстенсивность инвазии рыб в отдельных регионах может достигать 100%, а индекс обилия 120 единиц [10].

В отличие от стран Евросоюза в Юго-Восточной Азии многие люди потребляют рыбу семейства карповых в сыром виде. Наибольшему риску заражения *O. viverrini* подвергаются жители деревень с низким уровнем дохода. В целом в Таиланде *O. viverrini* был обнаружен у примерно 10 миллионов человек [11]. В Лаосе число больных описторхозом приближается к 2 миллионам. Основным источником инвазии является река Меконг. В центральном и южном регионах Вьетнама число лиц, зараженных *O. viverrini*, достигает одной трети от всего проживающего там населения [12].

## Литература

1. Ромашова Е.Н. Трематоды и трематодозы диких и домашних плотоядных центрального Черноземья. Автореферат диссертации. Воронеж. 2016, 23 с.
2. Плеханова В.В., Гашев С.Н. Устойчивость паразитофауны моллюсков сем. Bithyniidae и сем. Limneaidae водоемов г. Тюмени к действию антропогенных факторов. Вестник Тюменского государственного университета, №12, 2011. – 103-107 с.
3. Пельгунов А.Н. Проблемы описторхоза и дифиллоботриоза в нижнем течении Иртыша // Российский паразитологический журнал. 2012. №3. с. 68-73.
4. Маниковская Н.С., Кориневская Е.О., Расковалова Е.П. Изучение зараженности метацеркариями *Opisthorchis Felineus Rivolta*, 1884 (*Trematoda*) рыб семейства карповые (*Cyprinidae*) // Теория и практика паразитарных болезней животных. 2015. №16. С. 243-246.
5. Иришанов И.В. Эколого-биологические особенности *Opisthorchis felineus* и распространение описторхоза в бассейне реки Терек. Автореферат диссертации. Москва. 2011, 22 с.
6. Русинек О.Т., Кондратистов Ю.Л. Изучение зараженности карповых рыб метацеркариями трематод в очаге описторхоза (Тайшетский район, Иркутская область, Россия) // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2010. № 1 (3), С. 132-142.
7. Кереев Я. М., Шалменов М. Ш., Нуржанова Ф. Х., Лукманова Ж. Г., Сареев Б. Т., Сидихов Б. М. Распределение личинок *Opisthorchis felineus* у рыб в водоемах Западно-Казахстанской области // Российский паразитологический журнал. 2011. №4. С. 70-72.
8. Беляева М.И. Эколого-биологические особенности формирования эндемичных очагов описторхоза в Западной Сибири: Дис. ... д-ра биол. наук. Тюмень, 2016. 245 с.
9. Пенькович В. А., Субботин А.М. *Opisthorchis felineus* на территории Республики Беларусь // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». 2014. Т. 50. № 1-1. С. 52–55.
10. De Liberato C, Scaramozzino P, Brozzi A, Lorenzetti R, Di Cave D, Martini E, Lucangeli C, Pozio E, Berrilli F, Bossù T. Investigation

on *Opisthorchis felineus* occurrence and life cycle in Italy. *Veterinary parasitology*. 177, 2010 pp. 67-71.

11. *Sithithaworn P., Pipitgool V., Srisawangwong T., Elkins D.B., & Haswell-Elkins M.R.* Seasonal variation of *Opisthorchis viverrini* infection in cyprinoid fish in north-east Thailand: implications for parasite control and food safety//*Bulletin of the World Health Organization*. 75. 1997, pp. 125-31.

12. *Doanh P.N., Nawa Y.* *Clonorchis sinensis* and *Opisthorchis* spp. in Vietnam: current status and prospects // *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 2016. V. 110. P. 13–20.

*Maiurova A.S., Kustikova M.A.*

***ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF OPISTHORCHIS  
FELINEUS IN THE TERRITORY OF THE RUSSIAN  
FEDERATION AND OTHER COUNTRIES***

*ITMO University*

In this article, the distribution of metacercaria *Opisthorchis felineus* in fish of the cyprinid family in Russia and other countries was analyzed.

*Микодина Е.В.<sup>1</sup>, Шалгимбаева Г.М.<sup>1,2</sup>*  
**ОБ ЭЛИМИНАЦИИ НЕРЕСТИЛИЩ ОСЕТРОВЫХ  
РЫБ (ACIPENSERIDAE) В Р. УРАЛ В СВЯЗИ  
С ДЛИТЕЛЬНЫМ АНТРОПОГЕННЫМ ПРЕССОМ**

*<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии, Россия*

*<sup>2</sup>Казахский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства, Республика Казахстан*

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

Река Урал является единственной в каспийском бассейне, где еще сохранились нерестилища и естественное размножение осетровых рыб, но в последние десятилетия усиление антропогенного воздействия отразилось на ухудшении естественного воспроизводства осетровых реки Урал.

Реликтовые хрящевые ганоиды - Осетровые рыбы семейства Acipenseridae – анадромные трансграницы виды Северного полушария. Они возникли около 250 млн лет назад, и в настоящее время в наибольшем количестве сохранились в Каспийском море, заходя для размножения в реки его бассейна в Иране, Азербайджане, Туркмении, России, Казахстане. Как виды, находящиеся под угрозой исчезновения, большинство из них включены в международную Красную Книгу (Red List) Международного союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП - IUCN), а также в Приложение II Конвенции о международной торговле видам и дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (CITES - CITES) [1].

Республикой Казахстан в 2010 г., как и в зоне юрисдикции Российской Федерации в 2005 г., был установлен мораторий на коммерческий лов осетровых рыб в Урало-Каспийском бассейне и в настоящее время, как и в водах Российской Федерации, в р. Урал разрешается производить их отлов только в двух случаях: для научных целей и для искусственного воспроизводства на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) с

целью сохранения и восстановления численности. Легитимные уловы осетровых в Казахстане невелики и постоянно уменьшаются, например в 2010-2015 гг., они составляли всего 1,664 т.

В Урало-Каспийском бассейне представители семейства *Acipenseridae* обитают в границах исключительной экономической зоны Республики Казахстан и её реках, в частности р. Урал. В этой реке осетровые совершают нерестовую миграцию для размножения, а появившаяся молодь, подрастая, скатывается в Каспий [2]. Из всех рек каспийского бассейна именно в р. Урал до сих пор сохраняется и регулярно документируется нерест осетровых рыб, на природных нерестилищах, но низкая численность производителей не позволяет обеспечить эффективное естественное воспроизводство и поддержание численности этих видов [3, 4, 5, 6].

Численность осетровых рыб в р. Урал находится под антропогенным воздействием различной природы: гидростроительства, изменений климата, гидрологии, загрязнением вод, сохранностью нерестилищ, ННН-промышленности. С целью минимизации последнего Казахстаном на р. Урал созданы 2 особо охраняемые природные территории (ООПТ): 1) Государственная заповедная зона в северной части Каспийского моря (акватория северной части Каспийского моря с дельтами рек Урал и Кигач) в Атыраусской области и 2) Государственный природный резерват «Акжайык», созданный в 2009 г. в дельте р. Урал и прилегающем побережье Каспийского моря в Махамбетском районе Атырауской области и землях г. Атырау. Очевидно, что до настоящего времени это не останавливает браконьеров.

По нашему мнению, изменения гидрологии р. Урал и качества нерестилищ осетровых рыб во многом определяются давней и мощной зарегулированностью верхнего и среднего течения реки. По данным Чибилёва с соавторами [6], на этом участке Урала находятся крупные водохранилища (таблица), 80 гидроузлов с капитальными сооружениями, а также 3100

земляных плотин, бессистемно сооруженных во всех малых реках. Именно они наносят ущерб экологии бассейна реки, изменяя скорость течения, уровенный режим, являясь причиной обмеления, обсыхания и наносов на нерестовых грядах[7].

Ревизия состояния нерестилищ осетровых рыб в р. Урал в 2016 году позволила установить, что из 68 нерестовых участков гравийно-галечные грунты с песком, подходящие для нереста осетровых, обнаружены лишь на шести нерестилищах расположенных в Западно – Казахстанской и Атырауской областях: Найденовском, Нижне-Барбастовском, Яблоневом, Политовском, Индерском и Яманхалинском. Остаточная площадь нерестилищ по результатам наших работ составила 197,0 га по сравнению с 2004 г сокращение составило 761,3 га таким образом за последние 13 лет потеряно 82% нерестовых площадей.

**Таблица 1.** Характеристика крупных водохранилищ верхнего течения р. Урал

Название водохранилища	Год строительства	Область	Площадь водозеркала, км <sup>2</sup>
Ириклиинское	1957	Оренбургская	240
Верхнеуральское (Магнитогорское)	1960	Магнитогорск	76,5
Волчихинское (Свердловское море)	1944		32,8
Аргазинское	1946	Челябинская	84,4
Широковское	1948		40,8
Белоярское	1963	Свердловская	38

### *Литература*

1. *Qiwei, W. Acipenser stellatus* . The IUCN Red List of Threatened Species 2010
2. *Мутышева Г.К.* Кормовая база, питание и пищевые отношения ранней молоди осетровых в Урало-Каспийском районе. Авто-реф. дис. ... канд. биол. наук. - М.: ВНИРО, 2004, -24 с.

3. Шалгимбаева Г.М., Бокова Е.Б., Попов Н.Н., Асылбекова С.Ж., Исбеков К.Б., Микодина Е.В., Мюге Н.С. Современное состояние популяции севрюги *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771) реки Урал // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. – Сер. Рыбное хозяйство, 2016. – № 4. – С. 32–41.
4. Бокова Е.Б., Шалгимбаева Г.М., Джунусова Г.Г. Состояние воспроизводства осетровых рыб по скату молоди с естественных нерестилищ реки Жайык в 2016 г. // Пресноводная аквакультура: мобилизация ресурсного потенциала // Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Москва, 7-9 февраля 2017 г.). – М.: Пере, 2017. – С. 241–246.
5. Исбеков К.Б., Камелов А.К., Асылбекова С.Ж., Куликов Е.В., Кадимов Е.Л. Современное состояние естественного воспроизводства осетровых рыб в реке Урал // Вестник Астраханского гос. ун-та. - Сер. Рыбное хозяйство, 2018, № 2. - с.81-88.
6. Чубилёв А.А., Сивохин Ж.Т., Щербакова Е.А. Судьба речных систем в 21 веке: международный опыт управления и феномен реки Урал // Вест. Западно-Казахстанского ун-та, 2018, № 3. – с. 323–330.
7. Г.М. Шалгимбаева, Н.С. Мюге, Е.В. Микодина, А.А. Волков. Об условиях размножения осетровых реки Урал // Современные проблемы и перспективы развития рыбоводственного комплекса: мат-лы VII науч.-практ. конф. молодых учёных с международным участием. Москва: Изд-во ВНИРО, 2019. – С. 512-514.

*E.V. Mikodina<sup>1</sup>, G.M. Shalgimbaeva<sup>1,2</sup>*  
**ELIMINATION OF STURGEON SPAWNING GROUNDS  
(ACIPENSERIDAE) IN THE URAL RIVER DUE  
TO LONG-TERM ANTHROPOGENIC PRESSURE**

<sup>1</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии*

<sup>2</sup>*Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства*

The Ural river is the only one in the Caspian basin that still has spawning grounds and natural reproduction of sturgeon, but in recent decades, increased anthropogenic impact has affected the deterioration of the natural reproduction of sturgeon in the Ural river

**Мишустин С.С.<sup>1</sup>, Полынова Г.В.<sup>2</sup>**  
**РАЗМЕРЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ**  
**РАЗНОЦВЕТНОЙ ЯЩУРКИ (EREMIAS ARGUTA**  
**DESERTI)**

*<sup>1</sup>АО «Главное управление обустройства войск»*  
[s1kator@mail.ru](mailto:s1kator@mail.ru)

*<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов, Москва*  
[<sup>2</sup>galinapolynova@mail.ru](mailto:galinapolynova@mail.ru)

Трехлетние исследования размеров индивидуальных участков разноцветной ящурки (*Eremias arguta deserti*, Gmelin 1789) показали, что их площадь колеблется в широком диапазоне, что не дает возможность достоверно показать различия у разных половых и возрастных групп. На фоне резкого падения численности популяции число оседлых особей быстро снижается, и из внутрипопуляционной группировки исчезают оседлые самцы.

Разноцветная ящурка, (*Eremias arguta deserti*, Gmelin 1789) встречается во множестве экосистем лесостепной, степной и полупустынной зон, в том числе изменённых человеком. Широкая область распространения свидетельствует о высокой степени экологической пластиности ящерицы, что справедливо наделяет её статусом эврибионта. Одной из основных экологических характеристик вида является пространственная структура популяции, главным компонентом которой служит индивидуальный участок или участок обитания.

Индивидуальным участком называют часть земной поверхности, в пределах которой проходит жизненный цикл особи или группы особей. Термин «индивидуальный участок» чаще применяют для характеристики вида, ведущего одиночный образ жизни. Для площади, занимаемой стаей или семейной группой, используют более общее понятие — «участок обитания». В пределах этих терминов есть еще од-

но уточнение. Индивидуальный участок, защищаемый животным, обычно называют «территорией».

Размеры индивидуальных участков зависят от многих причин и представляют очень важную характеристику популяции вида на конкретной территории в конкретных экологических условиях.

Именно поэтому нас заинтересовал этот показатель пространственной структуры разноцветной ящурки, изучение которого стало целью данного исследования.

Сбор материала включил два периода сезонной активности животных: брачный и период выхода молодняка. В брачный сезон исследование проходило в первую и вторую декады мая 2017, 2018 и в первой половине мая 2019 г., вне сезона размножения – с 27 августа по 16 сентября 2017 и с 19 по 29 августа 2018 года.

Поселение вида соответствовало уровню элементарной популяции [1] и обитало на участке полузакреплённого песка, площадью 0,4 га. Географическая точка исследований – местность к северо-востоку от п. Досанг Красноярского района Астраханской области ( $N\ 46^{\circ}\ 54'08.7264''\ E\ 47^{\circ}\ 54'52.5312''$ ).

Во время исследований на территории поселения отловлены, промерены и помечены все встреченные особи разноцветной ящурки, общей численностью 165 шт. Оседлые животные составляли лишь часть встреченных – всего 56 особей.

В работе использованы стандартные методы мечения. Способ выявления оседлых животных основывался на картировании встреч и перемещений, троплении и осторожном преследовании. Индивидуальные участки построены на основе метода выпуклого многоугольника [2]. Полевые карты переносились в программу конструктор карт Яндекса для измерения их площади.

Статистическая оценка достоверности различий проведена на основе непараметрического критерия Ман-Уитни (Укр.).

На фоне общего снижения численности, подробно описанного нами в уже опубликованных материалах [3], естественно уменьшалось число оседлых особей, входивших в поселение.

Самая высокая численность группировки отмечена весной первого сезона 2017 года: 34 ящерицы, 16 самцов и 18 самок. Площадь участков самцов оказалось больше площади участков самок (табл. 1). В следующий весенний сезон на фоне резкого снижения численности популяции группировка насчитывала всего 7 особей (2 самца и 5 самок), причем в отличие от предыдущего года площадь участков самцов оказалась меньше, чем самок (~ в 2 раза). В весенний сезон 2019 года сокращение численности достигло критического уровня. От поселения осталось только 3 участка самок. Ни в одном из весенних сезонов в поселении не отмечено оседлого молодняка. Диапазон изменчивости параметра величины участка во всех случаях значительный (табл. 1).

**Таблица 1.** Площадь индивидуальных участков разноцветной ящурки по сезонам

Сезон	Пол и возраст	Число особей	Площадь индивидуального участка, м <sup>2</sup>
Весна 2017	♂	16	57,1±57,8 (5,2–176)
	♀	18	39,8±52,4 (4,7–190)
Весна 2018	♂	2	34,5±14,9 (24–45)
	♀	5	70,2±52,6 (11–137)
Весна 2019	♀	3	113,3±81,7 (57–207)
Осень 2017	♀	2	65,5±9,2 (59–72)
	juv.	6	16,7±11,7 (7–34)
Осень 2018	♀	1	61
	juv.	3	43,6±36,2 (8,6–86)

Осенью оседлыми оказались только самки и сеголетки: в 2017 году – 2 и 6, в 2018 – 1 и 3 соответственно. В оба сезона исследований площадь участков самок была больше, чем мо-

лодняка. Самыми большими оказались осенние участки самок в последний год наблюдений (табл. 1).

Все отмеченные различия размеров индивидуальных участков являются лишь определенной тенденцией и статистически незначимы (табл. 2).

**Таблица 2.** Значимость различий площадей индивидуальных участков разноцветной ящурки по сезонам

Сезон	Сравниваемые данные	Уровень значимости (Ukr)
Весна 2017	♂-♀	p≤0.05
Весна 2018	♂-♀	p≤0.05
Весна 2018–2019	♀-♀	p≤0.05
Осень 2017	♀-juv.	p≤0.01
Осень 2018	♀-juv.	Недостаточная выборка
Все сезоны	♀-♀	p≤0.05

Как показывает обширная литература, площадь индивидуального участка зависит от целого ряда факторов. Среди них: размеры животного (положительная корреляция); тип питания (у травоядных животных она меньше, чем у хищных); тип пространственной структуры; плотность популяции (отрицательная корреляция); пол животного; возраст; кормности биотопа (отрицательная корреляция) и т.д.

Опубликованные материалы, касающиеся индивидуальных участков разноцветной ящурки, говорят о том, что в разных биотопах их размеры сильно варьируют. Считается доказанным отрицательная корреляция размера участка с обилием корма. Самые большие площади встречаются в опустыненной степи [4]. Это подтверждают и наши материалы. Общий порядок полученной нами величины индивидуальных участков совпадает с известными данными.

Приведенные в статье различия в размерах участков возрастных и половых групп у разноцветной ящурки хорошо

известны для многих видов ящериц, но в нашем случае различия статистически недостоверны из-за широкого диапазона колебания параметра. Опубликованные факты других исследователей также говорят об отсутствии размерной разницы между участками разных возрастных групп [4]. На наш взгляд это связано с недостаточной изученностью особенностей использования ящерицами своей территории.

Таким образом, размеры индивидуальных участков разноцветной ящурки колеблются в широком диапазоне и достоверно не отличаются у разных половых и возрастных групп.

### *Литература*

1. *Наумов Н.П.* Экология животных. 2 изд. М.: Высшая школа, 1963. 618 с.
2. *Rose B.* Lizard home range: methodology and functions // *J. Herpetol.* 1982. V. 16. № 3. P. 253–269.
3. *Полынова Г.В., Мишустин С.С., Полынова О.Е.* Динамика герпетокомплекса песчаных пустынь Астраханской области // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки.* – №2, 2019. – С. 150–163.
4. Разноцветная ящурка [Multicolored foot-and-mouth disease]. Коллективная монография / Под ред. Н.Н. Щербака. Киев: «Нaukova dumka». 1993. 240 с.

*Mishustin S.S.<sup>1</sup>, Polynova G.V.<sup>2</sup>*  
**LIZARD EREMIAS ARGUTA DESERTI:  
SIZES OF INDIVIDUAL PLOTS**

<sup>1</sup>*Joint Stock company «Armed forces infrastructure directorate general*  
<sup>2</sup>*Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia*

Three-year studies of the sizes of individual plots in the lizard *Eremias arguta deserti* (Gmelin 1789) have shown that the area of plots varies in a wide range. This fact does not allow authors to prove reliably the differences in sex and age groups. A sharp drop in the population leads to a decrease in the number of sedentary individuals, than sedentary males disappear from the intra-population grouping.

**Поддубная Н.Я., Хабарова Л.С., Салькина Г.П., Агеева Е.А.,  
Проуторова М.О., Багирова А.Ш.К., Мизгирёва И.Ю.,  
Михеева Д.Д., Мухина А.А., Смирнова А.В., Чеботарёва  
О.Е., Шарапова Е.С., Щукина М.О.**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОТОПНОЙ  
МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

*Череповецкий государственный университет, Россия*  
[poddoubnaia@mail.ru](mailto:poddoubnaia@mail.ru)

Показано, что использование изотопного анализа в экологических исследованиях может существенно продвинуть исследователей в изучении сообществ животных.

В современном мире наука движется двумя путями: совершаются открытия и появляются новые методы исследования. К таким методам относится использование изотопного анализа. Западные страны начали проводить исследования при помощи данной технологии еще в XX веке. Россия отстала от этих исследований и приступила к ним только в 2000-е гг. К настоящему в России известен только один центр экологических исследований с использованием изотопного масс-спектрометра, работающий под руководством член.-корр. РАН д.б.н. А.В. Тиунова (например, [1]). Получаемые результаты позволяют существенно улучшить понимание особенностей трофических связей в сообществах, условий существования видов и др. Также наиболее перспективными кажутся исследования, связанные с динамикой популяций. Динамика популяции специализированных плотоядных животных тесно связана с доступностью добычи, но степень изменчивости в широте рациона отдельных плотоядных животных часто оказывается недостаточно изученной. Так, Burstahler et al. [2] показали, что разные возрастные группы рысей по-разному реагировали на изменение популяции зайцев, причем однолетние животные имели более шир-

рокую диету при низкой плотности зайцев, в то время как взрослые и зависимые подростки поддерживали постоянную диету посредством снижения плотности населения зайцев. Этот результат был постоянным независимо от пола и указывал на то, что рыси годовалого возраста, вероятно, вынуждены переходить на более широкую диету, когда плотность первичной добычи снижается.

*Основы метода.* В связи с тем, что многие биогенные элементы представлены несколькими стабильными изотопами ( $^{1\text{H}}$  и  $^{2\text{H}}$ ,  $^{12\text{C}}$  и  $^{13\text{C}}$ ,  $^{14\text{N}}$  и  $^{15\text{N}}$  и т.д.), в разных средах, тканях и у разных видов имеются различия в соотношении легкого и тяжелого изотопов этих элементов. Изотопный состав элемента обычно измеряют в относительных единицах ( $\delta$ ), которые отражают отличия изотопного состава элемента в исследуемом веществе от международного стандарта. Поскольку изменения изотопного состава небольшие, величину  $\delta$  принято умножать на 1000 и выражать в промилле (‰) [3]. В экологии часто используют изотопный состав азота и углерода тканей, который зависит от положения вида в трофической цепочке. Изотопный состав элементов в тканях консументов в целом соответствует изотопному составу потребляемой ими пищи [4]. Но все же в процессе перехода с одного трофического уровня на другой происходят некоторые изменения. Величина, на которую изменяется изотопный состав ( $\Delta^{13\text{C}}$  или  $\Delta^{15\text{N}}$ ), называется трофическим фракционированием или коэффициентом трофической дискриминации (ТД) [5]. Степень ТД изотопов  $^{13\text{C}}/^{12\text{C}}$  невелика. В среднем значение  $\Delta^{13\text{C}}$  небольшое (0,5–2,0 ‰) [6]. Поэтому соотношение стабильных изотопов углерода в тканях обычно не используется для определения трофического уровня животного. Изменчивость значений  $\delta^{15\text{N}}$  позвоночных животных заключена в интервале от –5 до +25 ‰ [6] и зависит как от их положения в цепи питания, так и от изотопного состава азота первичных продуцентов. Величина  $\delta^{15\text{N}}$  в тканях животных увеличивается в среднем на 2–5 ‰ с каждым трофическим

уровнем [7]. Благодаря ТД, величина  $\delta^{15}\text{N}$  может служить показателем трофического уровня животного. В нашем исследовании для изотопного анализа использована шерсть амурского тигра (*Panthera tigris altaica* Temminck, 1844) ( $n=29$ ) из шкур, изъятых у браконьеров, и шерсть землероек родов *Sorex* и *Crocidura* ( $n=78$ ) и мышей рода *Apodemus* ( $n=7$ ), отловленных на юге Приморского края в 2018 г.

Определение изотопного состава проводили на масс-спектрометре Thermo Delta V Advantage, образцы сжигали в окислительном реакторе EA Isolink FlashIRMS в эколого-аналитической лаборатории Череповецкого госуниверситета.

Изотопный состав азота и углерода выражали в тысячных долях отклонения от международного стандарта,  $\delta$ , ‰:

$$\delta X = [(R_{\text{образца}} / R_{\text{стандарта}}) - 1] \times 1000,$$

где  $X$  – это  $^{15}\text{N}$  или  $^{13}\text{C}$ , а  $R$  – соответствующие соотношения  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  или  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ .

Изучение изотопного статуса амурского тигра показало, что этот хищник имеет устойчивые кормовые предпочтения на большей части ареала в пределах российского Дальнего Востока. И у него также как и у рыси [2] проявилась особенность более молодых животных использовать более широкий спектр жертв.

Продолжительное время исследователи и теоретические биологи и экологи обсуждают важность биотических взаимодействий (например, конкуренции) и абиотических факторов, определяющих динамику популяций. Конкуренция может влиять на формы распределения, численности и использования ресурсов во многих системах, но измерить конкуренцию все еще трудно. Мы провели предпроектное исследование: попытались измерить перекрытие и сегрегацию в рационе с помощью анализа стабильных изотопов у мышей и землероек. В период падения численности мышей в диете землероек были заметны изменения, позволяющие предполагать то, что они могли использовать ресурсы, ранее ис-

пользовавшиеся мышами. Предварительное исследование и сравнение изотопных карт землероек демонстрирует как видовую специфичность, так и степень перекрытия рационов разных видов бурозубок рода *Sorex*.

Представляется полезным для объективного знания функционирования экосистем использовать данные по соотношению изотопов в оценке трофических связей и конкуренции в сообществах млекопитающих и динамики популяций хищников.

### Литература

1. *Tiunov A.V., Kirillova I.V.* Stable isotope (13C/12C and 15N/14N) composition of the woolly rhinoceros *Coelodonta antiquitatis* horn suggests seasonal changes in the diet. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 2010, 24: 3146–3150.
2. *Burstahler, C. M., J. D. Roth, R. J. Gau, D. L. Murray.* Demographic differences in diet breadth of Canada lynx during a fluctuation in prey availability. *Ecol. Evol.*, 2016, 6: 6366–6375.
3. *Горлова Е.Н., Крылович О.А., Тиунов А.В., Хасанов Б.Ф., Ва-сюков Д.Д., Савинецкий А.Б.* Изотопный анализ как метод таксономической идентификации археозоологического материала. *Археология, этнография и антропология Евразии*. 2015, 43(1): 110–121.
4. *DeNiro M.J., Epstein S.* Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1978, 42(5): 495–506.
5. *Martínez del Rio C., Wolf N., Carleton S.A., Gannes L.Z.* Isotopic ecology ten years after a call for more laboratory experiments. *Biol. Rev.*, 2009, 84(1): 91–111.
6. *Kelly J.F.* Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Canad. J. of Zoology*. 2000. 78(1): 1–27.
7. *Minagawa M., Wada E.* Stepwise enrichment of 15N along food chains: Further evidence and the relation between  $\delta^{15}\text{N}$  and animal age. // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1984, 48: 1135–1140.

*Poddubnaya N.Ya., Khabarova L.S., Salkina G.P.,  
Proutorova M.O., Ageeva E.A., Bagirova A.Sh.K.,  
Mizgireva I.Yu., Mikheeva D.D., Mukhina A.A., Smirnova A.V.,  
Cebotariuva O.Ey., Sharapova E.S., Schukina M.O.*

**USE OF ISOTOPIC MASS SPECTROMETRY IN  
ECOLOGICAL RESEARCH**

*Cherepovets State University, Russia*

It is shown that the use of isotope analysis in environmental studies can significantly advance researchers in the study of animal communities.

***Павлова Е.Д., Поддубная Н.Я., Хабарова Л.С.  
ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЛЕСНОЙ КУНИЦЫ  
(MARTES MARTES L., 1758)  
И КРАНИОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ПОПУЛЯЦИИ***

*Череповецкий государственный университет, Россия  
[katarinka.2018@mail.ru](mailto:katarinka.2018@mail.ru)*

Показано, что в последнее десятилетие лесная куница на северо-западе европейской части России повысила толерантность к человеку, стала появляться не только в селах, но и в городах. Морфометрическая характеристика черепов куниц Вологодской области по десяти индексам показала изменчивость населения хищника в рамках видовых диапазонов и одновременно особенности, нуждающиеся в дальнейшем исследовании.

В последнее время в связи с новыми методами исследования и изменением социально-экономической структуры общества значение научных исследований в некоторых сферах жизни возрастает. Было уточнено понимание условий существования и экологических факторов [1,2]. Стало приходить понимание того, что экологическая ниша вида это весь комплекс его условий существования [3]. С середины 20-го столетия некоторые дикие типично лесные виды, например, лесная куница, стали встречаться за пределами их классического ареала [4]. В последние десятилетие куница стала ре-

гулярно появляться в г. Череповце, посещать балконы жилых многоэтажных домов в микрорайонах, удаленных на расстояние до 1 км от границы леса, луга или кустарниковых зарослей. Поэтому возникла потребность оценки происходящих у лесного вида куньих процессов при проникновении в новые места обитания [5,6] и в новые широты [4]. Одним из подходов для этих целей может служить краниометрическая оценка популяций вида.

Были проведены измерения 164 черепов куниц, полученных у охотников, добывавших зверей по лицензиям. Выборка черепов собрана в Череповецком, Кадуйском, Вытегорском, Кирилловском, Сокольском, Верховажском, Устюженском, Кичмен-Городецком, Белозерском, Вацкинском, Никольском, Бабушкинском, Вацкинском, Тарногском, Вожегодском, Усть-Кубинском, Грязовецком районах Вологодской области, а также в Межевском районе Костромской области в период с 2002 по 2018 годы.

Использовались принятые в зоологической литературе кранио-метрические измерения [7]: 1 – общая длина черепа; 2 – кондилобазальная длина черепа; 3 – склеровая ширина черепа; 4 – межглазничная ширина черепа; 5 – ширина мозгового отдела черепа; 6 – ширина носового отдела; 7 – высота черепа; 8 – высота нижней челюсти; 9 – альвеолярная длина верхнего ряда зубов; 10 – альвеолярная длина нижнего ряда зубов. Статистическая обработка данных проводилась в программе MS Excel.

Животные могут получать различные травмы. Один такой череп, со сросшимися после перелома костями принадлежал кунице, обитавшей недалеко от поселений человека.

Полученные данные показали, что в целом изменчивость краниометрических индексов населения куницы находится в рамках видовых диапазонов. Одновременно у самцов этого представителя куньих на территории Вологодской области череп несколько мельче, чем у самцов куницы, например, Волжско-Камского бассейна. У куниц Вологодской области

кондилобазальная длина черепа составляет в среднем 77,4 мм, а скуловая ширина – 44,4 мм. У куниц Волжско-Камского бассейна кондилобазальная длина черепа – более 78 мм, а скуловая ширина – более 45 мм [8]. Череп у самок куницы Вологодской области несколько короче и шире (кондилобазальная длина черепа – в среднем 75,1 мм и скуловая ширина – 42,4 мм), чем у самок куницы Волжско-Камского края (кондилобазальная длина черепа – менее 76 мм и скуловая ширина – менее 42 мм).

Такие размерные особенности черепа лесной куницы в районе исследований, возможно, связаны с тем, что они обитали в местах с относительно высоким химическим загрязнением ртутью. Средние значения концентрации ртути в органах лесной куницы Вологодской области были следующими: в почках –  $0,67 \pm 0,01$  мг/кг, печени –  $0,41 \pm 0,01$ , мышцах –  $0,36 \pm 0,03$ , мозге –  $0,13 \pm 0,01$  мг/кг сырой массы и увеличивались от западных районов к восточным [9].

Выводы. Морфометрическая характеристика черепов куниц Вологодской области по десяти индексам показала изменчивость населения хищника в рамках видовых диапазонов и одновременно особенности, нуждающиеся в дальнейшем исследовании.

### *Литература*

1. *Kolomiytsev N.P., Poddubnaya N.Ya.* The Origin of Life as a Result of Changing the Evolutionary Mechanism // *Rivista di Biologia / Biology Forum*, 2007, v. 100, N. 1, pp. 11-16.
2. *Kolomiytsev N.P., Poddubnaya N.Ya.* The Diffuse Organism as the First Biological System // *Biological Theory*, 2010, v. 5, issue 1, 67–78.
3. *Поддубная Н.Я., Коломийцев Н.П.* Изменения локальных и региональных фаун млекопитающих в свете закономерностей видового разнообразия / Млекопитающие России: фаунистика и вопросы териогеографии. Ростов-на-Дону. 17–19 апреля 2019 г. М.: Тов-во науч. изданий КМК. С. 225-228.
4. *Скуматов Д.В.* Ареал, состояние и использование ресурсов лесной куницы // Териофауна России и сопредельных территорий:

- междунар. совещ. (Х съезд Териологического о-ва при РАН). – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2016. – С. 394.
5. Поддубная Н.Я., Проуторова М.О., Коломийцев Н.П., Цветкова Ю.Н., Шонурова Ю.А., Прохорова А.Н. Трофические связи лесной куницы (*Martes martes*) Вологодской области и сопредельных территорий // Череповецкие научные чтения – 2014: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (11 – 12 ноября 2014 г.): В 3 ч. Ч. 3(2): Естественные, экономические, технические науки и математика / Отв. ред. К.А. Харахнин. – Череповец: ЧГУ, 2015. – С.65-67.
6. Поддубная Н.Я., Исакова Е.А., Тупицина И.Н., Цветкова Ю.Н., Читова А.К. К характеристике популяции лесной куницы (*Martes martes*) Вологодской области/ Актуальные проблемы экологии и здоровья человека: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Череповец, 10 марта 2015 г.) / Отв. за вып. В.Ф. Воробьев. – Череповец: ФГБОУ ВПО ЧГУ, 2015. – С. 70-75.
7. Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных / М.: Советская наука, 1949. – 609 с.
8. Асписов Д.И. Динамика популяции лесной куницы в Волжско-Камском крае и некоторые показатели для прогноза изменений ее численности // Тр. НИИ животн. сырья и пушнины. – 1959. – Вып. 18. – С. 29–45.
9. 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. Череповец, ЧГУ, 2014. – 184 с.

*Pavlova E.D., Poddubnaya N.Ya., Khabarova L.S.*

**CHANGE IN THE HABITAT OF PINE MARTEN (MARTES MARTES L., 1758) AND CRANIOMETRIC CHARACTERISTIC OF THE POPULATION**

*Cherepovets State University, Russia*

It is shown that in the last decade, pine marten in the north-west of the European part of Russia has increased tolerance to humans, began to appear not only in villages but also in cities. The morphometric characteristics of the marten skulls of the Vologda Oblast by ten indices showed the variability of the population within the framework of species ranges and, at the same time, features that need further research.

**Полынова Г.В.<sup>1</sup>, Полынова О.Е.<sup>1</sup>, Мусалагаджиева З.<sup>2</sup>**

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ  
УШАСТОЙ КРУГЛОГОЛВКИ (PHRYNOCEPHALUS  
MYSTACEUS MYSTACEUS) НА БАРХАНЕ САРЫКУМ,  
ДАГЕСТАН**

<sup>1</sup>*Российский университет дружбы народов, Москва*

<sup>2</sup>*Дагестанский государственный университет, Махачкала  
[galinapolynova@mail.ru](mailto:galinapolynova@mail.ru); [musalagadzhieva@yandex.ru](mailto:musalagadzhieva@yandex.ru)*

В статье представлены результаты стартового этапа исследований популяции ушастой круглоголовки (*Phrynocephalus mystaceus mystaceus*, Pallas, 1776) на бархане Сарыкум Дагестанского заповедника, проведенного в первой декаде мая 2019 года. Ушастая круглоголовка входит в Красную книгу Республики Дагестан по категории 3, редкие. Островной характер ее популяции, как и статус редкого вида, требует пристального внимания и изучения.

Бархан Сарыкум представляет собой уникальное эоловое образование, северные и восточные склоны которого переходят в глинистую полынную степь, а западный и южный примыкают к горным хребтам Нарат-Тюбинскому и Кумторкалинскому. По сути, эти пески являются типичным примером островного образования, и живущие здесь популяции наземных позвоночных служат моделью островной фауны. Наибольший интерес представляют рептилии-псаммофилы и среди них – ушастая круглоголовка (*Phrynocephalus mystaceus mystaceus*, Pallas, 1776). Ушастая круглоголовка один из излюбленных объектов исследований герпетологов. Сведения об экологии этого вида достаточно многочисленны [1, 2, 3 и др.], но опубликованных материалов по сарыкумской популяции немного. Для выяснения особенностей экологии этой островной популяции мы начали сбор материалов по ее основным характеристикам.

Сбор материала происходил в первой декаде мая 2019 года. Поселение вида соответствовало уровню внутрипопуляционной группировки [4] и обитало в пределах незакреплён-

ной песчаной территории на вершине бархана. Географические координаты – N 43°01' 7799" E 47°23'6083". Во время работы на территории группировки отловлены, промерены и помечены все встреченные ушастые круглоголовки, общей численностью 105 особей.

Рассмотренная группировка ушастой круглоголовки занимает три ячейки незакрепленного гребня к северо-востоку от главной вершины бархана. Общая площадь поселения – 1,2 га. Плотность населения – 87,5 экз./га. Это точечное значение превышает известный по Красной книге Дагестана показатель численности, равный 54 экз./га 2004 года [5].

Группировка распадается на три половозрастные группы: самцы, самки и неполовозрелые особи. Половозрастной состав имеет следующую структуру: 31 самец, 49 самок и 25 неполовозрелых особей. Таким образом, соотношение полов – 1:1,6 (самцы : самки). Численный перевес самок в популяции – характерная черта данного вида [1, 2, 5, 6]. Оно связано с особенностями пространственно-этологической структуры ушастой круглоголовки, которая живет гаремными группами, состоящими из 1–2 самок и одного самца [2]. Соотношение возрастных групп 1:3,2 (молодняк: половозрелые особи), т.е. в весенний период взрослые ящерицы имеют численное преимущество.

Размерные параметры сарыкумской популяции следующие. Длина тела самцов, больше чем самок:  $75,1 \pm 5,99$  мм и  $68,9 \pm 5,29$  мм соответственно. Эта общая черта большинства ящериц и известна у других популяций ушастой круглоголовки [1, 2, 5]. Здесь мы приводим только длину тела животных, поскольку именно она определяет возрастную категорию вида. Длина тела неполовозрелых особей соответственно меньше, чем половозрелых –  $48,8 \pm 2,97$  мм.

Ушастая круглоголовка внесена в Красную книгу Дагестана по категории 3 редкий вид на юго-западной границе ареала [5]. Детальное исследование ее популяции на территории Дагестанского заповедника имеет серьезное значение в

рамках глобальной экологической проблемы сохранения биоразнообразия. Кроме того, островной характер популяции требует особого внимания и имеет теоретический интерес. Продолжение исследований биоразнообразия герпетофауны Дагестанского заповедника находится в научных планах нашей экспедиции. Мониторинг редких видов необходимый компонент такой работы.

### *Литература*

1. *Брушко З.К.* Ящерицы пустынь Казахстана. Алматы: Издательство «Конжық», 1995. 231 с.
2. *Полынова Г.В., Лобачев В.С.* Территориальные отношения у ушастой круглоголовки (*Phrynocephalus mystaceus*) // Зоол.журн. – 1981.–Т.59, вып. 11. – С.1649–1657.
3. *Шаммаков С.* Пресмыкающиеся равнинного Туркменистана. Ашхабад: «Ылым», 1981. 312 с.
4. *Шилов И.А.* Эколо-физиологические основы популяционных отношений у животных. М.: Московский университет, 1977. 261 с.
5. *Мазанаева Л.Ф.* Ушастая круглоголовка / Красная книга Республики Дагестан. – Махачкала, 2009. – 552 с.
6. *Хонякина З.П.* Материалы по размножению и линьке ушастой круглоголовки (*Phrynocephalus mystaceus* Pall.) // Ученые записки Дагестанского гс. Университета – 1961. –Т. 7, ч. 2. – С. 270–271.

### *Polynova G.V.<sup>1</sup>, Polynova O.E.<sup>1</sup>, Musagaladzhieva Z.<sup>2</sup>* **GENERAL CHARACTERISTICS OF THE LIZARD PHRYNOCEPHALUS MYSTACEUS MYSTACEUS POPULATION ON SARYKUM BARKHAN, DAGESTAN**

<sup>1</sup>*Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Dagestan State University*

The article represents results of the first stage of research on the lizard *Phrynocephalus mystaceus mystaceus* (Pallas, 1776) population from the Sarykum barkhan, the Dagestan reserve, conducted in the first decade of May 2019. The lizard *Phrynocephalus mystaceus mystaceus* is included in the Red book of the Republic of Dagestan in category 3, rare. The island nature of its population, as well as the status of a rare species, requires close attention and study.

**Рахимов И.И., Ибрагимова К.К.**  
**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОРНИТОФАУНЫ**  
**НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет*  
[rakhim56@mail.ru](mailto:rakhim56@mail.ru)

На территории Татарстана обитает 305 видов птиц. Проведен анализ состояния орнитофауны за последние 20 лет, позволивший получить оценочные показатели численности видов и характер их пребывания в республике. Материалы исследования расширяют знания по орнитофауне Татарстана, о состоянии популяций каждого вида и могут быть использованы для разработки системы регионального мониторинга.

15 января 2009 года Государственный совет Республики Татарстан принял основной закон об охране природы «Экологический кодекс Республики Татарстан», определивший на перспективу региональную стратегию рационального природопользования и охраны природы. В главе 6 «Охрана животного мира» статье 122 определена основная задача Государственного управления в области охраны животного мира, включающая в себя государственный учет и ведение государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира [1]. Данное направление мониторинга объектов живой природы невозможно без конкретных материалов по количественной оценке ресурсов животных. Эта задача определила актуальность и значение проведенных исследований.

Впервые для Татарстана получены оценочные показатели численности для 305 видов птиц, обитающих в республике, определен и уточнен статус их пребывания после последних сводок по авиафуне Татарстана 2001 года [2]. На основе биотопического анализа территории Татарстана, структуры и распределения его земельного фонда и проведенных исследований на модельных территориях и маршрутах

проводен учет состояния гнездопригодных местообитаний. Даны оценка уровня изученности тех или иных видов, экологических групп птиц РТ. Представлены направления формирования авиафуны Татарстана и перспективы сохранения разнообразия птиц в регионе.

Республика Татарстан расположена в бассейне средней Волги и входит в состав Русской равнины, здесь нет высоких гор и рельеф его отличается сравнительно простотой: широкие плоские водоразделы чередуются с неглубокими, разработанными долинами рек. Естественными основными основами растительными зонами Республики Татарстан являются лес и лесостепь. Леса занимают около 17 % всей территории. Основные типы лесонасаждений представлены хвойными и лиственным лесами. Регион Среднего Поволжья расположен в зоне перехода от таежных лесов к лесостепи, что определяет значительное видовое разнообразие птиц Татарстана.

Многолетние исследования на территории республики позволили получить данные о численности птиц и выявить тенденции изменений некоторых представителей авиафуны. В результате анализа имеющихся данных за последние 20 лет выделено несколько групп видов, характеризующиеся следующими показателями численности на территории Республики Татарстан.

1. Численность возрастает или количество встреч увеличилось в пределах РТ. В эту группу входит 36 видов птиц и отмечена для таких видов как, черный стриж *Apus apus*, полевой жаворонок *Alauda arvensis*, пеночка зеленая *Phylloscopus trochiloides*, большая поганка *Podiceps cristatus* и др. Это связано с различными причинами, среди которых ведущим является расширение площадей гнездопригодных биотопов. Серая куропатка включенная в первое издание Красной книги РТ в дальнейшем достигла уровня численности, позволившего вывеси данный вид из списка редких и охраняемых представителей авиафуны [3]. В эту группу вошли также виды, заселившие в последние десятилетия территорию Татарстана, например, горихвостка-чернушка *Phoenicurus ochruros*, обыкновенный ремез *Remiz pendulinus*.

2. Следующая группа - на протяжении последних десятилетий численность вида стабильная (она может быть как низкой, так и высокой). Группа включает 117 видов птиц. Сюда входят многие виды куликов, чаек, лесных воробиных птиц. Невысокая численность наблюдается у большинства дневных хищников, сов. Высокая численность сохраняется у большинства синиц, выорковых птиц.

3. Группа с сокращающейся численностью или наблюдается уменьшение количества встреч в пределах Татарстана. Эти виды вызывают особую тревогу и требуют дополнительных мер охраны. Главной причиной этих изменений является интенсивная хозяйственная деятельность. На фоне процессов, связанных с активным освоением территории региона происходит дестабилизация авиафуны [4]. В результате вырубки лесов и распашки земель, создания водохранилищ, роста и расширения городских поселений, преобладания в земледелии монокультур, значительного расширения площадей полезащитных лесополос, в том числе, создание одновозрастных монокультурных лесных посадок, открытых карьеров - существенно изменили ландшафтный облик Татарстана. Мы наблюдаем мозаику островков темнохвойных, широколиственных и сосновых лесов, перемежающиеся с вторичными березняками и осинниками. Исследования, проведенные в различных типах леса в Татарстане показали значительное сокращение птиц дуплогнездников в молодых лесных насаждениях. Всего в группу вошли 63 вида. Среди них дубровник *Emberiza aureola*, серый гусь *Anser anser*, полевой лунь *Circus cyaneus*, воробей домовый *Passer domesticus*. По этой причине серый гусь включен в Красную книгу Республики Татарстан [5].

4. Небольшая группа птиц с флюктуирующей численностью. Отмечено у 20 видов. В их числе белая куропатка *Lagopus lagopus*, кольчатая горлица *Streptopelia decaocto*, обыкновенный клест *Loxia curvirostra*, снегирь *Pyrrula pyrrula* и др.

Причиной колебаний численности являются естественные факторы, преимущественно связанные с кормовой базой и погодными условиями.

5. Последняя группа – это 70 видов с неясной тенденцией в силу слабой изученности видов и недостатка сведений о состоянии популяции в пределах Татарстана. Эта группа представлена малочисленными видами, которые являются редкими и могут быть включены в список охраняемых птиц Татарстана: погоныш-крошка *Porzana pusilla*, пятнистый конек *Anthus hodgsoni*, сибирская завиушка *Prunella montanella* и др. Многие из них вошли в последнее издание Красной книги Республики Татарстан, например, серощекая поганка *Podiceps grisegena*, кречет *Falco rusticolus* и др.

Таким образом, основными причинами изменений количественных показателей являются антропогенные факторы, влияющими на состояние среды обитания животных и их кормовую базу.

Полученные оценочные данные по численности птиц Татарстана позволяют выделить основные научно-практические направления по реализации оптимальных взаимоотношений человека и птиц в условиях интенсивного антропогенного влияния на природные комплексы. Решение этой проблемы – это выход на научное управление как численностью, так и поведением птиц. В первую очередь, это касается массовых видов, имеющих хозяйственное значение, главным образом, для сельского хозяйства. Полученные результаты могут быть использованы в широком аспекте природоохранных мероприятий, в первую очередь, для последующего долговременного мониторинга и как база данных для организации особо охраняемых природных территорий Татарстана.

### *Литература*

1. Экологический кодекс Республики Татарстан от 15.01.2009 № 5-ЗРТ (принят Государственным Советом РТ 15.12.2008) (ред. от 11.04.2015).
2. Рахимов И.И. Авиафауна Среднего Поволжья в условиях антропогенной трансформации естественных природных ландшафтов. Казань, «Новое знание», 2002. 271 с.

3. Красная книга Республики Татарстан. Казань: Идел-пресс, 2006. 780 с.
4. Konstantinov V.M., Nowicki W., Pichurin A.G. Recent changes in the avifauna of cities in European Russia and Eastern Poland – results of a questionnaire // Acta ornithological. - 1996. №. 31 (1). P.59-66.
5. Красная книга Республики Татарстан. Казань: Идел пресс, 2016. 760 с.

*Rakhimov I. I., Ibragimova K. K.*

**ASSESSMENT OF THE STATE OF BIRD RESOURCES  
IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

*Kazan (Volga region) federal university*

On the territory of Tatarstan 305 species of birds live. The analysis of the state of avifauna over the past 20 years, which allowed to obtain estimated indicators of the number of species and the nature of their stay in the republic. The research materials expand knowledge on the avifauna of Tatarstan, on the state of populations of each species and can be used to develop a regional monitoring system.

**Ромашин А.В., Леншин С.В.**  
**ЭКТОПАРАЗИТЫ РУКОКРЫЛЫХ СОЧИНСКОГО**  
**НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА**

ФГБУ "Сочинский национальный парк, [romashin@sochi.com](mailto:romashin@sochi.com).  
ФГБУ «Научно-исследовательский институт медицинской при-  
матологии»,  
[lenshin-s@mail.ru](mailto:lenshin-s@mail.ru)

Осмотр 109 особей 4x видов троглофильных рукокрылых из 7 карстовых полостей Сочинского национального парка выявило присутствие у них 2x видов кровососок и 1 вида иксодовых клещей. От трети до половины всех летучих мышей были носителями кровососок. Возраст особей хоть и слабо, но связан с заселенностью эктопаразитами.

Рукокрылые в настоящее время привлекают внимание в связи с возможным носительством ими ряда природно-очаговых вирусных (коронавирусы: MERS, лассавирусы: бешенство, филавирусы: лихорадки Эбола, Марбурга [1] и бактериальных инфекций [2, 3]). Рукокрылые по числу носимых зоонозных патогенов обгоняют даже грызунов [4]. Поэтому учитывая расположения Сочинского национального парка в зоне крупнейшей курортной агломерации и населяющих его не менее 24 видов летучих мышей, этот аспект не может оставаться без внимания, особенно учитывая стремительный рост антропогенного преобразования местных ландшафтов, что неизбежно ведет к росту риска включения человека в природную циркуляцию вирусов.

В 2019 г. нами произведен мониторинг троглофильных рукокрылых в 7 крупнейших пещерах на территории ФГБУ "Сочинский национальный парк" (СНП). Было отловлено и осмотрено на наличие эктопаразитов 109 особей летучих мышей относящихся к 4 видам. Собранные и определенные эктопаразиты (Табл. 1) представлены двумя видами кровососок *Basilia nana* Theodor & Moscona (Nycteriidae Samouelle) и *Nycteribia latreillii* (Leach) а также иксодовыми клещами *Ixodes vespertilionis*, Koch 1844. (Рис. 1).



**Рис.1.** *Basilia nana* Theodor & Moscona (Nycteribiidae Samouelle) – а, и *Nycteribia latreillii* (Leach) – б.

**Таблица 1.** Зараженности эктопаразитами рукокрылых в обследованных карстовых полостях.  
(экстенсивность в % / интенсивность на 1 экз.).

Виды рукокрылых	Среднее по всем полостям	Число осмотренных особей
Зараженность кровососками		
Большой подковонос	63%/1.1	8
Южный подковонос	37%/1.9	41
Длиннокрыл обыкновенный	35%/1.2	43
Малый подковонос	0/0	<u>11</u>
Зараженность клещами		
Большой подковонос	100%/1	1
Южный подковонос	12% / 1	41
Длиннокрыл обыкн.	33% / 1	13
Малый подковонос	9% /0,9	17

В целом для всех 4х видов фауна эктопаразитов оказалась сходной, что и не удивительно учитывая использование ими общих подземных убежищ. Только у малых подковоносов, располагающихся исключительно одиночно в пещерах, отсутствовали кровососки. У остальных трех наиболее массовых видов, располагавшихся в одновидовых или смешанных группах уровень экстенсивности заражения изменялся в пределах 35-63%, т.е. практически от трети до половины особей были носителями кровососок. Зараженность клещами оказалась в целом ниже - 9-33%.

Сравнение зараженности по другому показателю (отношение числа экз. паразитов к количеству обследованных особей) в СНП и в исследовании по Испании) показало в целом меньшую заселенность эктопаразитами в рукокрылых СНП (Табл. 2).

**Таблица 2.** Сравнение показателей зараженности эктопаразитами в СНП и в исследовании по Испании [5].

Вид	Сочинский национальный парк	Бискай, Испания
Большой подковонос	1.0	0
Южный подковонос	0.7	1.9
Малый подковонос	0.7	2.7
Длиннокрыл обыкновенный	0.7	8.3

Оценка статистической связи зараженности эктопаразитами обследованных летучих мышей с индексом их упитанности [6, 7] не выявила таковой ( $r^2 = -0.09$ ;  $\alpha=0.01$ ). Такие же низкие, но положительные коэффициенты корреляции получены для рядов между живым весом и зараженностью ( $r^2=0.05$ ;  $\alpha=0.01$ ), зараженностью и длинной предплечья (т.е. косвенным отражением возраста,  $r^2=0.14$ ;  $\alpha=0.01$ ). Таким образом, возраст особей хоть и слабо, но все-таки связан с заселенностью эктопаразитами.

Начатые исследования по эктопаразитам в Сочинском национальном парке по троглофильным видам рукокрылых показали невысокое видовое разнообразие их эктопаразитоценозов, существенную экстенсивность и малую интенсивность заражения. Основная трудность при проведении нами работ состояла в проникновении к обследуемым полостям и колониям летучих мышей, а так же в минимизации повреждения обследуемых зверьков. Опыт показал, что при отлове мышей из висячих на потолке крупных групп, каждую особь необходимо до осмотра и измерений помещать в отдельные мешочки. При помещении в один мешок нескольких особей

они становясь активными наносят друг другу сильные раны могущие привести к серьезным травмам.

### *Литература*

1. Bats and viruses. A new frontier of emerging infectious diseases. 2015. Wiley Blackwell. 368 p.
2. *Muhldorfer K.* Bats and bacterial pathogens: A review // Zoonoses and Public Health. 2013. 60, № 1. 93-103.
3. *Muhldorfer K., Speck S., Kurth A., Lesnik R., Freuling C., Muller T., Kramer-Schadt S., Wibbelt G.* Diseases and Causes of Death in European Bats:Dynamics in Disease Susceptibility and Infection Rates.// PLoS ONE. December, 2011, Volume 6, Issue 12, e29773.12 p.
4. *Luis A.D., Hayman D.T.S., O'Shea T.J., Cryan P.M., Gilbert A.T., 2013.* A comparison of bats and rodents as reservoirs of zoonotic viruses: are bats special? Proc Biol Sci 280: 20122753.
5. *Imaz E, Aihartza J. R., Totorika M. J.* 1999. Ectoparasites on bats (Gamasida, Ixodida, Diptera) in Biscay (N Iberian peninsula). Misc. Zoologica 22.2 .
6. *Васеньков Д.А., Потапов М.А.* 2007. Применение индекса упитанности в изучении экологии рукокрылых (Mammalia, Chiroptera). // Plecotus et al., 10: p. 21-31.
7. *Арутюнян В.В., Казарян А.С., Папов Г.Ю.* 2014: Определение индекса упитанности некоторых видов рукокрылых (Chiroptera) Азохской пещеры.// Plecotus et al., 17, 37–42.

*Romashin A.V., Lenshin S.V.*

### **ECTOPARAZITES OF BATS IN SOCHI NATIONAL PARK**

*Sochi national park*

*Research institute of medical primatology*

Survey of 109 individuals of 4 species troglophilian bats from 7 karst cavities of Sochi National Park show by presence at them 2 species of batflies and 1 species of ixodic ticks. From a third to a half of all bats were carriers batflies. Age of individuals though it is weak, but it is connected with population of an ectoparazites.

*Скоробогатова Д.М, Черных Н.А.*

**ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
СОСТОЯНИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (QUERCUS  
ROBUR) КАК МЕТОД БИОИНДИКАЦИИ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

*Российский Университет Дружбы Народов*  
[SkorobogatovaDM@yandex.ru](mailto:SkorobogatovaDM@yandex.ru)

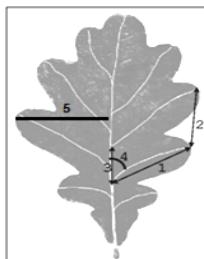
В статье рассматривается возможность использования морфологических показателей деревьев при биоиндикации загрязнения окружающей среды. Оценивается влияние загрязнения городской среды на морфологические признаки дуба черешчатого (*Quercus robur*), произрастающего в пределах г. Москвы с разной техногенной нагрузкой.

Стремительное развитие промышленной и хозяйственной деятельности, увеличение транспортного потока привело к существенному ухудшению состояния окружающей среды; особенно остро данная проблема наблюдается в крупных городах, таких как Москва. Атмосферный воздух содержит большое количество загрязняющих веществ, которые негативно влияют на развитие и состояние древесной растительности. Биоиндикация, как один из методов оценки состояния окружающей среды, способна выявить и оценить степень загрязнения по состоянию живых организмов, в том числе растительного покрова [1, 2].

В проведенных исследованиях в качестве объекта был выбран вид дуб черешчатый, или обыкновенный (*Quercus robur*). Исследования проводились в Москве на двух территориях с разной степенью техногенной нагрузки. Первый участок расположен около 38-го км МКАД, в пределах 10 - 30 м от автодороги. Второй участок, «условно чистый», находится в лесопарковой зоне около Палеонтологического музея, на расстоянии более 100 м от автодороги. На данных территориях были отобраны образцы листьев дуба черешчатого (*Quercus robur*) для последующего изучения влияния за-

грязненной окружающей среды на морфологические признаки листьев.

Морфологические признаки листьев (рис. 1) рассчитываются на основе методики Захарова З.М. [3].



**Рис. 1.** Схема морфологических признаков для оценки стабильности развития дуба черешчатого (*Quercus robur*)

На данном рисунке представлены основные морфологические признаки [4], которые использовались для оценки стабильности развития дуба по пятибалльной шкале. 1 – длина второй жилки, 2 – расстояние между вершинами второй и третьей жилок, 3 – расстояние между основаниями второй и третьей жилок, 4 – угол между центральной жилкой и второй жилкой, 5 – ширина середины листа. Измерения производились с правой и с левой стороны листовой пластины.

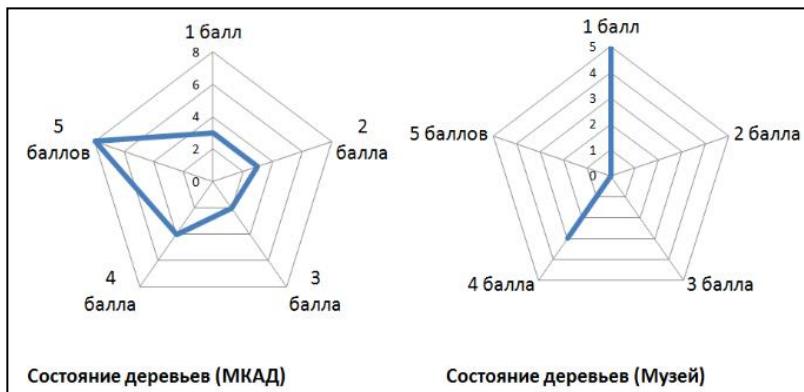
Основой для данной методики является теория стабильности развития. Важным показателем в изменении стабильности развития является флюктуирующая асимметрия, которая представляет собой ненаправленное различие между правой и левой сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией [5]. При нормальных условиях различия минимальны, но, при воздействии загрязняющих веществ, различия увеличиваются, что и приводит к росту значений асимметрии. По окончанию измерений листья оценивались по шкале оценки стабильности развития, которая представлена в таблице 1.

**Таблица 1.** Шкала оценки стабильности развития дуба черешчатого (*Quercus robur*)

Балл	Величина показателя стабильности развития	Состояние
1	$< 0,065$	Нормальное
2	0,066 - 0,070	
3	0,071 - 0,075	Угнетенное состояние различной степени
4	0,076 - 0,083	
5	$> 0,083$	Критическое

При выполнении данной исследовательской работы была рассмотрена динамика состояния развития деревьев во времени и пространстве. В результате были получены следующие данные.

Прослежена динамика состояния деревьев в разные периоды времени (июнь – август), произрастающих на территории с разной техногенной нагрузкой (рис. 2, рис. 3).



**Рис. 2.** Динамика состояния деревьев на территориях с разной техногенной нагрузкой (июнь)

На рисунке 2 сравнивается состояние деревьев, произрастающих на территориях с разной техногенной нагрузкой в июне. Деревья вблизи МКАД находятся в критическом со-

стоянии. У деревьев, произрастающих на условно чистой территории, около музея, состояние в норме.

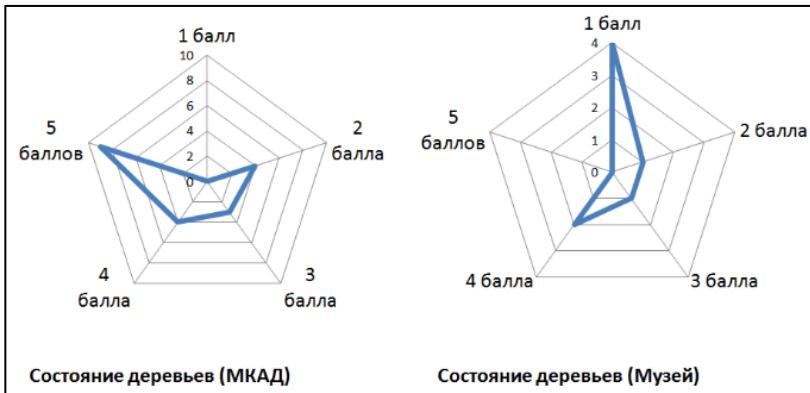


Рис. 3. Динамика состояния деревьев на территориях с разной техногенной нагрузкой (август)

На данном рисунке сравнивается состояние деревьев, произрастающих на территориях с разной техногенной нагрузкой в августе. Состояние деревьев около МКАД существенно хуже, чем у деревьев с «условно чистого» участка. Также прослеживается тенденция, что со временем состояние деревьев ухудшилось на обоих участках.

В августе была измерена степень покрытия листьев дуба мучнистой росой (рис. 4).

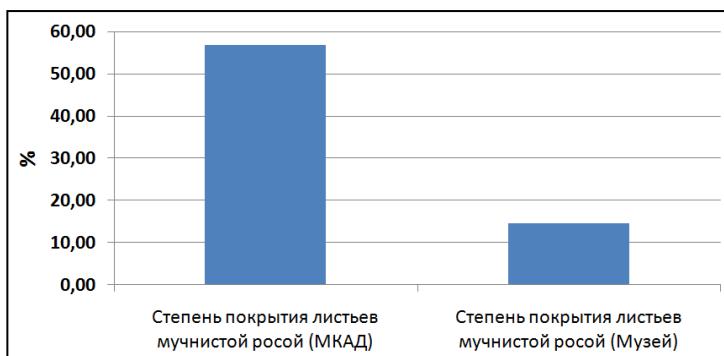


Рис.4. Степень покрытия листьев мучнистой росой

На рисунке 4 видно, что листья дуба около МКАД покрыты мучнистой росой в большей степени, чем листья деревьев, произрастающих в лесопарковой зоне. Данное различие объясняется тем, что около автодорог повышено содержание окислов азота выхлопных газов автомобилей. Так как мучнистая роса – это заболевание растений, вызываемое микроскопическими эктопаразитическими грибами из порядка эризифовых, или мучнисторосяных (*Erysiphales*), относящимся к нитрофилам, то связь между степенью развития заболевания дуба и содержанием азота в воздухе очевидна. При этом необходимо учитывать и тот факт, что деревья у автомагистралей более ослаблены, что также способствует их большему поражению мучнистой росой.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о высокой чувствительности дуба черешчатого (*Quercus robur*) к атмосферному загрязнению, что дает возможность использовать его в качестве объекта при биоиндикации качества атмосферного воздуха городских территорий.

### *Литература*

1. Груздев, В.С. Биоиндикация состояния окружающей среды: монография / В.С. Груздев; ИНФРА-М – Москва, 2018. – 159 с.;
2. Skorobogatova D.M., Chernykh N.A. Heavy metals in the soil and their effect of the condition of petiolate oak (*Quercus robur*) - ECO SAPIENS – экологическое сознание человека XXI века в науке, образовании и обществе = Eco Sapience – Ecological Consciousness of the 21st Century Human in Science, Education & Society: сборник научных трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием. Москва, 18–19 ноября 2019 г.: в 2 ч. – Москва: РУДН, 2019 – Ч.2. С.104-108;
3. Захаров В.М и др. Здоровье среды: методика оценки - Москва: Центр экологической политики России, 2000. – 68с.;
4. Гераськина, Н. П. Оценка стабильности развития дуба черешчатого на территории национального парка «Орловское полесье». - Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2009. – Т. 18, № 3. – С. 240-244;

5. Стаковецкая, О.К. и др. Показатель флюктуирующей асимметрии как индикатор отклонения условий внешней среды от оптимальных уровней. -Научные основы современного прогресса: сб. статей. – Екатеринбург, 2016. – С. 26-28.

*Skorobogatova D.M., Chernykh N.A.*

**ESTIMATION OF MORPHOLOGICAL INDICES  
OF QUERCUS ROBUR AS A METHOD OF BIOINDICATION  
OF URBAN ENVIRONMENT POLLUTION**

*Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

The article deals with the possibility of using morphological indices of trees in bioindication of environmental pollution. The impact of urban pollution on the morphological features of the *Quercus robur*, which grows within the city of Moscow with different technogenic load is estimated.

*Тихменев П.Е., Смирнов А.А.,  
Тихменев Е.А., Станченко Г.В.*

**АНТРОПОГЕННАЯ ДИНАМИКА И ЕСТЕСТВЕННОЕ  
ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ  
КРИОЛИТОЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

*ФГБУН «Институт биологических проблем Севера» Дальневосточного отделения РАН,*

*Северо-Восточный государственный университет,*

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии»*

*[tpavel@mail.ru](mailto:tpavel@mail.ru), [andrsmir@mail.ru](mailto:andrsmir@mail.ru),*

Обобщаются результаты исследований особенностей функционирования антропогенных ландшафтов с оценкой процессов естественного восстановления растительного покрова, что позволяет обосновывать принципы ускоренного восстановления экологической и эстетической ценности нарушенных ландшафтов зоны многолетней мерзлоты.

При разработке коренных месторождений в условиях Крайнего Северо-Востока развиваются техногенные процессы денудации, транспортировки и аккумуляции вещества, сопоставимые по объему с активно протекающими здесь естественными явлениями морфолитогенеза [1]. К началу данных исследований какие-либо данные о самовосстановительном потенциале земель, нарушенных при разработке рудных месторождений Северо-Востока, как и опыт их биологической рекультивации, отсутствовали.

Сукцессионные процессы изучались на участках с самовозобновляющейся растительностью и на рекультивированных элементах ландшафтов. В исследованиях применялись общепринятые методики [2,3]. Видовые названия приводятся по сводке «Флора и растительность» [4].

Проведенные наблюдения на техногенных образованиях месторождения Кубака, расположенного в бассейне р. Омолов, крупнейшего притока р. Колыма, показывают, что само-

восстановление нарушенных природных комплексов лиственничных редколесий и кедровостланиковых сообществ протекает чаще всего неудовлетворительно, поскольку формируются растительные сообщества с низким биоразнообразием и невысокой продуктивностью. Расположение горно-обогатительного комбината «Кубака» на высотных отметках 650-750 м над уровнем моря предопределяет суровость природных условий и замедленное естественное восстановление нарушенных растительных сообществ. Полное отсутствие поселившихся растений характерно для отвалов крупнообломочных пустых пород и технологических карьеров. Процесс естественной регенерации растительных сообществ более успешно протекает на участках поверхностных нарушений горного рельефа, к каким относятся разведочные траншеи и канавы, дамбы и временные дорожные коммуникации.

Группа типичных видов, поселяющихся на техногенных образованиях включает многолетние травы, кустарниковые виды ив (*Salix krylovii*, *S. alaxensis*, *S. schwerenii*, *S. glauca*), шиповник (*Rosa acicularis*), курильский чай (*Potentilla fruticosa*), таволга (*Spiraea beauverdiana*), березы тоща и Миддендорфа (*Betula exilis*, *B. middendorffii*). На нарушенных землях нередко поселяются дальневосточный эндемик чозения земляничниколистная (*Chosenia arbutifolia*), тополь душистый (*Populus suaveolens*), лиственница (*Larix cajanderi*). Успешное самозарастание наблюдается на денудированных участках с достаточным количеством мелкозема [1]. Самовосстановление почвенно-растительных комплексов (ПРК) обычно протекает в направлении формирования исходного типа растительности. Этот процесс наиболее успешно протекает, если время нарушения целостности ПРК совпадала с урожайными годами основного лесообразователя лиственницы, которые наблюдаются в регионе с интервалами один раз в 5-7 лет. Если нарушения природных комплексов имели место в неурожайные годы, обычно формируются пустоши с обедненным видовым разнообразием и низкой продуктивностью,

где сукцессионные процессы могут длиться десятилетиями при естественном восстановлении нарушенных ПРК.

Полученные данные позволяет оценить продолжительность паузы регенерации растительных группировок в 5-6 лет после снятия техногенной нагрузки. При этом в регенерационных ПРК имеется 1-2 четко выраженных доминанта, в качестве которых выступает виды, обычно не занимающие ведущих позиций в естественных растительных комплексах. Отмечены нередкие случаи заселения нарушенных участков горного рельефа типичными видами речных пойм – тополем душистым (*Populus suaveolens*) и чозенией (*Chosenia arbutifolia*). Благоприятные условия для поселения и развития данных видов на техногенных образованиях вдали от водотоков формируются благодаря активной внутригрунтовой конденсацией парообразной влаги [5]. В последующем темпы сукцессий заметно ускоряются по мере накопления мелкозема и гумуса. Глубина нарушений, низкая влажность субстрата, форма и высота техногенных образований определяют характер и темпы самовосстановления ПРК, с разной скоростью протекающих в регенерационных растительных группировках.

При значительной глубине нарушений регенерационные ПРК развиваются крайне медленно, особенно в горнотундром поясе. Полное отсутствие поселившейся растительности характерно для основных техногенных образований, образующихся при освоении рудных месторождений – карьеров и отвалов крупнообломочных пустых пород. Эти объекты, занимающие наибольшие площади в зоне деятельности горного предприятия, нуждаются в направленном восстановлении ПРК с выполнением полного цикла рекультивации, включая биологический этап.

Сравнительное изучение структурно-функциональной организации естественной и нарушенной ландшафтной среды создают основу для оптимизации технологии добычных работ в условиях многолетней мерзлоты, ускорить процессы

восстановления природной ценности нарушенных элементов ландшафта. Полученные данные обеспечивают широкий взгляд на проблему рекультивации нарушенных земель при определении направлений рекультивационных работ. Полученные результаты исследований позволяют обобщить опыт рекультивации нарушенных земель для ускоренной ликвидации нежелательных последствий освоения рудных месторождений криолитозоны в ближайшей и отдаленной перспективе.

### *Литература*

1. *Пугачев А.А., Тихменев Е.А.* Естественное восстановление горнoprомышленных ландшафтов Крайнего Северо-Востока России // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2007. – №2 (10) -с. 72-82.
2. *Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов* // Новосибирск: Наука, 1978. – 223 с.
3. *Антропогенная динамика растительного покрова Арктики и Субарктики: принципы и методы изучения* // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. 1995. – Вып.15. – 185 с.
4. *Флора и растительность Магаданской области (конспект сосудистых растений и очерк растительности)*. Магадан: ИБПС ДВО РАН, 2010. -364 с.
5. *Зинченко А.И., Панернов И.М.* Исследование теплового эффекта конденсации паров воды в отвалах песков подземной добычи // Труды ВНИИ-1. Т.37. 1977. – С. 29-36.

***Tikhmenev P.E., Smirnov A.A., Tikhmenev E.A., Stanchenko G.V.***  
**ANTHROPOGENIC DYNAMICS AND NATURAL  
RESTORATION OF DESTURBED LANDSCAPES  
OF CRIOLITOSONS NORTH-EAST RUSSIA**

*Institute of Biological Problems of the North of Far Eastern branch of RAS,  
North-Eastern State University,  
Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography.*

The results of studies of the functioning of the desturbed landscapes are summarized with the assessment of the processes of natural restoration of soil and plant complexes.

**Федорченко М.Д.<sup>1</sup>, Михайличенко К.Ю.<sup>1</sup>,  
Ушакова О.В.<sup>2</sup>, Адарченко И.А.<sup>1</sup>**

**ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ  
ОПАСНОСТИ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ  
ДЛЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ**

*Руководитель исследования Савостикова О.Н.*

*<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов*

*<sup>2</sup>Центр стратегического планирования и управления медико-  
биологическими рисками здоровью Минздрава России  
[mikhaylichenko-kyu@rudn.ru](mailto:mikhaylichenko-kyu@rudn.ru)*

В статье приведены данные по экотоксикологической оценке степени опасности разных видов противогололедных реагентов для высших растений. Оценка проводилась по специально разработанной методике с помощью экспресс-теста на семенах овса. Фитото-эффект определялся путем сравнения длин корней семян, помещенных в раствор противогололедных реагентов, и оценивался по величине эффекта торможения роста корней относительно контроля. Определен наиболее безопасный состав противогололедных реагентов.

В настоящее время во многих городах в холодный период года используют противогололедные реагенты (ПГР). Защита от скольжения достигается добавлением в ПГР поверхностно-активных веществ [1]. Однако, несмотря на несомненную пользу, антигололедные вещества оказывают как прямое, так и косвенное влияние на окружающую среду и, как следствие, на здоровье человека.

В связи с этим на базе лаборатории экологогигиенической оценки почвы и отходов ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России с 01.06.2019 по 01.08.2019 г. было проведено экспериментальное исследование воздействия разных видов ПГР на прорастание семян овса [2].

Оценка фитотоксических свойств ПГР проводилась с помощью экспресс-теста на семенах овса в соответствии с действующей методикой: МР 2.1.7.2297-07 Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности [3]. Для анализа были выбраны три вида противогололедных реагентов: ПГР 1, содержащий 80% NaCl и 20% CaCl<sub>2</sub>; ПГР 2, содержащий 72% NaCl, 17% CaCl<sub>2</sub> и 11% HCO<sub>3</sub>Na – формиата натрия; а также ПГР 3, в состав которого входят 35% хлорида натрия, 50% CaCl<sub>2</sub> и 15% HCO<sub>3</sub>Na. Из каждого образца был приготовлен раствор с концентрацией ПГР 100 г/л. В качестве контроля использовалась дистиллированная вода [4,5]. В качестве рабочих использовались растворы с различной концентрацией ПГР, полученные путем последовательного разведения исходного раствора в 10, 100, 1000 раз.

Семена проращивались на фильтровальной бумаге в чашках Петри в течение 7-ми суток в условиях темноты при температуре  $t = 25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Фитотоксический эффект оценивался по величине эффекта торможения роста корней относительно контроля (Фитоэффект, %) [2]. Для контрольной пробы, исходного раствора и всех разведений были взяты по три чашки Петри [3]. В каждую чашку помещалось по 25 сухих здоровых семян, всхожесть которых составляла не менее 95%.

Далее производились замеры длин корней пророщенных семян и расчет их средних длин в контрольных и опытных образцах в каждой повторности по формуле (1):

$$L_{\text{ср}} = \sum L_i / n, \quad (1)$$

где  $L_i$  – длина максимального корня каждого семени (мм);  $\sum$  – сумма;  $n$  – общее количество семян, взятых в опыт [4].

По полученным результатам вычислялись общие средние значения длин корней. Их значения приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Результаты средних длин корней контрольных и опытных проб

Вид ПГР	Проба	Средняя длина корней, Lср, мм			Общее среднее значение, Lсробщ, мм
		1	2	3	
ПГР1	Контрольная проба	91,19	73,64	74,35	79,70
	Исходный раствор	0,00	0,00	0,00	0,00
	Разведение R 10	21,76	11,61	13,50	15,62
	Разведение R 100	63,29	86,04	83,91	77,75
	Разведение R 1000	83,61	84,48	85,64	84,58
ПГР2	Контрольная проба	72,04	56,80	68,31	65,72
	Исходный раствор	0,00	0,00	0,00	0,00
	Разведение R 10	5,29	12,13	12,86	10,09
	Разведение R 100	76,48	67,12	69,55	71,05
	Разведение R 1000	84,13	81,83	86,52	84,16
ПГР3	Контрольная проба	79,96	80,12	75,81	78,63
	Исходный раствор	0,00	0,00	0,00	0,00
	Разведение R 10	11,79	21,25	15,08	16,04
	Разведение R 100	85,42	77,21	81,72	81,45
	Разведение R 1000	86,72	90,24	94,48	90,48

Если общая средняя длина корней семян, пророщенных в растворах больше или равна общей средней длине корней семян, пророщенных в дистиллированной воде, то неблагоприятное действие раствора ПГР отсутствует.

С помощью полученных значений общих средних длин корней рассчитывались величины эффекта торможения для каждого раствора ПГР по следующей формуле (2):

$$E_t = ((L_k - L_{op})/L_k) \times 100, \quad (2)$$

где  $E_t$  – эффект торможения (%);  $L_{op}$  – средняя длина корней в опыте (мм);  $L_k$  – средняя длина корней в контроле (мм).

По результатам расчетов был построен график зависимостей фитоэффекта от разведения ПГР (рис. 1.).

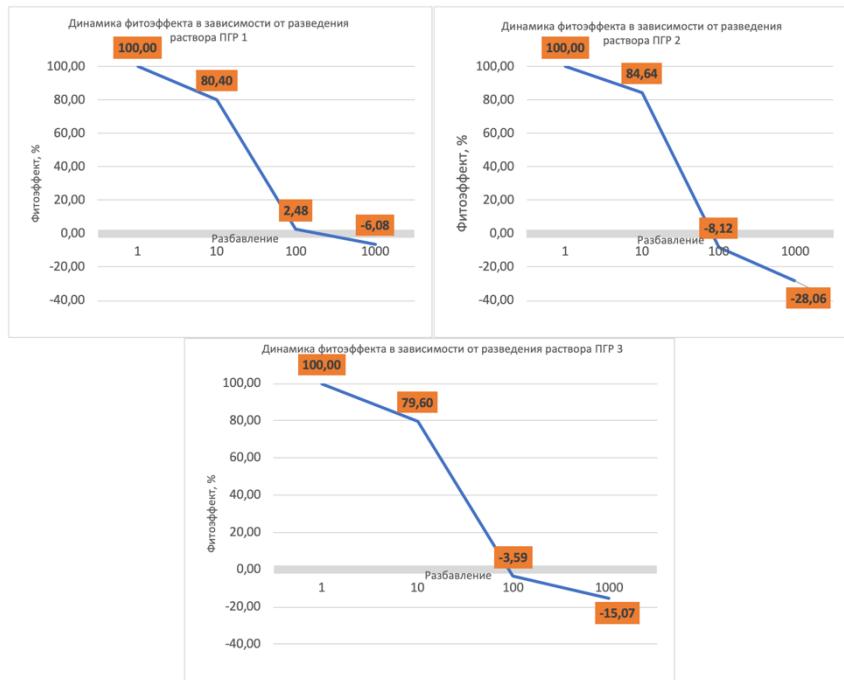


Рис. 1. Динамика фитоэффекта в зависимости от разведения раствора ПГР

Из графика видно, что полное отсутствие отрицательного фитоэффекта наблюдается лишь при разбавлении раствора ПГР более, чем в 100 раз.

Проведя регрессионный анализ графика, мы смоделировали прямолинейные зависимости между разведениями растворов ПГР и величиной токсического эффекта в виде зависимости  $LgR$  от  $Et$ . В результате были выведены уравнения регрессионной модели, на основании которых был получен коэффициент, соответствующий каждому значению фитоэффекта и регрессионный коэффициент для каждого вида ПГР. По формуле (3) были рассчитаны пороговые разведения  $LimR$  – разведения, вызывающие фитоэффект на уровне 20% (порог фитотоксичности предполагает, что разведения рас-

твора ПГР, превышающие его величину, будут безопасны для роста и развития высших растений).

$$LgR = (-m \times E_m) + b, \quad (3)$$

**Таблица 2.** Значения пороговых разведений исследуемых противогололедных реагентов

Вид ПГР	Пороговое разведение $LimR_{20}$	Пороговая концентрация $LimC_{20}$ , г/л
ПГР1	113	0,9
ПГР2	67	1,5
ПГР3	85	1,2

Следовательно, в результате проведенных исследований было выявлено, что все анализируемые образцы ПГР обладают большой фитотоксичностью. Таким образом, с целью рекомендации для безопасного использования исследованных противогололедных реагентов, следует отметить, что безопасными для прорастания семян высших растений будут разбавления исходных растворов (100 г/л) в 113 раз (0,9 г/л) для ПГР 1, в 67 раз (1,5 г/л) для ПГР 2 и в 85 раз (1,2 г/л) для ПГР 3. При всех значениях разбавления меньше указанных следует ожидать фитотоксичность [4]. Наименьшей фитотоксичностью обладает противогололедный реагент ПГР 2.

### *Литература*

1. Чудакова С.Б. Токсиколого-гигиеническая оценка степени опасности антигололедных реагентов: дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 2006. – 199 с.
2. Водянова М.А., Ушакова О.В., Донерьян Л.Г., Евсеева И.С. Проблема применения и оценки противогололедных препаратов в условиях мегаполисов // Современные проблемы науки и образования. – Пенза: Издательский Дом "Академия Естествознания", 2018. – № 5. – С. 53.

3. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности: Методические рекомендации. МР 2.1.7.2297-07. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 15 с.
4. Королев В.А., Соколов В.Н., Самарин Е.Н. Оценка экологогеологических последствий применения противогололедных реагентов в г. Москве // Инженерная геология. – М: «Наука», 2009. – № 3. – С.34-43.
5. Сбитнев А.В., Водянова М.А., Крятов И.А., Донерьян Л.Г., Евсеева И.С., Ушакова О.В., Ушаков Д.И., Матвеева И.С., Родионова О.М. Методические аспекты оценки фитотоксических свойств противогололедных реагентов // Гигиена и санитария. – М: ОАО Издательство Медицина, 2016. – 95(8). – С.773-778.

*Fedorchenko, M.D.<sup>1</sup>, Mikhaylichenko, K Yu.<sup>1</sup>,  
Ushakova, O.V.<sup>2</sup>, Adarchenko, I.A.<sup>1</sup>*

## **ECOTOXICOLOGICAL HAZARD ASSESSMENT OF DEICING CHEMICALS FOR HIGHER PLANTS**

*<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia*

*<sup>2</sup>Center of Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks of the Russian Federation*

The article presents data on ecotoxicological hazard assessment of different types of deicing chemicals for higher plants. The assessment was carried out according to a specifically developed rapid test on oats seeds. The phytoeffect was determined by comparing the lengths of the seedling roots placed in a solution of deicing chemicals and was calculated by the effect size of root growth inhibition comparing with check test. The safest composition of deicing chemicals was determined.

*Федукина В.А., Сергеева И.В.,  
Андреянова Ю.М., Мохонько Ю.М.*

## **ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ В УРБОСРЕДЕ**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, РФ  
[zay-84-84@mail.ru](mailto:zay-84-84@mail.ru)*

В ходе исследований определено состояние почвенного покрова исследуемых территориях по морфометрическим признакам кress-салата (*Lepidium sativum* L.). Фитотоксичное действие почв проявилось в ингибировании всхожести семян кress-салата и росте надземной части проростков кress-салата.

В почве накапливаются различные соединения естественного и антропогенного происхождения, обуславливающие ее загрязнение и токсичность. Определить степень токсичности почвы можно с помощью биотестирования. Для этих целей применяется биотест на фитотоксичность (фитотест), который способен адекватно реагировать на экзогенное химическое воздействие путем снижения интенсивности прорастания корней и выступать в роли индикаторов токсичности. Показателями фитотоксического действия являются уменьшение всхожести семян, длины корней, снижение скорости прорастания семян за первые 3 дня опыта [1-3]. Поэтому представляется интересным исследовать фитотоксическое действие почв на всхожесть и энергию прорастания семян кress-салата. Исследования осуществлялись на территории городов Саратов, Энгельс и поселка городского типа Татищево Саратовской области, а также на территории лесхозов «Энгельсский», «Вязовский» и природного парка «Кумысная поляна», которые считались нами «чистой площадкой» и выступали в качестве контроля. Объектом исследования являются почвы городов, испытывающие на себе различное по интенсивности воздействие авто- и железнодорожного транспорта, а также промышленное воздействие. В качестве

предмета исследования выступает и биоиндикатор загрязнения почв – кресс-салат (*Lepidium sativum* L.).

Для биотестирования почв в определенных пунктах, отбирались объединенные пробы, состоящие из 5 точечных проб с площади 5×5 м, расположенных «конвертом».

Для биотестирования почв на всхожесть семяна кресс-салата проращивали в исследуемых почвах. Семена для каждого варианта закладывали в увлажненную дистиллированной водой, свежую почву в торфяных емкостях по 100 семян в трех повторностях. Ежедневно почву в торфяных емкостях увлажняли одинаковым количеством дистиллированной водой. Всхожесть и энергия прорастания семян определялась по общепринятым методикам.

Сравнительная характеристика морфометрических признаков на разных исследуемых территориях показана на рисунках 1-6. На всех исследуемых точках можно проследить аналогичные тенденции в изменении морфометрических признаков кресс-салата (энергия прорастания, всхожесть, средние длина и вес подземной и надземной части проростков кресс-салата). Анализ полученных результатов позволил выделить самые загрязненные точки на территории:

1. г. Саратова (на расстоянии 300 м от железной дороги и автодороги Московское шоссе; в 100 м от автодороги Московского шоссе);

2. на территории г. Энгельс (в 600 м от железной дороги и автодороги Проспект Строителей; в 100 м от автодороги Проспект Строителей);

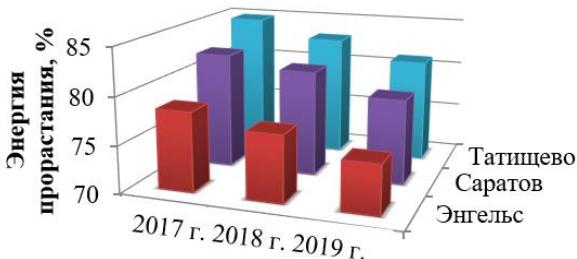
3. на территории пгт. Татищево (в 500 м от железной дороги и от автодороги Тамбов – Ртищево – Саратов Р-208; в 100 м от междугородней трассы Тамбов – Ртищево – Саратов Р-208, с высоким грузовым и автотранспортным движением).

Самыми «чистыми» точками являются:

1. на территории г. Саратова (в 100 м от железной дороги; в 1 км от автодороги Московское шоссе и железной дороги);

2. на территории г. Энгельса (в 100 м от железной дороги; в 2 км от автодороги Проспект Строителей и железной дороги);

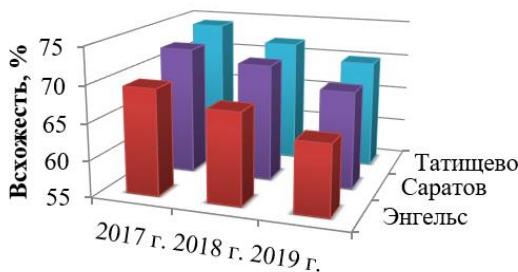
3. на территории пгт. Татищево (в 400 м от автодороги Тамбов – Ртищево – Саратов Р-208 и от железной дороги; в 600 м от железной дороги и от автодороги Тамбов – Ртищево – Саратов Р-208). На рисунке 1 видно, что высокие показатели энергии прорастания семян кресс-салата зафиксированы в пгт. Татищево, самые низкие – в г. Энгельс. С каждым годом увеличение антропогенного прессинга приводит к спаду энергии прорастания, связанный с интенсификацией автотранспорта и влиянием железнодорожного полотна.



**Рис. 1.** Средние значения показателей энергии прорастания семян кресс-салата за 2017-2019 гг.

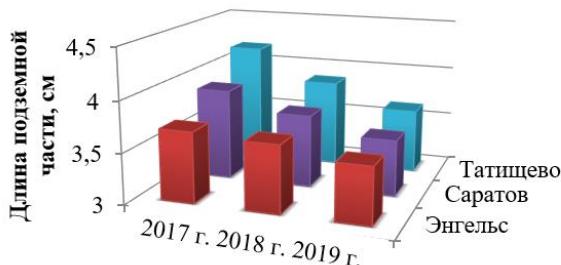
На рисунке 2 показано, что изменение значений всхожести семян кресс-салата на различных исследуемых площадках, испытывающих антропогенный прессинг различной силы, различно. Прослеживается одинаковая тенденция снижения показателей всхожести и энергии прорастания, что подтверждает усиливающуюся с каждым годом антропогенную нагрузку на исследуемых территориях городов Саратов, Энгельс и поселка городского типа Татищево.

Проведенный эксперимент показал достоверные различия с контролем в длине подземной и надземной частей кресс-салата, что говорит о фитотоксичности тестируемых почв (рис. 3, 4).



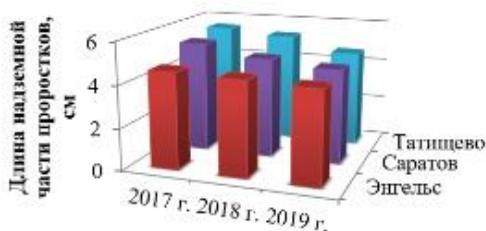
**Рис. 2.** Средние значения показателей всхожести семян кресс-салата за 2017-2019 гг.

В 2019 г. длина подземной и надземной частей значительно меньше, чем в 2017 г., что говорит об увеличении загрязнения почв исследуемых территорий.

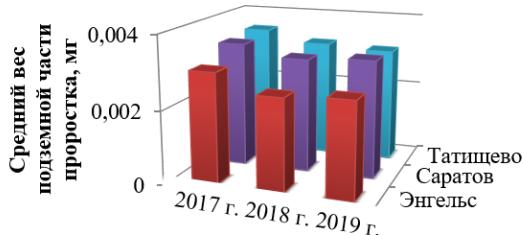


**Рис. 3.** Средние значения длины подземной части проростков кресс-салата за 2017-2019 гг.

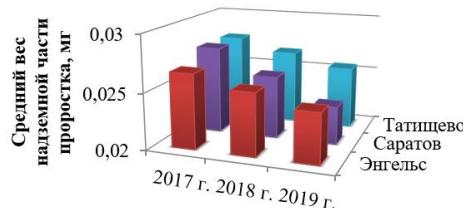
С 2017 по 2019 гг. наблюдалось увеличение антропогенного прессинга на исследуемых территориях и, следовательно, усиление ингибирования развития подземной части. Наименьшие средние значения веса наблюдаются на территории г. Энгельса, наибольшие – в пгт. Татищево (рис. 5). На рисунке 6 представлены средние значения веса надземной части кресс-салата на исследуемых территориях. В пгт. Татищево наблюдается снижение среднего веса надземной части кресс-салата, такая же тенденция снижения наблюдается в городах Саратов, Энгельс.



**Рис. 4.** Средние значения длины надземной части проростков кress-салата за 2017-2019 гг.



**Рис. 5.** Средние значения веса подземной части кress-салата за 2017-2019 гг.



**Рис. 6.** Средние значения веса надземной части кress-салата за 2017-2019 гг.

Таким образом, в ходе исследований было определено состояние почвенного покрова на исследуемых территориях по морфометрическим признакам кress-салата (*Lepidium sativum L.*). Фитотоксичное действие почв проявилось в ингибировании всхожести семян кress-салата (в среднем до 50%). Рост подземной части проростков кress-салата инги-

бировался (в среднем до 40%), рост надземной части проростков кресс-салата ингибировался (в среднем до 35%).

### *Литература*

1. *Андрянова Ю.М., Сергеева И.В., Мохонько Ю.М., Салтаева В.А., Кувшинова К.А.* Земляника – биологический маркер качества окружающей среды // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: матер. XV Всерос. науч.-практ. конф., Киров, 2017. С. 173-177.
2. *Андрянова Ю.М., Сергеева И.В., Мохонько Ю.М., Гришина А.А., Носкова Ю.С.* Биологический контроль качества окружающей среды Саратовской области // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: матер. XVI Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2018. С. 109-113.
3. *Андрянова Ю.М., Сергеева И.В., Мохонько Ю.М., Дружкина Т.А., Гусакова Н.Н.* Определение качества городских биоценозов на основе содержания фенольных соединений в листьях древесных культур // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: матер. XVII Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2019. С. 132-136.

***Fedukina V.A., Sergeeva I.V., Andriyanova Yu.M., Mokhonko Yu.M.***  
**ASSESSMENT OF SOIL PHYTOTOXICITY IN THE URBAN**  
**ENVIRONMENT**

*Saratov State Agrarian University Named After N.I. Vavilov*  
*Russian Federation, 410012, Saratov, Teatralnaya Sq., 1*

In the course of research, the state of the soil cover of the studied territories was determined by morphometric characteristics of watercress (*Lepidium sativum* L.). The phytotoxic effect of soils was manifested in inhibiting the germination of cress seeds and the growth of the above-ground part of cress seedlings.

**Храпунова Е.М.**  
**ПРИЧИНЫ РЕДКОСТИ СЕМЕЙСТВА ORCHIDACEAE**

Государственный Университет «Дубна»  
[OrchidBlack@mail.ru](mailto:OrchidBlack@mail.ru)

В статье рассмотрены причины редкости семейства Orchidaceae в целом, и на территории России в частности, даны рекомендации по охране.

Семейство *Orchidaceae* одно из крупнейших среди цветковых растений. Оно насчитывает около 25 000 видов и по объему уступает только сложноцветным, это древнее семейство, появившееся в позднемеловую эпоху. Многие орхидные – редкие и исчезающие растения, которые требуют охраны [1].

Орхидные распространены на всех континентах, кроме Антарктиды, но большинство видов приурочено к тропической и субтропической зонам. Флоры стран умеренного климата насчитывают обычно около 50–100 представителей данного семейства, в России встречается около 120 видов. Однако, виды семейства орхидных 60% видов, обитающих в России, внесены в Красную представляют собой один из наиболее уязвимых компонентов природных экосистем. Около книги РФ. До 100% орхидной флоры охраняется в некоторых регионах нашей страны [1, 2].

Причины редкости семейства *Orchidaceae*:

Причина 1. Узкая экологическая амплитуда (экологическая ниша). Большинство орхидных произрастают в строго определенных условиях влажности, освещенности, химического и механического состава почвы, зачастую предпочитают низкую конкуренцию со стороны окружающих растений. Это основная причина того, почему многие орхидные являются редкими по естественным причинам [1].

Причина 2. Микотрофия или Орхидная микориза. Характерна только для растений семейства Орхидные – развитие

их проростков в природе зависит от контакта с микоризообразующими грибами, а большинство видов сохраняют симбиотические взаимоотношения с почвенной микофлорой в течение всей жизни. Орхидные, лишенные зеленых листьев и не фотосинтезирующие, целиком зависят от питательных веществ, поставляемых грибом. Существование орхидных в большой степени зависит и от наличия условий, благоприятных для микоризообразующих грибов, что сужает экологическую нишу, подходящую для этих растений. Особенно это касается наземных форм, какими являются все орхидеи России [2].

Причина 3. Особенности онтогенеза. Орхидные являются растениями с длительным жизненным циклом. Проросток, появляющийся у орхидных при прорастании семени, представляет собой протокорм – структуру, ведущую подземное существование и питающуюся исключительно микотрофно. Длительность развития орхидных на этой стадии варьирует от нескольких месяцев до нескольких лет, а появление надземного побега у наземных орхидных наблюдается через 2–4 года после прорастания или даже более. Не менее длительное развитие требуется для достижения генеративного (взрослого) состояния. У большинства отечественных видов первое цветение происходит на 5–15 году жизни. Например, Пальчатокоренник пятнистый зацветает не ранее чем на 6 — 8-й год после прорастания [4].

По-видимому, длительный онтогенез не позволяет популяциям орхидных быстро адаптироваться к изменениям условий, хотя кратковременное негативное воздействие многие из них могут переносить, переходя на несколько лет в состояние вторичного покоя [1].

Причина 4. Энтомофилия. В отношении насекомоопыления орхидные достигли высочайшего уровня специализации. Привлечение опылителей цветками орхидных осуществляется как за счет ароматических веществ, так и обманным путем. Цветки этих растений имитируют самку осы, и процесс

опыления осуществляется самцами ос того же строго определенного вида. Механизмы опыления многих орхидных возникли в ходе длительной сопряженной эволюции растений и их опылителей. Поэтому снижение численности насекомых-опылителей неизбежно вызывает и снижение численности опыляемых ими растений. [2].

Причина 5. Декоративные свойства. Многие красивоцветущие орхидные собирают в природе с целью дальнейшего выращивания в культуре. Во многих странах, и России в т. ч., можно оформить заказ на исчезающие природные виды, включая многие из тех, которые внесены в I приложение конвенции SITES, то есть запрещенные к перевозке через границу. В зоне умеренного климата, где орхидные менее многочисленны, они аналогичным образом страдают из-за своей широкой известности и высоких декоративных качеств [1].

Причина 6. Уничтожение мест обитания. Перечисленные выше особенности орхидных делают их наиболее хрупким компонентом растительных сообществ, определяя особенно высокий процент вымирающих видов именно в этом семействе.

Но главной причиной сокращения численности этих уникальных растений является исчезновение подходящих мест обитаний. Лесные орхидные России, в частности, исчезают из-за сведения старовозрастных массивов леса, а луговые и лугово-опушечные виды – из-за изменения традиционного режима землепользования [2].

Например, в Дубне, за 2018-2019 г. было уничтожено несколько местообитаний орхидных в связи с хозяйственной деятельностью человека (прокладка трубопровода и других сетей), среди них популяция *Listera ovata* и популяция *Dactylorhiza incarnata*, возможно единственные на территории города.

Имеются также данные о негативном влиянии климатических изменений на популяции орхидных. Так, потепление

климата вызывает сдвиг и сужение границ ареалов видов, а в южных районах, кроме того, приводит к иссушению, частым пожарам [1].

Например, в г. Дубна до 2010 года отмечалась довольно крупная популяция очень редкой орхидеи – Хамарбии болотной, которая насчитывала до 85 особей [3].

Однако после засухи 2010 года, численность этой популяции постоянно уменьшается. В 2017 отмечена лишь одна генеративная особь в той же точке. В 2018 г. не отмечено ни одной.

Существуют также особые факторы, становящиеся актуальными при снижении численности особей в популяциях ниже критических значений. К таким факторам относится генетическое обеднение популяции, ведущее к инбредной депрессии и потенциально способное вызвать снижение способности к адаптации и ускорение процессов вымирания. Кроме того, при малой численности особей в популяциях снижается и эффективность опыления – из-за повышения вероятности выноса пыльцы за пределы популяции [2].

**Заключение.** Одной из первостепенных задач современного общества является сохранение биоразнообразия. Семейство *Orchidaceae* в этом свете заслуживает особого внимания, поскольку многие его представители находятся под угрозой исчезновения, в связи с усилением антропогенного воздействия на среду, а также по причине особенностей их экологии.

В отсутствии закона об охране растительного мира для того, чтобы осуществлялась охрана видов, занесенных в Красную книгу, необходима реализация конкретных мероприятий, способствующих этому. Это, например, разработка нормативных правовых актов, устанавливающих ответственность за действия, приводящие к гибели видов, занесенных в Красную книгу, к сокращению их численности или нарушению среды обитания, пропаганда недопустимости собирать

редкие растения на букеты, поиск и защита новых местона-  
хождений, организация ООПТ и т.д. [1].

### *Литература*

1. *Вахрамеева М.Г., Варлыгина Т.И., Татаренко И.В.* Орхидные России (биология, экология и охрана). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 475 с.
2. *Ефимов П.Г.* Сохранение орхидных (*Orchidaceae juss.*) как одна из задач охраны биоразнообразия. // Биосфера. Санкт-Петербург: 2010, Т. 2, № 1. – С. 50–58.
3. *Жмылев П.Ю., Карпухина Е.А., Веряскина Е.В., Теребова А.С.* *Hammarbya paludosa* (L.) O.Kuntze (*orchidaceae*): новое местона-  
хождение редкого вида в московской области // Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. М., 2013, №2. – С. 19–25.
4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: КМК, 2008б. – 855 с.

*E. M. Khrapunova*  
**ORCHIDS OF DUBNA**

*Dubna State University*

The article discusses the reasons for the rarity of the *Orchidaceae* family in General, and in Russia in particular, recommendations for protection are given.

**Цховребова А.И., Козашвили М.В., Гассиева И.Т.  
ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАННИХ СТАДИЙ  
ЭМБРИОГЕНЕЗА ЖАБЫ ЗЕЛЕНОЙ (*BUFO VIRIDIS*)**

*ФГБУ ВО Северо-Осетинский государственный университет им.  
К.Л. Хетагурова*

В работе изучено изменчивость морфометрических параметров зародышей и личинок жабы зеленой (*Bufo viridis Laurenti*) с различными фенотипами.

Воздействие экологических факторов среды, которые выходят за пределы выносливости сказываются отрицательно на морфологические показатели личинок амфибий. Однако необходимо отметить, что морфологическая изменчивость эмбриологических структур происходит и в естественных относительно стабильных не меняющихся условиях среды. То есть, изменчивость эмбриологических структур говорит о фенотипической дисперсии, которая обусловлена окружающей средой, генотипом и их взаимодействием.

Из литературных данных известно, что в ранних периодах эмбрионального развития изменчивость признаков минимальна и постепенно нарастает к его концу. По данным Суле [1] у взрослого организма вариабельность признаков гораздо выше вариабельности признаков в начале формирования биологических структур, так как «совершенная» программа развития сталкивается с несовершенством реального мира.

По другим литературным источникам известно, что изменчивость наиболее максимальна на ранних этапах развития и снижается по мере ее завершения, то есть происходит канализация морфологических признаков [2,3].

Ранние исследования в лаборатории кладок жабы зеленой показали фенотипическую изменчивость уже на стадии зиготы. В одной кладке сибы отличались по цвету, одни имели коричневый, а другие болотный фенотип.

Цель работы - изучить изменчивость эмбриогенеза и пост-эмбриогенеза жабы зеленой с разными фенотипами.

Материалом для исследований послужила кладка икры жабы зеленой отложенная в луже в окрестностях города Владикавказ в 2018 году. На стадии зиготы кладка была доставлена в лабораторию. Для характеристики морфометрической изменчивости эмбриологических структур личинок жабы зеленой по фенотипу был поставлен эксперимент.

Зародышей жабы зеленой на стадии зиготы отделили по фенотипу (цвету): коричневые и болотные и поместили в аквариум с отстоянной водопроводной водой, где они развивались до выхода из яйцевых оболочек. После выхода из яйцевых оболочек личинок фиксировали и измеряли параметры тела. Полученные данные обработали с помощью статистической программы.

Распределение частот встречаемости исследуемых параметров у личинок с коричневым и болотным фенотипами не отличаются от статистически нормального распределения, поэтому для сравнения использовали параметрические критерии: критерий Стьюдента и критерий Фишера.

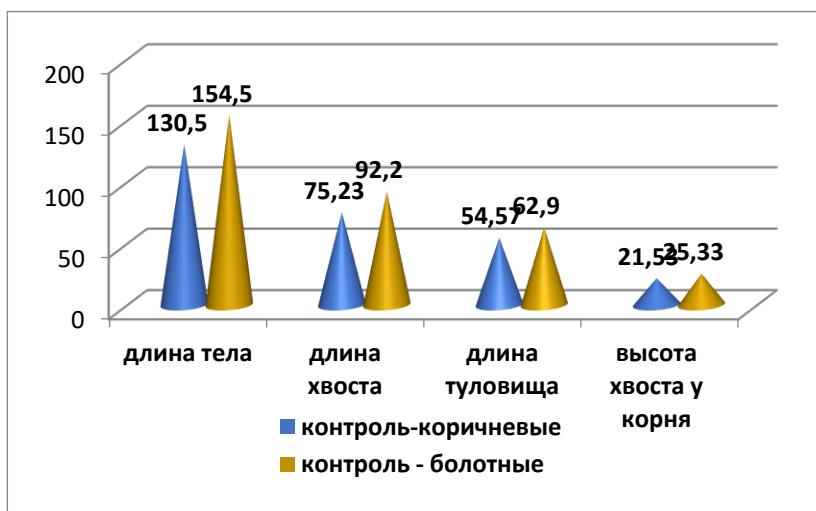
По критерию Стьюдента сравнительный анализ средних величин показал отличия между анализируемыми группами. Так все сравниваемые параметры у коричневых головастиков стали меньше по сравнению с болотными личинками (табл. 1 рис.1).

По критерию Фишера дисперсионный анализ показал различия между распределениями исследуемых параметров личинок с коричневым и болотным фенотипами (табл. 1).

В результате эксперимента в экспериментальных группах погибли 3 (10%) болотных головастиков и 5 (16 %) коричневых головастиков.

**Таблица 1** Сравнения морфологических параметров личинок жабы зеленой с болотным и коричневым фенотипами

Сравниваемые параметры	Критерий Стьюдента	Критерий Фишера
Длина тела	$t=6,4, P<0,001$	$F=0,24, P<0,001$
Длина хвоста	$t=7,3, P<0,001$	$F=0,26, P<0,001$
Длина туловища	$t=5,1, P<0,001$	$F=0,2, P<0,001$
Высота хвоста у корня	$t=5,7, P<0,001$	$F=0,53, P<0,001$



**Рис. 1.** Сравнение средних величин анализируемых параметров у личинок жабы зеленой

Таким образом, личинки жабы зеленой с коричневым фенотипом достоверно стали меньше, чем головастики с болотным фенотипом. Дисперсионный анализ так же показал отличия между распределением признаков личинок сравниваемых групп. Можно предположить, что зародыши и личинки, которые имели коричневый фенотип, более изменчивы, чем

личинки, которые имели болотный фенотип. Таким образом, в эмбриогенезе наблюдается как фенотипическая изменчивость, так и морфологическая изменчивость параметров личинок жабы зеленой.

### *Литература*

1. Суле М. Аллометрическая изменчивость теория и следствие // Журнал Общей Биологии. 1984. т. XLV, вып. 1. С. 16-26
2. Скобеева В.А. Изменчивость количественно-морфологических признаков гастроуляции амфибий и ее морфогенетическое значение: автореф. дис. канд. биол. наук. Москва, 2011.
3. Цховребова А.И. Калабеков А.Л., Черчесова С.К. Изменчивость сибсов эмбрионов малоазиатской лягушки из одной клади // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2017. Т. 22. № 5-1. С. 1035-1038.

*Tskhovrebov A. I., Kosashvili M. V., Gassieva I. T.*  
**THE VARIABILITY OF EARLY STAGES  
OF EMBRYOGENESIS OF THE GREEN TOAD  
(*BUFO VIRIDIS LAURENTI, 1768*)**

*North Ossetian state University. K. L. Khetagurova*

The paper studies the variability of morphometric parameters of green toad (*Bufo viridis* Laurenti) embryos and larvae with different phenotypes.

**Чаплыгин В.А., Манджисеева С.С., Минкина Т.М.,**

**Черникова Н.П., Коркин Г.О.**

**НАКОПЛЕНИЕ ЦИНКА И КАДМИЯ В РАЗНЫХ  
ЧАСТЯХ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА  
АСТРОВЫЕ И ПШЕНИЦЫ**

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*  
[msaglara@mail.ru](mailto:msaglara@mail.ru)

Изучено содержание Zn и Cd в пшенице мягкой (*Triticum aestivum*), а также дикорастущих травянистых растениях семейства

Астровые импактной зоны. Рассмотрен характер накопления и распределения металлов в различных частях растений. Отмечена большая аккумуляция элементов в дикорастущих травянистых растениях по сравнению с сельскохозяйственными культурами.

Установлено загрязнение пшеницы Cd.

Избыточное накопление тяжелых металлов (ТМ) в растениеводческой продукции, которая используется для кормовых и продовольственных целей, представляет серьезную угрозу здоровью человека и животных [1]. В связи с этим территории, подверженные многолетнему техногенному загрязнению, являются важными объектами для исследований, направленных на изучение распределения микроэлементов в растительных сообществах [2].

Исследование аккумуляции ТМ растениями является одним из самых важных и, в то же время, самых сложных аспектов экологического мониторинга. Для разных видов растений характерно селективное поглощение определенных элементов из почвы, локализация ТМ в различных органах и специфические механизмы устойчивости к техногенному загрязнению. Селективность аккумуляции ТМ растениями в зависимости от уровня техногенной нагрузки и видовой принадлежности растения во многом обусловлена действием биологических барьеров [3].

Аккумуляция ТМ в растениях особенно актуальна в аграрных регионах, к числу которых относится и Ростовская

область. Промышленные предприятия нередко тесно соседствуют с сельскохозяйственными угодьями, что создает риски для здоровья жителей региона. Именно в таких условиях изучение поступления ТМ в растения имеет наибольшую важность, давая возможность прогнозировать последствия техногенного загрязнения окружающей среды.

Целью работы является анализ накопления цинка (Zn) и кадмия (Cd) различными органами пшеницы мягкой и дикорастущими растениями семейства Астровые.

Площадки мониторинга № 1 - 4 расположены на расстоянии от 1,6 до 2,2 км в различных направлениях от филиала ОГК-2 «Новочеркасская» ГРЭС (НЧГРЭС), крупнейшего в Ростовской области предприятия топливо-энергетического комплекса. Изучены наиболее распространенные виды дикорастущих травянистых растений в районе исследований представители семейства Астровые (*Asteraceae*): амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Pall. ex. Wild) и тысячелистник благородный (*Achillea nobilis* L.). Для исследования пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*) на сельхозугодиях, прилегающих к площадкам мониторинга № 1, 2, 3, 4, были заложены дополнительные площадки № 1а, 2а, 3а, 4а. Растения отбирались ежегодно в первой декаде июля 2015-2019 гг. в фазу полной спелости озимой пшеницы, а также массового цветения многочисленных представителей степного разнотравья.

В образцах растений и почв определялись Zn и Cd, присутствующие в выбросах НЧГРЭС [4]. Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85 с последующим определением на атомно-абсорбционном спектрофотометре (Квант 2-АТ, Кортек, Россия). Все исследования были выполнены в 3-х кратной повторности.

Установлено превышение максимально допустимой концентрации (МДУ) для кормовых трав, в соломе пшеницы отмечается для Cd на площадках № 1а и № 2а (2,2-5,3 раза)

(табл. 1). Пшеница аккумулирует изучаемые элементы преимущественно в своей корневой системе. *Artemisia austriaca* характеризуется накоплением Zn и Cd в надземной части (табл. 1). Для этого вида растения установлено превышение МДУ по Zn в 1,8 раза на площадке № 4 и по Cd на площадках № 1 и № 4 (в 2,4 и 1,1 раза соответственно). Для *Achillea nobilis* отмечается загрязнение Cd на площадках мониторинга № 1 и № 2, составляющее 1,5-3,3 МДУ. Также установлено превышение МДУ для Zn в 1,9 раза на площадке № 4. Тысячелистник аккумулирует Cd преимущественно в корневой системе (табл. 1). Растения *Ambrosia artemisiifolia* загрязнены Zn на площадках № 1, № 4 (2,4 и 1,4 МДУ), а Cd на площадке № 1 (2, 4 МДУ). Для данного вида характерна преимущественная аккумуляция Zn и Cd в надземной массе (табл. 1).

Сравнительный анализ изучаемых видов травянистых растений показал, что для пшеницы и тысячелистника отмечается накопление основной части рассматриваемых ТМ в корневой системе. В дикорастущих растениях Zn накапливается преимущественно в надземной части. Распределение других металлов по органам растений не имеет общих тенденций и является более видоспецифичным. Амброзия характеризуется наибольшим содержанием Zn в надземной части, по сравнению с другими изучаемыми растениями. Тысячелистник аккумулирует больше Cd.

Площадки мониторинга № 1 и № 2, а также смежные с ними № 1а и № 2а являются самыми загрязненными ТМ участками. Это связано сразу с двумя факторами: во-первых, более близким расположением данных площадок к источнику техногенной нагрузки, а во-вторых, нахождением на направлении преобладающих в данном регионе юго-юго-восточных ветров.

**Таблица 1.** Содержание тяжелых металлов в надземной части и корнях растений на площадках мониторинга, мг/кг

№ пло- щадки	Растение	Zn		Cd	
		Надземная часть	Корни	Надземная часть	Корни
1a (1,6 C3)	<i>Triticum aestivum</i>	24±2	46±4	<b>1,60±0,12</b>	1,80±0,05
1 (1,6 C3)	<i>Artemisia austriaca</i>	51±5	118±9	<b>0,73±0,07</b>	2,00±0,06
	<i>Achillea nobilis</i>	19±3	109±10	<b>1,00±0,08</b>	2,12±0,07
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<b>122±13</b>	98±9	<b>0,73±0,08</b>	1,26±0,12
2a (1,5 C)	<i>Triticum aestivum</i>	14±1	30±1	<b>0,53±0,04</b>	0,70±0,09
2 (1,5 C)	<i>Artemisia austriaca</i>	28±3	20±1	0,18±0,01	0,13±0,02
	<i>Achillea nobilis</i>	48±6	42±3	<b>0,44±0,04</b>	0,13±0,02
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	40±4	35±3	0,24±0,02	0,08±0,01
3a (2,2 ЮВ)	<i>Triticum aestivum</i>	8±1	7±1	0,31±0,02	0,44±0,03
3 (2,2 ЮВ)	<i>Artemisia austriaca</i>	11±1	8±1	0,21±0,02	0,15±0,01
	<i>Achillea nobilis</i>	37±3	24±2	0,11±0,01	0,18±0,02
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	20±2	18±2	0,19±0,02	0,10±0,01
4a (2,1 B)	<i>Triticum aestivum</i>	7±1	20±1	0,16±0,02	0,09±0,01
4 (2,1 B)	<i>Artemisia austriaca</i>	<b>90±11</b>	7±1	<b>0,34±0,04</b>	0,15±0,02
	<i>Achillea nobilis</i>	<b>93±10</b>	34±3	0,12±0,01	0,16±0,02
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<b>72±6</b>	18±1	0,17±0,02	0,05±0,01
МДУ [5]		50	-	0,30	-

Таким образом, установлено для рассмотренных дикорастущих травянистых растений более высокое содержание Zn и Cd в надземной части по сравнению с сельскохозяйственной культурой.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента, № МК-2818.2019.5

### *Литература*

1. *Roy M., McDonald L. M.* Metal uptake in plants and health risk assessments in metal-contaminated smelter soils //Land Degradation & Development. – 2015. – Т. 26. – №. 8. – С. 785-792.
2. *Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Chaplygin V.A., Nazarenko O.G., Maksimov A.Y., Zamulina I.V., Burachevskaya M.V., Sushkova S.N.* Accumulation of heavy metals by forb steppe vegetation according to long-term monitoring data //Arid Ecosystems. – 2018. – Т. 8. – №. 3. – С. 190-202.
3. *Kabata-Pendias A.* Trace elements in soils and plants. – NW: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2011 – 4th ed. – 505 p.
4. *Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Motuzova G.V., Chaplygin V.A., Suchkova S.N., Fedorov Yu.A., Kolesnikov S.I., Bauer T.V.* Accumulation and distribution of heavy metals in plants within the technogenesis zone // Environmental Engineering and Management Journal. - 2014. - V. 13. - No. 5. - P. 1307-1315.
5. Provisional maximum permissible levels (MPL) for some chemical elements and gossypol in forage for farm animals and feed additives. - 1987. - Moscow. (in Russian)

*Chaplygin V.A., Mandzhieva S.S., Minkina T.M.,  
Chernikova N.P., Korkin G.O.*

## **ACCUMULATION OF ZINC AND CADMIUM IN DIFFERENT PARTS OF WILD PLANTS OF THE ASTERACEAE FAMILY AND WHEAT**

*Southern Federal University, Rostov-on-Don*

The content of Zn and Cd in *Triticum aestivum*, as well as in wild grassy plants of the Asteraceae family of the impact zone, was studied. The regularities of the metals accumulation and distribution in various parts of plants is considered. A large accumulation of elements in wild herbaceous plants was noted compared with agricultural crops. The pollution of wheat Cd was established.

*Черепенина Д.А.<sup>1,2,3</sup>, Мучник Е.Э.<sup>1</sup>*

## **ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЛИХЕНОБИОТЕ ПАРКА МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «ГОРКИ ЛЕНИНСКИЕ»**

*<sup>1</sup>Институт Лесоведения РАН, с. Успенское, Московская обл.*

*<sup>2</sup>Главный ботанический сад им. Цицина РАН, Москва*

*<sup>3</sup>Российский университет дружбы народов, Москва*

*[diana0075@mail.ru](mailto:diana0075@mail.ru)*

В статье представлены результаты лихенологических исследований, проведённых впервые в парке музея-заповедника «Горки Ленинские» (Ленинский городской округ Московской области). На данный момент обнаружено 58 видов лишайников и близких к ним нелихенизированных грибов из 32 родов, включённых в 18 семейств

Парки музеев-заповедников (музеев-усадеб) уникальные «островки» для сохранения биоразнообразия естественной зональной биоты, в том числе и лихенобиоты [1, 2], так как в силу особого статуса этих объектов они могут быть приравнены по режиму охраны к особо охраняемым природным территориям [3].

Лишайники парков музеев-заповедников нередко становились объектами исследований в Центральной России [3–6]. Однако, парки музеев-заповедников Московского региона (г. Москва и Московская область) фактически не исследовались с лихенологической точки зрения. Из 20 усадебных парков, расположенных в 14 музеях-заповедниках, в настоящее время более или менее полно изучены «Абрамцево», «Вязёмы», «Захарово» и «Остафьево» [7], имеются также фрагментарные сведения о лихенобиоте «Царицыно», «Коломенское» и «Лефортово» [3].

Государственный исторический музей-заповедник «Горки Ленинские» находится в одноимённом посёлке Ленинского городского округа Московской области. Обследованная территория расположена в подзоне хвойно-широколиственных лесов Русской равнины в пределах умеренно-

континентального климатического пояса [8]. Усадебные постройки окружены старинным регулярным парком, разбитым в XIX веке [9]. Общая площадь музея-заповедника составляет 224,3 га [10]. В парке сохранились липовые аллеи, липовая роща, берёзовая аллея, фруктовый сад, а также старовозрастные экземпляры дуба (*Quercus robur* L.), вяза (*Ulmus laevis* Pall.), клёна (*Acer platanoides* L.), липы (*Tilia cordata* Mill.) и ивы белой (*Salix alba* L.); возраст некоторых деревьев превышает 200 и 300 лет [9].

Полевые исследования проводились в парке музея-заповедника «Горки Ленинские» летом и осенью 2019 года. Сбор и камеральная обработка материалов осуществлялись с использованием общепринятых лихенологических методик [11]. Объём семейств принял согласно R. Lücking et al. [12]. Использована номенклатура постоянно обновляемого ресурса [13].

В результате проведённых исследований выявлено 58 видов лишайников и близких к ним нелихенизованных грибов из 32 родов, включённых в 18 семейств (табл.).

Из интересных находок стоит отметить *Physconia perisidiosa*, которая является индикатором биологически ценных лесных и парковых сообществ [14], а также эпилитные виды лишайников, например, *Acarospora moenium*, *Bacidina egenula*, *Lecidella patavina*, *Myriolecis crenulata*, *Rusavskia elegans*, *Verrucaria muralis*, редкие для парковых сообществ в силу отсутствия подходящего субстрата. Наиболее обычные и часто встречающиеся виды, составляющие часть «ядра парковой лихенобиоты»: *Candelariella efflorescens*, *Hypogymnia physodes*, *Lecania fuscella*, *Lecanora symmicta*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physcia aipolia*, *Physconia enteroxantha*, *Xanthoria parietina*.

**Таблица 1.** Таксономический состав лихенобиоты парка музея-заповедника «Горки Ленинские»

Семейство	Число родов/видов	Род	Число видов
Acarosporaceae	1/1	<i>Acarospora</i>	1
Arthoniaceae	1/1	<i>Arthonia</i>	1
Caliciaceae	1/1	<i>Amandinea</i>	1
Candelariaceae	1/4	<i>Candelariella</i>	4
Catillariaceae	1/1	<i>Catillaria</i>	1
Cladoniaceae	1/3	<i>Cladonia</i>	3
Lecanoraceae	3/10	<i>Lecanora</i>	5
		<i>Lecidella</i>	1
		<i>Myriolecis</i>	4
Monoblastiaceae	1/1	<i>Anisomeridium</i>	1
Naetrocymbaceae	1/1	+ <i>Leptorraphis</i>	1
Parmeliaceae	5/5	<i>Evernia</i>	1
		<i>Hypogymnia</i>	1
		<i>Melanelia</i>	1
		<i>Melanohalea</i>	1
		<i>Parmelia</i>	1
Physciaceae	4/14	<i>Phaeophyscia</i>	2
		<i>Physcia</i>	6
		<i>Physconia</i>	4
		<i>Rinodina</i>	2
Ramalinaceae	2/4	<i>Bacidina</i>	1
		<i>Lecania</i>	3
Scoliciosporaceae	1/1	<i>Scoliciosporum</i>	1
Stereocaulaceae	1/2	<i>Lepraria</i>	2
Strangosporaceae	1/1	<i>Strangospora</i>	1
Teloschistaceae	5/6	<i>Athallia</i>	2
		<i>Caloplaca</i>	1
		<i>Polycauliona</i>	1
		<i>Rusavskia</i>	1
		<i>Xanthoria</i>	1
Trapeliaceae	1/1	<i>Placynthiella</i>	1
Verrucariaceae	1/1	<i>Verrucaria</i>	1
Итого: 18		32	58

Примечание: «+» – близкие к лишайникам нeliхенизированные грибы

### *Литература*

1. *Малышева Н.В.* Лишайники исторических садов и парков Санкт-Петербурга (основанных в XVIII начале XX века) // Ботанический журнал. 1997. Т. 82, № 7. С. 56–67.
2. *Лихачёва О.В.* Лишайники усадебных парков Псковской области: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Псков, 2010. 23 с.
3. *Мучник Е.Э.* Роль музеев-заповедников Центральной России в сохранении разнообразия региональной лихенобиоты // Музей-заповедник: Экология и культура. Материалы шестой Международной научно-практической конференции. Ростов н/Д: Книга, 2015. С. 160–164.
4. *Малышева Н.В.* Лишайники городов Ивановской области // Ботанический журнал. 1999. Т. 84, № 2. С. 59–67.
5. *Гудовичева А.В.* Материалы к лихенофлоре музея-заповедника «Ясная Поляна» // Биологическое разнообразие Тульского края на рубеже веков: сборник научных трудов. Тула, 2001. Вып. 1. С. 3–6.
6. *Мучник Е.Э.* Первые сведения об эпифитных лишайниках парка музея-заповедника «Спасское-Лутовиново» (Орловская область, Центральная Россия) // Учёные записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. 2014. № 6 (62). С. 71–74.
7. *Черепенина Д.А., Мучник Е.Э.* Лихенологические исследования в парках музеев-заповедников Московского региона: некоторые результаты и перспективы // Проблемы ботаники: история и современность. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2020. С. 377–381.
8. *Колосова Н.Н., Чурилова Е.А.* Атлас. Московская область /ред. Е.К. Хляпова. М.: Изд-во «Просвещение», 2004. 48 с.
9. Парк музея / Музей-заповедник «Горки Ленинские» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mgorki.ru/2017-08-23-11-36-05/museums/9-museum-park> (дата обращения: 20.02.2020).
10. Из глубины веков / Музей-заповедник «Горки Ленинские» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mgorki.ru/history/from-time-immemorial> (дата обращения: 20.02.2020).

11. Степанчикова И.С., Гагарина Л.В. Сбор, определение и хранение лихенологических коллекций. Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников / отв. ред. М.П. Андреев, Д.Е. Гимельбрант. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. С. 204–219.
12. Lücking R., Hodgkinson B.P., Leavitt S.D. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota. Approaching one thousand genera. *The Bryologist*. 2016. V. 119. P. 361–416.
13. Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. 2011. Version 29, April 2011. Available at: <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (accessed 20.02.2020).
14. Мучник Е.Э. Лишайники как индикаторы состояния лесных экосистем центра европейской России. *Лесотехнический журнал*. 2015. Т. 5, №3 (19). С. 65–76.

*Cherepenina D.A.<sup>1,2,3</sup>, Muchnik E.E.<sup>1</sup>*  
**FIRST DATA ABOUT LICHEN BIOTA OF PARK  
OF THE MUSEUM-RESERVE "GORKI LENINSKIYE"**

<sup>1</sup>*Institute of Forest Science RAS, Moscow region*

<sup>2</sup>*Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow*

<sup>3</sup>*Peoples' Friendship University of Russia, Moscow*

The results of lichenological research conducted for the first time in the park of the museum-reserve "Gorki Leninskiye" (Leninsky urban district of the Moscow Oblast) are presented. At the moment 58 species lichens and allied non-lichenized fungi from 32 genera included in 18 families were found

**Черчесова С.К., Якимов А.В.,  
Хазеева Л.А., Корноухова И.И.,  
ГИДРОФАУНА РЕКИ КАМБИЛЕЕВКА  
(БАССЕЙН РЕКИ ТЕРЕК)**

*Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л.  
Хетагурова*

В работе приводятся сведения по видовому составу и гидрологии реки Камбилиевка.

Сообщества донных организмов водотоков, протекающих на северных склонах Центрального Кавказа представлены автохтонными литореофильными видами, в частности, преимагинальными стадиями развития амфибионтных организмов (веснянки, ручейники, двукрылые, поденки, жестокрылые, полужестокрылые и др.).

Сформированные в конкретных экологических условиях, включающих комплекс абиотических и биотических факторов, донные сообщества гидробиоценозов Кавказа зачастую являются единственными надежными показателями состояния последних. Река Камбилиевка считается одной из наиболее загрязненных рек бассейна р. Терек [1,2]. В связи с этим изучение таксономического состава и количественных параметров (плотность и биомасса) фаунистических групп в составе зообентоса лежат в основе биомониторинга пресноводной гидрофауны, позволяющего оценить степень экологического состояния поверхностных водотоков, в частности, р. Камбилиевка.

Цель работы – изучение видового состава, экологии и распространения гидробионтов в реке Камбилиевка.

Истоки реки Камбилиевка на северо-восточном склоне горы Столовая на высоте 2990 м [3], общая протяженность реки составляет 103 км. Материал собирался экспедиционно в весенне-летний период, ряд сборов осуществлялся осенью. Собрано и проанализировано более 5000 тысяч экземпляров

представителей гидрофауны, собранных в 2015–2019гг. При определении видового состава пользовались справочные пособия [4,5]. Всего в бассейне р. Камбилиевка установлено 7 станций и взято 128 проб, позволивших собрать объективные данные видового состава, его динамики и распределения в пределах исследуемого бассейна, проанализировать изменения структуры литореофильных сообществ.

Собранный гидробиологический материал объединен в 2 класса, 5 отрядов, 15 семейств, 16 родов и 28 видов. Соотношение отрядов в составе зообентоса представлено на рис. 2.

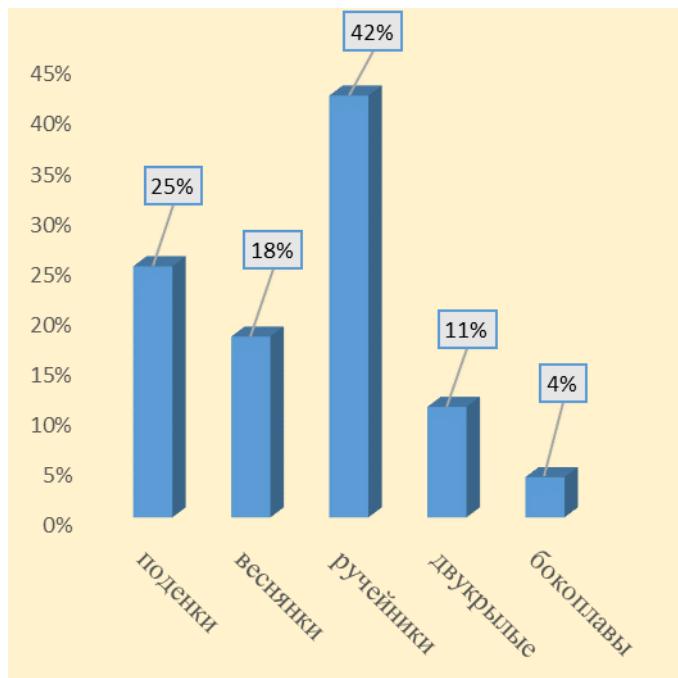


Рис. 2. Соотношение отрядов в составе зообентоса реки Камбилиевка

Как видно из диаграммы доминируют в сборах ручейники (Trichoptera), поденки (Ephemeroptera) составляют 25%, веснянкам (Plecoptera) принадлежит 18% всех сборов, дву-

крылым (Diptera) – 11%, и наконец, бокоплавы (Amphipoda) составляют 4 %.

Для отряда ручейники (Trichoptera) зарегистрированы семейства Apataniidae (8%), Limnephilidae (18%), Rhyacophilidae (33%), Glossosomatidae (6%), Hydropsychidae (35%); отряд поденки (Ephemeroptera) представлен семействами Hertogeniidae (43%), Baetidae (57%); отряд (Plecoptera) включает семейства Nemouridae (40%), Capniidae (10%), Perlidae (30%) и Perlodidae (20%); в составе отряда двукрылые (Diptera) отмечены два семейства Chironomidae (67%), Simuliidae (33%).

В ходе исследований выявлены отличия состава фаун предгорного и горного участков реки: наибольшее количество видов отмечено, как и для большинства рек бассейна, на горном участке – 24 вида, на предгорном участке реки зарегистрировано 11 видов. Соответственно значение плотности зообентоса на горном отрезке исследуемого водотока составляет более 1000 экз./м<sup>2</sup>, на предгорном – 150 экз./м<sup>2</sup>.

Такие различия состава и плотности гидрофауны реки Камбилиевка объясняется тем, что выходя на плоскостной рельеф, река частично сохраняет особенности горного водотока, но уменьшение скорости течения, ведет к снижению содержания кислорода в воде из-за значительного прогревания и повышения летней температуры воды. Кроме того, следует учитывать накопление на данном отрезке органики, и, как следствие, увеличение биологического потребления кислорода. Причиной трансформации донных сообществ является и оседание существенных объемов механической взвеси, и формирование псаммофильных участков, которые литореофильные организмы, как правило, избегают.

### *Литература*

1. Корноухова И.И. К распространению ручейников в реке Камбилиевка // Сборник зоологических работ. – Орджоникидзе: Изд-во. СОГУ, 1973. – С. 101 – 105.

2. Компанцев А.А., Хаблиева А.А., Новаторов О.А, Цагаева З.К. Амфибиотические насекомые реки Камбилиевка (бассейн реки Тerek) // Проблемы водной энтомологии России и сопредельных территорий. - Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2019. - С. 103-107.
3. Пхаллагова Д.М. Химическая характеристика воды рек Северной Осетии // Известия ин-та. истории, экономики и литературы при Совете Министров СО АССР. - Орджоникидзе, 1973. - 360 с.
4. Черчесова С.К., Жильцова Л.А. Определитель веснянок (Plecoptera) Кавказа. - М.-Владикавказ, 2013. - 113 с.
5. Иванов, В. Д., Григоренко, В. Н., & Арефина, Т. И. Отряд ручейники (Trichoptera). Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые. Издательский Центр «Академия». – СПб., 2001.

*Cherchesova S.K., Yakimov A.V., Kornoukhova I.I., Hazeeva L.F.*  
**HYDROFAUNA OF THE KAMBILEYEVKA RIVER**  
**(TEREK RIVER BASIN).**

*North Ossetian state University named after K.L. Khetagurov*

The paper provides information on the species composition and hydrology of the Kambileyevka river.

**Шамаев Н.Д.**

**МЕЖПОПУЛЯЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА TOXOPLASMA  
GONDII В ОТДЕЛЬНОМ БИОЦЕНОЗЕ**

*ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия.*

[nikolai.shamaev94@mail.ru](mailto:nikolai.shamaev94@mail.ru)

Рассмотрена генетическая связь между простейшими паразитами *Toxoplasma gondii* в популяциях норок из фермерских хозяйств и грызунов из леса (промежуточных хозяев паразита). В 26% образцах от животных было выявлено присутствие ДНК паразита. Секвенированием участков мультикопийного гена B1 были выделены 4 полиморфизма в структуре генов паразита, принадлежащим нескольким геновариантам. Полученные данные свидетельствуют о существовании как минимум нескольких перекрестно распространяющихся штаммов среди двух популяций фермерских норок и диких грызунов.

*Toxoplasma gondii* относится к облигатным внутриклеточным патогенам типа *Apicomplexa*, которые опасны.abortами, неврологическими и другими заболеваниями людей и животных. [1] Данный простейший паразит имеет широкий круг промежуточных хозяев (птицы и млекопитающие) с большим географическим диапазоном в нашей стране и по всему миру. Распространение паразита по экосистемам обеспечивают виды из семейства *Felidae* (кошачьи), в организме которых проходит половое размножение паразита. Также возможно распространение паразита при разных формах трофических взаимоотношений между организмами разных видов [2]. Ранее был установлен высокий показатель уровень анти-тел по токсоплазмозу среди пушных зверей на территории одного из хозяйств Республики Татарстан РФ [3]. Данное исследование проходит в рамках изучения влияния антропогенных факторов на состояние экосистем и поиска геновариантов патогенов для совершенствования понимания экологи-

ческих ниш видов, в которых преобладают инфекционные процессы.

Цель исследований – определение генетической связи *T. gondii* в популяциях промежуточных хозяев.

Отбор проб проводили в двух звероводческих хозяйствах и на территории лесного массива протяженностью 25 км, расположенного между ними (рис.1). Материал для исследования - головной мозг пушных зверей ( $n=19$ ) и грызунов ( $n=10$ ).

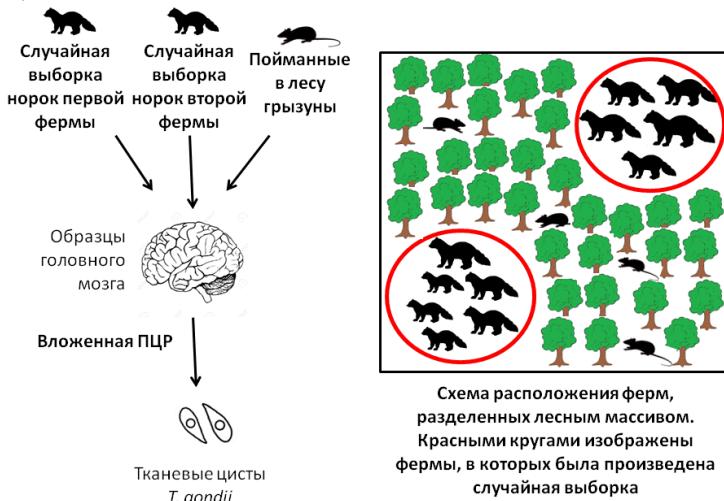


Рис. 1. Схема отбора проб (слева) и эксперимента (справа).

Геномную ДНК выделяли с помощью фенол-хлороформной экстракции с модификациями. Захват паразитарной ДНК производили методом магнитного зонда. Детекцию В1 гена определяли постановкой полимеразной цепной реакции с последующим секвенированием по Сангеру. Анализ на полиморфизм осуществляли с применением MEGA7.

У 26% исследованных животных в образцах проб было выявлено наличие ДНК паразита. Среди секвенированных участков мультикопийного гена В1 у двух образцов от пушных и 1 образца от мышей были выявлены полиморфизмы на общей длине в 802 п.н. на участках 46 (C/A), 340 (C/A), 741 (T/G), 742

(G/T). Генотипы были определены как принадлежащие сразу к нескольким геновариантам. Геноварианты одновременно принадлежат ко II и III типам штаммов, что означает присутствие нескольких штаммов *T. gondii* в ареале обитания его промежуточных хозяев (пушных и грызунов). Распределение частот аллелей не отличалось от контрольной группы.

Для подтверждения гипотезы о популяционной структуре и антропогенном влиянии в дальнейшем требуется увеличение выборки и исследование распределения генотипов с проверкой области микросателлитов на клональность паразита.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-90024.

### *Литература*

1. Хрянин А. А., Решетникова О. В., Кувшинова И. Н. Токсоплазмоз: Эпидемиология, диагностика и лечение // Антибиотики и химиотерапия. 2015. Т. 60. № 5–6. С. 16–21.
2. Бейер Т.В. Биология возбудителя токсоплазмоза // Практик, 1999. № 4. С. 1-5
3. Шамаев Н.Д., Федотова А.Ю., Александрова Н.М., Шуралев Э.А., Takashima Y. Индикация *Toxoplasma gondii* в популяции европейской норки (*Mustela lutreola*) // Труды Центра паразитологии / Центр паразитологии Ин-та проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН.-2018.-Т. 50: Биоразнообразие паразитов. - с.278-280.

*Shamaev N.D.*

## **TOXOPLASMOSIS IN THE POPULATION STRUCTURE OF INTERMEDIATE HOSTS OF FORESTS AND FARMS**

*Kazan Federal University, Kazan, Russia.*

The genetic relationship between the protozoan *Toxoplasma gondii* parasites was considered in populations of minks from farms and rodents from the forest (intermediate hosts of the parasite). 26% of the samples from animals were identified as containing the DNA of the parasite. B1 multicopy gene sequencing identified 4 gene polymorphism in the structure of the parasite belonging to several genovariants.

The findings imply the existence of at least several strains infect and cross distributed to two populations mink farm and wild rodents.

**Шамионова Н.Ш.**

**СПОСОБ ФИКСАЦИИ ГРЕБНЕВИКА MNEMIOPSIS  
LEIDYI (AGASSIZ, 1865) (TENTACULATA, LOBATA)  
ИЗ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

*Институт зоологии Национальной Академии наук Азербайджана*

Для фиксации гребневика *Mnemiopsis leidyi* предложено использовать 40 % спирт, полученный из 95 % спирта, разведенного гидролатом, полученного из черного чайного листа.

Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz, 1865) вселился из Атлантического океана в Черное, Азовское, Каспийское, Балтийское и др. моря. В результате его вселения в этих морях резко уменьшились количественные и качественные показатели зоопланктона, т.к. мнемиопсис питается в основном им. Врагов у него немного, а в Каспийском море и вовсе отсутствуют.

Гребневик *M. leidyi* является трудно фиксируемым биологическим объектом. Из-за этого исследователи вынуждены обрабатывать пробы с гребневиком непосредственно на месте сбора. По мнению Ф. М. Шакировой “мнемиопсис на 96.6% состоит из воды и поэтому фиксация его невозможна”. [1]

Попытка зафиксировать этот вид гребневика было много, но не всегда успешно. Впервые гребневик мнемиопсис нам удалось сохранить в коньяке, а затем в спиртовых настойках некоторых растений (дуба, чая, эвкалипта). Однако эти фиксаторы приобретали окрас растений, используемых для приготовления спиртовой настойки. Тело мнемиопсиса окрашивается в цвет фиксатора.

Так, гребневик *M. leidyi*, имеющий прозрачно-молочную окраску, зафиксированный в спиртовой настойке чая, стойко окрашивается в коричневый или зеленый цвет, в зависимости от сорта листьев чая, которые были использованы для спиртовой настойки/ [2]

В 2018 г. нам удалось сохранить мнемиопсис в спирте, разведенном гидролатом, полученным из черного чайного листа.

Гидролат – это продукт паровой экстракции, который образуется в процессе производства эфирных масел. Гидролат получали путем водной дистилляции из черного чайного листа. Для получения гидролата брали сухие листья черного чая. Соотношение листьев черного чая и воды брали в пропорции 1:20. Полученный чайный гидролат бесцветный, прозрачный.

95 % спирт разводили гидролатом из черного чайного листа до 40 % согласно таблице Фертмана. Полученный таким образом 40% спирт прозрачен, бесцветный, не отличается внешними признаками от 40% спирта, разведенного обычной дистиллированной водой.

Выловленные гребневики из Каспийского моря размером до 3 см помещались в склянки с 40 % спиртом, разведенного чайным гидролатом. Зафиксированные в 40 % спирте, разведенного гидролатом из чайного листа, экземпляры мнемиопсиса сохранились при температуре 15°C с июля 2018 г. (рис.1). Следует отметить, что другие гидробионты, также хорошо сохраняются в этом 40 % спирте.



Рис. 1. Зафиксированные экземпляры гребневика *Mnemiopsis leidyi* в 40% спирте, разведенного гидролатом из чайного листа.

Предложенный фиксатор обладает хорошими фиксирующими свойствами. Сохранение выловленных экземпляров мнемиописа и других гидробионтов достигается за счет сочетания свойств спирта и чайного гидролата. Спирт обладает антисептическими и консервирующими свойствами, поэтому его широко применяют для сохранения биологических проб.

Гидролаты состоят из дистиллированной воды и биологически активных веществ, которые паром извлекаются из растительного сырья. Пар извлекает из растения больше ценных веществ, чем вода, поэтому содержание экстрагированных веществ в гидролате значительно больше, чем в обычном отваре, при этом в гидролат не попадают различные "балластные" вещества - соли, красящие вещества и др. (3). Поэтому гидролат, полученный из черного чайного листа, содержит все вещества, которые присутствуют в черном чайном листе. А в листьях чая содержатся много веществ (4):

- Дубильные вещества, в частности, танин
- Эфирные масла,
- Алкалоиды, прежде всего, теин (чайный кофеин),
- Белки и аминокислоты
- Витамины. Основным является витамин Р. Широко представлены витамины группы В. В свежем чайном листе витамина С (аскорбиновой кислоты) содержится больше, чем в свежевыжатом соке лимона или апельсина.

Помимо этого, в чае имеются органические кислоты, минеральные вещества, из которых отдельно можно отметить соединения фосфора, фтора и калия, углеводы, пектины.

Сильное бактерицидное действие чая подтверждено экспериментально. Издавна известны рецепты применения чая в виде сухого порошка, листьев, экстракта или настоя в медицинских целях. Современная фармацевтическая промышленность вырабатывает из чая (в том числе из отходов чайного производства) кофеин, а из грубых нижних листьев — витамин Р (4).

Сочетание свойств спирта и чая усиливает консервирующие свойства предложенного фиксатора.

Предложенный фиксатор имеет ряд достоинств:

1. Он бесцветный, поэтому тело мнемиопсиса и других гидробионтов не окрашивается.
2. Он прозрачный, поэтому мнемиопсис и другие гидробионты хорошо просматриваются в нем
3. Он не токсичен, используемые в его составе ингредиенты широко используются в кулинарии, косметике и медицине.
4. Фиксация проб гребневика мнемиопсиса и других гидробионтов в этом фиксаторе не является трудоемкой.
5. Данный фиксатор состоит из доступных ингредиентов.

### *Литература*

1. Шакирова Ф.М. 2011. Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz, 1865) в прибрежных водах восточного Каспия (Туркменский сектор). - Российский Журнал Биологических Инвазий № 4, стр. 88-97.
2. Shamionova. N.Sh. The preservation of the offish caught ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz) // European journal of natural history, 2011, N 4, p.24.
3. Калиновская Т. В., Брановицкая Т. Ю., Подлесный А. А., Менасетов Э. С. Гидролаты эфиромасличных растений – перспективное сырье для кондитерской промышленности. - Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского Биология. Химия. Том 2 (68). 2016. № 4. с.92–98.
4. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Чай> (дата посещения 12.01.2020)

*Shamionova N.Sh.*

**Method for fixing ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz, 1865) (Tentaculata, Lobata) from the Caspian Sea**

*Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan*

It is proposed to use 40% alcohol obtained from 95% alcohol diluted with hydrolate obtained from black tea leaf for fix the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*.

**Щеховский Е.А., Кустикова М.А.**  
**ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ КОЛОННИИ ПРУДОВОЙ**  
**НОЧНИЦЫ НА ЗИМОВКЕ НА ТЕРРИТОРИИ**  
**ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «СТАРОЛАДОЖСКИЙ»**

Университет ИТМО  
[shchekhovskii@mail.ru](mailto:shchekhovskii@mail.ru)

В данной работе оценивается состояние зимовки прудовой ночницы в Танечкиной (Староладожской) пещере на осень 2019 года. В материале приводятся данные по численности и структуре зимующей колонии.

На территории Ленинградской области прудовая ночница массово зимуют в пещерах-штолнях, которые ныне заброшены. Этот факт позволил ей закрепиться на данной территории и расширить свой ареал. Наибольшая численность прудовой ночницы сосредоточена в одной из них, относящейся к группе Староладожских, Танечкиной [1, 2]. Данная пещера расположена в Волховском районе на левом берегу реки Волхов на территории памятника природы «Староладожский». По геологическому происхождению пещера относится к палеозойской эре и сложена ордовикскими отложениями согласно геологической карте 1997 года по И. И. Киселеву и др. [3]

Сбор материала проходил 26 ноября 2019 года в Танечкиной пещере, которая расположена на территории памятника природы «Староладожский» в Волховском районе Ленинградской области. Во время сбора проводился учёт численности рукокрылых в рамках ежегодного мониторинга их численности на зимовках особенно прудовой ночницы в рамках данной работы, и осуществлялись замеры микроклиматических условий. Сбор материала проводился, основываясь на опыте предыдущих лет учётов. Для оценки численности были использованы данные по прошедшим годам мониторинга рукокрылых на данной территории.

В ходе учёта была обнаружена 1421 прудовая ночница. Из этого количества подавляющее большинство зимует открыто на стенах, не используя каких-либо укрытий внутри пещеры – 984, а использующих различные трещины, щели, полочки – всего 437. Сравнивая с результатами прошлых лет (рис. 1), можно сказать, что численность прудовой ночницы возросла на 33% по сравнению с прошлым годом.

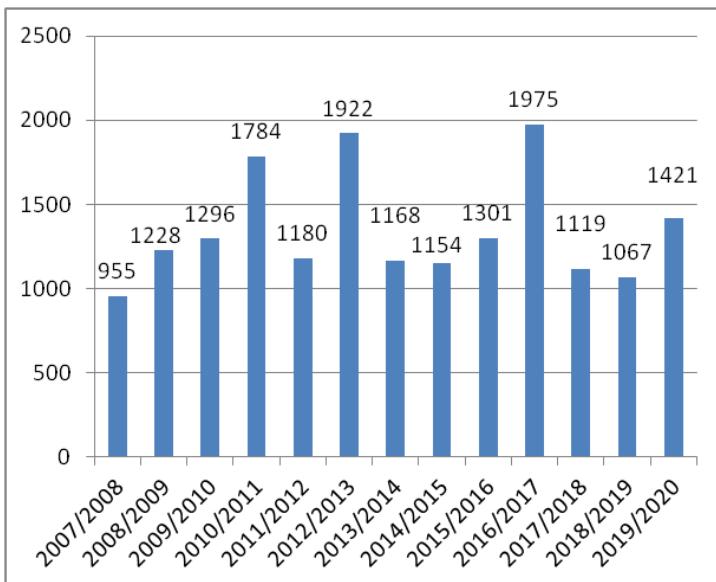


Рис. 1. Численность прудовой ночницы на учётах с 2007 года

Проанализировав структуру популяции колонии прудовой ночницы на зимовке, можно разделить всех зимующих особей, как открыто, так и в микроукрытиях, на 5 групп по количеству особей в агломерациях: одиночные, парные, группы от 3 до 10 особей, группы от 11 до 20 особей и скопления более 20 особей (рис.2, 3).

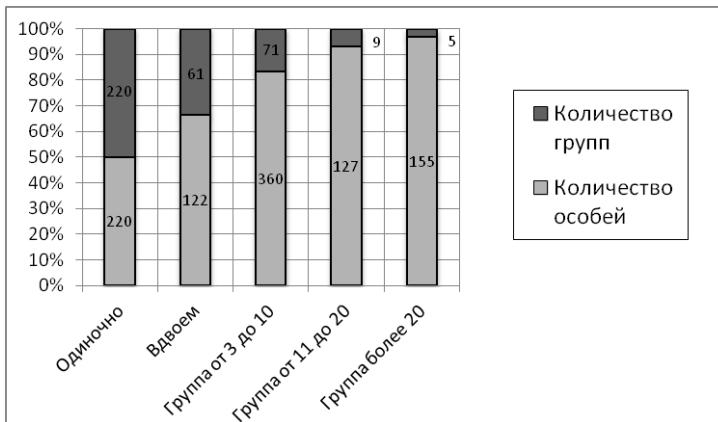


Рис. 2. Структура особей, зимующих открыто

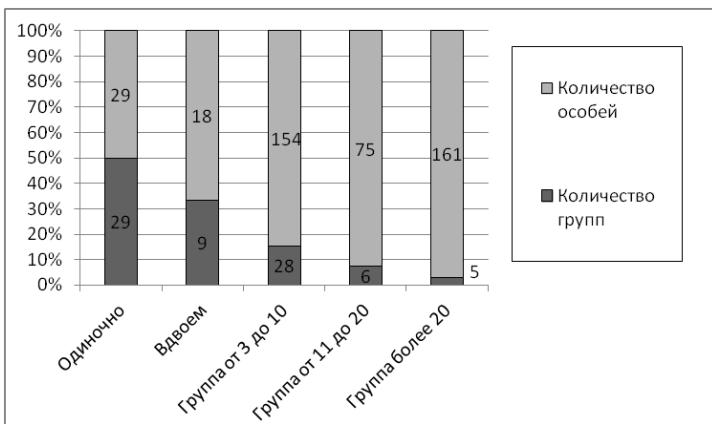


Рис. 3. Структура особей, зимующих в различных укрытиях

В каждой из этих групп различаются условия переживания зимовки. На все группы действует в первую очередь микроклимат, но особенно на одиночных особей, которые не имеют контактов с другими особями популяции. Разделение остальных групп связано с количеством контактов между особями в данных группах. Наибольшее число контактов наблюдается у групп от 3 до 10 особей, где особи тесно связаны друг с другом. При повышении количества особей в группе происходит их приращение к уже имеющимся осо-

бям, и они оказываются, как бы на периферии, где меньшее число контактов и большая зависимость от состояния окружающей среды. К таким видам относятся группы от 11 до 20 и скопления более 20 особей, которые вытягиваются по длине в несколько рядов.

Исходя из полученных данных, можно сказать, что численность колонии прудовой ночницы растет по сравнению с зимовками 2017/2018 и 2018/2019 годами, но не достигла еще своей максимальной численности как на зимовках 2012/2013 и 2016/2017 годов. Структура колонии в начале зимовки преувеличивает в сторону открыто зимующих особей, в то время как зимующие особи в укрытиях не так многочисленны.

### *Литература*

1. *Ковалев Д.Н., Попов И.Ю.* «Годовой цикл пространственной структуры и численность популяции прудовой ночницы (*Myotis dasycneme*) Санкт-Петербурга и Ленинградской области». // Труды Карельского научного центра РАН. Серия Биогеография. Выпуск 11. № 1. 2011.
2. *Ковалев Д.Н., Попов И.Ю., Щеховский Е.А.* Различия видового состава летучих мышей на зимовках Ленинградской области в зависимости от расположения и микроклимата подземных убежищ. Материалы IX Международной экологической Школы-конференции в усадьбе «Сергиевка» - памятнике природного и культурного наследия: «Сохранение природной среды и оптимизация её использования в Балтийском регионе» 2014
3. *Хазанович К.К.* Геологические памятники Ленинградской области: [ очерк-путеводитель ] / К.К. Хазанович. - Л.: Лениздат, 1982.

*Shchekhovskii E.A., Kustikova M.A.*

### **ESTIMATION OF THE NUMBER OF COLONY OF POND BAT ON THE WINTERING IN THE AREA OF THE NATURE MONUMENT "STAROLADOZHSKII"**

*ITMO University*

This article assesses the state of wintering of the pond bat in the Tanechkin (Staroladozhskaya) cave for the fall of 2019. The article provides data on the number and structure of the wintering colony.

**Ясногор Д.В., Ван Е.Ю., Кляшторная А.А.**  
**СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЫШЬЯКА**  
**В САЛАКЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

*ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет  
имени Иммануила Канта», Россия*  
[dashayas97@gmail.com](mailto:dashayas97@gmail.com)

Произведен анализ проб рыбы на предмет содержания мышьяка. На основании построения градуировочного графика были рассчитаны концентрации содержания мышьяка в балтийской сельди в ее мышцах, костях и плавниках.

Проблема загрязнения Балтийского моря мышьяком стоит достаточно остро. В акваторию Балтийского моря впадает более двухсот рек, которые несут с континента токсичные вещества, образующиеся в результате деятельности промышленных предприятий, котельных, сбрасывания промышленных и бытовых сточных вод и дренажных вод агропромышленных комплексов. Страны с развитой рыночной экономикой продолжают сбрасывать не до конца очищенные сточные воды с промышленных предприятий. Основными причинами повышенных концентраций мышьяка вод Балтийского моря, являются: сброс мышьякодержащих минеральных удобрений, инсектицидов и фунгицидов, используемых в сельскохозяйственной деятельности; промышленная переработка полиметаллических руд с образованием оксида мышьяка (III) в качестве побочного продукта; захоронение химического оружия и отравляющих веществ на дне моря; содержание мышьяка как компонента в природных минералах, таких как глауконит, лёллингит, арсенопирит и др.

Соединения мышьяка хорошо растворимы в воде. Арсениты имеют гораздо большее сродство с тиоловыми группами, поэтому они более токсичны и являются доминирующим видом мышьяка по сравнению с арсенатом [1].

Не менее важную роль в распределении мышьяка в экосистеме играют водоросли. Водоросли посредством метабо-

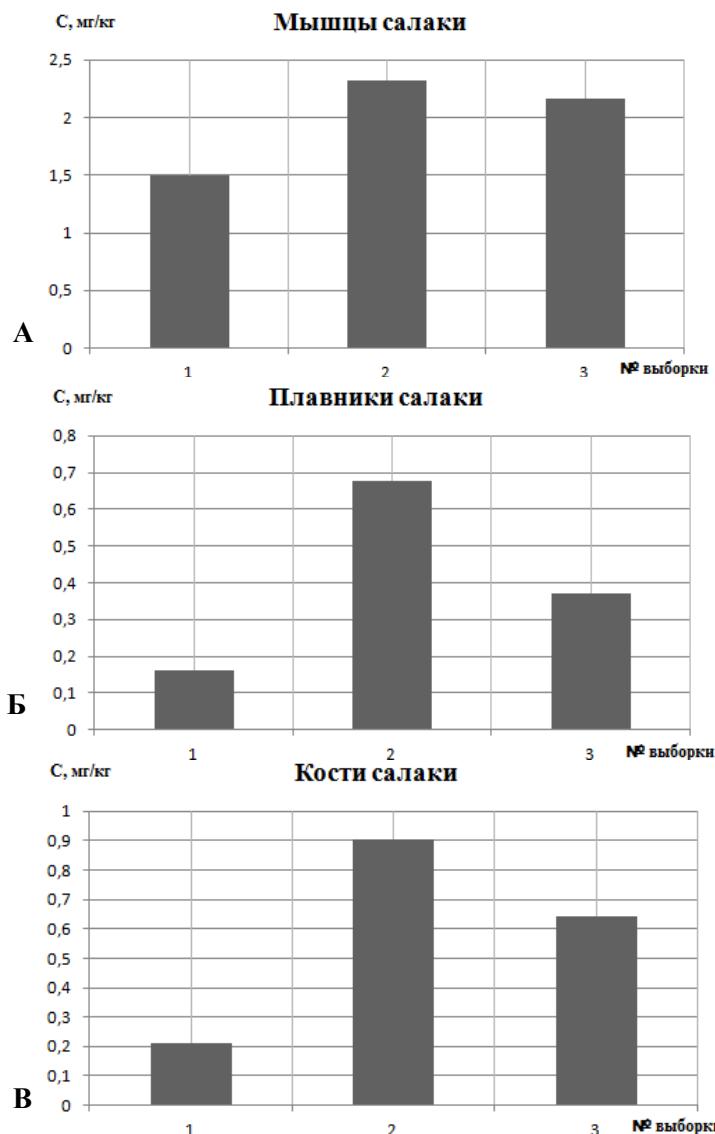
лизма способны превращать арсенат в арсенит и метилированные мышьяковистые кислоты. Хотя и биомагнификации мышьяка не происходит, но если рассматривать более высокие трофические уровни, то можно проследить связь органических соединений мышьяка, которые образуются с метаболизмом водорослей, и продукты их деградации [2]. Соединения мышьяка так же могут присутствовать и в донных отложениях. Трехвалентный и пятивалентный As – это серьезная угроза для окружающей среды, в то время как As<sup>0</sup> почти безвредный металлоид.

Рыба является неотъемлемой частью рациона населения, поэтому информация о содержании концентрации мышьяка имеет важное практическое значение. Органами-мишениями мышьяка являются печень, почки, костный мозг [3]. Предельно допустимая концентрация содержания мышьяка и его соединений в рыбе составляет 5,0 мг/кг [4]. Для аналитического исследования выбрана рыба из семейства сельдевых. К данному семейству относятся лучеперые рыбы небольших размеров. Салака (балтийская сельдь) является подвидом атлантической сельди. Ареалом обитания салаки является Балтийское море, а также малосоленые и пресные водоемы, такие как Куршский и Калининградский заливы. Балтийская сельдь держится преимущественно в верхних слоях воды.

Для подготовки проб был выбран метод сухой минерализации по ГОСТ 26929-94. Последующее построение градиуровочного графика и определение мышьяка производилось с диэтилдитиокарбаматом серебра по ГОСТ 26930-86. В качестве прибора для определения концентраций был выбран спектрофотометр UV – 1800, Shimadzu.

В данной работе было рассмотрено распределение содержания мышьяка в различных частях балтийской сельди: мышцы, кости и плавники. Отобраны по три выборки плавников, мышц и костей. Выборки рыб укладываются в интервал вариабельности (сезонные, половые и возрастные различия). На основании построенного градиуровочного графика

были получены средние концентрации мышьяка по каждой выборке в пересчете на массу (Рис. 1).



**Рис 3.** Средние концентрации As в мышцах (А), плавниках (Б) и костях (В) салаки в выборках № 1-3

На основании полученных данных можно сделать вывод, что концентрация содержания мышьяка в мышцах салаки варьируется от 1,492 до 2,323 мг/кг; в плавниках салаки от 0,161 до 0,676 мг/кг; в костях от 0,209 до 0,902 мг/кг.

Средние концентрации из трех выборок в мышцах, в плавниках и костях салаки составляют 1,995 мг/кг, 0,402 мг/кг и 0,585 мг/кг соответственно. Значения ПДК по мышьяку исследуемые образы не превышают.

### *Литература*

1. J. Bełdowski1 , M. Szubsk and E. Emelyanov. Spatial variability of Arsenic Concentrations in Baltic Sea surface sediments in relation to Sea Dumped Chemical Munitions // E3S Web of Conferences 1, 16002. 2013. P.1.
2. H. Blanck H. K. Holmgren, L. Landner, H. Norin, // Advanced Hazard Assessment of Arsenic in the Swedish Environment. In: Landner L. (eds) Chemicals in the Aquatic Environment. Springer Series on Environmental Management. 1989. P.256.
3. The problem of arsenic accumulation in living bodies /Do Thi Zung, A.A. Mech, Nguen Van Zung, Nguen Chung Kien // International Youth School "Geochemistry of living matter", 2013 г -133 с.
4. L. W. Hall, Jr. R. D. Anderson. The Influence of Salinity on the Toxicity of Various Classes of Chemicals to Aquatic Biota // Critical Reviews in Toxicology, P.281. 1995.

### *Yasnogor D.V, Van E.Yu., Klyashtornaya A.A.* **CONTENT AND DISTRIBUTION OF ARSENIC IN BALTIC SEA HERRING**

*FSAEI of HE "Immanuel Kant Baltic Federal University"*

Fish samples were analyzed for arsenic content. The concentrations of arsenic in the Baltic herring in its muscles, bones, and fins were calculated based on the construction of a calibration chart.

# ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И УСТОЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

*Абакумова Н.В.<sup>1</sup>, Аверин И.В.<sup>2</sup>,  
Самарин Е.Н.<sup>1</sup>, Николаева С.К.<sup>1</sup>*

## ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ, ЗАНЯТЫХ МАССИВАМИ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ

<sup>1</sup>*Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия*

<sup>2</sup>*ООО «Инженерная Геология», Москва  
[abakumova.nv@mail.ru](mailto:abakumova.nv@mail.ru)*

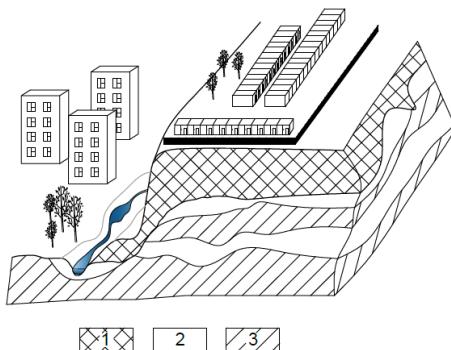
В статье рассматриваются проблемы, связанные с освоением и инженерно-геологическим изучением массивов насыпных грунтов. Приводятся возможные пути решения проблем.

Активное развитие инфраструктуры городов требует изучения ранее непригодных для строительства или уже застроенных территорий, в том числе с широким распространением насыпных грунтов. В связи с этим при инженерно-геологических изысканиях и освоении таких территорий возникает ряд проблем.

***Большая мощность толщи и локальное распространение.*** Техногенные грунты не рекомендуют в качестве оснований сооружений (п. 9 СП 11-105-97, ч. III). Однако в случаях, когда их мощность достигает больших величин, выборка и замена грунта нецелесообразна, что делает необходимым подробное изучение насыпных грунтов и проектирование фундаментов, предусматривающих наличие специфических грунтов.

В Москве одним из широко распространенных типов насыпных грунтов являются отвалы из строительных котлованов, перемешанные со строительными и бытовыми отходами. На левом берегу р. Очаковки, в районе метро Мичуринский проспект, находится массив подобных грунтов,

мощностью до 19 м (рис. 1). В настоящее время территория застроена гаражами, но на их месте планируется строительство жилого комплекса на плитно-свайном фундаменте с частичной выборкой и заменой насыпного грунта (*объект 1*).



**Рис. 1.** Расположение насыпи на берегу р. Очаковки (1 – насыпные грунты; 2 – пески; 3 – суглинки)

На правом берегу р. Сетуни в районе метро Минская техногенные грунты представлены перемещенными золами ТЭЦ №12, перекрытыми суглинками и песками с включением строительного материала с целью предотвращения пыления зол. Мощность техногенной толщи достигает 20 м, и она служит основанием складских помещений вблизи железнодорожных путей Киевского направления (*объект 2*).

Сооружение насыпей на склонах речных долин является часто используемой практикой при увеличении площади земель для строительства и решения проблемы складирования отходов.

*Возраст толщи насыпных грунтов* является важным, но трудно определяемым параметром, так как история создания большинства насыпных массивов утеряна. Его определение возможно при сравнении топографических планов различных лет ГБУ «Мосгоргеотрест» или мелкомасштабных карт, размещенных на ресурсе «Retromap» [1].

**Неоднородное строение толщи** и высокое содержание в ней хаотично расположенных крупных обломков возникает в процессе отсыпки грунта. Под обломками строительных конструкций, например, бетонных плит, часто возникают пустоты, о чем говорит провал бурового инструмента после трудной проходки слоя армированного бетона. Так, на описанном выше *объекте 1* на глубине 11 м была встречена полость диаметром 1,5 м. Изменение гидрогеологической обстановки может приводить к супфозионному выносу дисперсного материала в такие полости и вызывать оседание дневной поверхности и деформацию сооружений

Наличие обломков ( $>2$  мм) угловатой формы, порой достигающее 40 % по массе, в грунте затрудняет лабораторное исследование физико-механических характеристик. Это выражается не только в невозможности ровно вырезать образец для исследования, например, в приборах трехосного сжатия, но и в повреждении дорогостоящих мембран острыми обломками. Крупногабаритные установки трехосного сжатия [2], позволяющие оценивать деформируемость крупнообломочных грунтов, пока не обрели широкого распространения, а методика находится на стадии разработки.

Для решения данной проблемы необходимо применение полевых методов исследования: зондирования (статического, динамического), штамповых испытаний, среза целиков грунта. Однако здесь мы встречаемся с неоднородностью толщи: показатели  $q$  и  $f$ , получаемые при статическом зондировании, могут иметь сильно различающиеся значения в пределах одного массива даже на относительно небольшом расстоянии.

При строительстве на насыпных грунтах возникает **опасность накопления биогаза в технических подпольях зданий и инженерных коммуникациях** до пожаро-, взрыво-опасных концентраций по метану или до токсичных содержаний отдельных компонентов. Так, на *объекте 1* в ряде скважин содержание метана ( $CH_4$ ) на глубинах 4,0-6,0 и 8,0-12,0 м превышает 10 % объема грунтового воздуха. Для

обеспечения безопасного функционирования здания в оставшихся после выемки насыпных грунтах необходима организация газоотводной системы, а также системы проветривания помещений.

***Наличие опасных химических элементов в отходах добычи полезных ископаемых.*** За чертой г. Пласт, Челябинская обл., возведенного вблизи одного из месторождений полиметаллов, имеется хвостохранилище для складирования отходов обогащения. До развития городской агломерации хвосты механическим способом складировались непосредственно на дневной поверхности без организации защитных мероприятий и сооружений. В процессе расширения города массив отсыпанных хвостов оказался прямо в его центре.

При этом содержание мышьяка, свинца, сурьмы и других химических элементов в твердом веществе отходов превышает ПДК в разы и даже в сотни раз. Высокое значение обусловлено природными факторами формирования массивов плахиогранитов. В нетронутых гранитных массивах мышьяк содержится в связанной форме и не представляет угрозы жителям г. Пласт, но после искусственного измельчения материала и химической обработки мелкие и легкие частицы, содержащие соединения мышьяка, начинают пылить. Причем низкая влажность измельченных грунтов является усугубляющим эффект пыления фактором [3].

Таким образом, освоение массивов насыпных грунтов на городских территориях является сложной и очень важной задачей, требующей разработки специально подготовленной методики инженерно-геологических исследований.

### *Литература*

1. Retromap. Старые карты России и зарубежья [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.retromap.ru/> (28.02.2020)
2. Вознесенский Е.А., Фуникова В.В., Бабенко В.А. Особенности деформирования модельных крупнообломочных грунтов в услови-

ях неравнокомпонентного трехосного сжатия // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. — 2013. — № 4. — С. 43–50.  
3. Абакумова Н.В. Инженерно-геологические особенности хвостов золотоизвлечения // Материалы Первой научно-практической конференции молодых специалистов Инженерные изыскания в строительстве / Под ред. К. С. Висхаджиева. — М.: М., 2017. — С. 128–131.

*Abakumova N.V.<sup>1</sup>, Averin I.V.<sup>2</sup>, Samarin E.N.<sup>1</sup>, Nikolaeva S.K.<sup>1</sup>*  
**PROBLEMS OF FILLED SOIL ARRAYS DEVELOPMENT**

*<sup>1</sup>Geological Faculty of M.V. Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russia*

*<sup>2</sup>OOO "Inzhenernaya geologiya", Moscow, Russia*

The article is devoted to problems of filled soil arrays development. It gives a concise description of possible solutions to problems.

*Агбалян Е.В., Красненко А.С., Шинкарук Е.В.*  
**СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
И МЕТАЛЛОИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕР  
НА ОСТРОВЕ ВИЛЬКИЦКОГО КАРСКОГО МОРЯ**

*Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики», Салехард*  
[agbelena@yandex.ru](mailto:agbelena@yandex.ru)

Актуальность исследования обусловлена необходимостью получения информации об экологическом состоянии озер, расположенных в отдаленных районах арктической зоны РФ. Цель работы: определение уровня техногенного загрязнения донных отложений озер на острове Вилькицкого Карского моря. Обследовано 8 малых озер. Содержание тяжелых металлов и металлоидов (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Y, Nb) в пробах донных отложений определяли методом рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа (РФАЭД). Величина показателя суммарного загрязнения донных отложений изменялась от  $Z_c=9,5$  до  $Z_c=15,3$ .

Остров Вилькицкого расположен в восточной части Карского моря в арктической зоне РФ. Компоненты природной среды острова длительное время были вовлечены в хозяйственную деятельность человека. На северо-восточном побережье острова расположена действующая полярная станция и сохранились заброшенные объекты военной части. Антропогенное воздействие связано с механическим нарушением и химическим загрязнением почвенного покрова. Источниками загрязнения почв являются зафиксированные свалки твердых бытовых и производственных отходов. В настоящее время проводятся работы по очистке и рекультивации антропогенно-нарушенных территорий острова [1], [2].

Изучено экологическое состояние водных объектов острова Вилькицкого. Донные отложения являются интегральным индикатором антропогенной нагрузки на водоём. С одной стороны, они аккумулируют загрязняющие вещества из вод-

ной среды, с другой стороны, выступают в роли потенциального источника вторичного загрязнения.

Обследовано 8 озер, расположенных в северо-восточной и юго-восточной части острова Вилькицкого. Изучен гранулометрический и химический состав донных отложений. Гранулометрический состав донных отложений определяли ситовым методом. Показатель рН водной вытяжки донных отложений определен потенциометрическим методом, удельная электропроводность (УЭП) – кондуктометрическим методом.

Содержание тяжелых металлов и металлоидов (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Y, Nb) определялось методом рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа (РФАЭД) на спектрометре БРА 135-ф (АО НПП «Буревестник», г. Санкт-Петербург). Исследования проводились в химико-аналитической лаборатории ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» в г. Надым.

Для оценки загрязнения донных отложений использованы значения фоновых показателей, полученных для тундровой зоны ЯНАО в исследовании Кремлевой Т.А. (2015).

Оценка загрязнения донных отложений проведена с использованием коэффициентов концентрации Кс и суммарного показателя загрязнения Zс. Коэффициент концентрации характеризует уровень концентрирования элемента донных отложений относительно его фонового содержания. В расчеты включаются элементы со значениями Кс не менее 1,5. Суммарный показатель загрязнения представляет собой сумму коэффициентов концентрации элементов и отражает аддитивное превышение фонового уровня, и характеризует уровень техногенного загрязнения.

Цель работы заключалась в изучении уровня техногенного загрязнения донных отложений озер острова Вилькицкого.

Гранулометрический состав донных отложений обследованных озер варьировал в незначительном диапазоне значе-

ний – от <0,1 мм до 1мм. Во всех пробах донных отложений преобладала песчаная фракция.

Показатели pH водных вытяжек донных отложений находились в диапазоне от 6,33 ед.рН до 6,74 ед.рН. Реакция среды донных отложений имеет слабокислый характер.

Установлена высокая вариабельность показателей УЭП водных вытяжек донных отложений от 10,5 мкСм/см до 280,2 мкСм/см. В двух озерах установлено значительное содержание основных ионов в водных вытяжках донных отложений.

Рассчитанные коэффициенты концентрации относительно фоновых величин показали повышенное содержание в донных отложениях As ( $K_{As}$  от 7,0 до 9,8), Cr ( $K_{Cr_{03} №3}=1.6$ ;  $K_{Cr_{03} №4}=2.6$ ;  $K_{Cr_{03} №7}=1.7$ ), Ni ( $K_{Ni_{03} №4}=1.8$ ) и Y ( $K_{Y_{03} №4}=1.7$ ). Величина показателя суммарного загрязнения донных отложений изменялась от  $Z_c=9,5$  до  $Z_c=15,3$ . Средний уровень загрязнения установлен для всех обследованных водных объектов, за исключением озера б/н №1. Зафиксирован максимальный уровень загрязнения озера б/н №4, расположенного на антропогенно нарушенном участке, за счет накопления Cr, Co, Ni, As, Y, Nb.

Таким образом, остров Вилькицкого в Карском море в настоящее время является необитаемым островом, естественные ландшафты которого были нарушены хозяйственной деятельностью в предыдущие годы.

Дана оценка экологического состояния водных объектов на острове Вилькицкого на основании геохимических критериев загрязнения донных отложений. Донные отложения обследованных озер представлены песчаными фракциями. Реакция среды донных отложений имеет слабокислый характер. Установлена высокая вариабельность показателей УЭП водных вытяжек донных отложений.

В соответствии с суммарным показателем загрязнения средний уровень загрязнения зафиксирован для всех обследованных озер (кроме одного) за счет повышенных концен-

траций As (обусловлено природным фактором). Максимальный уровень загрязнения показан для озера, расположенного в зоне влияния заброшенных объектов военной части.

### *Литература*

1. Колесников Р.А., Макеев В.М., Романова Е.Н., Рожковский Е.В., Востриков Р.Д. Современное состояние природно-территориальных комплексов и оценка накопленного вреда окружающей среде острова Вилькицкого. Научный вестник ЯНАО № 3 (96), 2017. С. 11-19.
2. Колесников Р.А., Макеев В.М., Романова Е.Н., Стурман В.И., Журкина К.А. Исследование объектов накопленного экологического ущерба на острове Вилькицкого (Карское море). Инженерные изыскания. 2018;12(5-6):32-41.
3. Кремлева Т.А. Геохимические факторы устойчивости водных систем к антропогенным нагрузкам: дисс. ...докт.хим.наук. Москва, 2015. 260 с.

*Agbalyan E. V., Krasnenko A. S., Shinkaruk E. V.*  
**THE CONTENT OF HEAVY METALS AND METALLOIDS  
IN BOTTOM SEDIMENTS OF LAKES ON THE ISLAND  
OF VILKITSKY KAR SEA**

*State Public Institution of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug «Scientific Research Centre of the Arctic», 629008 Salekhard, Russian Federation*

The relevance of the study is due to the need to obtain information on the ecological status of lakes located in remote areas of the Arctic zone of the Russian Federation. Objective: to determine the level of technogenic pollution of bottom sediments of water bodies on the island of Vilkitsky, located in the eastern part of the Kara Sea. Surveyed 8 lakes. The content of heavy metals and metalloids in samples of bottom sediments (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Y, Nb) was determined by X-ray fluorescence energy dispersive analysis (XRED). The value of the indicator of total pollution of bottom sediments varied from  $Z_c = 9.5$  to  $Z_c = 15.3$ .

**Андреева Н.В., Курбаков Д.Н., Кузнецов В.К., Гешель И.В.**  
**РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ**  
**АГРОЭКОСИСТЕМ КОНТРОЛЬНЫХ УЧАСТКОВ**  
**РЕГИОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ КУРСКОЙ АЭС-2**  
**В 2019 ГОДУ**

*Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и  
агроэкологии*  
[nva2803@yandex.ru](mailto:nva2803@yandex.ru)

Представлены результаты радиоэкологического мониторинга агроэкосистем контрольных участков региона расположения Курской АЭС-2. Изучено распределение искусственных радионуклидов в почве. Установлено, что удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в почвах сельскохозяйственных угодий 15 км зоны Курской АЭС-2 в среднем составляет  $20,3 \pm 12,2$  Бк/кг;  $^{90}\text{Sr}$   $4.15 \pm 0,05$  Бк/кг соответственно. Полученные данные могут использоваться для дальнейшей оценки радиоэкологической обстановки.

В Российской Федерации в настоящее время определены перспективы развития энергетического комплекса в целом и на период до 2030 г, планируется достройка начатых и освоение 10 новых площадок АЭС [1, 2].

На территории Курской области предполагается размещение четырех энергоблоков станции замещения АЭС-2, 30-км зона которой представлена на 90 % аграрными экосистемами. В связи с этим одним из важных элементов обеспечения экологической безопасности является контроль радиационной обстановки. Организация системы радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в районе размещения Курской АЭС-2 является необходимым условием для обеспечения безопасного проживания и жизнедеятельности человека [3].

Целью данной работы является проведение радиоэкологического мониторинга и оценка радиологического состояния почв агроэкосистем в районе размещения Курской АЭС-2.

Обследование почв контрольных участков проводилось на основе картографического материала по расположению контрольных участков вокруг Курской АЭС-2.

При обследовании сельскохозяйственных угодий, учитывались вид угодий (пастьба, пастбище, луг, залежь и др.), тип почвы. При отборе проб почв руководствовались методами отбора, анализа и измерения проб, изложенными в нормативных и методических документах и утвержденных в установленном порядке [3, 4, 5].

При проведении обследования аграрных экосистем определяли мощность дозы  $\gamma$ -излучения и удельную активность радионуклидов в почве.

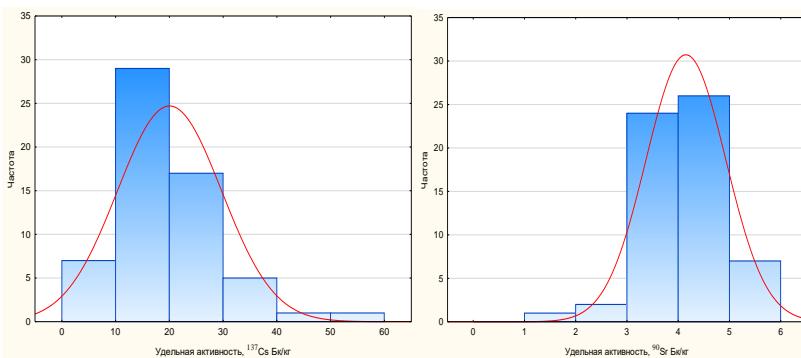
Определение содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почвах проводили в стационарных условиях. Измерения осуществлялись гамма-спектрометрическим и радиометрическим методами в соответствии с утвержденными методиками измерения радионуклидов [6, 7].

В результате обследования установлено, что радиоактивность почв контрольных участков района расположения Курской АЭС-2 обуславливается содержанием искусственных радионуклидов. Спектр искусственных радионуклидов определяется долгоживущими  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Радионуклидов наведенной активности ( $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и др.) не обнаружено.

Следует отметить, что удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в почвах контрольных участков Курской АЭС-2 варьирует и в большинстве случаев укладывается в диапазон значений удельных активностей  $^{137}\text{Cs}$  в почвах, определяемых глобальными выпадениями в результате ранее проведенных испытаний ядерного оружия. Вместе с тем, наблюдаемое в ряде случаев, возрастание содержания  $^{137}\text{Cs}$  в почвах до значений более 30 Бк/кг обуславливается влиянием выпадений в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Данное предположение подтверждается более широким соотношением в почве  $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ , которое составляет в среднем 1:4,3. В то время как

при глобальных выпадениях это соотношение чаще всего составляет 1:2-1:2,5.

Частота распределения значений содержания искусственных радионуклидов в почвах контрольных участков Курской АЭС-2 приближается к нормальному распределению (рисунок 1), что говорит о том, что 68% всех значений находится в диапазоне  $\pm 1$  стандартного отклонения от среднего, а диапазон  $\pm 2$  стандартного отклонения содержит 95% всех значений, или другими словами частота значений меньше  $\pm 2\sigma$  от среднего значения составляет не более 5%.

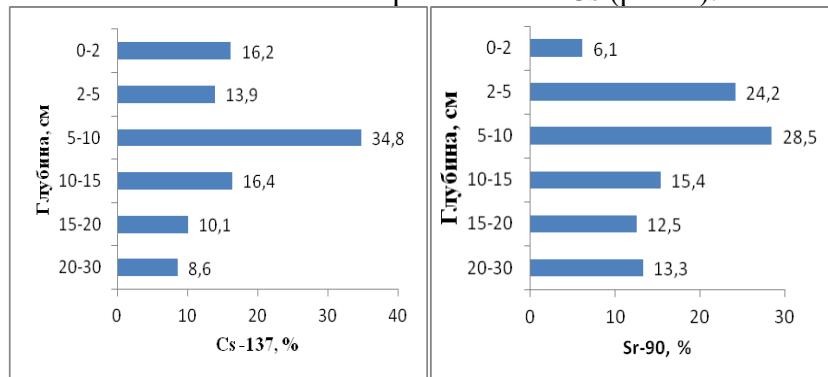


**Рис. 1.** Частота распределения значений содержания  $^{137}\text{Cs}$  (слева) и  $^{90}\text{Sr}$  (справа) в почвах 15-км зоны Курской АЭС-2.

Следует отметить, что удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в почвах сельскохозяйственных угодий определяется не только абсолютными значениями, но и зависит от характера его распределения по слоям почвы. На пахотных угодьях за счет многократно проводимых механических обработок почвы все суммарное количество  $^{137}\text{Cs}$  достаточно равномерно распределено в слое 0-20 см. На целинных же участках, напротив основное количество радионуклидов находится в верхнем 0-5 см слое почвы, что оказывает влияние как на размеры накопления  $^{137}\text{Cs}$  в растениях, так и на характер определяемой в момент отбора проб экспозиционной дозы, что указывает на важность учета при проведении обследования вида

сельскохозяйственных угодий. В связи с этим на природном пастбище контрольного пункта был проведен дополнительный отбор проб почвы с целью оценки распределения искусственных радионуклидов по профилю почвенного горизонта до глубины 30 см

Установлено, что основной запас  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  сосредоточен в слое 5-10 см. При этом до глубины 20-30 см  $^{90}\text{Sr}$  мигрирует в больших количествах по сравнению  $^{137}\text{Cs}$  (рис. 2).



**Рис. 2** Распределение запаса  $^{137}\text{Cs}$  (слева) и  $^{90}\text{Sr}$  (справа) по глубине почвенного профиля пастбища, %

Полученные данные могут использоваться для дальнейшей оценки радиоэкологической обстановки. Эти данные необходимо рассматривать как базовые, что позволит в будущем провести сравнительную оценку с результатами последующих исследований.

### Литература

1. Концептуальные положения стратегии развития ядерной энергетики России в XXI веке. – М.: ОАО «НИКИЭТ». 2012. 62 с.
2. Энергетическая стратегия России до 2030 г. (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р.)
3. Методические указания «Организация государственного радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в зоне воздействия

радиационно-опасных объектов» МУ-13.513-00, 2000. М., 2000, 28с.

4. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М.; Стандартинформ, 8 с.
5. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб. М.; Стандартинформ, 7 с.
6. OCT10 071-95 «Стандарт отрасли. Почвы Методика определения Cs-137 в почвах сельхозугодий»,
7. OCT 10 070-95 «Стандарт отрасли. Почвы. Методика определения Sr-90 в почвах сельхозугодий»

*Andreeva N. V., Kurbakov D. N., Kuznetsov V. K., Geshel I.*  
**V.RADIOECOLOGICAL MONITORING OF SOILS  
OF AGROECOSYSTEMS OF CONTROL AREAS  
OF THE KURSK NPP-2 LOCATION REGION IN 2019**

*Russian Institute of Radiology and Agroecology*

The results of radioecological monitoring of agroecosystems of control areas of the Kursk NPP-2 location region are presented. The distribution of artificial radionuclides in the soil was studied. It was found that the specific activity of  $^{137}\text{Cs}$  in the soils of agricultural lands of 15 km of the Kursk NPP-2 zone averaged  $20.3 \pm 12.2$  Bq / kg;  $^{90}\text{Sr}$   $4.15 \pm 0.05$  Bq / kg, respectively. The obtained data can be used for further assessment of the radioecological situation.

*Аскарова Д.А.<sup>1</sup>, Абрамов В.Е.<sup>2</sup>, Абрамов С.В.<sup>2</sup>*  
**БИОИНДИКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ТЕСТ  
КУЛЬТУРАМИ В УСЛОВИЯХ ВЫБРОСОВ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ВОСТОЧНОГО  
КАЗАХСТАНА**

*<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов  
<sup>2</sup>ВНИИ экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и  
Я.Р. Коваленко Российской академии наук  
[danara.84@mail.ru](mailto:danara.84@mail.ru)*

Исследовано действие пылевых выбросов промышленных предприятий на проростки *Pisum sativum* L. в условиях модельного опыта. Исследование показало, что внесение пыли промышленных предприятий, содержащей свинец и кадмий, приводит к более интенсивному накоплению указанных элементов в корневой системе, чем надземными органами, а также к увеличению биомассы проростков. В ходе исследования была установлена зависимость концентрации свинца и кадмия в проростках растения от их валового содержания и концентрации подвижных форм в почве.

Проблема загрязнения окружающей среды является актуальной в наши дни. Так, например, при ежегодном сжигании угля выделяется больше, чем включается в биологический круговорот: мышьяка – в 125, урана – в 60, кадмия – в 40, иттрия, циркония – в 10, олова – в 3-4 раза [5]. Все эти химические элементы становятся токсикантами, которые наносят огромный ущерб окружающей среде и человеку. Оценка масштабов воздействия промышленных предприятий Восточного Казахстана стала целью нашего исследования.

Модельный опыт заложен согласно методике З. И. Журбичского [1] в пластиковых сосудах. Для опытов выбрали не загрязненную фоновую тёмно – каштановую среднесуглинистую почву, отобранныю в 60 км от города Семей (Республика Казахстан) на полях бывшей сельскохозяйственной опытной станции, ввиду ее широкого распространения для сельскохозяйственного назначения [2-5]. Пыль угольного топли-

ва собирали из циклонного аппарата в одной из наиболее мощной котельной города Семей. Ввиду указания во многих литературных источниках о том, что растения семейства бобовых интенсивно накапливают в надземной части тяжелые металлы (ТМ), в качестве тест – объекта нами было выбрано однолетнее растение, принадлежащее этому семейству, - горох посевной сорта «Дебют» (*Pisum sativum L.*) [6,7]. Искусственное загрязнение пылью производили в сухом виде в соотношениях 0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0 и 15.0% угольной пыли к 1 кг воздушно-сухой массы почвы. В каждый сосуд высаживали по 24 проращенного семени. В течение 30 суток сосуды находились на рассеянном свету. За 100% принимали зелёную массу растения и корни, выращенные на контрольной почве в одинаковых условиях с вариантами загрязнения.

Содержание ТМ в почвенных и растительных образцах определяли фотоколориметрическим химическим дитизоновым методом Г.Я. Ринькиса [4], основанном на измерении оптической плотности окрашенного экстракта при помощи спектрофотометра СФ-2000. Чувствительность метода – 0,01 мкг/мл, стандартное отклонение –  $\pm 4,6\%$ . Определения проводили в трехкратной повторности.

При оценке токсичности ТМ считали, что фитотоксичным является такое его содержание в почве, которое снижает продуктивность растений на 10 и более процентов от контрольного варианта [8,9].

Объективным критерием оценки количества ионов металлов, перешедших из почвы в растение, служит коэффициент накопления ( $K_h$ ), то есть соотношение концентрации Pb и Cd в воздушно-сухой массе растения (мг/кг) к концентрации их подвижных форм соединений в почве (мг/кг) [10].

Полученные результаты исследования показали, что содержание гумуса в фоновой почве составило 1,23%, физической глины – 8,7%, рН<sub>водн.</sub> – 7,11, илистой фракции – 4,9%, ЕКО – 9,1 м-экв/100 г. По градации В.Б. Ильина [11], изучаемая почва по степени буферности является средней.

В исходной почве валовое содержание Pb составило 22 мг/кг, Cd – 0,73 мг/кг.

Нами было отмечено, что для форм соединений Pb в фоновой почве был характерен следующий убывающий ряд их соединений:

- кислоторастворимая (6,1 мг/кг) > обменная (2,8 мг/кг) > водорастворимая (0,5 мг/кг);

- для Cd: кислоторастворимая (0,09 мг/кг) > обменная (0,06 мг/кг) > водорастворимая (0,01 мг/кг).

Результаты проведенных исследований пыли показали, что валовое содержание Pb составляет 33,0 мг/кг, Cd – 4,8 мг/кг, превышая Кларкъ в литосфере по А.П. Виноградову (16,0 мг/кг) в 2,1 и Cd - в 36,9 раза (0,13 мг/кг).

Концентрация кислоторастворимой формы свинца в данной пыли составила 9,2 мг/кг, кадмия – 1,5 мг/кг, что в 1,5 раза выше ПДК<sub>Cd</sub> для почв сельскохозяйственного назначения (1,0 мг/кг).

В исследуемых пылевых выбросах водорастворимая форма Pb составила 1,8%, Cd - 1,6%, обменная – 13,3% Pb и 15,1% Cd, кислоторастворимая - 28,0% Pb и 31,3% Cd от их валового содержания в пыли.

По результатам проведенных нами исследований, выяснилось, что накопление Pb и Cd в органах проростков *Pisum sativum L.* носит акропетальный характер, то есть содержание исследуемых химических элементов в корнях проростков выше, чем в надземной части. Так, концентрация Pb в корнях опытных проростков в указанных дозах были выше в 1,6-2,1 раза и Cd – в 3,3-1,3 раза выше, чем в надземной части.

Вынос химических элементов изучаемой тест-культурой объективно отражает способность данного металла к биологической трансформации [11]. Вынос Pb и Cd надземными органами проростков *Pisum sativum L.* при внесении 0,1% пыли в почву составил 0,02 и 0,004 мг/сосуд, при 0,5% - 0,04 и 0,006 мг/сосуд, при 1,0% - 0,06 и 0,03 мг/сосуд, при 5,0% - 0,1 и 0,04 мг/сосуд, при 10,0% - 0,11 и 0,05 мг/сосуд и при

15,0% - 0,13 и 0,08 мг/сосуд соответственно, что в 1,8 и 4,4; 3,6 и 6; 5,5 и 30; 9,1 и 40; 10 и 50; 11,8 и 80 раз больше по сравнению с контрольным вариантом (0,011 и 0,001 мг/сосуд).

### **Выводы**

1. При внесении пыли в почву в дозах 0,1-15,0 % резкого возрастания валового содержания Pb и Cd в почве не наблюдалось.
2. Накопление Pb и Cd опытными проростками носит акропетальный характер.
3. Фитотоксический эффект не наблюдали, так как биомасса увеличивалась по сравнению с контрольным опытом на 36,3 %.
4. Вынос Pb и Cd при внесении пыли в почву в дозах 0,1 – 15,0 % увеличивался в 1,8 и 4,4; 3,6 и 6; 5,5 и 30; 9,1 и 40; 10 и 50; 11,8 и 80 раз по сравнению с контрольным опытом.

### *Литература*

1. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. Москва:Наука,1968.- 266с.
2. Панин М.С. Химическая экология. Семипалатинск, 2002г., - 852с.
3. Ильин В.Б. Система показателей для оценки загрязненности почв тяжелыми металлами // Агрохимия. – 1995. - № 1. – С. 94 – 99.
4. Ринькис Г.Я Методы анализа почв и растений / Г.Я. Ринькис, Х.К. Рамане, Т.А. Куницкая. – Рига: Зинатне, 1987. – 174с.
5. Галиуллина Р.А., Галиуллин Р.В., Возняк В.М. Извлечение растениями тяжелых металлов из почвы и водной среды //Агрохимия, 2003.№12.-С.60-65.
6. Кабата-Пендас А., Пендас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
7. Линдиман А.В. с соавт. Фиторемедиация почв, содержащих тяжелые металлы. ЭКИП, 2008, № 9. – С. 45-47
8. Черных Н.А., Овчаренко М.М. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах. Российский университет дружбы наро-

дов, Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Всероссийский НИИ удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова. Москва, 2002.

9. Askarova D.A., Glebov V.V. Level of industrial pollution by heavy metals of soils of the Republic of Kazakhstan and the Caspian region// В сборнике: Современные подходы и методы в защите растений Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 178-179.

10. Askarova D.A., Glebov V.V. Bio-environmental measures aimed at reducing the impact of heavy metals soil // В сборнике: Современные подходы и методы в защите растений Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 180-182.

11. Askarova D.A., Glebov V.V., Rodionova O.M., and Anikina E.V. Various approaches for reduction of heavy metal pollution of topsoil. AIP Conferences Proceedings 2063, 040003 (2019); <https://doi.org/10/1063/1.5087335> Published Online: 11 January 2019

*Askarova D.A.<sup>1</sup>, Abramov V.E.<sup>2</sup>, Abramov S.V.<sup>2</sup>*

**BIOINDICATION OF HEAVY METALS BY TEST-CULTURES  
UNDER CONDITIONS OF EMISSIONS FROM INDUSTRIAL  
ENTERPRISES IN EASTERN KAZAKHSTAN**

*<sup>1</sup>Peoples Friendship University of Russia (RUDN University)*

*<sup>2</sup>K.I. Skryabin and Y.R. Kovalenko Research Institute of Experimental Veterinary Medicine of the Russian Academy of Sciences*

Исследовано действие пылевых выбросов промышленных предприятий на проростки *Pisum sativum* L. в условиях модельного опыта. Исследование показало, что внесение пыли промышленных предприятий, содержащей свинец и кадмий, приводит к более интенсивному накоплению указанных элементов в корневой системе, чем надземными органами, а также к увеличению биомассы проростков. В ходе исследования была установлена зависимость концентрации свинца и кадмия в проростках растения от их валового содержания и концентрации подвижных форм в почве.

*Аскарова Д.А., Плющиков В.Г., Глебов В.В.*

**ВЛИЯНИЕ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ УСТЬ-  
КАМЕНОГОРСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО  
КОМПЛЕКСА НА НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
В ВЫРАЩИВАЕМЫХ ТЕСТ КУЛЬТУР**

*Российский университет дружбы народов*  
[danara.84@mail.ru](mailto:danara.84@mail.ru)

Изучено воздействие пылевых выбросов свинцово – цинкового комбината г. Усть-Каменогорска на проростки бобовой культуры на темно – каштановой почве. Исследование показало, что интенсивное накопление свинца наблюдалось в корневой системе исследуемой тест культуры. Анализ полученных данных выявил фитотоксический эффект свинца уже при минимальной пылевой нагрузке (0,1% пыли в почве) при которой биомасса проростков снижалась на 11,1% относительно контрольного варианта.

Пылевые выбросы промышленных предприятий – один из основных путей поступления в окружающую среду химических элементов и их соединений [1].

Следует отметить, что при низких концентрациях в среде многие из элементов являются эссенциальными, являющимися важнейшими компонентами биокатализаторов и биорегуляторов физиологических процессов. Однако в условиях химического загрязнения тяжелые металлы (ТМ) могут накапливаться в верхних горизонтах почвы, активно воздействуя в первую очередь на микроорганизмы и растения [2]. Это приводит к постепенному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и взаимодействия живых организмов. Известно, что основное количество тяжелых металлов в форме оксидов накапливается в пахотном горизонте почв, представляя серьезную опасность для растений. Изучение устойчивости растений к токсикантам, используя метод проростков, позволяет определить оптимальную безвредную и фитотоксическую дозу, при

которой рост и развитие растительного организма невозможна [3].

Таким образом, цель представленного исследования - дать экологическую оценку полевым выбросам Усть-Каменогорского металлургического комплекса на процессы накопление тяжелых металлов в выращиваемых тест культурах.

Для оценки экологическое состояние полевых выбросов Усть-Каменогорского металлургического комбината нами был заложен модельный вегетационный опыт согласно методике З.И. Журбицкого [4]. Для этого отбирались образцы темно – каштановой среднесуглинистой почвы пахотного горизонта. Тест культурами были: злаковые (*Secale cereale L.*), (*Triticum aestivum L.*), крестоцветные (*Brassica juncea L.*), (*Lepidium sativum L.*) и бобовые *Pisum sativum L.*

Анализ содержание тяжёлых металлов в пыли металлургического производства ОАО «Казцинк» показал, что валовое содержание цинка в пылевых выбросах свинцово-цинкового комбината составило 58330 мг/кг; меди – 15600 мг/кг; свинца – 20450 мг/кг и кадмия – 47000 мг/кг.

Общее содержание кадмия в исследуемой пыли составляет 15666,7 ПДК в почве; свинца – 204,5; цинка – 194,4 и меди – 156.

Среднее валовое содержание тяжёлых металлов в анализируемой пыли выше их кларка в литосфере и почве: меди – в 331,9 и 780 раз соответственно, цинка – в 702,8 и 1166,6 раз, свинца – в 1278,13 и 2045 раз и кадмия – в 361583,5 и 94 тысячи раз соответственно.

По величине концентрации валового содержания, исследуемые ТМ располагаются в следующем убывающем порядке: Zn>Cd>Pb>Cu.

Содержание ТМ во всех изученных нами формах соединений достаточно велико и превышает ПДК и кларки их в почве в несколько раз. Так, например, содержание кислоторастворимой формы меди превышает её кларк в почве в 94,9

раза, в литосфере – в 40,4 раза и ПДК почвы – в 18,98 раз. Содержание обменной формы кадмия составило 3665,7 мг/кг, что в 28197,7 раз превышает кларк в литосфере, в 7331,4 раз выше его кларка в почве и в 1221,9 раз выше ПДК и так далее.

По величине среднего содержания исследуемые формы тяжёлых металлов располагаются в следующий убывающий ряд: кислоторастворимые > обменные > водорастворимые.

По величине концентрации исследуемые металлы в формах соединений располагаются в следующем убывающем порядке:

в водорастворимой форме: Cd > Pb > Cu > Zn.

в кислоторастворимой форме: Cd > Cu > Zn > Pb.

в обменной форме: Cd > Pb > Zn > Cu.

Содержание водорастворимых форм исследуемых тяжёлых металлов в пылевых выбросах составляет 0,24 – 4,42 %, кислоторастворимых – 9,41- 20,77 % и обменных форм – 1,41 – 8,84 % от их валового содержания. Наибольший процент водорастворимых и кислоторастворимых форм соединений от валового количества приходится на кадмий и медь, обменной формы – на свинец и кадмий.

Анализ пылевой нагрузки свинцово-цинкового комбината показал:

-при дозах 0,1-1% отмечается снижение ростовых процессов изучаемых тест культур;

-при пылевой нагрузке (1,0%) отмечен высокий уровень биоаккумуляции тяжелых металлов отмечено у злаковых (*Secale cereale L.*) и крестоцветных *Brassica juncea L.* Слабее всех накопление ионов цинка, меди и свинца выявлено у злаковых (*Triticum aestivum L.*) и бобовых *Pisum sativum L.*, а ионы кадмия – у крестоцветных (*Lepidium sativum L.*);

-при пылевой нагрузке в 5% выявлен фитотоксический эффект, который составляет 78%;

-с увеличение дозы пылевой нагрузки (10-15%) отмечается гибель изучаемых растений.

С учётом количества пылевых выбросов в год (217,14 т/год) и содержанием в них ТМ нами произведён расчёт количества ТМ, поступающих в атмосферу с пылевыми выбросами от металлургического производства ОАО «Казцинк».

Расчётом установлено, что с пылевыми выбросами свинцово-цинкового комбината в атмосферу г. Усть-Каменогорска поступает 3 т 387 кг цинка, 12 т 666 кг меди, 4 т 441 кг свинца и 10 т 206 кг кадмия в год.

Таким образом, анализ пылевой нагрузки свинцово-цинкового комбината показал, что при дозах 0,1-1% ТМ (Cd,Pb,Cu,Zn) отмечается снижение ростовых процессов изучаемых тест культур; при увеличении ТМ в пылевой нагрузке (1,0%) отмечен высокий уровень биоаккумуляции ТМ у злаковых (*Secale cereale L.*) и крестоцветных *Brassica juncea L.* Слабее всех накопление ионов цинка, меди и свинца выявлено у злаковых (*Triticum aestivum L.*) и бобовых *Pisum sativum L.*, а ионы кадмия – у крестоцветных (*Lepidium sativum L.*). При дальнейшем росте концентрации ТМ при пылевой нагрузке в 5% выявлен фитотоксический эффект, который составил 78%, а при пылевой нагрузке в 10-15% отмечалась гибель изучаемых растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по Программе повышения конкурентоспособности РУДН «5-100» среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2016-2020 гг.

### *Литература*

1. Askarova D.A., Glebov V.V. Level of industrial pollution by heavy metals of soils of the Republic of Kazakhstan and the Caspian region // В сборнике: Современные подходы и методы в защите растений Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 178-179.
2. Askarova D.A., Glebov Bio-environmental measures aimed at reducing the impact of heavy metals soil // В сборнике: Современные подходы и методы в защите растений Материалы Всероссийской

научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 180-182.

3. Askarova D.A., Glebov V.V., Rodionova O.M., and Anikina E.V. Various approaches for reduction of heavy metal pollution of topsoil. AIP Conferences Proceedings 2063, 040003 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5087335> Published Online: 11 January 2019
4. Журбцик 3. И. Теория и практика вегетационного метода. М.: Наука, 1968 -265 с

*Askarova D. A., Plushikov V. G., Glebov V.V.*  
**INFLUENCE OF FIELD EMISSIONS**

**FROM THE UST-KAMENOGORSK METALLURGICAL  
COMPLEX ON THE ACCUMULATION OF HEAVY METALS  
IN CULTIVATED CROPS**

*Peoples' friendship University of Russia (RUDN University)*

The impact of dust emissions from the lead-zinc plant in Ust-Kamenogorsk on bean seedlings on dark chestnut soil was studied. The study showed that intensive accumulation of lead was observed in the root system of the test culture. Analysis of the obtained data revealed the phytotoxic effect of lead is achieved at a minimum dust load (0.1% of dust in the soil), in which the biomass of seedlings decreased by 11.1% relative to the control variant.

**Белик А.А.<sup>1</sup>, Кокорева А.А.<sup>1,2</sup>, Колупаева В.Н.<sup>1</sup>**  
**МИГРАЦИЯ ПЕСТИЦИДА ЦИАНТРАНИЛИПРОЛА**  
**В АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ:**  
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРОГНОЗНЫЕ ДАННЫЕ**

<sup>1</sup>*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»*

<sup>2</sup>*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»*

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

В агродерново-подзолистой почве пестицид циантранилипрол в первые дни после внесения мигрировал до глубин 15-25 см, что может быть обусловлено преимущественными путями миграции по макропорам. Ненастроенная модель PEARL не учитывала этого явления.

Обязательная процедура регистрации пестицидов включает в себя экологическую оценку риска их применения и должна содержать характеристику воздействия [1], т.е. определение концентраций пестицида в окружающей среде. Концентрации могут быть либо измерены в результате лабораторных, лизиметрических или полевых экспериментов, либо получены с помощью математического моделирования [2]. Экспериментальные методы трудоемки и затратны, поэтому часто используют прогнозные методы. Но важно знать правильно ли работают модели: необходима проверка адекватности модели, то есть сравнения прогнозных значений, полученных при граничных условиях близким к натурным, с экспериментальными данными.

Для изучения миграции пестицидов в почвах был выбран циантранилипрол – действующее вещество, обладающее инсектицидной активностью для широкого спектра сельскохозяйственных культур. Циантранилипрол является нелетучим, среднестойким (DT50лаб.=34,4 сут) и среднеподвижным веществом (Koc=241 см<sup>3</sup>/г).

Двухгодичный деляночный эксперимент (площадка 25 м<sup>2</sup>) проводился на агродерново-глубокоподзолистой тяжелосуглинистой почве (Пушкинский район, Московская область). Внесение пестицида проводилось весной в дозах в первый год 0,74 кг/га и во второй год 0,20 кг/га. Образцы почвы для определения остаточных количеств пестицида отбирали буровым методом через 0, 7, 53, 101, 351 суток после первичной обработки, затем проведена вторая обработка, и через 0, 7, 14, 29, 64, 102, 343 суток после повторной обработки почвы с шагом по вертикали 5 см. Были установлены термодатчики, также определялась послойно влажность почвы для каждого срока отбора.

Для моделирования миграции пестицида использовалась рекомендуемая при регистрационных испытаниях в России модель PEARL 4.4.4., в которой транспорт основан на конвективно-диффузационном уравнении, и в последней версии добавлен транспорт по макропорам.

В первый год эксперимента после внесения пестицид через 7 суток проник до глубины 25 см, ниже этого слоя в течение всего первого года циантранилипрол не был обнаружен (таблица 1).

**Таблица 1.** Абсолютное содержание циантранилипрола (кг/га) по профилю агродерново-подзолистой почвы в течение первого года исследования

Глубина, см	Сутки после внесения			
	7	53	101	351
0-5	0,4872	0,3480	0,0619	0,0425
5-10	0,1724	0,1152	0,1519	0,0185
10-15	0,0232	0,0475	0,0190	0,0069
15-20	0,0314	0,0102	0,0056	
20-25	0,0141			

Согласно отчету «Изучение разложения и миграции циантранилипрола...» [3] циантранилипрол на изученных почвах Российской Федерации не мигрировал ниже 20 см слоя. Бо-

лее глубокое проникновение пестицида в нашем эксперименте в первую неделю после внесения может быть обусловлено как особенностями строения порового пространства агродерново-подзолистой почвы, так и засушливым периодом до эксперимента, и выпадением до 10 мм осадков на 5 день. В следующий год проведения эксперимента на 7 сутки после внесения пестицид был обнаружен на глубине 15 см. Затем на 29 сутки циантранилипрол достиг глубины 20 см и до окончания эксперимента не мигрировал ниже (таблица 2). Погодные условия после внесения пестицида на второй год сильно отличались от первого года: до внесения почва успела насытиться, несколько дней шли дожди, а после первые осадки были только через неделю.

**Таблица 2.** Абсолютное содержание циантранилипрола (кг/га) по профилю агродерново-подзолистой почвы в течение второго года исследования

Глубина, см	Сутки после внесения					
	7	14	29	64	102	343
0-5	0,1780	0,1480	0,0836	0,0645	0,0568	0,0464
5-10	0,0082	0,0219	0,0148	0,0223	0,0232	0,0201
10-15	0,0043	0,0125	0,0114	0,0103	0,0165	0,0110
15-20	0,0000	0,0025	0,0068	0,0064	0,0114	0,0056

Перед тем как приступить к прогнозу миграции циантранилипрола, важно оценить работу почвенного блока модели PEARL, для чего необходимо сравнить полученные в эксперименте и прогнозные значения. Для оценки адекватности моделей, описывающих поведение пестицидов, часто используют нормированную среднюю квадратическую ошибку SRMSE [4].

На разложение пестицида оказывает влияние температура. Визуальное сравнение расчетных данных с показаниями термодатчиков и ошибка прогноза (0,17-0,11) показывают хорошую сходимость. Миграция веществ в почве происходит в основном с потоками воды, поэтому следующим шагом стала

проверка качества прогноза влажности путем послойного сравнения расчетных и прогнозных величин. Обнаружены существенные ошибки, возрастающие с глубиной (SRMSE до 0,34). Настройка водного блока модели PEARL привела к улучшению прогноза: при уровне значимости  $p\text{-level}=0,029675$  значения  $t$ -критерия отрицательно и равно  $-2,267001$ .

Теперь необходимо перейти непосредственно к анализу прогноза поведения пестицида в почве. В целом динамика содержания пестицида по всему профилю прогнозируется вполне удовлетворительно, SRMSE равно 0,16-0,19. Однако более важной характеристикой поведения пестицида является то, как именно он распределяется по глубинам. Модели PEARL описывает равномерное движение вещества вниз по профилю. В первые дни после внесения пестицид мигрирует глубже, чем учитывает модель, такое явление может быть обусловлено преимущественными путями миграции по макропорам в агродерново-подзолистой почве. Выходом из сложившейся ситуации может служить настройка модели с помощью параметров, способных учесть явление преимущественного транспорта. Шаг смещения оказывает значительное влияние на распределение содержания пестицида и может использоваться для настройки моделей миграции пестицидов. Использование экспериментально определенных значений шага смещения [5] позволяет снизить ошибку прогноза.

Полученные результаты экспериментов по миграции пестицида циантранилипрова в агродерново-подзолистой почве Московской области позволяют оценить значимость преимущественных потоков влаги в миграции пестицидов в почвах тяжелого гранулометрического состава и могут быть использованы для решения прикладных задач при оценке риска применения исследуемого пестицида в окружающей среде.

## Литература

1. *Guidelines for Ecological Risk Assessment*. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC, 1998. 188 p.
2. *Ying G.-G.* Ecological Risk Assessment of Pesticides Used in Agriculture // Integrated Analytical Approaches for Pesticide Management / Eds. B. Maestroni and A. Cannavan. Chapter 5. 2018. – p. 67-79.
3. *Изучение разложения и миграции циантранилипрова в почвах Российской Федерации* / Отчет о научно-исследовательской работе за 2012 год. Москва: Центр энтомоцидных исследований «Эпикентр», 2013.
4. *Сметник А.А., Спиридонос Ю.Я., Шеин Е.В.* Миграция пестицидов в почвах. М.: РАСХН-ВНИИФ, 2005. – 327 с.
5. *Shein E.V., A.A. Belik, Kokoreva A.A., Kolupaeva V.N.* Quantitative Estimate of the Heterogeneity of Solute Fluxes Using the Dispersivity Length Parameter for Mathematical Models of Pesticide Migration in Soils // Eurasian Soil Science. Vol. 51. No. 7. 2018. – p. 797–802.

***Belik Aleksandra<sup>1</sup>, Kokoreva Anna<sup>1,2</sup>, Kolupaeva Victoria<sup>1</sup>***  
**MIGRATION OF THE PESTICIDE CYANTRANILIPROLE  
IN AGROSODDY- PODZOLIC SOIL: EXPERIMENTAL  
AND FORECAST DATA**

<sup>1</sup>*Russian Scientific-Research Institute of Phytopathology*

<sup>2</sup>*Lomonosov Moscow State University*

In the first days after application the pesticide cyantraniliprole migrated to depths of 15-25 cm in agrosoddy-podzolic soil, that may be due to preferential flows. The unadjusted PEARL model didn't take this phenomenon into account.

**Бондарева Л.Г.**

## **МИГРАЦИЯ УРАНА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ. МОДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ.**

*Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора  
[l-bondareva@mail.ru](mailto:l-bondareva@mail.ru)*

В работе изучается миграция урана-238 в системе почва-растение на примере цветочной культуры – бархатец (*Tagetes erecta*). При внесении нефти и урана в экспериментальную систему увеличилась долю урана, в корневой части растений (мкг/пробу): с 0,81 до 9,43, и в наземной части (мкг/пробу): с 0,78 до 17,1 и пластовой воды происходит усиленное выделение урана, который присутствовал в почве ранее, и содержание урана в корневой и наземной части растений в системах с добавлением нефти и пластовой воды много выше, чем в контрольной системе (от 1,17 до 6,73 мкг по сравнению с 0,78 в наземной части растений и от 9,92 до 12,87 по сравнению с 0,81 мкг в корневой части растений), а при внесении урана вместе с нефтью, содержание радионуклида заметно отличается от содержания в корневой части растения (17,1 в наземной части и 9,43 мкг в корневой части растений).

Долгое время считалось, что основную радиационную опасность представляют искусственные (техногенные) радионуклиды следствие испытаний ядерного оружия, деятельности предприятий ядерно-топливного цикла, использования радиоизотопных источников в промышленности и т.п. К настоящему времени установлено, что основную роль в облучении населения играют не техногенные, а природные (естественные) источники радиационного излучения.

Нефть, газ и пластовые воды, контактируя с породами, растворяют и содержат в своем составе многие химические вещества, включая природные радионуклиды урана-238, радия-226, тория-232 и калия-40. При добыче нефти происходит вынос этих радиоактивных веществ на дневную поверхность, где их количественное содержание может варьиро-

ваться от незначительного превышения естественного фона до величин, опасных для здоровья работников промысла и объектов природной среды.

Уран-238 в почвах находится в форме  $UO_2^{2+}$ , который образует с органическим веществом почвы хорошо растворимые комплексы, что увеличивает его подвижность в почве, а, следовательно, его биодоступность корневой системой растений [1, 2]. Известно, что освоение территорий, в том числе и для сельского хозяйства является важным звеном биологической цепи, по которой естественные радионуклиды способны переходить в организм сельскохозяйственных животных и далее - в организм человека. В связи с этим возникает необходимость изучения миграции урана по трофическим цепям. Одним из звеньев трофической цепи является поступление урана из почвы в растения [3-6].

Изучение путей миграции естественных радионуклидов в объектах окружающей среды позволяет сделать предварительную оценку опасности радиационного воздействия на здоровье человека.

Основной целью работы является изучение миграции урана-238 в системе почва-растение на примере цветочной культуры – бархатец прямостоячий (*Tagetes erecta*).

#### *Объекты исследования*

Почва (серая лесная, средний суглинок, средней кислотности - pH 5,1 - pH 5,5) отобрана вблизи лесного массива и жилых строений кампуса СФУ методом конверта (согласно ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84).

#### *Бархатцы прямостоячие (*Tagetes erecta* L.).*

Сырая нефть с месторождения Западной Сибири (Томская область). В эксперименте использовалась также подтоварная вода (попутно-добыываемая пластовая вода), которая была извлечена совместно с этой же нефтью, а в дальнейшем отделена от нее с помощью делительной воронки.

Почва была очищена от крупных фрагментов: остатков растений, камней и др. инородных предметов. Пробы почвы

массой 300,0 г были помещены в ёмкости (пластиковые стаканы) с дренажной системой. Всего было подготовлено 8 проб. На первой стадии эксперимента проводили регулярный полив систем обычной (отстоявшейся водопроводной) водой для того, чтобы перевести почву в естественно-влажное состояние и предупредить последующее полное высыхание почвы. Через четыре недели полива, в ёмкости с почвой были посажены саженцы *Tagetes erecta* L. В каждую ёмкость было высажено по три саженца. Через две недели в ёмкости были внесены растворы (для каждой системы по три параллельного опыта): 1) вода (контроль), 2) 15 мл нефти, 3) 15 мл пластовой воды, 4) 15 мл нефти и 480 мкг урана в виде раствора соли  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ .

Ёмкости были закрыты полиэтиленовыми пакетами для создания микроклимата в каждой системе и предотвращения испарения внесенных растворов. Через неделю был осуществлен полив обычной водой, через пять дней после этого ёмкости были разобраны.

Все жидкие фракции анализировались методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, с использованием масс-спектрометра Agilent 7500 фирмы Agilent Technology (США).

С помощью метода последовательного фракционирования оценивали относительную подвижность урана, связывания с почвенными компонентами [3].

#### *Результаты и их обсуждение*

Содержание урана в водорастворимой фракции почвы у корневой ризосфера меньше, чем в обменной фракции. Максимальное значение урана в обменной фракции приходится на пробу, в которую был внесен уран.

В пробах непосредственно почвы максимальное значение урана приходится на обменную фракцию в пробе с нефтью и ураном - 4,53 мкг, что составляет 0,81 % от всего количества.

Таким образом, во всех пробах максимальный выход урана связан с обменной фракцией. Самые высокие

концентрации урана характерны для проб, в которые была внесена нефть.

Выход урана с почвенными экстрактами из почвы с добавлением нефти с ураном незначителен и составил 0,97 % от всего урана в почве.

Так как модельные системы подвергались периодическому поливу, часть урана была удалена из системы с дренажной водой. В колонках с почвой, в которые был внесен раствор соли урана, наблюдался высокий выход урана после полива, который достигал  $\sim 0,20$  мкг. Суммарное содержание урана в дренажных водах системы с естественным содержанием урана не превышало 0,05 мкг.

Доля накопленного урана в наземных и корневых системах в контрольной системе практически одинакова и составляет  $\sim 50$  %. При внесении и урана и нефти в экспериментальную систему, наблюдалось увеличение доли U-238 в наземной части растения ( $\sim 65$  %), что заметно выше по сравнению с содержанием в корневой системе ( $\sim 35$  %).

В системе, в которую была внесена пластовая вода, растения завяли через неделю после внесенного раствора. Тогда как в других исследуемых системах растения развивались.

Таким образом, было получено следующее:- максимальная часть урана 98 % связывается с компонентами почвы (органическим веществом, глинистыми минералами) после внесения, - только 2 % урана извлекается из почвы вместе с подвижными фракциями и накапливается в растении, - при внесении нефти и пластовой воды происходит усиленное выделение урана, который присутствовал в почве ранее, и содержание урана в корневой и наземной части растений в системах с добавлением нефти и пластовой воды много выше, чем в контрольной системе.

## *Литература*

1. *Арбузов, С.И.* Геохимия радиоактивных элементов: учебное пособие / С.И. Арбузов, Л.П. Рихванов. - Томск: ТПУ, 2011. - 300 с.
2. *Абдулаева, А.С.* Радиоактивность горных пород, почв, природных вод Дагестана и обусловленные ими эффективные дозы / А.С. Абдулаева // Юг России: экология, развитие. - Махачкала, 2012. -№ 3. - С. 89-106.
3. *Бурачевская М.В.* Фракционный состав соединений тяжелых металлов в черноземах обыкновенных нижнего Дона: дис. ...канд.биол.наук: 03.02.13: защищена 3.04.2015 / Бурачевская Марина Викторовна.- Воронеж, 2015. - с.23-49
4. *Гашев С.Н., Моисеенко Т.И.* Тяжелые металлы и радионуклиды как фактор риска для биоты в экологическом мониторинге Тюменской области. Вестник ТюМГУ. 2012, № 12.- с.26-36
5. *Глухов Г.Г.* Радиационный контроль в современных процессах нефтедобычи /Г.Г. Глухов, В.В. Зукау, Ю.В. Нестерова, И.В. Чикова.- Вестник науки Сибири, 2012.- № 2.-С.16-21

*Bondareva L.G.*

### **МIGRATION OF URANIUM IN THE SOIL-PLANTS SYSTEM. MODEL EXPERIMENTS**

*Federal Scientific center of Hygiene named after F.F. Erisman*

The aim is to study the migration of uranium-238 in the soil-plant system by the example of the culture of flower - marigold (*Tagetes erecta*). The following conclusions were obtained. The maximum of the uranium (98%) associated with the components of the soil (organic matter, clay minerals) after application. In wet soils the mobility of uranium above. Oil and produced water increases the allocation of uranium, which resides in the soil earlier. The uranium content of the root and ground parts of the plants in the systems with the addition of oil and produced water is much higher than in the control system.

*Бурачевская М.В., Невидомская Д.Г., Бауэр Т.В.,*

*Цициашвили В.С., Бренъ Д.В.*

## **СОСТАВ СОЕДИНЕНИЙ СВИНЦА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПОЙМЫ РЕКИ СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»  
[marina.0911@mail.ru](mailto:marina.0911@mail.ru)*

В статье изучен состав соединений Pb в высоко загрязненных донных отложениях природного отстойника химического завода методом последовательного фракционирования. Показано преобладание доли остаточной фракции Pb, представленной слоистыми силикатами (гидромусковит, монтмориллонит, каолинит). Большую роль в поглощении металла также играют органическое вещество и (гидр)оксиды Fe-Mn. Отмечается высокая подвижность Pb, что представляет опасность для окружающей среды.

К числу наиболее опасных загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, относятся тяжелые металлы, в том числе Pb, которые, в отличие от органических поллютантов, подвергающихся процессам разложения, способны лишь к перераспределению между отдельными компонентами водных систем и окружающей среды. Крупные предприятия химической промышленности, оказывают большое давление на окружающую среду через свои выбросы (газообразные, жидкые и твердые) и способствуют поступлению тяжелых металлов в наземные и аквальные экосистемы. Особенно экологические риски возрастают для пойменных ландшафтов, что обусловлено их положением в нижней части каскадной ландшафтно-геохимической системы. Донные отложения при этом являются своеобразными депо для тяжелых металлов, фиксируя длительный эффект антропогенного влияния на экосистему.

Состав соединений металлов оказывает существенное влияние на их мобильность, биодоступность и токсичность в загрязненных почвах и сопредельных средах. Токсичность

элемента определяется формой его нахождения, а также составом и свойствами депонирующей среды [1, 2]. Химические методы последовательного экстрагирования широко используются для оценки форм соединений металлов в почвах и донных отложениях [3,4].

Цель работы – изучить фракционный состав Pb в высоко загрязнённых донных отложениях

Исследовались образцы донных отложений озера Атаманского, которое находится в пойме реки Северский Донец – главного притока реки Дон. Исследуемая территория испытывает многолетнюю антропогенную нагрузку в связи с тем, что более 40 лет служило природным отстойником предприятий промзоны г. Каменск-Шахтинский Ростовской области. Характеристика физико-химических свойств в образце донных отложений представлена в таблице 1. Изучение свойств донных отложений проводилось общепринятыми методами [5]. Валовое содержание Pb в образцах определяли рентгенофлуоресцентным методом.

**Таблица 1.** Физико-химические свойства донных отложений

Сорг, %	pH	Физ. глина (<0.01 мм)	Ил (<0.001 мм)	ЕКО, мг-экв/100г	CaCO <sub>3</sub> , %	MgCO <sub>3</sub> , %
4.1	8.3±0.8	69.6	17.6	21.3±2.0	1.8	0.9

Для изучения состава соединений свинца в донных отложениях был применен метод последовательного фракционирования Тессиера [4]. Данный метод обеспечивает выделение пяти фракций соединений металлов: обменной (1M MgCl<sub>2</sub>), связанной с карбонатами (1M CH<sub>3</sub>COONa), связанной с (гидр)оксидами Fe и Mn (0.04M NH<sub>2</sub>OH·HCl в 25% CH<sub>3</sub>COOH), связанной с органическим веществом (0,02M HNO<sub>3</sub>+30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, pH 2, затем 3.2 M CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> в 20% HNO<sub>3</sub>) и остаточной фракции (HF+HClO<sub>4</sub>, затем HNO<sub>3</sub>конц.).

Анализ содержания Pb в вытяжках проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС).

Повторность выполненных анализов трехкратная. Статистическая обработка данных произведена с использованием программы STATISTICA 2010.

В исследуемых образцах донных отложений содержание Pb (1580 мг/кг) превысило в 158 раз кларк литосферы [6].

Фракционирование соединений Pb в исследуемом образце донных отложений показало (табл. 2) доминирование остаточной фракции (49 % от суммарного содержания всех фракций). Эта фракция представлена, главным образом, первичными и вторичными минералами [4]. Проведенный нами минералогический анализ [7] показал преобладание слоистых силикатов (гидромусковит, монтмориллонит и каолинит). Применение методов XANES и EXAFS – спектроскопии позволило идентифицировать присутствие Pb в октаэдрической структуре слоистых силикатов [8].

**Таблица 2.** Фракционный состав соединений Pb в загрязненных донных осадках

Обменные	Связанные с карбонатами	Связанные с (гидр)оксидами Fe и Mn	Связанные с органическим веществом	Остаточная фракция
МГ/КГ				
287±30 <sup>1</sup>	100±11	187±19	196±22	769±72
% от суммы фракций				
19	7	12	13	49

<sup>1</sup> ошибка средней

На долю фракции, связанной с органическим веществом, приходится 13% (табл. 2). Pb отличается высокой способностью к образованию прочных хелатных комплексов с органическим веществом [9]. Доля фракции, связанной с карбонатами, является самой низкой, и не превышает 7% (табл. 2).

Отмечается закрепление Pb фракцией (гидр)оксидов Fe и Mn - 12% (табл. 2).

Химическое фракционирование показало высокое значение обменной фракции Pb (287 мг/кг или 19% от суммы фракций), что в 48 раз превышает ПДК по подвижным формам (6,0 мг/кг) [10] (табл. 2). Это указывает на большие экологические риски для прилегающих ландшафтов.

Таким образом, в высоко загрязнённых донных отложениях подвижность Pb достаточно высокая (19%), что является наиболее опасным последствием загрязнения выбросами предприятий. Основными стабилизаторами подвижности Pb выступают слоистые силикаты (гидромусковит, монтмориллонит, каолинит), органическое вещество и (гидр)оксиды Fe и Mn.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ, проект № 19-74-00085

### *Литература*

1. *Manceau A., Marcus M.A., Tamura N.* Quantitative speciation of heavy metals in soils and sediments by synchrotron X-ray techniques // *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. 2002. № 49 (1). P. 341–428.
2. *Курилов П.И., Круглякова Р.П., Савицкая Н.И., Федотов П.С.* Фракционирование и определение форм тяжелых металлов в донных отложениях Азовского моря // *Журнал аналитической химии*. 2009. № 64 (7). С. 757-765
3. *Minkina, T.M., Motuzova, G.V., Nazarenko O.G., Kryshchenko V.S., Mandzhieva S.S.* 2008. Forms of Heavy Metal Compounds in Soils of the Steppe Zone // *Eurasian Soil Science* № 41 (7). P. 708-716.
4. *Tessier A, Campbell P.G.C., Bisson M.* Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals // *Analytical chemistry*. 1979. №51. P. 844-850.
5. *Воробьева Л.А.* Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
6. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Издательство Академии наук СССР, 1957. 68 с.

7. Методические рекомендации № 158 Научного совета по методам минералогических исследований (НСОММИ) Федерального научно-методического центра лабораторных исследований и сертификации минерального сырья. М., 2008.
8. *Nevidomskaya D.G., Minkina T.M., Soldatov A.V., Shuvaeva V.A., Zubavichus Y.V., Podkoyyrina Y.S.* Comprehensive study of Pb (II) speciation in soil by X-ray absorption spectroscopy (XANES and EXAFS) and sequential fractionation // *J Soils Sediments.* 2016. №16. P. 1183–1192
9. *Pinskii D.L., Minkina T.M.* Regularities of Cu, Pb and Zn adsorption by chernozems of the South of Russia // *Eurasian Journal of Soil Science.* 2013. №2. C. 59-68.
10. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в почве: Гигиенические стандарты. М.: Роспотребнадзор, 2006. 15 с. Введ. 2006-04-01

*Burachevskaya M. V., Minkina T. M., Bauer T. V.,  
Tsitsuashvili V. S., Petukhova V. N.*

**LEAD COMPOUNDS IN SEDIMENTS OF THE SEVERSKY  
DONETS RIVER FLOODPLAIN**

*Southern federal university*

The article studies the composition of Pb compounds in highly contaminated bottom sediments of a natural settling tank of a chemical plant by sequential fractionation. The predominance of the fraction of the residual Pb fraction represented by layered silicates (hydromuscovite, montmorillonite, kaolinite) is shown. Organic matter and Fe-Mn (hydr)oxides also play an important role in metal absorption. There is a high mobility of Pb, which is a danger to the environment.

*Варнаков А.Н., Воробьев А.Ю.,*

*Тобратов С.А., Кадыров А.С.*

**МОНИТОРИНГ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ АККУМУЛЯЦИИ  
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СЕДИМЕНТАЦИОННЫХ  
ЛОВУШЕК В ПОЙМАХ МАЛЫХ РЕК  
С ИНТЕНСИВНЫМ ТЕХНОГЕННЫМ  
ЗАГРЯЗНЕНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ Р. ЛИСТВЯНКИ)**

*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени*

*С.А. Есенина»*

[a.vorobyov90@mail.ru](mailto:a.vorobyov90@mail.ru)

Для выявления наиболее загрязненных экотоксикантами участков пойм рек Оки и Листвянки нами предложен метод седиментационных ловушек, закрепляемых в пойме реки перед половодьем. На уровне низкой прирусловой поймы, затопление которой наиболее вероятно, на фоне высокого загрязнения вод р. Листвянки ожидается выпадение наносов, обогащенных нефтепродуктами. В дальнейшем, для данного водотока предполагается расчет поставки наносов на пойму, выпадения в донные отложения и транспортировки до русла Оки и ее прибрежной зоны.

Превращение в XX веке г. Рязани в крупный индустриальный центр привело к становлению региональной перерабатывающей промышленности, что инспирирует техногенное загрязнение бассейнов местных рек. Воды реки Листвянки (притока р. Оки первого порядка), верховья которой расположены в пределах Рязанского Южного промышленного узла, относятся к четвертому классу опасности [1]. Мониторинг качества воды в данной реке проводится с целью нормирования негативного воздействия сбросов сточных вод, загрязненных соединениями азота, органическими веществами, фенолами, железом.

Между тем, качество вод не является единственным критерием экологической загрязненности речных бассейнов [2]. При весеннем затоплении днищ речных долин, превышение максимально допустимых концентраций экотоксикантов за-

частую наблюдается и в пойменных почвах. Загрязнение последних происходит при оседании взвешенных наносов в виде пойменного наилка и переходе его твердофазного материала в ППК.

Ранее нами была разработана экспериментальная методика определения гранулометрического состава пойменного наилка, апробированная в пойме р. Оки [3]. Для определения содержания нефтепродуктов (одного из значимых загрязнителей для р. Листвянки), в ее прирусловой пойме и в пойме Оки осенью 2019 года нами были установлены 12 резиновых ковриков-ловушек для наилка (рис. 1). Места их установки соответствовали надводной части прирусловых отмелей данных рек, в пределах которых аккумуляция преобладает над эрозией.

После прохождения половодной волны, весной 2020 года, предполагается снятие всех ловушек. Определение степени депонирования в свежем наилке экотоксикантов позволит выделить наиболее загрязненные участки прирусловой поймы. Места аккумуляции тонкодисперсных наносов с высокой потенциальной адсорбирующей способностью по отношению к загрязняющим веществам будут установлены с помощью гранулометрического анализа. В точках установки седиментационных ловушек предполагается также отбор образцов донных отложений и проб воды. На фоне тенденции к уменьшению общего объема все более загрязненных сточных вод, поставляемых в естественные водотоки области [1, 4], целесообразен возможно более полный контроль экологической нагрузки экосистемы р. Листвянки.



Рис. 1. Расположение точек отбора образцов в Рязанском расширении поймы р. Оки.

Полученные в ходе эксперимента результаты позволяют выяснить, как соотносятся между собой загрязнение вод малых рек и выпадение загрязнителей в их русле и на пойме. Предполагается определение количественной взаимосвязи накопления экотоксикантов в пойме малой реки и на ее приступьевом участке. Основным препятствием для осуществления запланированных исследований является значительная вероятность низкого половодья в 2020 году, либо его полное отсутствие. Реализация подобного гидрологического сценария предполагает только отбор образцов донных отложений и проб воды, контроль качества которой необходим для оптимизации существующих систем очистки сточных вод от приоритетных загрязнителей.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (Проект № 18-45-623002) и Министерства промышленности и экономического развития Рязанской области

## *Литература*

1. Государственный доклад «Об экологической ситуации в Рязанской области в 2016 году». Министерство природопользования и экологии Рязанской области. Рязань, 2016. 139 с.
2. *Остроумов С. А.* Загрязнение, самоочищение и восстановление водных экосистем. — МАКС Пресс М, 2005. — 100 с.
3. *Кривцов В.А., Воробьев А.Ю., Пузаков С.В.* Применение метода ковриков-ловушек для определения динамики накопления современного аллювия на рязанском участке среднего течения р. Оки // Вестник Волгоградского Государственного Университета, Серия 11 Естественные науки №4 (14). -С. 30-39, 2015.
4. Электронный ресурс: «Научно-популярная энциклопедия «Вода России», режим доступа: <https://water-rf.ru/>. Дата обращения 16.02.2020

***Varnakov A.N., Vorobyov A.Y., Tobratov S.A., Kadyrov A.S.*  
MONITORING OF ALLUVIAL ACCUMULATION WITH  
USING THE SEDIMENTATION TRAPS IN THE FLOODPAINS  
OF SMALL RIVERS WITH INTENSIVE TECHNOGENIC  
POLLUTION (ON THE EXAMPLE OF LISTVYANKA RIVER)**

*Ryazan State University named S.A. Yesenin*

We proposed the method of sedimentation traps to identify the most ecotoxicant-polluted sections of the floodplain of rr. Oka and Listvyanka.

At the level of a low riverbed floodplain, the flooding of which is most likely, against the background of high pollution of the Listvyanka river, expected precipitation of deposits enriched in petroleum products. In the future, we will calculate for this watercourse the supply of sediments to the floodplain, sediments to bottom sediments, and its transportation to the channel of the Oka River and its coastal zone.

**Воробьев А.Ю., Варнаков А.Н., Кадыров А.С.**  
**МИГРАЦИЯ ИЛА В ПОЧВАХ РЯЗАНСКОГО**  
**РАСШИРЕНИЯ ПОЙМЫ Р. ОКИ**  
**И ЕЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ**  
**ПОСЛЕДСТВИЯ**

*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»*  
[a.vorobiov90@mail.ru](mailto:a.vorobiov90@mail.ru)

На участках поймы среднего течения р. Оки выявлено присутствие фракции ила в наилке, аккумулировавшемся после половодья 2018 года. В тех же точках наблюдений, при определении гранулометрического состава почв выявлено, что их верхние горизонты обеднены илом и отличаются равномерным распределением  $^{137}\text{Cs}$ . Это свидетельствует о вертикальной миграции твердофазного материала, что имеет как положительное, так и отрицательное влияние на почвенное плодородие.

Емкость почвенной матрицы, обусловленная наличием в горизонтах почв частиц размерностью  $<0,001$  мм, является важным фактором почвенного плодородия [1, 2]. Традиционно считается, что синилитогенные почвы в пределах днищ речных долин эволюционируют в условиях периодического поступления на их поверхность свежего твердофазного материала из половодной взвеси [3, 5, 6]. Однако данный процесс значим для плодородия пойменных почв, если происходит не только аккумуляция, но и закрепление поступившего тонкодисперсного материала в ППК и восполнение потерь элементов с отчуждаемым урожаем.

В Рязанском расширении поймы р. Оки соотношение ширины поймы и русла достигает 40/1. Во время половодий поток на уровне верхнего интервала руслоформирующих расходов распластывается по всей затопляемой зоне, осуществляя аккумуляцию наилка, вещественные свойства которого до настоящего времени практически не исследовались. В 2018 году, когда уровень весеннего подъема воды составил 6

м от уреза Оки, после спада половодной волны в 6 точках (рисунок 1) были сняты специальные ловушки для наилка.

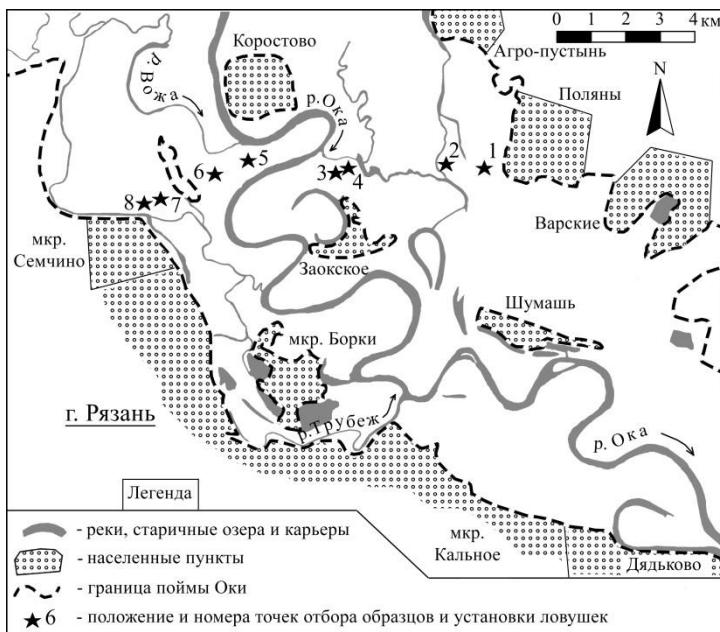


Рис. 1. Расположение точек отбора образцов в Рязанском расширении поймы р. Оки.

В конце лета того же года в точках съема сборников аллювия (и в точках № 2 и № 5, которые не были затоплены) были послойно через 2 см отобраны образцы верхних горизонтов почв до глубины 18 см (9 образцов с каждой точки). Глубина отбора соответствовала горизонтам аллювиальных луговых и дерновых почв ОА, А, В. Гранулометрический анализ свежих аллювиальных наносов, как и почвенных образцов, проводился с помощью пипеточного метода (вариант Н.А. Качинского) и дополнялся определением содержания Собщ. Каждый образец почв также анализировался на удельную активность  $^{137}\text{Cs}$ . Определение положения максимума удельной активности данного изотопа в приповерхностном слое почвогрунтов позволяет установить мощность слоя от-

ложений, накопленных со времени Чернобыльской аварии 1986 года. В механическом составе половодного наилка 2018 года содержание частиц размерностью  $<0,001$  мм составляет от 11% до 35%. Преобладают фракции 0,05-0,01 мм и 0,01-0,005 мм. Содержание органики колеблется от 2 до 7%.

Между тем, в верхних горизонтах почв, до глубины 18 см, в точках № 3-8 содержание илистых частиц приближается к нулю, что не фиксировалось ранее в почвах других участков поймы средней Оки [3, 5], но отмечалось для ряда участков Рязанского расширения [4]. Пики  $^{137}\text{Cs}$  невыраженные, ни в одном слое удельная активность не превышает 20 Бк/кг. В почве на точках № 1 и 2, наоборот, отмечается накопление ила, как в ложбине изометричной формы, где почвы имеют признаки гидроморфизма (точка № 1), так и на повышении с хорошо аэрируемыми горизонтами (точка № 2).

Перемещение ила по почвенному профилю затрудняет интерпретацию слабо дифференцированных пиков  $^{137}\text{Cs}$ . Непонятно, какие из них соответствуют бомбовым (1957-1963 гг.) и Чернобыльскому выпадениям (1986 г.). Вмывание илистой фракции летними осадками 2018 года по профилю пойменных почв, осуществляется, по всей видимости, на фоне их высокой водопроницаемости. Так, для почв рек Москвы и Оки на пахотных и залежных землях зафиксированы значения коэффициента фильтрации до 2-2,6 м/сут, при их высокой горизонтальной проницаемости [1, 2]. Редкость половодий нормального уровня на средней Оке в последнее десятилетие ведет к отсутствию пополнения запасов мелкозема и питательных веществ в аллювиальных почвах. Подвижность уже находящегося в их верхних горизонтах ила, приводит к уменьшению емкости почвенной матрицы, обеднению гумусовых горизонтов микроэлементами, запасы которых в наилке могут быть значительными [3, 5, 6]. Однако высокая миграционная способность золей предполагает наличие развитого порового пространства и хорошую аэрацию верхних

почвенных горизонтов, что способно смягчить последствия обезылиивания для местных укосов и пастбищ.

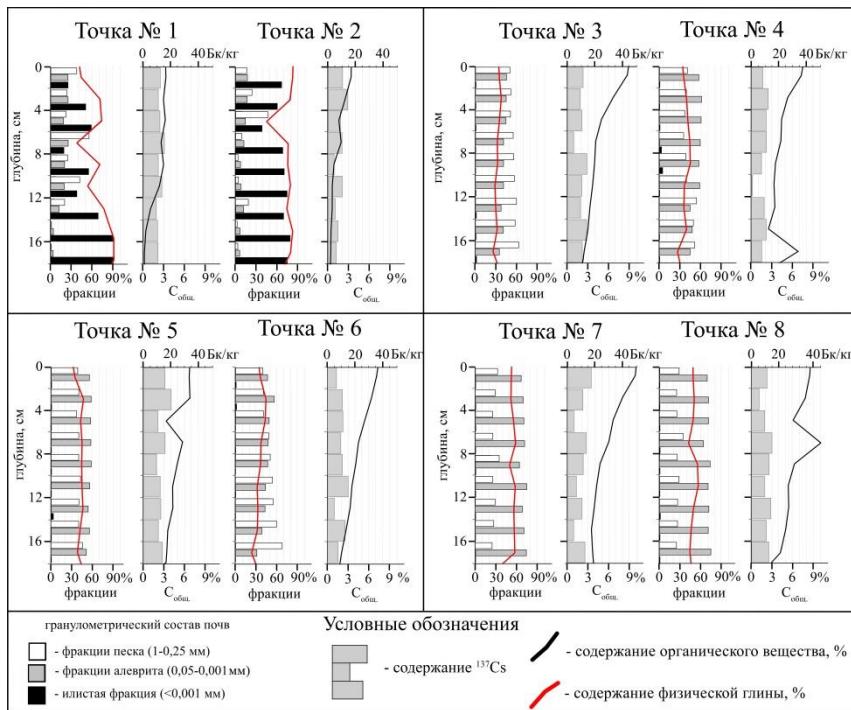


Рис. 2. Почвенная текстура, распределение гумуса и  $^{137}\text{Cs}$  в верхних горизонтах пойменных почв.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (Проект № 18-45-623002) и Министерства промышленности и экономического развития Рязанской области

### Литература

1. Адерехин П.Г., Тонких В.П., Изменения водно-физических свойств пойменных почв при сельскохозяйственном использовании // Почловедение, М. Наука, №11, 1978. С. 66-72.
2. Зайдельман Ф.Р., Загс В.Г., Лыков М.Г. О потребности осушения минеральных почв разной степени заболоченности

- в Нечернозёмной зоне. Гидротехника и мелиорация. 1975. № 6. С. 68-73.
3. Кононов М.С., Пановская М.З. Состав аллювиальных наносов и почв Дединовского расширения Окской поймы // Почвоведение. М.: Наука, 1973. № 11. С. 18-26.
4. Кривцов В.А., Тобратов С.А., Водорезов А.В., Комаров М.М., Железнова О.С., Соловьева Е.А. Природный потенциал ландшафтов Рязанской области : Монография. Ряз. гос. ун-т имени С.А. Есенина. – Рязань, 2011. – 768 с.
5. Шишов С.А. Распределение тонкодисперсных фракций в аллювиальных темногумусовых почвах, варьирование их содержания по профилю и на местности // Труды 3-й научно-практической конференции «Экология речных бассейнов». Владимир: , 2005. - С. 164-167.
6. Pizzuto J., Skalak K., Pearson A., Benthem A. Active overbank deposition during the last century, South River, Virginia // Geomorphology, vol. 257, 2016, p. 164-178

*A.Yu. Vorobyov, A.N. Varnakov, A.S. Kadyrov*

**CLAY MIGRATION IN THE SOILS OF RYAZAN EXPANSION  
OF THE FLOODPLAIN OF OKA RIVER AND ITS POTENTIAL  
ECOLOGICAL CONSEQUENCES**

*Ryazan State University named S.A. Yesenin*

In the floodplain of the middle course of the Oka river revealed the presence of a clay fraction in the alluvium, accumulated after the flood of 2018. In the same areas, when determining the granulometric composition of soils, it was revealed that upper horizons of soil are depleted in silt and differ in a uniform distribution of  $^{137}\text{Cs}$ . This indicates the vertical migration of solid-phase material, which has both a positive and negative effect on soil fertility.

*Гайрабеков У.Т.<sup>1,3</sup>, Гуня А.Н.<sup>1,2</sup>,  
Керимов И.А.<sup>3,4</sup>, Гагаева З.Ш.<sup>1,4</sup>*

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ СИСТЕМ ТЕРЕКА И СУНЖИ В СВЯЗИ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕФТЕКОМПЛЕКСА (1976-2002 гг.)**

*<sup>1</sup>Чеченский государственный университет*

*<sup>2</sup>Институт географии Российской академии наук*

*<sup>3</sup>Академия наук Чеченской Республики*

*<sup>4</sup>Грозненский государственный нефтяной технический университет им. академика М.Д. Миллионщикова*

[gairabekov\\_u@mail.ru](mailto:gairabekov_u@mail.ru)

В работе представлены результаты анализа экологического состояния рек Терек и Сунжа на территории Чеченской Республики (по материалам космоснимков), которые позволили выявить их основные загрязнители.

Вопросы загрязнения природной среды и последствий при добыче нефти освещены в литературе в недостаточной мере, а материалы проводимых исследований в большинстве случаев являются малодоступными [1].

На территории Чеченской Республики в течение длительного периода функционирует нефтекомплекс с низкотехнологичными схемами утилизации отходов, поэтому нефть и нефтепродукты являются основными загрязнителями речных вод. За период промышленной добычи нефти здесь пробурено 4701 скважина на нефть, добыто более 300 млн. т и переработано около 1,0 млрд. т нефти. Построено около 500 км нефте- и продуктопроводов [2]. Локальные нарушения, связанные с загрязнением окружающей среды переросли в региональные и затронули целые ландшафты, включая экосистемы рр. Терек и Сунжа [3].

Цель работы – выявить основные загрязнители речных систем рр. Терек и Сунжа (по материалам космоснимков) для последующей оценки их экологического состояния.

Основные источники загрязнения. Основной очаг загрязнения на территории Чеченской Республики – Заводской район Грозного. Многочисленные утечки нефтепродуктов привели к образованию техногенных залежей углеводородов (1,5-2 млн. т) [4]. Подвижность подземных вод способствует переносу загрязнений от очага его формирования с частичным выклиниванием нефтепродуктов в поверхностные воды [5]. Экологическая обстановка в республике обострилась с 1999 г. по 2003 г., когда открыто фонтанировали 148 скважин, 50 из которых – с возгоранием нефти [6].

Результаты тематического дешифрирования космоснимков. При интерпретации космосников прямого наличия нефтепродуктов на водной поверхности не выявлено (при анализе не использовалась ультрафиолетовая часть спектра). Выявлено несколько локальных площадей вблизи русла Терека (левобережье), на которых пятна нефтезагрязнения приурочены к Брагунскому и Северо-Брагунскому месторождениям (рис.2).



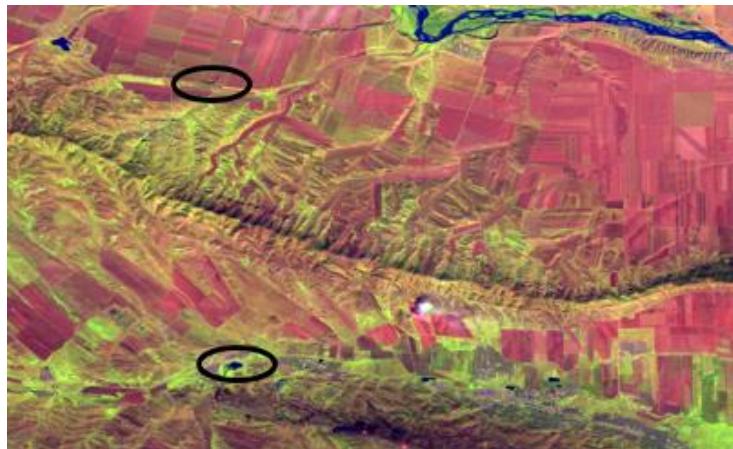
Рис. 1. Стрелкой обозначено место загрязнения нефтепродуктами в пределах р. Терек (16.10. 2000 г.)

Правобережное месторождение (верхняя стрелка) и Голячейисточненское (нижняя стрелка) (рис. 2).



**Рис. 3.** Точечные загрязнения, связанные с несанкционированной добычей нефти и пути миграции нефтепродуктов к р. Терек (03.06. 2000 г.)

Северо-Минеральное месторождение (контур вверху) и Старогрозненское (нижний контур) (рис. 3).



**Рис. 4.** Места загрязнения и миграции нефтепродуктов (16.10.2000г.)

Анализ снимков показывает, что районы Правобережного и Старогрозненского месторождений более всего оказывают негативное влияние на речные системы.

Причиной газообразного и аэрозольного загрязнения речных систем, в частности, и окружающей среды республики являются пожары на нефтяных скважинах, военные действия, и возгорания.

**Заключение.** Проанализировав состояние вод рр. Терек и Сунжа по материалам космоснимков за период 1976-2002 гг., можно сделать выводы:

- наиболее сильными загрязнителями речных систем Терека и Сунжи являются нефть и нефтепродукты, газообразные загрязнители и взвеси;
- негативное влияние на экосистемы рек республики в основном оказывают нефтезагрязненные территории; не ликвидированные шламовые амбары; амбары наполнители нефтяных отходов; ёмкости для хранения нефти; отходы нефти, скопившиеся вокруг скважин; замазученные площади.

### *Литература*

1. *Pimlott D.H. The development of petroleum resources in the Canadian Arctic: Perspective on the evolution of Environmental and Social Policies // J. Arctic Systems, New. London. 1977. P. 353-371.*
2. *Gairabekov U.T., Gunja A.N., Bachaeva T.Kh. Physic-Geographic Factors of oil development in the Chechen Republic // American Journal of Environmental Sciences, 2014. 10 (6). P. 575-580.*
3. *Umar Gairabekov. Local and Regional Changes in Natural Complexes of the Chechen Republic Caused by Oil Production // Modern Applied Science, 2015. Vol. 9. №. 4. P. 78-84.*
4. *Гайрабеков У.Т., Дадаев Р.Х., Усманов А.Х. Геоэкологическая оценка воздействия техногенных залежей нефтепродуктов на геологическую среду г. Грозный // Естественные и технические науки, 2009 (40). № 2. С. 245-249.*
5. *Боревский Л.В., Щипанский А.А. Оценка состояния загрязнения подземных вод нефтепродуктами на территории г. Грозного и*

его возможного влияния на водозаборы хозяйственно-питьевых вод. М.: ГИДЭК, 1995.

6. Зумаев Д.Д. Ставка на повышение нефтеотдачи // Нефть, газ & СРП, 2003. № 5. С. 11.

*Umar Gairabekov<sup>1,3</sup>, Alexey Gunya<sup>1,2</sup>,  
Ibragim Kerimov<sup>3,4</sup>, Zulfira Gagaeva<sup>1,4</sup>*

**ANALYSIS OF THE STATE OF TEREK AND SUNZHA RIVERS  
IN CONNECTION WITH THE INFLUENCE OF THE OIL  
COMPLEX (1976-2002)**

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

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

<sup>3</sup>*Academy of Sciences of the Chechen Republic*

<sup>4</sup>*Millionshchikov Grozny State Oil Technical University*

The paper presents the results of an analysis of the ecological state of the Terek and Sunzha rivers in Chechen Republic (based on satellite imagery), which allowed to identify their main pollutants.

*Горбунов Р.В.*  
**ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ДУБОВЫХ ЛЕСОВ  
КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

*ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей  
имени А.О. Ковалевского РАН»  
[karadag\\_station@mail.ru](mailto:karadag_station@mail.ru)*

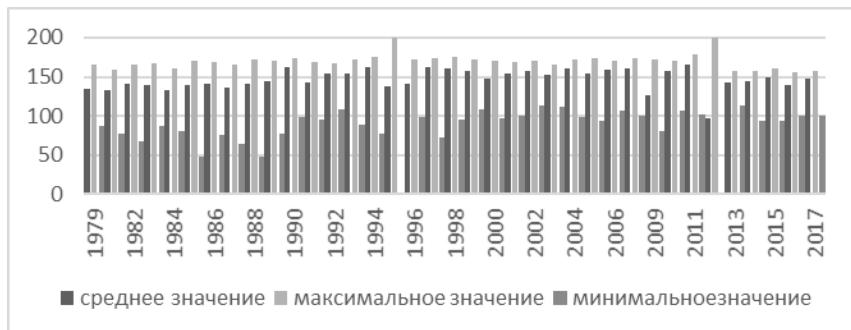
В работе предложена методика исследования динамики продуктивности лесных экосистем на основе данных дистанционного зондирования. Показана возможность использования вегетационного индекса NDVI для изучения межгодовой изменчивости величины продуктивности региональных экосистем. Проанализирована многолетняя динамика продуктивности дубовых лесов Крымского полуострова. На основе полученных рядов данных выявлены периоды, характеризующиеся особенностями динамики величины продуктивности лесных экосистем.

Изучению продуктивности лесных экосистем в Крыму посвящено множество работ [1-4]. Вместе с тем, представленные работы ориентированы на изучение продуктивности конкретных пород деревьев, а не экосистем в целом. В связи с этим, целью данной работы является разработать подходы и оценить межгодовую динамику величины продуктивности дубовых лесов Крымского полуострова с использованием данных дистанционного зондирования.

В качестве материала исследований были использованы космические снимки Landsat за период с 1979 по 2017 годы. Для определения индекса NDVI использован модуль анализа изображений ArcGIS 10.4.2. В качестве операционно-территориальной единицы анализы была использована ландшафтно-типологическая карта Крымского полуострова, составленная Г.Е. Гришанковым [5].

В результате исследований была составлена база данных величины продуктивности экосистем Крыма на основе данных мультиспектральных космических снимков за период 1979–2017 гг.

**Леса из дуба скального.** В качестве примера многолетней динамики изменения состояний экосистем приведем контур № 68 (среднегорно-склоновый, расчлененный балками с дубовыми и смешанными широколиственными лесами). На рис. 1 приведены величины изменения продуктивности лесов данного контура по состоянию на август месяц.



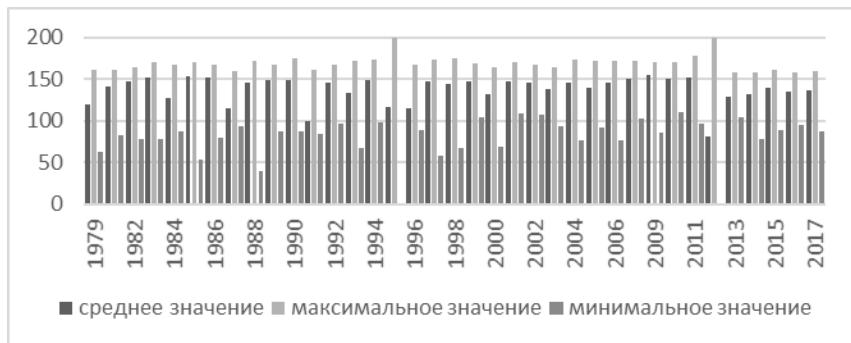
**Рис. 1.** Многолетнее изменение величин продуктивности лесов из дуба скального

Среднее значение индекса NDVI находится в диапазоне 140–150 единиц, при этом устоявшейся многолетней нормой возможно считать величину в 146–148 единиц. Минимальные значения для данного ландшафтного контура находятся в диапазоне 70–120 единиц, а максимальные в пределах 165–170 условных единиц.

Рассмотрение многолетней динамики величин продуктивности выявляет определенные периоды в виде своеобразных волн. Период с 1979 по 1988 год характеризуется нормальным уровнем продуктивности рассматриваемых экосистем с незначительными колебаниями параметра, период с 1989 по 1998 год имеет тенденцию к нарастанию флуктуаций параметра и появлению единичных состояний пониженной и повышенной продуктивности. Далее в период с 1999 по 2007 год характеризуется устойчивыми значениями параметра в диапазоне близком к повышенной продуктивности, а в период с 2008 года по наши дни наблюдается резкое колебание

параметров в сторону хаотичных изменений в повышенную и заниженную сторону.

**Леса из дуба пушистого.** В качестве примера многолетней динамики изменения состояний экосистем приведём контур № 95 (среднегорный ступенчато-склоновый с дубовыми и смешанными широколиственными лесами). На рис. 2 приведена многолетняя динамика индекса NDVI для данного типа экосистем Крыма.



**Рис. 2. Многолетнее изменение величин продуктивности для лесов из дуба пушистого**

Рассмотрение представленной диаграммы показывает более существенные колебания средних значений рассматриваемой величины в данном типе экосистем на уровне 120–150 единиц, при средних нормальных значения в диапазоне 135–138 единиц. При этом максимальные значения более устойчивы во времени и колеблются в диапазоне 150–160 единиц при наличии локальных максимумов до 200 единиц. Минимальные значения индекса для пушистодубовых лесов более низкие, чем в скальнодубовых, и составляют диапазон от 30 до 90 единиц при минимальной норме около 50–55 единиц.

Рассмотрение временной динамики данного параметра для пушистодубовых лесов показывает большие различия по сравнению с скальнодубовыми, что подтверждает более существенную зависимость продуктивности не только от условий увлажнения, но и от температурных состояний.

С 1979 по 1986 год происходит постепенное увеличение величины продуктивности с локальным спадом в 1984 году (данный год выделяется отличными циркуляционными состояниями и локальным минимумом осадков) от нормальных значений к повышенным значениям. Период с 1987 по 1996 год характеризуется существенными колебаниями величины продуктивности, что в итоге во взаимосвязи с гидротермическими условиями приводит к формированию неустойчивой картины состояния экосистем по величине продуктивности с наличием резких скачков от года к году. Период с 1997 по 2010 год характеризуется устойчивыми повышенными значениями продуктивности в диапазоне 138–152 единицы индекса при незначительных понижениях в 2000, 2002, 2005 годах.

Период с 2010 по наши дни характеризуется некоторым понижением величины продуктивности пушистодубовых лесов после резкого локального спада в 2012 году (явные не благоприятные засушливые состояния в данном году преобладали в течении практически всех сезонных состояний экосистем) и приближение величины продуктивности к нормальному состоянию экосистем.

**Выводы.** Таким образом, на основе данных дистанционного зондирования были получены ряды данных пространственной динамики величин продуктивности дубовых лесов, произрастающих на территории Крымского полуострова, выявлены периоды, характеризующие основные закономерности временной изменчивости величины продуктивности рассматриваемых лесных экосистем.

Полученные результаты позволят в дальнейшем выявить связь пространственно-временной динамики продуктивности дубовых формаций с региональными проявлениями изменения климата. Предложенная методика исследований является универсальной для любого типа региональных экосистем.

Работа выполнена в рамках НИР ФИЦ ИнБиОМ (регистрационный номер: АААА-А19-119061-190081-9).

*Литература*

1. *Плугатар Ю.В.* Із лісів Криму. Харків: Нове слово, 2008. – 462 с.
2. *Поляков А.Ф., Плугатарь Ю.В.* Лесные формации Крыма и их экологическая роль. Харьков: Новое слово, 2009. – 405 с.
3. *Плугатарь Ю.В.* Леса Крыма. Симферополь: ИТ АРИАЛ, 2015. – 368 с.
4. *Плугатарь Ю.В., Корсакова С.П., Ильницкий О.А.* Экологический мониторинг Южного берега Крыма. Симферополь: ИТ АРИАЛ, 2015. – 164 с.
5. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий / Под ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.

*Roman Gorbunov*

**PRODUCTIVITY DYNAMICS OF OAK FORESTS  
OF THE CRIMEAN PENINSULA**

*A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS*

The work proposes a methodology for studying the productivity dynamics of forest ecosystems based on remote sensing data. The possibility of using the NDVI vegetation index to study the interannual variability in productivity of regional ecosystems is shown. The long-term productivity dynamics of oak forests of the Crimean Peninsula is analyzed. On the basis of the data series obtained, the periods characterized by peculiarities of the productivity dynamics of forest ecosystems are identified.

*Грищенко М.Ю.<sup>1,2</sup>, Крыленко В.И.<sup>1</sup>,  
Ожгихина В.Т.<sup>1</sup>, Горбarenко А.В.<sup>1</sup>*

**ИЗУЧЕНИЕ КРУПНЕЙШЕГО НА ОСТРОВЕ  
КУНАШИР (БОЛЬШАЯ КУРИЛЬСКАЯ ГРЯДА) ОЗЕРА  
ПЕСЧАНОЕ**

*<sup>1</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет*

*<sup>2</sup>Государственный природный заповедник "Курильский"*

*[m.gri@geogr.msu.ru](mailto:m.gri@geogr.msu.ru)*

В статье представлены результаты изучения крупнейшего на острове Кунашир (Большая Курильская гряда) озера Песчаное, расположенного на территории природного заповедника "Курильский" и в его охранной зоне. Установлено, что озеро имеет лагунное происхождение, т.е. ранее имело связь с морской акваторией, однако потеряла её уже достаточно давно.

Кунашир - самый южный остров Большой Курильской гряды, является четвёртым по площади среди всех Курильских островов. Остров омывается с запада Охотским морем, с востока - Тихим океаном. Кунашир отделяется от японского острова Хоккайдо проливами Кунаширским и Измены, от острова Итуруп - проливом Екатерины, а от островов Малой Курильской гряды - Южно-Курильским проливом. Рельеф острова преимущественно низкогорный, реже - среднегорный, холмистый, равнинный; чётко выражено вулканическое происхождение основных форм. Остров образован четырьмя вулканическими массивами, которые соединены низменными перешейками. Наивысшая точка острова - вулкан Тятя высотой 1819 м. Берега острова преимущественно скалистые, обрывистые с узким каменистым пляжем, реже - пологие с песчаными дюнами и песчаными пляжами; береговая линия очень слабо изрезана. Реки острова имеют преимущественно горный характер, долины глубоко врезаны, нередко встречаются пороги и водопады. Для водотоков характерен выраженный паводковый режим; расходы увеличиваются при прохождении тайфунов в период с июля по октябрь включи-

тельно. Озёра лагунного и вулканического происхождения. Климат Кунашира океанический, довольно влажный. Годовая сумма осадков в Южно-Курильске - до 1300 м, при этом межгодовая изменчивость количества осадков очень велика. Лето прохладное, дождливое, с частыми туманами, южными и юго-восточными ветрами. Летом и осенью нередки тайфуны с ураганными ветрами. Зима многоснежная, с оттепелями, северными и северо-западными ветрами.

Озеро Песчаное является крупнейшим озером острова. Оно расположено на Серноводском перешейке, разделяющем вулканические массивы вулканов Менделеева и Головнина и представляющем собой низменную равнину, большую часть которой занимает котловина озера. Его длина 4,5 км, ширина 2,4 км, площадь 7,14 кв. км, средняя глубина 4,2 м, максимальная - 23 м. Тихоокеанский сектор Серноводского перешейка занят заболоченной рединой; к охотоворскому сектору приурочено очень интересное в геоморфологическом отношении дюнное поле, сложенное полимиктовыми песками (по которым, вероятно, озеро и получило своё наименование) и сформировавшееся, по-видимому, в результате, деятельности ветра. Эти характерные черты геосистем Серноводского перешейка определяются особенностями его ветрового режима: он является естественным каналом для прохождения потоков воздуха как с юга и востока, так и с запада [1]. Акватория озера отнесена к природному заповеднику "Курильский" и его охранной зоне.

Полевые работы на озере Песчаное проведены в период с 8 по 29 августа 2019 года. Они включали: установку водомерного поста и мониторинг уровня воды; батиметрическую съёмку; температурную съёмку и температурное профилирование; отбор гидробиологических проб бентосных организмов с мелководья озера и из окружающих водных объектов; изучение береговой линии озера. Для измерения температуры и электропроводности воды использован кондуктометр Марк 603. Мониторинг уровня воды производился с помо-

щью вешки, размеченной через каждые 10 сантиметров. Батиметрическая съёмка проведена с помощью эхолота Lowrance и зонда YSI CastAway CTD; с помощью этого зонда производились также измерения температуры и солёности воды.

По итогам проведения батиметрической съёмки составлена карта глубин оз. Песчаное. По ней хорошо видно, что в центральной части озера находится глубокая котловина с характерными глубинами порядка 23 метров. К северо-западу и юго-востоку от нее происходит уменьшение глубины озера. Будет верно заметить, что характерная глубина Охотского моря вблизи берегов Кунашира составляет как раз порядка 20 м, что дает понять, что на месте озера Песчаное раньше был пролив между двух вулканических массивов. Но в связи с геоморфологическими процессами – накоплением осадочного материала на перешейке со стороны Охотского моря и со стороны Тихого океана – озеро потеряло контакт с океаном. Следовательно, это озеро лагунного типа. Озеро Песчаное – это остаток наиболее глубокой части древнего пролива, отделенный от моря перемычками из морских и лагунных осадков.

Дальнейшие работы, а именно измерения солёности вод озера, показали, что озеро потеряло контакт с морем уже очень давно, так как никаких признаков морской воды в нём не осталось. Для определения точной даты потери связи с морской акваторией следует провести комплекс работ по изучению водотоков, впадающих в озеро Песчаное, а именно, рассчитать их расход и выявить их минерализацию. Благодаря этой информации и уже собранными нами материалами (рельеф дна озера) можно будет рассчитать, за какой период солёные воды пришли бы к нынешним значениям минерализации.

За весь период исследований нами сделана 81 гидрологическая станция, в каждой из которых измерены глубина и распределение температуры по глубине. В наиболее глубо-

ком месте (23 м) зафиксирована температура 15,8°C – одна из самых низких температур за наблюдаемый период. Температура поверхности в самом мелком месте совпадает с температурой воздуха в этот день и составляет 21,8°C. Наиболее интересным явлением является линза холодной воды, оставшейся после предыдущего масштабного перемешивания и охлаждения воды, связанных с прохождением тайфуна.

Динамика температуры вод хорошо видна при сравнении распределения температур по глубине до прохождения тайфуна, непосредственно после его прохождения и через несколько дней после его прохождения. На продольном профиле озера можно заметить две бровки дна озера с резким перепадом глубин: 5 м и 10 м. Из-за такой особенности рельефа дна озера волнение в обычные, ясные дни не способно так сильно перемешать воду. Перемешивание идет до первой бровки – 5 метров глубины, где наблюдается яркая изотермия. В районе этой бровки мы наблюдаем термоклин. То же самое происходит близ второй бровки склона дна озера (10м).

Тот факт, что озеро Песчаное ранее имело связь с морем, подтверждается и составом его фауны. Её основу составляют солоноватоводные виды ракообразных, широко представленные в водоёмах того же типа других островов архипелага. Нами отмечено 5 видов из 4 семейств. В озёрах, а также прилегающих к ним водотоках обычны *Anisogammarus annandalei* (Shen, 1954) и *A. kygi* (Derzhavin, 1923) (*Anisogammaridae*), практически не образующие совместных скоплений. Из равноногих найден специфический солоноватоводный *Gnorimosphaeroma ovatum* (Gurjanova, 1933) (*Sphaeromatidae*), мизиды *Neomysis awatschensis* (Brandt, 1851) (*Mysidae*) и креветки *Palaemon paucidens* (De Haan, 1844) (*Palaemonidae*). Но присутствие многих ручьевых видов в водах озера говорит о его сильном распреснении.

Таким образом, озеро Песчаное – это остаток наиболее глубокой части древнего пролива, отделенный от моря перемычками из морских и лагунных осадков, т.е. это озеро лагунного типа. Оно потеряло контакт с морем уже очень давно, так как никаких признаков морской воды в нём не осталось. Максимальная глубина озера составляет 23 м. Основу фауны озера Песчаное составляют солоноватоводные виды ракообразных, широко представленные в водоёмах того же типа Курильских островов. При этом присутствие многих ручьевых видов в водах озера говорит о его сильном распреснении.

### *Литература*

1. Алексеева Л.М., Белашико В.В., Воронов Г.А., Голубев В.А., Данченко В.Я., Злобин Т.К., Ким Чун Ун, Козынюк В.М., Кораблев А.Н., Мелкий В.А., Надсадин А.Н., Павлова Г.Н., Пашко В.Ф., Пискунов Б.Н., Пицальник В.М., Сергеев К.Ф., Федоров В.П., Щубин А.О. Южные Курильские острова (природно-экономический очерк). Южно-Сахалинск. 1992. 156 с.

*Grishchenko Mikhail Yurievich.<sup>1,2</sup>, Krylenko Vasiliy Ivanovich.<sup>1</sup>,  
Ozhgikhina Victoriya Timofeyevna.<sup>1</sup>,  
Gorbarenko Artyom Valentinovich.<sup>1</sup>*

### **STUDYING THE LAKE PESCHANOE – THE LARGEST LAKE OF THE KUNASHIR ISLAND (GREATER KURIL CHAIN)**

<sup>1</sup>*M.V. Lomonosov MSU, Faculty of Geography*

<sup>2</sup>*State nature reserve "Kurilsky"*

The article presents the results of a study of the Peschanoye lake, largest one of the island of Kunashir (Greater Kuril chain). The lake is located on the territory of the "Kurilsky" state nature reserve and in its protected zone. It is established that the lake has a lagoon origin, i.e. previously it had a connection with the sea, but lost it for rather a long time.

*Двинин Д.Ю.*  
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕРИАЛЬНОЙ  
ИНТЕНСИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ  
С ПРИРОДНЫМИ ПРОЦЕССАМИ**

*ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»*  
[ecologchel@74.ru](mailto:ecologchel@74.ru)

В публикации приведены результаты исследования ресурсоемкости (материальной интенсивности) традиционной и альтернативной электроэнергетики Российской Федерации. Для ее количественной оценки использован критерий суммарных MI (Material Input)-чисел. Осуществлен сравнительный анализ полученных результатов с данными о перемещении вещества некоторыми природными процессами. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00861.

Энергетика оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду, при этом традиционно внимание концентрируется на сбросах и выбросах в результате производственной деятельности. Однако они являются лишь следствием изменения материальных потоков экосистем. Производственная деятельность фактически перенаправляет в социо-экономическую систему материальные потоки биосфера, что и приводит к возникновению существенных экологических проблем. В концепции устойчивого развития достаточно много внимания уделяется вопросам связанным с высоким уровнем ресурсоемкости некоторых отраслей производства [1]. В настоящее время сформировалась концепция антропоцене, в рамках которой, предлагается выделить в геохронологической шкале новую эпоху. Антропогенная деятельность в ней признана одной из ведущих геологических сил Земли. XXXV сессия Международного геологического конгресса, проходившая с 27 августа по 4 сентября 2016 года, приняла рекомендацию о выделении отдельно антропоцене в качестве новой геологической эпохи. Значимая ее характеристика – существенные объемы перемещаемого вещества

ства в процессе производственной деятельности. Таким образом, снижение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду невозможно без значительного сокращения ресурсоемкости некоторых отраслей хозяйства, в частности – энергетики.

Для оценки ресурсоемкости (материальной интенсивности), как традиционной, так и альтернативной электроэнергетики России, в исследовании использовался критерий MI (Material Input)-чисел [2]. Он позволяет отобразить удельный объем природных ресурсов затрачиваемых при производстве киловатта энергии. Поскольку целью исследования является оценка целой отрасли экономики, для реальных расчетов был использован модернизированный показатель – суммарных MI-чисел. С его помощью можно выявить всю совокупность потребляемых ресурсов. Удельные данные для базовых веществ, используемых при функционировании и строительстве энергообъектов, представлены на интернет-сайте Вуппертальского института климата и окружающей среды, расположенного в Германии: [www.wupperinst.org](http://www.wupperinst.org) [3]. Сведения о существующих энергетических объектах традиционной и альтернативной энергетики России получены из данных статистических органов, с информационного портала [energybase.ru](http://energybase.ru) и собственных авторских исследований.

Ранее осуществленное исследование позволило выявить объем потребляемых природных ресурсов и перемещаемого вещества при деятельности традиционной электроэнергетики России, он достигает величины в 2 млрд. тонн [4]. Проведен сравнительный анализ с данными о перемещении вещества некоторыми природными процессами [5], что представлено в таблице 1. Необходимо отметить следующий факт – указанные объемы соотносятся по масштабам.

Доля альтернативной электроэнергетики в энергобалансе России на данный момент крайне незначительна, ее величина составляет 0,14%. Полученный объем ресурсов, затрачиваемых на производство и функционирование энергообъектов

альтернативной энергетики, также относительно небольшой и составляет 421 тыс. тонн.

**Таблица 1.** Объемы переноса вещества геологическими и техногенными процессами

Геологический или техногенный процесс	Перенос вещества, млрд. тонн/год
Твёрдый сток	14.1
Денудация в областях развития покровного оледенения	2.2–2.3
<i>Традиционная электроэнергетика Российской Федерации</i>	2.0
Эоловый вынос	2.0–4.0
Вулканогенная аккумуляция	1.8
Морская абразия	0.7–1.1
Биогенная аккумуляция	1.0
Аккумуляция вещества поступающего из космического пространства	0.02
<i>Альтернативная электроэнергетика Российской Федерации</i>	0.0004

Причина данной ситуации заключается в том, что добыча ископаемых природных ресурсов, таких как каменный уголь, нефть, уран, в меньшей степени природный газ, приводит к значительной трансформации ландшафтов. В особенности это затрагивает открытые формы добычи ископаемого сырья, когда образуются существенные объемы вскрыши. Таким образом, на одну тонну добываемого полезного сырья, в окружающей среде могут быть перемещены сопутствующие материалы, превышающие указанные объемы в разы, а иногда и десятки раз. Зачастую данный факт не учитывается при анализе негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, или имеет лишь качественные, но не количественные оценки. Использованный в исследовании методический инструментарий позволяет получить и количественные значения для данных величин. Следует выделить зако-

номерность, что в настоящее время традиционная энергетика России перемещает объемы вещества сопоставимые с геологическими процессами, где также наблюдается значительная трансформация вещества: перенос ледниками (2,2-2,3 млрд. тонн), ветром (2,0-4,0 млрд. тонн), деятельность вулканов (1,8 млрд. тонн). И значительно превосходит морскую абразию (0,7-1,1 млрд. тонн), биогенную аккумуляции (1,0 млрд. тонн). Наибольшая ресурсоёмкость, закономерно, отмечается в регионах с высокой долей угольной энергетики: Сибирский федеральный округ (258,82 млн. тонн), Уральский федеральный округ (172,47 млн. тонн).

Сущность альтернативной энергетики заключается в использовании существующих природных процессов для производства электроэнергии, минимальная их трансформация. Поэтому закономерно, что объемы потребляемых ее природных ресурсов и перемещаемого вещества меньше большинства геологических процессов. Таким образом, можно установить эколого-экономическое преимущество развития альтернативной энергетики в Российской Федерации, выражющееся в значительной ресурсоэффективности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00861.

### *Литература*

1. Повестка дня на 21 век. Принята конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-4 июня 1992г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.un.org/russian/conferen/wssd/agenda21/> (01.02.2020 г.)
2. Schmidt-Bleek F. Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch, mehr Lebensqualität durch Faktor - Munchen: Droemer Knaur, 1998.
3. MIT 2014. Wuppertal Institut. MIPS Online. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mips-online.info> (03.02.2020 г.)
4. Двинин Д.Ю. Ресурсоемкость электроэнергетической отрасли экономики России // Научное обозрение: теория и практика. – 2017. – № 12. – С. 85-93.

5. Геренчук К.И., Боков В.А., Черванев И.Г. Общее землеведение. – М.: Высшая школа, 1984. – 255 с.

*Dvinin D.Y.*

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MATERIAL INTENSITY OF RUSSIAN ENERGY WITH NATURAL PROCESSES**

*Chelyabinsk State University*

The publication presents the results of a study of the resource intensity (material intensity) of the traditional and alternative power industry in the Russian Federation. For its quantitative evaluation, the criterion of total MI (Material Input) numbers is used. A comparative analysis of the results obtained with data on the movement of matter by some natural processes is carried out. The reported study was funded by RFBR, project number № 18-010-00861.

*Двинин Д.Ю., Даванков А.Ю.*

## **ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ**

*ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»*  
[ecologchel@74.ru](mailto:ecologchel@74.ru)

В статье рассмотрены четыре перспективных сценария развития альтернативной электроэнергетики в Российской Федерации, дается оценка их достижимости. Сформулирован вывод о наиболее вероятной доле альтернативных источников энергии в общем энергобалансе в 3-5% к 2030 году.

Деятельность альтернативной электроэнергетики в России сейчас незначительна, ее доля в общем энергобалансе страны составляет 0,14% [1]. Это значительно ниже общемировых величин – 8,4% (на 2017 год), а также стран-лидеров по внедрению альтернативных источников энергии: Германия – 40%; Индия – 15,9%; США – 9,6%; Австралия – 9,1%; Китай – 5% и др. Такая ситуация создает некоторую проблему для экономического развития страны, поскольку появляется риск

оказаться в стороне от нового технологического уклада в энергетической сфере. В последние годы появился ряд перспективных сценариев по дальнейшему развитию альтернативной энергетики [2], их реализуемость требует детализированной оценки, что и является целью данного исследования.

Для оценки сценариев развития требуется изначально проанализировать существующие особенности развития альтернативной энергетики в России. В настоящее время структура российской альтернативной энергетики следующая: на долю малых гидроэлектростанций и энергоустановки, работающие на биотопливе, приходится 53,5% от выработки альтернативной энергетики Российской Федерации, на солнечную энергетику – 26%, геотермальные станции – 11%, ветряные установки – 9,5%. При этом следует отметить, что ситуация для различных регионов страны существенно отличается. В большинстве из них альтернативные источники энергии либо вообще не представлены, либо имеют крайне незначительные величины. В условиях отсутствия экономических механизмов стимулирования, альтернативная энергетика воспринимается не как возможность уменьшения негативного воздействия на окружающую среду, а как средство обеспечения электроэнергией удаленных территорий. Данный факт необходимо обязательно учитывать и при оценке дальнейших сценариев развития альтернативной энергетики. Сохранение существующей ситуации, обуславливает более быстрое развитие альтернативных источников энергии в удаленных регионах, тогда как экономически развитые районы будут инерционно сохранять медленную динамику, что некоторые сценарии развития не учитывают в полной мере.

В 2016 году национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» был осуществлен проект «Исследование глобальных вызовов и долгосрочных тенденций инновационного развития», где было представлено че-

четыре сценария развития возобновляемой энергетики в России на период до 2030 года [3].

Само исследование состояло из нескольких этапов. На первом этапе, на основе экспертной оценки, был сформирован список существующих трендов в альтернативной энергетике. Выделено три возобновляемых источника энергии, обладающих наибольшим потенциалом развития: ветряные электростанции (ВЭС), солнечные (СЭС) и использующие в качестве топлива биомассу (БиоЕС). На втором этапе сформированы четыре сценария развития, получивших следующие условные названия: «Новый энергетический уклад», «Опора на экспорт углеводородов», «Худший прогноз сбывается» и «Централизованная диверсификация». Третий этап был направлен на формирование предложений по мерам развития. Для анализа выбраны указанные перспективные сценария развития, с учетом трендов последних пяти лет.

В основу сценария «Новый энергетический уклад» заложен переход российской экономики к так называемому «зеленому росту». Указанный сценарий характеризуется устойчивым ростом валового внутреннего продукта (ВВП) России, наращиванием инвестиций в «зеленые технологии». Основные ожидаемые показатели к 2030 году следующие: рост ВВП на 2-4% ежегодно, доля альтернативной энергетики в российском энергобалансе достигнет 10%, т.е. произойдет увеличение относительно 2017-2018 годов более чем в 70 раз. Исходя из анализа трендов последних пяти лет, следует отметить, что рост ВВП России не достигал и 2%. До настоящего времени не произошло внедрение существенных государственных мер поддержки альтернативных источников энергии, хотя бы на существующем уровне развитых стран. Поэтому данный сценарий, исходя из сложившихся условий, нельзя считать исполнимым, однако нельзя полностью исключать варианта быстрых реформ в энергетическом секторе в будущем периоде времени.

Сценарий «Опора на экспорт углеводородов» предполагает сохранение сложившихся в последние годы трендов в энергетическом секторе. Структурные реформы связанные с поддержкой возобновляемых источников энергии осуществляться не будут. Ожидаемые показатели развития следующие: рост экономики около 0%, доля альтернативных источников в энергобалансе страны 5%, что больше существующего уровня примерно в 35 раз. Несмотря на то, что прогноз макроэкономических показателей, таких как ВВП, близок к реально наблюдаемому сегодня, следует отметить, что увеличение производимой электроэнергии в 35 раз возобновляемыми источниками, без мер какой-либо поддержки, выглядит чересчур оптимистично.

Третий сценарий получил наименование «Худший прогноз сбывается». В его основу заложены пессимистичные макроэкономические параметры, в частности отечественную энергетику ждет существенное отставание и в дальнейшем догоняющее развитие. Ожидаемые показатели к 2030 году: общее падение экономики на 1-4% в год, доля альтернативных источников в энергобалансе достигнет не более 3%. Следует отметить, что в настоящее время макроэкономические показатели лучше данного сценария, однако практически отсутствующие меры господдержки позволяют предположить, что увеличение доли в энергобалансе произойдет близко к указанному прогнозу.

Сценарий «Централизованная диверсификация» предполагает ускоренное развитие альтернативной энергетики при сохранении в целом сложившихся условий в энергетическом секторе. Предполагается первоочередное обеспечение альтернативными источниками энергии удаленных районов страны, составляющих до 70% территории. Темпы роста ВВП составят 1-1,5% ежегодно, доля альтернативной энергетики достигнет до 8%. В целом, сценарий в области макроэкономического прогноза выглядит достоверным, однако показатели развития альтернативных электроэнергетики следует признать завышенными, анализ ситуации последних 5 лет подтверждает указанную ситуацию.

Рассмотренные сценарии позволили получить следующий вывод: макроэкономические показатели роста экономики, на обозримый период времени, останутся относительно небольшими, что не позволяет делать оптимистический прогноз о быстром развитии альтернативной энергетики. Наиболее вероятными следует рассматривать прогнозные сценарии, где доля альтернативных источников к 2030 году достигнет величины в 3-5%.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00195.

### *Литература*

1. *Двинин Д.Ю.* Оценка эколого-экономических преимуществ альтернативной электроэнергетики в Российской Федерации // Стратегии и инструменты экологически устойчивого развития экономики. Материалы 15-й Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики. – г. Ставрополь – г. Кисловодск, СГАУ, Нац. парк «Кисловодский», 2019. – С. 472-476.
2. Распределенная энергетика в России: потенциал развития/ А. Хохлов [и др.]. – М.: Энергетический центр Московской школы управления СКОЛКОВО, 2018. – 75 с.
3. *Проскурякова Л. Н., Ермоленко Г. В.* Возобновляемая энергетика 2030: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития. – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 96 с.

*Dvinin D.Y., Davankov A.Y.*  
**ASSESSMENT OF PROMISING SCENARIOS FOR  
ALTERNATIVE ENERGY DEVELOPMENT IN RUSSIA**

*Chelyabinsk State University*

The article considers four promising scenarios for the development of alternative electricity in the Russian Federation, and assesses their feasibility. It is concluded that the most likely share of alternative energy sources in the total energy balance is 3-5% by 2030. The reported study was funded by RFBR, project number 20-010-00195.

*Дзюба Е.А., Андреев Д.Н.,  
Бузмаков С.А., Хотяновская Ю.В.*

**АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ  
ГЕОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПРИ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

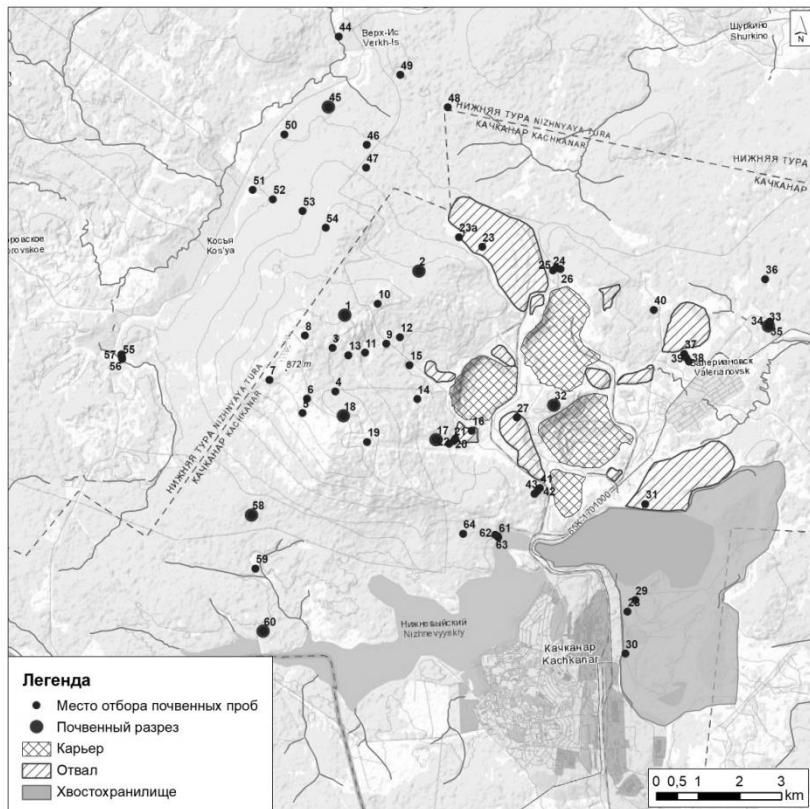
*ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследо-  
вательский университет»  
[aea\\_eco@mail.ru](mailto:aea_eco@mail.ru)*

В статье представлена характеристика современного состояния почвенного покрова в районе среднеуральского рудного месторождения. В результате дана оценка загрязненности почвенного покрова химическими элементами под воздействием разработки рудного месторождения. Химическое загрязнение почв оценивалось по суммарному показателю химического загрязнения. Даны геохимические ряды элементов, сформированные под влиянием железорудного месторождения, отвалов вскрышных пород, отвалов золотодобычи. Выявлены геохимические закономерности распределения тяжелых металлов в почве, формируемые при эксплуатации железорудного месторождения и под влиянием золотодобычи. Отмечено аномальное содержание Mn и Ni в почвах под влияние отвалов золотодобычи.

Разрабатываемые месторождения полезных ископаемых объективно являются источниками загрязнения окружающей среды [1, 2]. Большую потенциальную угрозу для окружающей среды представляют месторождения металлов, обычно многоэлементные, содержащие набор компонентов, нормируемых в объектах среды обитания человека. Эти компоненты извлекаются не полностью и не все, а хранятся в отвалах [3].

В процессе длительного хранения горнoprомышленных отходов происходят геохимические преобразования, состав компонентов меняется, происходит обеднение ценными металлами, вынос элементов за пределы хранилищ и загрязнение окружающей среды [4].

Полевое обследование почвенного покрова производилось с применением методических рекомендаций по выявлению деградированных и загрязненных земель [5, 6], методических указаний по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами [7]. На рисунке 1 представлена карта территории исследования.



**Рисунок 1.** Карта территории исследования с местами отбора почвенных проб

Химическое загрязнение почв оценивалось по суммарному показателю химического загрязнения [8, 9], являющееся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье

населения. Для контроля качества почв использовались следующие показатели: валовое содержание микроэлементов (V, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb), рН, гумус, гидролитическая и обменная кислотность, обменные водород и алюминий, обменные основания (Ca, Mg,  $\Sigma$ ), степень насыщенности основаниями, фосфор подвижный, гранулометрический состав.

Представленные почвы характеризуются как легкими (суглинки легкие), так и тяжелыми разновидностями (тяжелые суглинки-глины легкие).

Максимальные значение по содержанию элементов, учитываемых в исследовании, превышают фоновые значения, относительно фона для почв Урала [9]. Расчет местного геохимического фона проводился согласно инструкции [10], а также другим нормативным и литературным материалам [11-13]. Для расчета выбраны показатели содержания микроэлементов в почве, отобранные на территории Собственново-Качканарского месторождения. Геохимический фон территории исследований характеризуется геохимическим рядом (геохимические ряды составлены по содержанию элементов, мг/кг) со смешанной геохимической специализацией (преимущественно литофильной):  $\frac{Mn}{674} > \frac{V}{219} > \frac{Zn}{80} > \frac{Ni}{35} > \frac{Cu}{29} = \frac{Pb}{29} > \frac{As}{8} > \frac{Cd}{0,7}$ .

Суммарное загрязнение почв тяжелыми металлами превышает допустимый уровень (16) [9] под влиянием карьера (200 м от карьера), на территории отвала №7 и отвала №6. Можно говорить о формировании максимальных значений суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами в пробах наиболее близких к отвалам и постепенное уменьшение этих значений по удалению от отвалов.

Под влиянием золотодобычи можно отметить резкое увеличение содержания металлов по сравнению с предыдущими отвалами. Средний геохимический ряд для территории влияния золотодобычи с явным смешанным характером накопления элементов, преобладают литофильные и сидерофильные

элементы:  $\frac{Mn}{2624} > \frac{Ni}{650} > \frac{V}{143} > \frac{Zn}{64} > \frac{Cu}{42} > \frac{Pb}{11} > \frac{As}{9} > \frac{Cd}{0,2}$ . Относительно фонового содержания элементов в почвах Урала отмечено умеренно опасное загрязнение, связанное с повышенным естественным содержанием V, Ni, Zn и As.

Помимо естественных почв анализировались и пробы, отобранные на антропогенно-нарушенных землях. Из них наибольший показатель суммарного загрязнения отмечен на отвалах, сформированных дражной добычей золота в прошлом (отвалы золотодобычи).

**Заключение.** Геохимический фон территории исследований характеризуется геохимическим рядом со смешанной геохимической специализацией (преимущественно литофильной).

Средний геохимический ряд для Собственно-Качканарского месторождения по всем исследуемым биотопам представлен следующим образом:  $\frac{Mn}{676} > \frac{V}{242} > \frac{Zn}{83} > \frac{Ni}{36} > \frac{Cu}{33} > \frac{Pb}{32} > \frac{As}{8} > \frac{Cd}{0,7}$ .

Данный геохимический ряд отличается высоким содержанием V, Zn, Ni, Pb, As и достаточно низким содержанием Mn.

Эксплуатация железорудного месторождения приводит к изменению геохимического ряда: увеличивается концентрация меди и цинка, снижается концентрация свинца:  $\frac{Mn}{623} > \frac{V}{259} > \frac{Cu}{112} > \frac{Zn}{73} > \frac{Ni}{47} > \frac{Pb}{16} > \frac{As}{6,1} > \frac{Cd}{0,5}$ .

При золотодобыче выявлено формирование смешанного геохимического ряда  $\frac{Mn}{2624} > \frac{Ni}{650} > \frac{V}{143} > \frac{Zn}{64} > \frac{Cu}{42} > \frac{Pb}{11} > \frac{As}{9} > \frac{Cd}{0,2}$  с самым высоким содержанием Mn и Ni на всей исследуемой территории месторождения.

Отмечено резкое увеличение содержания элементов вблизи цеха ведения взрывных работ. Наблюдается большее содержание литофильных и халькофильных элементов, в частности Mn, Ni, Zn.

## Литература

1. *Wuana, R. A. & Okiemien, F. E.* 2011. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. 25
2. *Бузмаков С.А., Дзюба Е.А.* Определение фонового содержания циклических элементов в почвах Тулымского камня (Пермский край) // Известия высших учебных заведений. Северо-кавказский регион. Серия: естественные науки №3 (191), 2016 С.49-57.
3. *Дерягина С.Е., Астафьева О.В., Медведев А.Н.* Состояние и перспективы изменения воздействия ОАО «Евраз Качканарский горно-обогатительный комбинат» на окружающую среду при освоении Собственно-Качканарского месторождения // Экономика Природопользования. №1, 2013, с. 24-30.12
4. *Голик В.И., Полухин О.Н., Петин А.Н., Комащенко В.И.* Экологические проблемы разработки рудных месторождений КМА // Горный журнал. – 2013. – №4. – С. 91–98.11
5. *Голик В.И., Комащенко В.И., Поляков А.В.* Современные технологии извлечения металлов из хвостов обогащения и переработки руд с целью их комплексного использования // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2016. Вып. 1. с. 100-110.10
6. *Бузмаков С.А.* Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. – Пермь, 2012. – № 4 (23). – С. 46-50.
7. *Соловов А.П., Матвеев А.А.* Геохимические методы поисков рудных месторождений. Изд. 2-е. – М., Изд-во МГУ, 1985. 232 с.17
8. *Водяницкий Ю.Н.* Формулы оценки суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидами // Почвоведение. 2010. № 10. С. 1276-1280
9. Временное руководство на проведение геохимических исследований при геоэкологических работах. Вострокнутов Г.А. – Екатеринбург, 1991.
10. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений / Мин-во геологии СССР. М., Недра, 1983. 191 с.
11. ГОСТ 28492-90 Геохимические методы поисков твердых полезных ископаемых. Термины и определения. М., Стандартинформ, 2006.
12. Соловов А.П., Матвеев А.А. Геохимические методы поисков рудных месторождений. Изд. 2-е. – М., Изд-во МГУ, 1985. 232 с.

13. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

*Dziuba E.A., Andreev D.N., Buzmakov S.A., Khotyanovskaya Yu.V.*  
**ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF GEOCHEMICAL  
PROPERTIES OF SOILS DURING ORE DEPOSIT  
EXPLOITATION**

*Perm State University*

This paper deals with the contemporary state of soil cover around the Mid-Ural iron ore deposit, focusing on geochemical features. As a result, the evaluation of heavy metal soil pollution under the influence of iron ore deposit mining is given. Chemical contamination of soil was assessed by a cumulative chemical contamination index. Geochemical series of elements formed under the influence of iron ore deposit mining, as well as overburden and gold mining are given. Here, geochemical patterns of heavy metal distribution in the soil of iron ore deposit and under the influence of gold mining are considered. The analysis of the influence of gold mining on the elementary composition of soil revealed the anomalous content of Mn and Ni.

*Достовалова Д.А., Подгородецкий Н.С.*  
**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и  
архитектуры»*

[dasha.dostovalova1997@mail.ru](mailto:dasha.dostovalova1997@mail.ru)  
[n.s.podgorodetskiy@donnasa.ru](mailto:n.s.podgorodetskiy@donnasa.ru)

В работе экспериментальным путем определены качественный и количественный состав шахтной воды, сбрасываемой в гидрографическую сеть Донбасса. Представлены результаты мониторинга теплового состояния действующего шахтного отвала горных пород. Идентифицирован состав образцов шахтной породы с использованием метода молекулярной спектроскопии.

Цель и задача нашего исследования состоит в минимизации последствий воздействия подземной добычи угля на окружающую природную среду с учетом анализа источников поступления загрязняющих веществ. Объектом исследований является шахта им. М.И. Калинина находящаяся на территории г. Донецка, ДНР.

Для анализа химического состава откачиваемых шахтных вод выполнен отбор проб воды на сооружениях для очистки шахтных вод перед поступлением в горизонтальные отстойники. При проведении лабораторного химического анализа использовались стандартные методы исследования: ДСТУ 4077-2001 Якість води. Визначення pH (ISO 10523:1994, MOD); ДСТУ ISO 9297:2007 Якість води. Визначення хлоридів. Титрування нітратом срібла із застосуванням хромату як індикатора (метод Мора) (ISO 9297:1989, IDT); ГОСТ 4389-72 Вода питьевая. Методы определения сульфатов; ГОСТ 11014–2001/Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренный метод определения влаги; ГОСТ 11022–95 (ISO 1171–97)/Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности.

Отбор проб шахтной воды производился в соответствии с ДСТУ ISO 5667-10:2005.

В таблице 1 приведены итоговые результаты химического лабораторного анализа шахтных вод [1].

**Таблица 1.** Итоговые результаты химического анализа шахтных вод

Показатель	Единица измерения	Значение	Значение волях ПДК
Карбонатная жесткость, $J_K$	ммоль ЭКВ/дм <sup>3</sup>	6,75	0,96
Некарбонатная жесткость, $J_{HK}$	ммоль ЭКВ/дм <sup>3</sup>	9,05	1,29
Общая жесткость, $J_{общ}$	ммоль ЭКВ/дм <sup>3</sup>	15,80	1,13
Содержание хлоридов, $X_{Cl^-}$	мг/дм <sup>3</sup>	258,20	0,86
Содержание сульфатов, $X_{SO_4^{2-}}$	мг/дм <sup>3</sup>	840,10	1,60
Содержание взвешенных веществ, $X_{взв}$	мг/дм <sup>3</sup>	650	32,5
Содержание влаги, $W_a$	%	22,80	-
Содержание золы, $A_a$	%	24,90	-

Мониторинг теплового состояния действующего отвала горных пород шахты, а также сравнительный анализ с данными о температурной съемке за 2012 год показал, что количество очагов горения на отвале горных пород за временной промежуток с сентября 2012 года по сентябрь 2019 года не изменилось. В некоторых точках очагов горения наблюдается увеличение температуры, с максимальной температурой 154 °C. Отвал горных пород, в настоящее время, является горящим, а мероприятия по тушению, проводимые шахтой эффективны не на всей поверхности породного отвала [2].

Отбор проб горных пород шахты производился в соответствии с ДСТУ ISO 10381-1–10381-4:2004.

Лабораторные исследования горных пород шахты производились методом ИК-спектроскопии с использованием спектрофотометра.

На рисунках 1 и 2 представлены ИК-спектры образцов свежеотсыпанной и перегоревшей породы, записанные в ходе эксперимента.

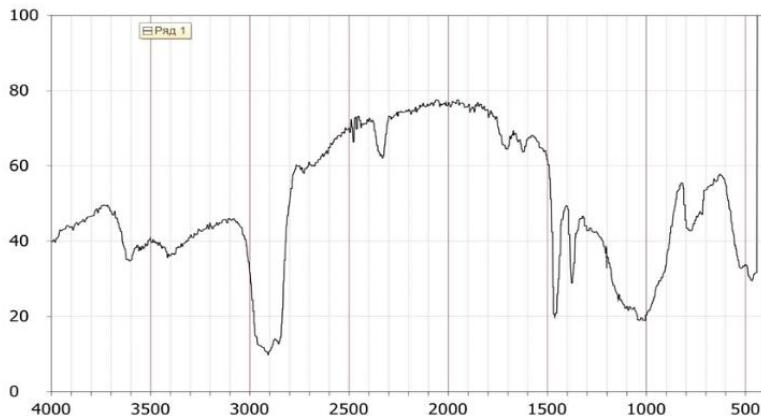


Рис. 1. Спектр образца свежеотсыпанной породы шахты

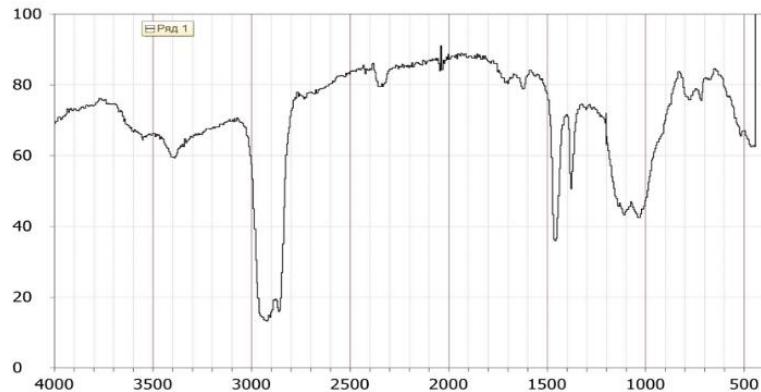


Рис. 2. Спектр образца перегоревшей породы шахты

Результаты идентификации исследуемых образцов представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Результаты идентификации  
свежеотсыпанной (I) и перегоревшей (II) породы

Соединение	Волновое число, см <sup>-1</sup> (мкм)	
	I	II
H <sub>2</sub> O	1750-1600	1750-1600
SiO	1500-1000	1500-1000
SiCO <sub>3</sub>	1100-1000	
SiO <sub>2</sub>		750-550
Чистый $\alpha$ кварц	800-750	
Каолиниты		1100-1000
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	750-550	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		800-750

**Выводы.**

- Фактические показатели концентраций взвешенных веществ, ионов кальция, магния и сульфатов в воде превышают предельно допустимые значения.
- При концентрации взвешенных веществ 37,26 мг/дм<sup>3</sup> и среднегодовом объеме сбрасываемых шахтных вод 1 800 тыс. м<sup>3</sup> возможно извлечь потенциальный углепродукт количеством 69,4 т/год, который в дальнейшем возможно использовать для производства угольных брикетов.
- Ольной схемой реконструкции комплекса очистных сооружений является схема, включающая установку открытого гидроциклона для удаления крупнодисперсных примесей на первом этапе очистки, а на втором этапе очистки-тонкослойного отстойника конструкции ДонУГИ [3].
- Отвал горных пород, в настоящее время, является горящим, а мероприятия по тушению, проводимые шахтой эффективны не на всей поверхности породного отвала. Для тушения отвала горных пород предлагается: предварительное вы полаживание и террасирование откосов отвала; охлаждение поверхности очагов горения навесной струей гидромонитора; охлаждение глубинных пород путем подачи воды через иньекторы или скважины, обсаженные трубами.

5. Данные спектрального анализа свидетельствуют о высокой степени минерализации перегоревшей породы, что подтверждается смещением полос поглощения оксидов.

### *Литература*

1. Чудаева Г.В., Достовалова Д.А., Подгородецкий Н.С. Совершенствование технологии обработки шахтных вод в условиях Донбасса // Актуальные проблемы био-разнообразия и природопользования: материалы II Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования», посвященной 20-летию кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ» (Керчь, 15 – 17 мая 2019 г.). – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. – 726 с. ISBN 978-5-907162-50-1, стр. 427-431.
2. Достовалова Д.А., Подгородецкий Н.С. Мониторинг теплового состояния отвала горных пород шахты им. М. И. Калинина // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Инженерные системы и техногенная безопасность: сб. науч. трудов. Макеевка: ДонНАСА, 2019 – Вып. 2019-5(139) - с.32-39.
3. Достовалова Д.А., Подгородецкий Н.С. Выбор оптимальной схемы модернизации технологии обработки шахтных вод Донецкого угольного бассейна на основе анализа химического состава // Химия: достижения и перспективы: сборник научных статей по материалам IV Всероссийской студенческой научно-практической конференции/под ред. М. О. Горбуновой, Е. М. Баян. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019. – 614 с. ISBN 978-5-9275-3145-5 С. 269-273

*Dostovalova D. A., Podgorodetsky N. S*  
**ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT  
OF THE MINING INDUSTRY**

*GO VPO "Donbass national Academy of construction and architecture"*

The scientific work experimentally determined the qualitative and quantitative composition of mine water discharged into the hydrographic network of Donbass. The results of monitoring the thermal state of the active mine dump of rocks are presented. The composition of mine rock samples was identified using the molecular spectroscopy method.

*Дрыгваль А.В.<sup>1</sup>, Дрыгваль П.В.<sup>2</sup>,  
Станис Е.В.<sup>2</sup>, Мальцев В.И.<sup>3</sup>*

## **ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА УЧАСТКЕ КАРАДАГСКОГО ВЗМОРЬЯ**

*<sup>1</sup>ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей  
имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь*

*<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов, г. Москва*

*<sup>3</sup>Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный  
заповедник РАН – филиал ФГБУН ФИЦ «Институт биологии  
южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», г. Феодосия*

*<sup>2</sup>[any-poly@mail.ru](mailto:any-poly@mail.ru)*

В работе представлены результаты количественной оценки содержания тяжелых металлов в донных отложениях прибрежной зоны акватории заповедника «Карадагский». Данные получены в результате полевых исследований 2016-2018 гг. Показано, что в пробах повсеместно превышены предельные уровни концентрации по мышьяку. В отдельных точках отмечено превышение предельных уровней по никелю, свинцу, меди и цинку. Данна эколого-геохимическая оценка качества вод и донных отложений на участке Карадагской акватории.

Донные отложения представляют собой неотъемлемую составляющую водных экосистем, и во многом обуславливают качество водной толщи. По уровню содержания различных веществ в донных отложениях можно составить объективное представление о состоянии водных экосистем, а также определить источник поступления того или иного вещества в акваторию. При незначительно активном поверхностном стоке с территории, большая часть твердого стока накапливается в достаточно узкой прибрежной полосе. Туда же поступают и вещества, растворенные в поверхностных стоковых континентальных водах. Тонкодисперсная часть донных осадков, является хорошим адсорбентом и депонирующей средой для различных элементов. В то же время, та-

кие донные осадки сами становятся источниками вторичного загрязнения придонного слоя воды и субстрата, на котором обитают организмы прибрежной зоны при определенных условиях. [1]. Т.е. донные отложения включаются в пищевую цепь придонных и донных организмов.

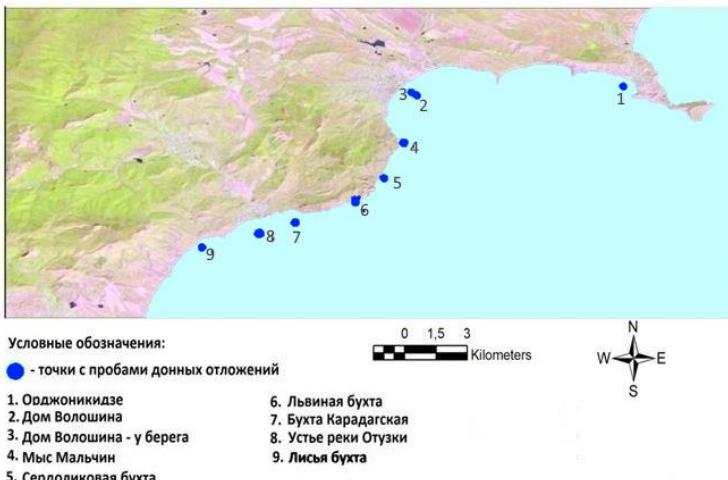
Целью исследования было провести эколого-геохимическую оценку качества современных донных отложений на участке узкой прибрежной зоны около заповедника «Карадагский» по содержанию тяжелых металлов.

Изученный участок располагается на береговой линии Судакско-Карадагского низкогорья [2]. С геологической точки зрения коренные береговые горные породы относятся к терригенным флишевым и флишеподобным отложениям триас-юры и различным вулканогенным породам, представленные риолитами, риолито-дацитами, дацитами, андезито-дацитами, андезитами, андезито-базальтами, базальтами [3]. Четвертичные отложения представлены в основном элювием коренных пород.

Экспедиционные исследования заключались в отборе донных отложений по маршруту от Лисьей бухты до мыса Киик-Атлама. Точки отбора отражены на схеме рисунка 1.

Процедура отбора, обработки и анализа проб соответствовала принятой методике [4].

Валовое содержание ТМ определялось с помощью рентгенофлуоресцентного анализа с применением последовательного волнодисперсионного S4 PIONEER спектрометра. Анализ донных отложений выполнялся на базе лаборатории химико-аналитических исследований ГИН РАН.



**Рис. 1.** Точки опробования в прибрежной зоне Карадагского взморья

Дальнейшая оценка полученных результатов была произведена с использованием нескольких подходов, т.к. на настоящий момент не разработано общепринятой методики оценки донных отложений. Одним из подходов является метод, основанный на градации кратности превышения содержания оцениваемых веществ относительно показателей качества донных отложений. В работе такие превышения были рассчитаны с помощью кларка концентрации (КК) – отношение содержания химического элемента в донных осадках к кларку этого элемента. Были использованы величины кларков элементов земной коры по А.П.Виноградову [5].

Применение кларков земной коры является наиболее распространенным подходом к оценке эколого-геохимического состояния донных осадков, т.к. геологическое строение и наличие пород различного генезиса в районах исследований, присутствие специфических грунтов оказывают влияние на среднее содержание химических элементов в донных отложениях. В нашем исследовании превышение локальных концентраций над кларковыми концентрациями будет отражать

местные геохимические особенности по этим элементам на изучаемой территории в донных отложениях.

Второй подход в эколого-геохимической оценке донных отложений связан с использованием регионального норматива по г. Санкт-Петербург [6]. Этот документ стал новшеством для российской практики. Нормы и критерии данного документа были установлены в рамках российско-голландского сотрудничества (программа PSO 95/RF/3/1) на основе уже разработанных критериев, предложенных Агентством по охране окружающей среды Голландии (DCMR). В целом данный норматив основан на сравнении содержания тяжелых металлов донных осадков с ОДК<sub>0</sub> (это ориентировочно допустимая концентрация, ниже которой донные отложения рассматриваются как чистые). На основе этих предельных концентраций был рассчитан коэффициент Ко - отношение содержания химического элемента в донных осадках к ОДК<sub>0</sub> для данного элемента.

Для дальнейшей оценки уровня загрязнения донных отложений мы использовали суммарный показатель загрязнения Zc [7], основанный на сравнении с ПДК или ОДК загрязняющих веществ в почвах:

$$Z_c = \sum \left( \frac{[Me]}{ODK_0} - 1 \right) \quad (1)$$

где [Me] – концентрация металлов, в мг/кг;

ODK<sub>0</sub> – ориентировочно допустимая концентрация, ниже которой донные отложения рассматриваются как чистые [6].

На основе рассчитанных коэффициентов Ко производилась эколого-геохимическая оценка донных отложений. Результаты сравнительного анализа по тяжелым металлам в донных отложениях представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Рассчитанные коэффициенты для тяжелых металлов и мышьяка в донных отложениях в 2016-2018 гг.

Точки исследования	Рассчи-тываемые коэффициенты	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr	As
	Кларк, %	0,0047	0,0058	0,0016	0,0083	0,0083	0,00017
	ОДК <sub>0</sub> , %	0,0035	0,0035	0,0085	0,014	0,01	0,0029
Точка 1 (2018 г)	КК	<0,1	0,2	0,7	0,3	0,7	<b>9,4*</b>
	Ко	<0,1	0,3	0,1	0,2	0,6	0,6
Точка 2 (2016 / 2018 г)	КК	0,2 / <0,1	0,2 / 0,2	1,1* / 0,6	0,6 / 0,4	0,4 / 0,6	<b>18,8* / 16,5*</b>
	Ко	0,3 / <0,1	0,4 / 0,4	0,2 / 0,1	0,4 / 0,2	0,3 / 0,5	1,1 / 0,9
Точка 3 (2016 / 2018 г)	КК	0,2 / <0,1	0,4 / 0,1	0,8 / 0,6	0,7 / 0,4	0,7 / 0,6	<b>19,4* / 14,1*</b>
	Ко	0,3 / <0,1	0,6 / 0,2	0,2 / 0,1	0,4 / 0,2	0,6 / 0,5	<b>1,1* / 0,8</b>
Точка 4 (2016 г)	КК	0,4	0,2	0,8	0,8	0,8	<b>10,0*</b>
	Ко	0,5	0,4	0,1	0,5	0,6	0,6
Точка 5 (2018 г)	КК	0,2	0,1	0,6	0,7	0,5	<b>2,9*</b>
	Ко	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4	0,2
Точка 6 (2016 / 2018 г)	КК	0,4 / 0,3	0,1 / 0,2	0,8 / 0,5	0,8 / 0,6	0,8 / 0,5	<b>4,7* / 5,3*</b>
	Ко	0,5 / 0,4	0,2 / 0,3	0,1 / 0,1	0,5 / 0,4	0,6 / 0,4	0,3 / 0,3
Точка 7 (2016 / 2018 г)	КК	0,6 / 0,6	0,2 / 0,7	0,4 / 0,8	0,8 / 0,9	0,6 / 0,9	<b>4,7* / 22,4*</b>
	Ко	0,8 / 0,8	0,3 / 1,1*	0,1 / 0,2	0,5 / 0,6	0,5 / 0,8	<b>0,3 / 1,3*</b>
Точка 8 (2016 / 2018 г)	КК	<b>1,6* / &lt;0,1</b>	1,0 / 0,6	<b>1,6* / 1,3*</b>	<b>1,2* / 0,6</b>	<b>1,1* / 0,8</b>	<b>9,4* / 32,9*</b>
	Ко	<b>2,1* / &lt;0,1</b>	<b>1,7* / 0,9</b>	0,3 / 0,2	0,7 / 0,4	0,9 / 0,6	0,6 / <b>1,9*</b>
Точка 9 (2018 г)	КК	<0,1	0,8	<b>1,6*</b>	0,7	0,8	<b>64,7*</b>
	Ко	<0,1	<b>1,4*</b>	0,3	0,4	0,7	<b>3,8*</b>

\* - концентрации элементов, превышающие кларк/ОДК<sub>0</sub>;  
 КК - кларк концентрации, отношение содержания химического элемента в донных осадках к кларку этого элемента; коэффициент Ко - отношение содержания химического элемента в донных осадках к ОДК<sub>0</sub> для данного элемента.

В таблице указаны рассчитанные коэффициенты в исследуемый период времени 2016 и 2018 года. В некоторых точках пробы донных отложений отбирались только один год в связи с техническими возможностями. Однако, данные в точках 2,3,6,7 и 8 дают возможность оценить изменение содержания тяжелых металлов за 2 года.

Величина кларков концентрации ТМ и мышьяка показывает, что местные геохимические особенности по донным осадкам характеризуются повышенными концентрациями мышьяка. КК для As изменяется от 1,1 до 64,7. Причем превышения концентрации данного элемента постепенно увеличивается от точки 5 (территория заповедника), к периферии – вглубь крупных бухт, которые не относятся к заповедной зоне (точки 1,2,3 и 9). Отмечаются временные вариации содержания мышьяка в донных осадках: в точках 7 и 8 происходит значительное увеличение концентрации данного элемента, в точке 6 – КК незначительно увеличивается с 4,7 до 5,3. Далее вдоль берега в северо-восточном направлении, содержание мышьяка в донных осадках за 2 года снизилось. В свою очередь, при сравнении мышьяка с показателем ОДК<sub>0</sub>, превышение относительно предельных значений обнаружено только в точке 9 (в 3,8 раз), которая не относится к акватории заповедника. По рассчитанным показателям можно сделать вывод, что локально в рассматриваемой зоне максимальное значения КК и Ко для мышьяка отмечено в точке 9 (Лисьей бухте). Это наиболее посещаемая рекреационная, туристическая зона, не относящаяся к заповеднику. Высокое содержание As в донных осадках также можно объяснить местными геохимическими особенностями.

В точках 2, 8 и 9 отмечается повышение концентрации свинца (значение КК не превышает 1,6) в донных отложениях. Причем содержание свинца снижается к 2018 году. Аккумуляции меди, никеля, цинка и хрома в донных осадках наблюдается локально в точках 7, 8, и 9 с тенденцией к снижению содержания этих элементов в донных отложениях,

т.к. рассчитанные показатели в целом уменьшаются за 2 года. В остальных точках опробования превышение кларка для литосферы и предельного показателя ОДК<sub>0</sub> не наблюдается ни в одной из точек, т.е. отмечено рассеяние этих элементов по сравнению с их средним содержанием в земной коре.

В рамках оценки донных отложений по методике, описанной в работе [7], был произведен расчет показателя Zc. По превышающим значениям ОДК<sub>0</sub>, были установлены значения уровня Zc донных отложений для каждого рассматриваемого года. Итоговые значения Zc представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Оценка донных отложений [7]

Точка пробоотбора	Zc оцениваемых элементов (2016 /2018 гг)	Уровень содержания ТМ в донных отложениях	Содержание ТМ в воде
Точка 3 (2016 г)	0,1	Слабый	Слабо-повышенное
Точка 7 (2018 г)	1,4	Слабый	
Точка 8 (2016 / 2018 г)	2,8 / 0,9	Слабый	
Точка 9 (2018 г)	4,2	Слабый	

По показателю Zc для тяжелых металлов, донные отложения имеют слабый уровень их содержания, а в водной среде их содержание оценивается как слабоповышенное в 2016 и в 2018 гг.

**Выводы.** Исследования показали, что уровни содержания тяжелых металлов в донных отложениях акватории Карадагского заповедника являются слабыми и не связаны с антропогенным влиянием.

В соответствии с принятой в работе методикой с использованием кларков и ориентировочно допустимых концентраций содержание тяжелых металлов в воде слабоповышенное.

В связи с этим степень негативного воздействия на водные экосистемы минимальная.

Работа выполнена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ, регистрационный номер АААА-А19-119061190081-9.

## *Литература*

1. Галиулин Р. В., Галиулина Р. А. Нормирование химических веществ в донных отложениях водных экосистем // Вода: химия и экология. 2011. № 8. С. 3-8
2. Клюкин А.А. Экзогеодинамика Крыма. Симферополь: Таврия, 2007. 320 с.
3. Заповедники СССР. Карадагский заповедник / Под ред. В. Е. Соколова, Е. Е. Сыроечковского - М.: Мысль, 1987 - С.226-241
4. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность
5. Перельман. А. И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1989. 531с.
6. Региональный норматив: Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга
7. Косинова И.И., Соколова Т.В. Методологические особенности оценки экологического состояния донных отложений искусственно созданных водных объектов // Вестник ВГУ. Серия: геология. 2015. №3. С. 113-121

*Drygval A.V<sup>1</sup>, Drygval P.V.<sup>2</sup>, Stanis E.V.<sup>2</sup>, Maltsev V.I.<sup>3</sup>*  
**ASSESSMENT OF HEAVY METALS IN MODERN BOTTOM  
SEDIMENTS ON THE KARAADAG SEASHORE**

<sup>1</sup>*A.O Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS,*  
<sup>2</sup>*Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow*  
<sup>3</sup>*T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of RAS –  
Branch of A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of  
RAS*

The work presents the results of quantitative assessment of heavy metals content in bottom sediments of the coastal zone near the Karadag nature Reserve. The data were obtained as a result of field studies in 2016-2018. The nickel and lead limits were found to have been exceeded in some locations. Ecological and geochemical assessment of water and bottom sediments quality in the section of Karadag water area has been made.

Дуброва С.В.<sup>1</sup>, Челинхо С.<sup>2</sup>,  
Зеленковский П.С.<sup>3</sup>, Подлипский И.И.<sup>1</sup>

## ПРОЛЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СРЕДЫ. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ

<sup>1</sup>*Кафедра геологии и геоэкологии, Российский государственный  
педагогический университет им. Герцена, 199034, наб. Реки Мой-  
ки, 48, корпус 5, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup>*Centre for Functional Ecology - Science for People & the Planet  
(CFE) Department of Life Sciences, University of Coimbra, 3000-456,  
Calçada Martim de Freitas, Coimbra, Portugal*

<sup>3</sup>*Кафедра экологической геологии, Институт наук о Земле,  
Санкт-Петербургский государственный университет, 199034,  
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, Россия*

[dubrova.stanislav@gmail.com](mailto:dubrova.stanislav@gmail.com)

Учитывая тот факт, что техногенная нагрузка рассеивается в геосферах важной задачей остается выделение «чистой» (абсолютной) ее составляющей воздействия. Разграничения таких характеристик как геохимический фон, статическая составляющая загрязнения, динамическая компонента потоков миграции вещества, предположения о структуре взаимосвязей между миграцией различных элементов могут служить первоначальным большим шагом к пониманию особенностей миграции и, главное, к управлению процессами в геологической среде.

Одной из основных проблем крупных мегаполисов на сегодняшний день остается нарушение и загрязнение приповерхностной геологической среды. Геохимическое воздействие характерно практически для любых видов техногенеза, имеет повсеместное распространение, протекает в течение всего времени использования территории и отражается на всех составляющих природного комплекса. Грунты являются динамически развивающимся природным ресурсом, имеющим основополагающее значение для жизни человека в городской среде. Благодаря своей матричной структуре они

принимают основную долю техногенной нагрузки [1], концентрации в них тяжелых металлов и органических соединений являются отражением («зеркалом») накопленного эколого-геологического ущерба. Можно утверждать, что на территории мегаполисов формируются особые техногенные грунты: реплантозёмы, урбаноземы, урбоестественные почвы [2], с характерными физико-химическими особенностями. Существует большое количество работ по оценке экологического риска здоровью человека и оценке загрязнения компонентов окружающей среды мегаполисов, но очень редко в исследованиях учитывает аспект землепользования в качестве индикатора [3], оказывающего сильное влияние на концентрации тяжелых металлов в грунтах.

Во II половине XX века, в связи с развитием «симбиоза» математики и геохимических методов поисков полезных ископаемых, в значительной степени продвинулось научно-прикладное направление, связанное с моделированием внутренних процессов эколого-геологических систем. Проблема связи природных и техногенных потоков веществ плодотворно развивалась в работах В.А. Снытко [4] и других исследователей на примерах достаточно конкретных геологических объектов (месторождений топливно-энергетического комплекса и других геологических тел). В данных исследованиях тема миграции вещества рассматривалась в свете термодинамических и прикладных математических исследований, большее внимание уделяется физико-химическим особенностям процесса. При этом, сам концептуальный подход и его презентация, как отдельного перспективного направления для области техногенеза в целом, не до конца осознаны. Что касается пространственно-геологического представления, в большинстве случаев, работы в этой области носят либо достаточно общий характер, основываясь на базовых принципах круговорота веществ, или же являются частью комплекса решений конкретных прикладных задач объектов исследования.

Необходимо по-новому подойти к пониманию геохимической связи территориальных единиц (ландшафтов), проходящей путем «потока» миграции веществ как динамической составляющей эколого-геологических систем. Сохраняя пространственное геологическое представление, приемы которого положительно сказываются на составлении моделей и последующей их интерпретации, с помощью простых методик математической обработки данных возможно выстроить понятную, но в то же время, реалистичную модель миграции потока вещества в антропогенно-модифицированных геологических телах и на прилегающих к ним территориях с учетом природных характеристик (геохимической разности материнских пород и их состава) и типа использования, то есть с применением функционального геоэкологического зонирования [5].

Применение методов математической обработки данных является важной и перспективной составляющей для моделирования геохимических процессов [6]. Физико-химическое направление исследований в области потенциального воздействия контрастных в геохимическом плане геологических объектов на территории города (полигонов бытовых и промышленных отходов, золошлаковых отвалов, хвостохранилищ, исторических промышленных зон) на окружающую среду позволяет связать точные экспериментальные данные с геологическими наблюдениями о закономерностях природных ассоциаций элементов, дать количественную оценку условий, при которых возможно возникновение и изменение данных ассоциаций. Интегральная оценка состояния природных экосистем «геологическое тело - окружающая среда» позволяет довести результаты эколого-геохимического анализа до расчетного, строго контролируемого решения - построения модели.

## Литература

1. *Luo W., Lu Y.L., Giesy J.P., Wang T., Shi Y., Wang G., Xing Y.* Effects of land use on concentrations of metals in surface soils and ecological risk around Guanting Reservoir, China // Environmental Geochemistry and Health, 2007. 29(6). - p. 459-471)
2. *Попова Л.Ф., Наквасина Е.Н.* Интенсивность накопления и перераспределения тяжелых металлов в компонентах почвенно-растительного покрова различных функциональных зон г. Архангельска. // Экология и промышленность России, 2013. 1. - с. 47-51.
3. *Головин А.А., Морозова И.А., Трефилова Н.Я., Гуляева Н.Г.* Учет и оценка природных ресурсов и экологического состояния территорий функционального использования. М.: ИМГРЭ, 1996 - 98с.
4. *Снытко В.А., Мартынов А.В., Семенова Л.Н.* Ландшафтно-геохимическая оценка антропогенной трансформации геосистем Прибайкалья // Вопросы геохимии и экологии Восточной Сибири, 1990. - с.53-58.
5. *Dubrova, S.V., Podlipskiy, I.I., Kurilenko, V.V., Siabato, W.* Functional city zoning. Environmental assessment of eco-geological substance migration flows // Environmental Pollution, 2015. 197. - p.165-172
6. *Bermudez A., Garcia-Garcia L.* Mathematical modeling in chemistry. Application to water quality problems // Appl. Numer. Math., 2012. 62 (4). - p. 305-327.

***Dubrova S.V.<sup>1\*</sup>, Chelinho S.<sup>2</sup>, Zelenkovskiy P.S.<sup>3</sup>, Podlipskiy I.I.<sup>1</sup>***

**PROBLEMS OF INTEGRATED ASSESSMENT OF  
POLLUTION OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT.  
GEOECOLOGICAL FUNCTIONAL ZONING  
OF TERRITORIES**

<sup>1</sup>*DHerzen State Pedagogical University of Russia*

<sup>2</sup>*University of Coimbra*

<sup>3</sup>*St. Petersburg State University*

Differentiation of characteristics such as the geochemical background, the static component of pollution, the dynamic component of substance migration flows, and assumptions about the structure of interrelations between the migration of various elements can leverage the understanding of migration features as well as the management of these processes.

*Евдокимов А.С.*

**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОРГАНОГЕННЫХ  
ГОРИЗОНТАХ ПОЧВ СЕВЕРНЫХ ТАЕЖНЫХ БОРОВ  
В ЗОНЕ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

*Российский государственный педагогический университет  
им А.И. Герцена, Санкт-Петербург  
[evdokimov89@gmail.com](mailto:evdokimov89@gmail.com)*

В данном исследовании основное внимание уделяется тяжелым металлам, содержащимся в органических почвенных горизонтах в результате промышленного загрязнения воздуха, вызванного деятельностью местных предприятий. В ходе исследования были обнаружены кислоторастворимые тяжелые металлы на различных расстояниях от источника загрязнения.

На территории Кольского полуострова распространены тундровые и лесные подзолистые почвы, особенностью которых является низкая продуктивность: ежегодно с опадом поступает мало органических веществ. Органическое вещество сконцентрировано в самой верхней части почвенного профиля, где располагаются корневые системы растений. В условиях неблагоприятного температурного режима, малой зональности опада и плохой аэрации почв биохимическая деятельность микроорганизмов ослаблена, поэтому гумуса в почве недостаточно [1]. Еще одной особенностью таких почв является оглеение значительной части почвенного профиля. Поверхностные горизонты подзолистых почв обеднены питательными веществами, особенно соединениями калия, фосфора и азота, которые являются наиболее растворимыми. Эти почвы считаются одними из самых ненасыщенных и кислых почв мира. Они малоплодородны, что связано с их высокой кислотностью, малым содержанием биогенных элементов, преобладанием бурого гумуса и плохими водно-физическими свойствами [2].

На жизненное состояние растений, произрастающих в зоне аэротехногенного загрязнения, оказывают влияние ве-

щества, проникающие в растение не только через ассимиляционный аппарат, но также через подземные органы вместе с водой [3]. Но в данном случае важную роль играет способность к аккумуляции этих веществ в почве. Здесь речь идёт о тяжёлых металлах, которые могут быть представлены в почве в виде растворимых и обменных форм. И прежде всего это никель, медь и кобальт [4, 5].

Целью данного исследования является сравнительная характеристика количественного содержания тяжёлых металлов (никель, медь, кобальт) в органогенных горизонтах почвы сообществ сосны обыкновенной, находящихся в зоне северной тайги и подверженных аэробиогенной эмиссии.

Исследования были выполнены на основе материала, полученного на территории Кольского полуострова в Мончегорском (буферная и импактная зоны), Ковдорском и Оленегорском районах (фоновый район) на ранее заложенных пробных площадях, находящихся на различном удалении от источника загрязнения (комбинат «Североникель»). На каждой пробной площади отбирали образцы верхнего органогенного горизонта Al-Fe-подзола в количестве 5 проб для каждой пробной площади, из которого исключались неразложившиеся верхние элементы лесного опада. Данные пробы использовались для приготовления почвенной вытяжки (вытяжка раствором HCl 1.0 н), для которой в дальнейшем методом атомно-абсорбционной спектрометрии определяли содержание кислоторастворимых форм Ni, Cu, Co. В работе представлены средние значения имеющейся выборки для данных пробных площадей.

Исследование показало, что содержание никеля в фоновом районе составляет в среднем 7,5 мг/кг, меди — 16,75 мг/кг, кобальта — 1,5 мг/кг. В исследованиях прошлых лет [6] в качестве фоновых значений принимается величина 10 мг/кг для первых двух показателей (что соответствует содержанию тяжёлых металлов «в норме» для почв данного региона, не имеющих влияния аэробиогенной эмиссии данных ве-

ществ). Следовательно, наблюдается небольшое увеличение содержания меди, что скорее всего связано с особенностью расположения фоновых постоянных пробных площадей относительно господствующих ветров (южнее комбината), а также с изменением деятельности комбината (использование различных руд, изменение характера производства и очистки и т. д.). Содержание кобальта мы принимаем за фоновое значение.

В буферной зоне содержание никеля составляет около 50 мг/кг, что выше фоновых показателей в 5 раз. Содержание меди колеблется от 185,5 до 76,9 мг/кг (разные пробные площади), кобальта — от 2,72 до 5,63 мг/кг что также значительно превышает фоновые значения.

В импактной зоне содержание во всех трёх случаях резко возрастают значения концентрации. Для никеля содержание может доходить до 598,5 мг/кг (в 60 раз), для меди — 3582 мг/кг (почти в 360 раз), для кобальта — 28,7 мг/кг (почти в 20 раз) (Табл. 1).

**Табл. 1.** Значения содержания ТМ в органогенных горизонтах почвы при различном удалении от источника загрязнения

Район исследо- вания	Расстояние до источника за- грязнения, км	Содержание тяжёлых метал- лов, мг/кг		
		Ni	Cu	Co
Фоновый	65	7,80	16,75	1,46
Буферный	35	69,10	185,12	2,72
	25	45,45	76,99	5,63
Импактный	15	510,75	2182,15	16,70
	15	434,58	2034,20	11,16
	10	598,52	3582,00	28,68

Как можно увидеть из таблицы, показатели содержания тяжёлых металлов изменяется прогрессивно в зависимости от расстояния до источника загрязнения (по этой причине и была использована логарифмированная шкала ординат). При этом, данному закону подчиняются показатели по всем трём

тяжёлым металлам, несмотря на сильно различающиеся показатели относительно друг друга. Таким образом, мы можем наблюдать закономерность, характерную как для данного региона, так и для аналогичных мест.

**Выводы.** Содержание тяжёлых металлов в органогенных горизонтах почвы присутствует прогрессия при изменении содержания тяжёлых металлов в зависимости от приближения к источнику загрязнения. При этом превышение содержания тяжёлых металлов для различных компонентов сообщества в среднем превышало показатели фонового района для буферной зоны в 1,5-2 раза, для импактной зоны в 2-15 раз. Относительно импактной зоны можно сделать предположение, что такое значительное превышение содержания тяжёлых металлов (в первую очередь для меди) связано с аккумуляцией этих веществ в почве. Данная аккумуляция происходит первую очередь в органогенных горизонтах за счёт образования устойчивых комплексов с органическими молекулами (хилаты), которые препятствуют активному вымыванию этих веществ в минеральные горизонты с осадками.

Также заметны явные различия в содержании всех трёх компонентов при любом удалении от источника загрязнения (содержание меди и никеля в среднем в несколько раз превышает содержание кобальта). Это можно объяснить характером руд, которые используются на предприятии. А именно, комбинат сконцентрирован на выплавке именно меди и никеля. Кобальт же является побочным компонентом этих руд, что и объясняет такие заметные различия.

### *Литература*

1. Белов Н.П., Барановская А.В. Почвы Мурманской области. Л.: Наука, 1969. 148 с.
2. Глазовская М.А., Геннадиев А.Н. География с основами почвоведения. М.: Изд-во МГУ, 1995. 400 с.

3. *Лянгузова И.В.* Динамические тренды содержания тяжёлых металлов в растениях и почвах при разном уровне режима аэро-техногенной нагрузки // Экология, 2017, № 4. С. 250-260.
4. *Лянгузова И.В., Яршишко В.Т., Евдокимов А.С., Беляева А.И.* Состояние сосновых лесов Кольского полуострова на фоне снижения объёмов атмосферных выбросов предприятием цветной металлургии // Растительные ресурсы, 2018, Т. 54, № 4. С. 516-531.
5. *Баркан В.Ш., Лянгузова И.В.* Изменение уровня загрязнения органогенного горизонта Al-Fe-гумусовых подзолов при уменьшении аэро-техногенной нагрузки (Кольский полуостров) // Почвоведение, 2018, № 3. С 338-346.
6. *Воробейчик Е.Л., Кайгородова С.Ю.* Многолетняя динамика содержания тяжёлых металлов в верхних горизонтах почв в районе воздействия медеплавильного завода в период сокращения объёмов его выбросов // Почвоведение, 2017. № 8. С. 1009-1024.
7. *Яршишко В.Т., Лянгузова И.В., Яршишко М.А.* Многолетняя динамика сосновых лесов на европейском севере под влиянием атмосферного загрязнения // Аграрная Россия, 2009. №S2. С.71-73.

*A. Evdokimov*

**HEAVY METALS IN THE ORGANIC SOIL HORIZON  
OF THE NORTHERN TAIGA FORESTS RESULTING FROM  
INDUSTRIAL AIR POLLUTION**

*Herzen State Pedagogical University of Russia, Staint Petersburg*

The vitality of plants growing in the area with industrial air pollution is affected by substances that penetrate the plant not only through its assimilation system, but also through its underground organs along with water. The ability of soil to accumulate these substances is central to our study as it focuses on heavy metals—primarily nickel, copper and cobalt—contained in the soil in soluble and metabolic forms. This study focuses on heavy metals contained in organic soil horizons resulting from the industrial air pollution caused by local enterprises. The study found acid-soluble heavy metals at various distances from the source of pollution.

**Журавков В.В., Тонконогов Б.А.**  
**РЕКОНСТРУКЦИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ**  
**В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**  
**С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС**

*Международный государственный экологический институт  
им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета,  
Республика Беларусь, г. Минск*

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

Наблюдаемый в Беларуси рост патологии щитовидной железы (ЩЖ) привлек внимание специалистов к проблеме реконструкции радиационной обстановки и доз от короткоживущих изотопов.

Противоречивостью информации по радиационной обстановке, связано большое расхождение в прогнозе: 92 случая раков ЩЖ в Беларуси до 2020 и фактическими данными для Беларуси: 8145 случаев раков ЩЖ за период с 1986 по 2001 гг.

В последнее время были предприняты неоднократные попытки реконструировать радиационную обстановку и оценить дозовые нагрузки на ЩЖ населения Беларуси в результате аварии на ЧАЭС [3-6]. При расчете коллективных доз по прямым измерениям йода в ЩЖ результаты расчетов доз по областям сильно отличаются (табл. 1).

**Таблица 1. Коллективные дозы облучения ЩЖ  
населения Беларуси**

<b>Область</b>	<b>Население</b>	<b>Коллективная доза облучения ЩЖ, чел-Зв</b>	
		[4]	[3]
Брестская	1,4	29000	101000
Гомельская	1,7	326500	301000
Гродненская	1,2	11800	49000
Минская	3,2	51700	68000
Могилевская	1,3	86500	32000
Витебская	1,4	4400	2000

В работе проведена реконструкция радиационной обстановки от короткоживущих радионуклидов. На основании этих данных, используя ГИС-технологии (ArcView-10.6.1), построены карты загрязнения территории РБ.

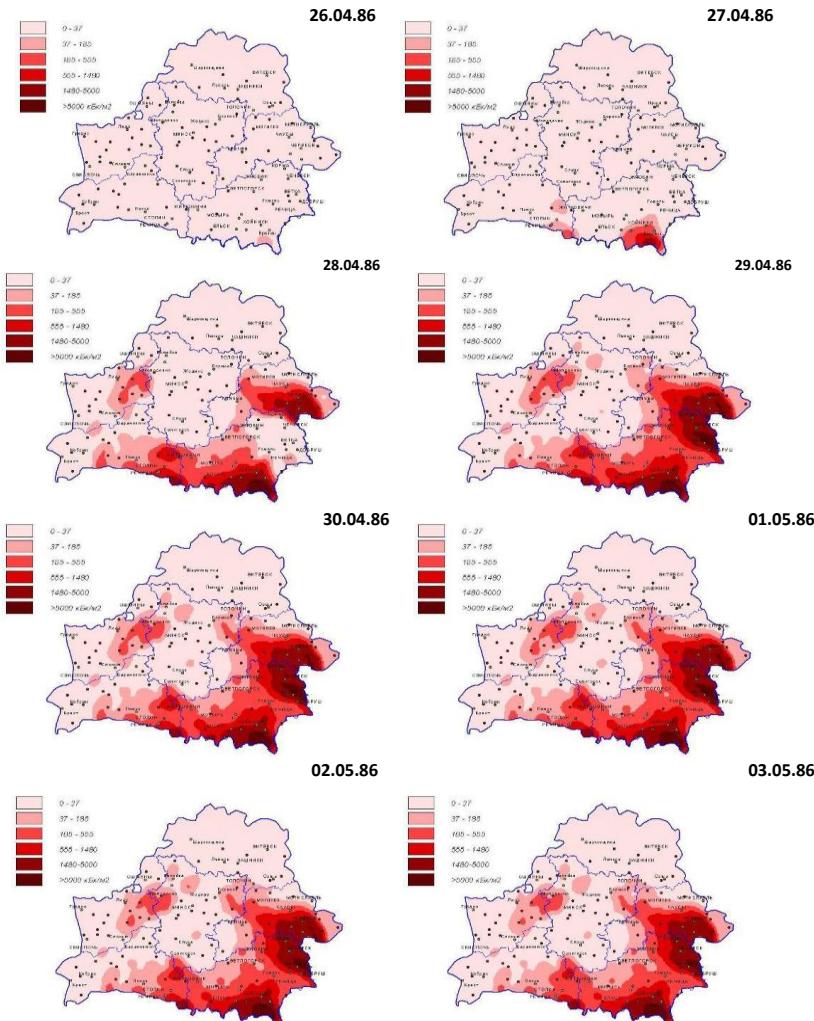
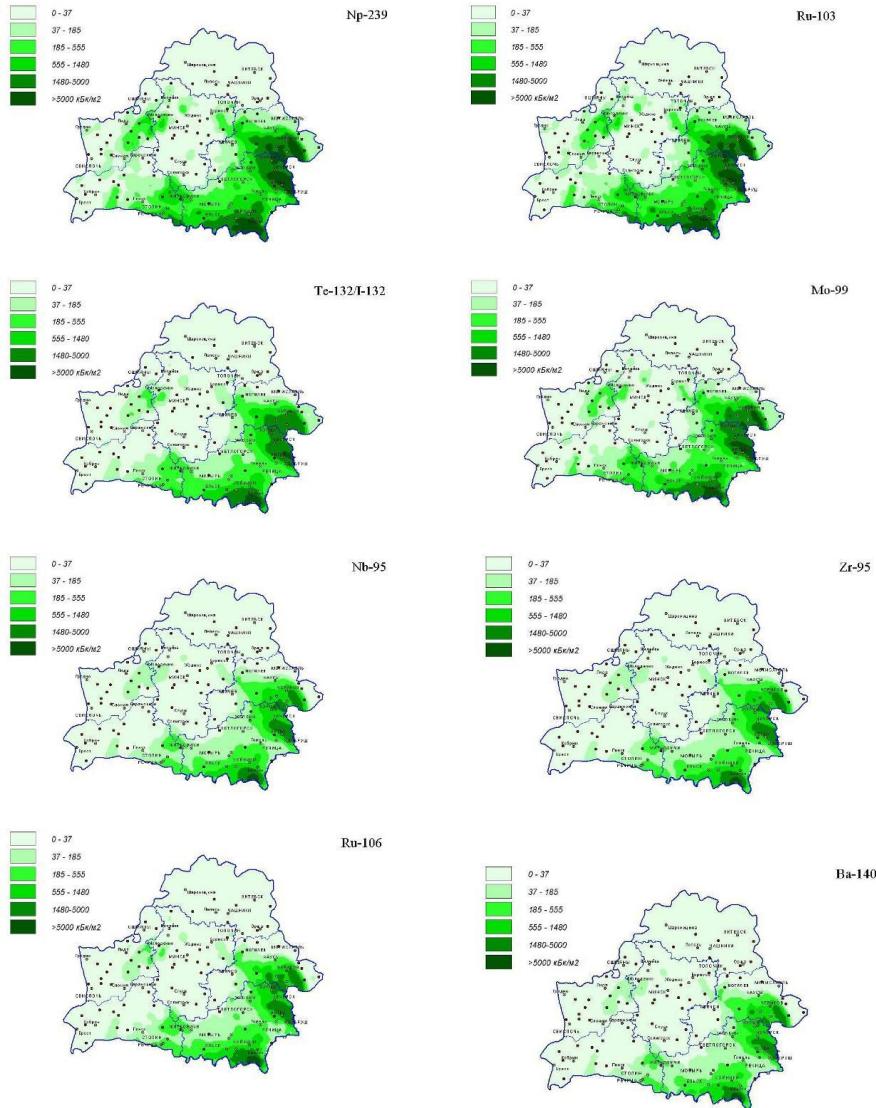


Рис. 1. Динамика загрязнения территории Беларуси  $^{131}\text{I}$  с 26.04.86 по 03.05.86

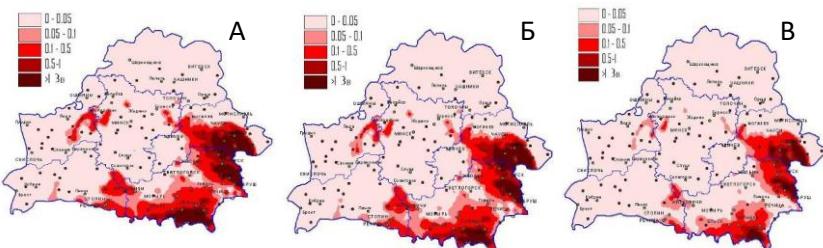


**Рис. 2.** Загрязнение территории Беларуси короткоживущими изотопами, на 28-29 апреля 1986 г

Анализ рис. 1 и рис. 2 позволил выделить районы Беларуси, население которых подверглось сильному радиоактивно-

му загрязнению. Таким образом, кроме изотопов йода, заметный вклад в формирование загрязнения территории Беларуси в период активной стадии аварии вносили изотопы  $^{132}\text{Te}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{99}\text{Mo}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{40}\text{La}$ ,  $^{239}\text{Np}$ .

На рис. 3 приводятся карты средних групповых доз.



**Рис. 3.** Средняя групповая доза, полученная жителями Беларуси за период с 26.04.86 по 5.05.86, А) — дети, Б) — подростки, В) — взрослые

Карты средних групповых доз показывают территории Беларуси жители которых получили большие дозовые нагрузки на ЦЖ от короткоживущих изотопов йода и в дальнейшем следует уделять повышенное внимание при медицинском обследовании населению, проживающему именно в этих районах.

### Литература

1. *L.A. Iljin* Radiocontamination patterns and possible health consequences of the accident at the Chernobyl NPS // *J. of Radiological Protection*.— 1990.— Vol 10.— № 3.— Р 3—29.
2. *Демидчик Е.П., Цыб А.Ф., Лушников Е.Ф.* Рак щитовидной железы у детей // *Последствия аварии на Чернобыльской АЭС* // — М.—Медицина.—1996.—208 с.
3. Отчет Научного комитета ООН по действию атомной радиации за 2000 год. Уровни облучения и эффекты в результате аварии на ЧАЭС.—М.: Радэкон, 2001. —152 с.
4. *Y.Gavrilin, V.Drozdovich, V.Minenko.* Estimation of thyroid doses received by the population of Belarus as a result of the Chernobyl accident // *The radiological consequences of the Chernobyl accident: Pro-*

ceeding of the first international conference, Minsk, 18 to 22 march 1996.— Minsk.— 1996.— Р.1018—1019.

5. Беларусь и Чернобыль: 29 лет спустя / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС М-ва по чрезвычайн. ситуациям Респ. Беларусь [и др.] ; сост.: Н. Я. Борисевич [и др.] ; под ред.: Н. Н. Цыбулько, И. Н. Семененя. — Гомель : Ин-т радиологии, 2015. — 113 с.

6. Облучение щитовидной железы жителей Беларуси вследствие чернобыльской аварии: дозы и эффекты / Я.Э. Кенигсберг, Ю.Е. Крюк.— Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2004.— 121 с.

*Zhuravkov V.V., Tonkonogov B.A.*

**GIS TECHNOLOGIES AS AN ELEMENT  
OF A DECISION-MAKING SYSTEM FOR RETROSPECTIVE  
EVALUATION AND FORECASTING MODELING OF DOSES  
FROM SHORT-TERM ISOTOPES ON THE EXAMPLE  
OF CHERNOBYL NPP**

*International Sakharov Environmental Institute BSU  
Minsk, Belarus*

The increase in thyroid pathology observed in Belarus has drawn the attention of specialists to the problem of restoring the radiation environment and doses from short-lived isotopes. The inconsistency of information on the radiation situation is associated with a large discrepancy in the forecast: 92 cases of thyroid cancers in Belarus before 2020 and actual data for Belarus: 8145 cases of thyroid cancers for the period from 1986 to 2001.

*Замулина И.В., Бурачевская М.В., Минкина Т.М,*

*Манджиева С.С., Бауэр Т.В., Барахов А.В.*

**ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДИСТЫХ СОРБЕНТОВ  
НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЧЕРНОЗЕМА  
ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ МЕДЬЮ**

*Южный федеральный университет*

*[iz zamulina@sfedu.ru](mailto:iz zamulina@sfedu.ru)*

Определен гранулометрический состав чернозема обыкновенного методами лазерной дифракции и седиментации. Исследования проводили в условиях модельного эксперимента с искусственным загрязнением Cu и внесением сорбентов. При использовании метода лазерной дифракции изменения происходят в группе фракций размером более 0,01 мм, для метода седиментации - менее 0,01 мм, что связано различиями в принципах методов.

Использование углеродистых сорбентов один из эффективных и недорогих способов мелиорации, особенно для почв, подвергающихся антропогенному воздействию. Внесение углеродистых сорбентов изменяет физические свойства почвы. При этом эффект может быть различным: невысокие значения плотности, в одном случае, могут способствовать уменьшению плотности сложения, а в другом, при наличии низкой механической прочности, наоборот, увеличить [1]. Гранулометрический состав почв является одним из важнейших базовых свойств почв, определяющий многие другие физические и химические характеристики почвы [2]. В связи с этим, выявление особенностей изменения данного показателя позволит оценить возможности применения углеродистых сорбентов.

Цель работы – изучить влияние биочара и гранулированного активированного угля (ГАУ) на гранулометрический чернозема обыкновенного при загрязнении медью, с использованием методом, основанных на седиментации (МС) и лазерной дифракции (ЛД). Для этого был заложен многофакторный вегетационный опыт (трехкратная повторность). В

вегетационные сосуды объемом 2 л вносили по 2кг почвы (чернозем обыкновенный мощный карбонатный среднегумусный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках), просеянной через сито с диаметром ячеек 2 мм. В подготовленную почву добавляли CuO в дозах 300 и 2000 мг/кг, инкубировали в течение 2 месяцев, после чего вносили углеродистые сорбенты (биочар и ГАУ) в дозах 1% и 2,5%. Данные дозы были выбраны по результатам фитотеста. После чего продолжили инкубацию при комнатной температуре и поддержании влажности 60% от полной полевой влагоемкости течение 4-х месяцев. По истечению этого срока был посев яровой ячмень двурядный (*Hordeum sativum distichum*) сорта Ратник. После отбора растений в фазу полной спелости вместе с корневой системой производился отбор образцов почвы со всего объема вегетационного сосуда.

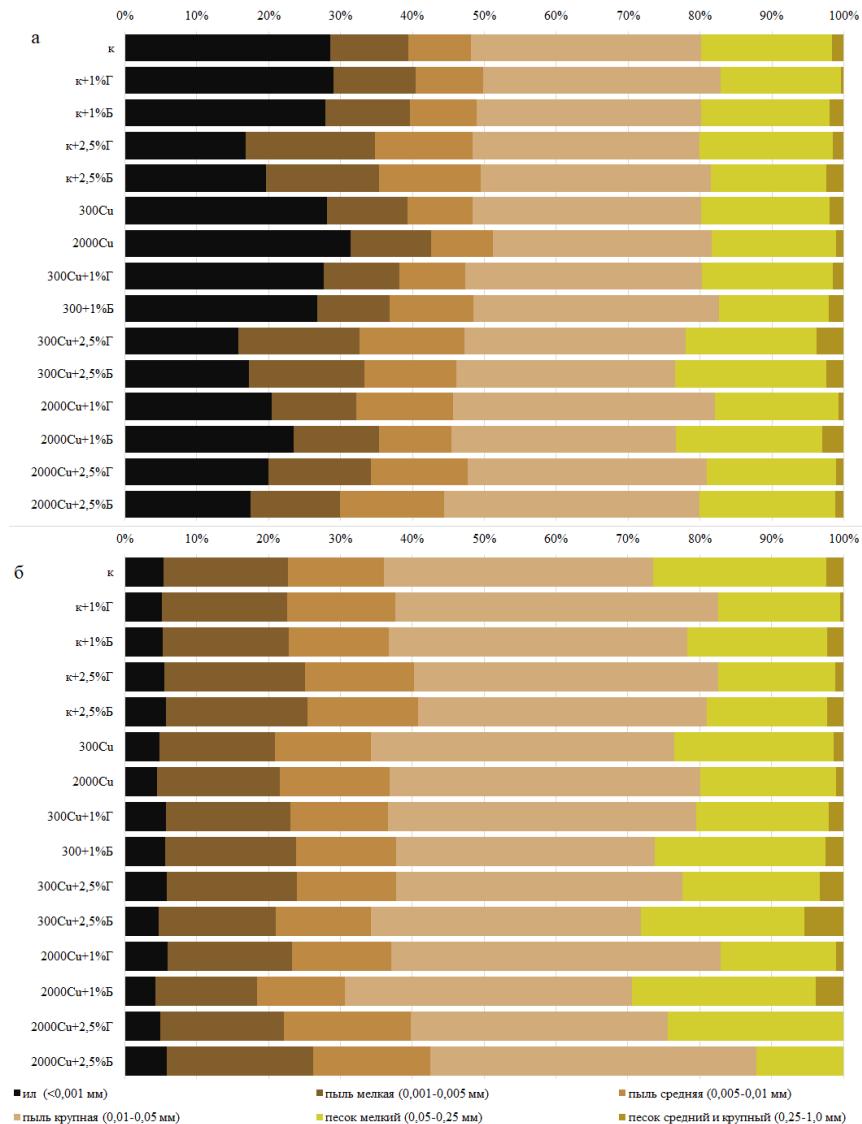
Определение гранулометрического состава проводили двумя методами: седиментационным методом с использованием пипетки Качинского и методом лазерной дифракции на анализаторе Analysette 22 NanoTec; подготовка образцов пирофосфатная.

Результаты исследования гранулометрического состава МС показали, что по классификации Н.А. Качинского чернозем обыкновенный карбонатный соответствует тяжелосуглинистой разновидности во всех вариантах опыта. Содержание суммы фракций менее 0,01 мм на контроле составляет 48,1%, варьируя в вариантах в пределах 6,8% (44,4-51,2%) (рис. 1). При этом таксон по гранулометрическому составу остается неизменным. Варьирование фракции менее 0,001 мм выше – 15,6%. Максимум содержания фракции менее 0,001 мм отмечен в варианте с внесением в почву 2000 мг/кг Cu (31,4%), минимум – в вариантах с внесение ГАУ в дозе 2,5% и совместном внесение Cu в дозе 300 мг/кг + ГАУ 2,5% - 16,8% и 15,8%, соответственно. Основные изменения количественного содержания выявлены для мелких фракций: менее 0,001 мм, 0,001-0,005 мм, 0,005-0,01 мм. Эти различия по вариан-

там опыта могут быть обусловлены двумя группами причин: особенностями метода определения и влиянием Си и сорбентов. В первом случае, в анализе МС при расчете скорости седиментации по формуле Стокса используются средневзвешенные значения плотности твердой фазы, а это значит, что частицы с разными значениями плотности и диаметра потенциально могут попасть в одну фракционную пробу: частицы биочара и ГАУ, обладающих низкой кажущейся плотностью (не менее 0,37 г/см<sup>3</sup>) - во фракцию 0,001-0,005 мм. Так, в вариантах с внесением 2,5% ГАУ и 2,5% биочара, содержание этой фракции увеличивается на 7,2% и 5%, соответственно (рис. 1). Вторая группа причин связана с поведением вносимого тяжелого металла в почве. Поглощение иона Cu<sup>2+</sup> в значительной степени осуществляется по механизму ионного обмена [3]. Замещение ионов Ca<sup>2+</sup> и Fe<sup>2+</sup> на Cu<sup>2+</sup> может увеличить выход тонкодисперсных фракций [4] за счет образования менее устойчивых металлорганических комплексов и частичного разрушения минерал органических соединений. Максимальное содержание илистой фракции установлено в варианте с внесением 2000 мг/кг Си – 31,4%.

Внесение углеродистых сорбентов нивелирует действие Си, приближая данные по содержанию фракций к контрольным. Однако, ввиду различных доз и также адсорбционных характеристик углеродистых сорбентов, их действие будет различно (рис. 1).

При анализе гранулометрического состава методом ЛД содержание в черноземе обыкновенном карбонатном суммы фракций менее 0,01 мм, в целом, ниже, чем в МС - 30,6-42,5%, также, как и количество фракции менее 0,001 мм (рис. 1). Различие в результатах, получаемых двумя методами, неоднократно обсуждалась в литературе [2, 5, 6].



**Рис. 1.** Распределение гранулометрических фракций чернозема обыкновенного карбонатного при загрязнении 300 и 2000 мг/кг Cu и внесении разных доз биочара (1%Б и 2,5%Б) и ГАУ (1%Г и 2,5%Г): а – данные, полученные седиментационным методом, б – данные, полученные лазерно-дифракционным методом

Основное различие в вариантах опыта приходится на фракции, размер которых превышает 0,01 мм: 0,05-0,25мм и 0,01-0,05мм. Принцип ЛД заключается в рассеянии электромагнитных волн. Угол дифракции лазерного луча обратно пропорционален размеру частиц. Результаты, полученные данным методом отображают истинное распределение частиц по размерам. Внесение сорбентов, как новых компонентов твердой фазы, обладающих различными размерами, сыграло основную роль в перераспределении фракционного состава. При этом количество фракции менее 0,001 мм по вариантам опыта не различается.

Таким образом, при использовании двух методов исследования гранулометрического состава получены противоречивые данные. В одном случае (ЛД), изменения происходят в группе фракций размером более 0,01 мм, в другом (МС) – менее 0,01 мм, что связано различиями в принципах методов. Использование метода лазерной дифракции дает реальную картину распределения частиц по размерам при внесении сорбентов. Однако, пренебрегать седиментационным методом нецелесообразно, ввиду того, что выделение классификационных таксонов на уровне разновидностей основано именно на данном подходе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 19-74-00085

### *Литература*

1. *Verheijen F., Jeffery S., Bastos A.C., Van Der Velde M., Diafas I., Parsons C.* Biochar application to soils: a critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. Joint Research Centre //Institute for Environment and Sustainability, Ispra, Italy. – 2009. - 149 pp.
2. *Fedotov G.N., Shein E.V. Putlyaev V.I., Arkhangel'skaya T.A., Eliseev A.V., Milanovskii E.Yu.* Physicochemical bases of differences between the sedimentometric and laser-diffraction techniques of soil

particle-size analysis // Eurasian Soil Science. – 2007. – Vol.40. – P. 281–288.

3. *Ponizovskii A.A. Studenikina T.A., Mironenko E.V.* Adsorption of Copper(II) Ions by Soil as Influenced by Organic Components of Soil Solutions // Eurasian Soil Science. – 1999. – Vol. 32 (7). – P. 766-775.

4. *Motuzova G.V., Makarychev I.P., Dergham H.M., Stepanov A.A., Barsova N.U.* Soil organic matter and their interactions with metals: processes, factors, ecological significance. - 2012. P. 1-136.

5. *Yudina A V., Fomin D.S., Kotelnikova A.D., Milanovskii E.Y.* From the notion of elementary soil particle to the particle-size and microaggregate-size distribution analyses: A review // Eurasian soil science. – 2018. – Vol. 51(11). – P. 1326-1347

6. *Eshel G., Levy G.J., Mingelgrin U., Singer M.J.* Critical evaluation of the use of laser diffraction for particle-size distribution analysis // Soil Science Society of America Journal. - 2004. - Vol. 68. - P. 736-743

**Zamulina I.V., Burachevskaya M.V., Minkina T.M.,**

**Mandzhieva S.S., Bauer T.V., Barakhov A.V.**

**THE INFLUENCE OF CARBON SORBENTS  
ON THE PARTICLE-SIZE DISTRIBUTION OF HAPLIC  
CHERNOZEM IN THE CONTAMINATION OF COPPER**

*Southern Federal University*

Particle-size distribution of Haplic Chernozem was determined by laser diffraction and sedimentation methods. The studies were carried out in a model experiment with artificial pollution of Cu and the introduction of sorbents. When using the laser diffraction method, changes occur in the group of fractions larger than 0.01 mm, for the sedimentation method - less than 0.01 mm, due to differences in the principles of the methods.

**Калабин Г.А., Васильев В.Г., Ивлев В.А., Бабкин В.А.**

**БЫСТРЫЙ СКРИНИНГ СОДЕРЖАНИЯ  
ФЛАВОНОИДОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ  
МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР  $^1\text{H}$**

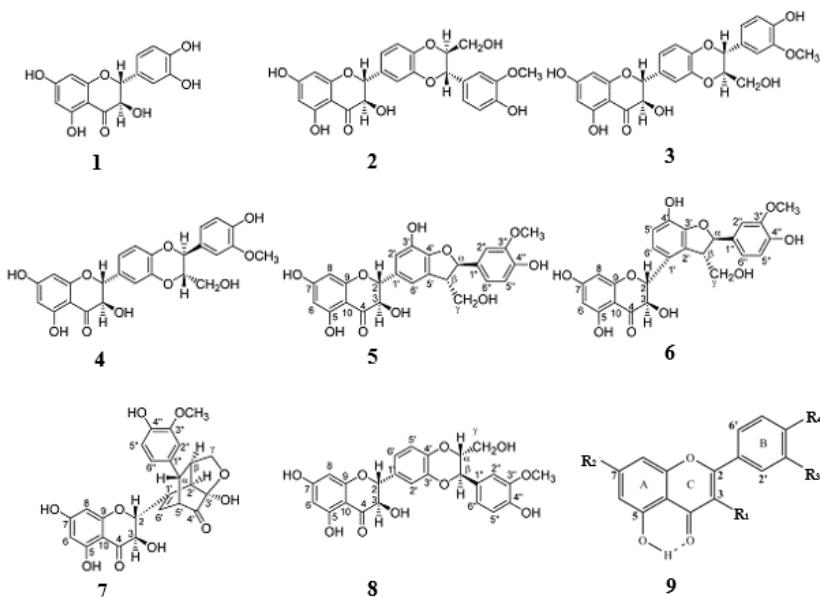
*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»*

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

Оценка перспективности различных видов растительной биомассы для извлечения биологически активных веществ (БАВ) требует разработки простых и быстрых методов измерения их содержания в сырье. Разработан новый подход к измерению содержания различных групп флавоноидов в растительных экстрактах методом спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$ , позволяющий при минимальной пробоподготовке без использования стандартных образцов характеризовать ресурсные возможности сырья и изучать влияние на его состав сортовых, климатических и иных экологических факторов.

Концепция эффективного природопользования не ограничивается главным экологическим императивом – сохранением биоразнообразия окружающей среды. Ее экономическая составляющая – рациональное потребление природного сырья. Деревья и высшие растения - важные возобновляемые ресурсы биосфера России, методы переработки которых должны быть безотходными и продуцировать не только целлюлозу, строительные и композитные материалы. Научно-обоснованное их использование предполагает получение широкого спектра продукции пищевого, медицинского и технического назначения. Оценка содержания БАВ в биомассе должна основываться на экологически дружественных количественных аналитических методиках свободных от сложной пробоподготовки, дериватизации, необходимости в стандартных образцах. С учетом поликомпонентности экстрактов метаболитов этим требованиям соответствует количественная спектроскопия ЯМР благодаря достаточной чувствительности, автоматизации измерений, доступности новой низкопольной настольной аппаратуры.

Спектроскопия ЯМР  $^1\text{H}$  нами использована для разработки универсальной методики оценки содержания флавоноидов с высокой антиоксидантной активностью в существенно разных объектах: таксифолина **1** в древесине лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), флавонолигнанов **2–8** в семенах рассторопши пятнистой (*Silybum mariánum*), группы флавоногликозидов (ФГ) **9** в листьях гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba*).



**Рис. 1.** Структурные формулы основных БАВ рассматриваемых экстрактов: **1**. Таксифолин; **2**. Силибин А; **3**. Силибин Б; **4**. Изосилибин А; **5**. Изосилибин Б; **6**. Силикристин; **7**. Изосиликристин; **8**. Силидианин; **9**. ФГ *Ginkgo biloba*.

**Таксифолин.** Интерес к этому соединению продиктован в России важными экономическими и экологическими обстоятельствами, поскольку наши хвойные леса содержат около половины мировых запасов древесины, а самую большую площадь в них ( $\approx 260$  млн. га) занимает лиственница ( $\approx 37\%$ ) [1], которую ЮНЕСКО определил символом России. Уни-

кальным феноменом лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) является высокое содержание **1** в ее древесине (до 4%), что на порядок превосходит его содержание в любых других видах растительного сырья. Благодаря способности ингибировать перекисное окисление липидов **1** признан более сильным природным антиоксидантом, чем известные лекарственные препараты – рутин,  $\beta$ -каротин, кверцетин.

**Флавонолигнаны.** *Silybum marianum* растение семейства сложноцветных, которое растет и культивируется по всему миру. В средиземноморской медицине оно веками использовалось для лечения заболеваний почек, селезенки, печени и желчного пузыря. Его основными БАВ являются флавонолигнаны **2-8** (рис.1) – небольшой подкласс соединений, в которых **1** сочетается с лигнаном. Согласно международной норме содержание суммы **2-8** в сырье должно быть не менее 2 % [2].

**Флавоногликозиды (ФГ).** Экстракт листьев *Ginkgo biloba* – один из самых популярных ноотропов в мире, лечебные свойства которого известны более 2000 лет, используемый для лечения заболеваний, связанных с нарушениями мозгового кровообращения, деменции и болезни Альцгеймера. Экстракт листьев *Ginkgo biloba* содержит широкий спектр ФГ. Более 70 из них идентифицированы, более 30 выделены. ФГ гinkго содержат до трех углеводных остатков и их ацилированные производные, агликонами которых являются кверцетин, кемпферол и изорамнетин, содержание которых в экстракте незначительно. Содержание ФГ в стандартизированном экстракте гinkго билоба должно быть более 24%.

При разном происхождении для всех флавоноидов **1-9** характерно наличие гидроксильной группы в положении 5 (5-OH) в кольце А, протон которой образуют прочную внутримолекулярную водородную связь с кислородом соседней карбонильной группы. Поэтому их сигналы в спектре ЯМР  $^1\text{H}$  экстрактов из растительного сырья в высокососновном растворителе ДМСО находятся в узких диапазонах, опреде-

ляемых наличием двойной связи в положении 2-3 и природы заместителей. Его границы для флавонов - 12,80-1,50 м.д., флавонолов - 12,40-12,65 м.д., флавононов - 12,0-12,20 м.д., флавононолов - 11,80-11,96 м.д. [3]. Эти сигналы использованы нами для идентификации БАВ и определения их содержания. Для этого реализован исключительно простой алгоритм измерения методом ЯМР  $^1\text{H}$  содержания в растительной биомассе целевых соединений **1**, **2-8** или **9**. Он состоит в извлечении из мелкораздробленной и сухой биомассы растений растворителем ДМСО экстрактивных веществ, регистрации их количественных спектров ЯМР  $^1\text{H}$ , измерении интегральных интенсивностей сигналов 5-ОН групп относительно сигнала введенного внутреннего стандарта, вычислении содержания БАВ.

Достоинства разработанной методики следующие: А - использование высокоэффективного «зеленого» экстрагента ДМСО; Б - методика не требует многоэтапной пробоподготовки, использования реактивов и стандартных образцов, как в случае ВЭЖХ или спектрофотометрии; В - для оценки ресурсной пригодности биомассы процедура регистрации спектров занимает менее 10 минут.

Корректность используемого подхода доказана соответствием его результатов таковым для валидированных методов. Важное научное направление его использования - изучение влияния различных экологических факторов на содержание в растениях рассматриваемых метаболитов.

### *Литература*

1. Бабкин В.А., Остроухова Л.А., Трофимова Н.Н. Биомасса лиственницы: от химического состава до инновационных продуктов. Рос. Акад. Наук, Сиб. Отд-ие, Иркутский ин-т химии им. А.Е. Фаворского. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 236 с.
2. Куркин В.А. Растроропша пятнистая – источник лекарственных средств (обзор) // Химико-фармацевтический журнал. - 2003. - Т. 37. - №4. - С. 27-41.

3. *Vasil'ev V.G., Prokop'ev A.S., Kalabin G.A.* Identification of Terpene Lactones and Flavonol Glycosides in Preparations Based on Ginkgo Biloba Extract and a New Way of Semi-Quantitative Determination of Flavonol Glycosides by  $^1\text{H}$  NMR Spectroscopy // *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. - 2017. - 43(7). – Pp. 86–92.

***Kalabin G.A., Vasil'ev V.G., Ivlev V.A., Babkin V.A.***  
**FAST SCREENING OF FLAVONOID CONTENT IN RAW  
PLANT MATERIAL BY  $^1\text{H}$  NMR SPECTROSCOPY**

*Peoples Friendship University of Russia*

Assessing the prospects of various types of plant biomass for the extraction of biologically active substances requires the development of simple and rapid methods for measuring their content in raw materials. A new approach for measuring the content of various flavonoids groups in plant extracts using  $^1\text{H}$  NMR spectroscopy has been developed, which allows to characterize the resource capabilities of the raw material and study the effects on their composition different environmental factors without complex sample preparation and standard samples.

**Калашикова А.И.**  
**ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-  
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
ЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*УО «Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка»*  
[annaand@tut.by](mailto:annaand@tut.by)

В работе представлен метод оценки устойчивости ландшафтов территории Беларуси к внешним воздействиям, включающий три этапа исследований. На первом – определяется устойчивость ландшафтов к техногенному воздействию с использованием количественных показателей. На втором – проводится системный анализ полученных оценок устойчивости ландшафтов на территориях, имеющих сложную ландшафтную структуру. На третьем – рассчитываются показатели устойчивости природной среды административных районов, и проводится их классификация по данному признаку.

Оценка геоэкологической устойчивости территории с использованием природных моделей позволяет определить значения различных характеристик в любой точке пространства. Однако, так как управление природопользованием наряду с отраслевым осуществляется и по административно-территориальному принципу, то важное значение имеет также иной вид оценки устойчивости территории - на основе административного деления.

Устойчивость ландшафтов понимается, как способность последних сохранять свою структуру и характер функционирования при изменяющихся условиях среды [4]. В настоящее время преобладают два подхода оценки устойчивости. Первый подход (Г. И. Марцинкевич) предполагает определение состояния ландшафта с использованием совокупности показателей, отражающих как естественно присущие ему свойства, так и оказываемые на него нагрузки [2]. Второй подход (В.М. Губин) ориентирован на выявление реакции ландшаф-

та на внешние воздействия независимо от его нынешнего состояния и отражает опасность проявления в ландшафте тех или иных неблагоприятных процессов [1].

Преобладающими являются следующие виды техногенного воздействия: сведение естественной растительности; изменение уровня грунтовых вод (УГВ); поступление на территорию загрязняющих веществ.

Реакция ландшафтов на различные виды техногенного воздействия будет существенно отличаться. В результате выделяются три категории ландшафтов: устойчивые, относительно устойчивые и неустойчивые ландшафты. По критерию сведения растительности к устойчивым отнесены ландшафты, где смыт почв отсутствует и линейная эрозия не превышает 2 %, к относительно устойчивым - со смытом до 3 мм/г. и (или) линейной эрозией выше 2 %, к неустойчивым - со смытом выше 3 мм/г. По критерию изменения УГВ к устойчивым отнесены ландшафты с глубиной залегания грунтовых вод выше 5 м, к относительно устойчивым - в интервале 2-5 м и неустойчивым - до 2 м. По критерию накопления загрязняющих веществ устойчивыми были признаны ландшафты с заметным преобладанием элювиальных выделов над супераквальными (соотношение 2:1 и выше); относительно устойчивыми - с примерно одинаковым их соотношением; неустойчивыми - с преобладанием супераквальных выделов над элювиальными.

Группировка ландшафтов по их устойчивости к техногенным воздействиям приводится в виде таблицы. В общем виде к наиболее устойчивым к загрязнению и изменению УГВ и наименее устойчивым к сведению растительности могут быть отнесены ландшафты возвышенные, низменные окажутся менее восприимчивыми к первым двум факторам и более - к последнему, а средневысотные займут промежуточное положение.

**Таблица 1** Оценка устойчивости ландшафтов к техногенным воздействиям [5]

Роды ландшафтов	Воздействия								
	сведение растительности			изменение УГВ			поступление загрязняющих веществ		
	У	ОУ	НУ	У	ОУ	НУ	У	ОУ	НУ
Холмисто-моренно-озерные									
Холмисто-моренно-эрзационные									
Камово-моренно-озерные									
Камово-моренно-эрзационные									
Лесовые									
Моренно-озерные									
Вторичноморенные									
Моренно-зандровые									
Водно-ледниковые с озерами									
Вторичные водоно-ледниковые									
Озерно-ледниковые									
Аллювиальные террасированные									
Пойменные									
Болотные									
Нерасчлененные речные долины									

Примечание: ландшафты: У – устойчивые; ОУ – относительно устойчивые; НУ- неустойчивые

Устойчивость территории, имеющей сложную ландшафтную структуру, очевидно, будет зависеть, во-первых, от площади, занимаемой каждым из ландшафтов, входящих в ее состав, во-вторых, от его устойчивости. Соответственно для оценки устойчивости территории в целом следует вначале определить количественные значения ландшафтной структуры территории, затем, опираясь на эти значения, а также ин-

дексы устойчивости ландшафтов, рассчитать интегральные показатели ее устойчивости.

Для получения интегральной оценки свойств территориальных выделов, имеющих сложное строение, применяется формула [3]:

$$O_n = \frac{O_{n1}S_{n1} + O_{n2}S_{n2} + \dots + O_{nm}S_{nm}}{\sum S_n}$$

где  $O_n$  – оценка свойств территории;  $O_{n1}, O_{n2}, \dots, O_{nm}$  – оценки свойств составляющих территорию выделов  $n_1, n_2, \dots, n_m$ ;  $S_{n1}, S_{n2}, \dots, S_{nm}$  – площади составляющих территорию выделов  $n_1, n_2, \dots, n_m$ ;  $\sum S_n$  – общая площадь территории.

Проведенные расчеты показали, что диапазон изменений количественных значений показателей для административных районов Беларуси составил 1,3-3,0 для воздействий, связанных со сведением растительности, 1,6-2,9 и 1,0-3,0 - для воздействий, связанных с изменением УГВ и поступлением загрязняющих веществ соответственно [5].

Полученные численные показатели позволяют сравнивать между собой административные районы по степени устойчивости природной среды к внешним воздействиям.

Обобщающая картосхема отражает результирующую величину устойчивости административных районов Беларуси к рассмотренным трем видам воздействий (рис. 1). Поскольку наименьшей устойчивостью к двум из них отличаются практически одни и те же ландшафты (низменные), то и общая величина устойчивости территории к техногенным воздействиям оказалась минимальной в районах, расположенных в Полесской ландшафтной провинции, где такие ландшафты преобладают.

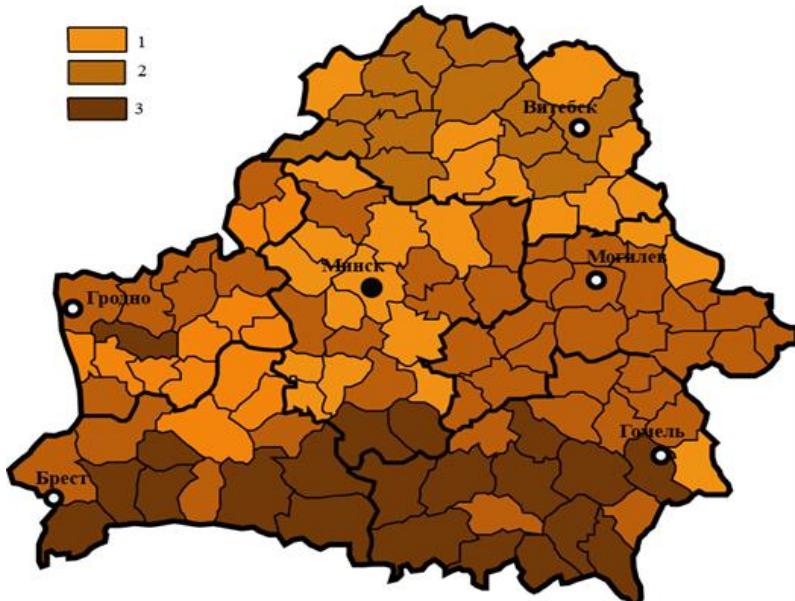


Рис. 1. Устойчивость территории административных районов Беларуси к техногенным воздействиям: 1 - высокая, 2- средняя, 3- низкая степень воздействия

Практическое значение данной методики заключается в том, что она позволяет выделить приоритеты в выборе территории для размещения того или иного хозяйственного объекта. Использоваться она должна только совместно с частными картосхемами, отражающими устойчивость территории к конкретным воздействиям. Данный подход к оценке геоэкологической устойчивости территории районов к внешним воздействиям, включает три основных этапа исследований. На первом – определяется устойчивость ландшафтов к воздействиям с использованием количественных показателей. На втором – осуществляется трансформация полученных оценок устойчивости ландшафтов в данные территорий с использованием метода треугольных диаграмм. На третьем – рассчитываются показатели устойчивости природной сре-

ды районов, и проводится их классификация по данному признаку.

### *Литература*

1. Губин В.Н., Фадеева М.В., Волков В. Е. Методика среднемасштабного эколого-географического картографирования. Мн., 1994. 28 с.
2. Марцинкевич Г.И. Градостроительство и архитектура: современность и перспективы: В 2 ч. Мн., 1998. 51 с.
3. Мухина Л.И. Принципы и методы технологической оценки природных комплексов. М., 1973. 164 с.
4. Охрана ландшафтов: Толковый словарь. М., 1982. 219 с.
5. Струк М.И., Бакарасов В.А. Методика оценки устойчивости к внешним воздействиям природной среды административных районов Беларуси // Вестник БГУ. Сер. 2, Химия, биология, география. 2003. № 1. С. 64-69.

*A.I. Kalashnikova*

### **ASSESSMENT OF SPATIAL-GEOECOLOGICAL STABILITY OF LANDSCAPES OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank*

The method of approach to assessment of the environment stability of the districts in Belarus with regard to external influences is described. It involves three stages of investigations. There are: an assessment of the landscapes stability; a change from this over the territory with the complex landscape structure stability; an assessment of the districts environment stability.

*Карл Л.Э.<sup>1,2</sup>, Лашенова Т.Н.<sup>1,3</sup>,  
Маренний А.М.<sup>2</sup>, Киселев С.М.<sup>3</sup>*

## **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОНИТОРИНГ ПОТЕНЦИАЛЬНО РАДОНООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

*<sup>1</sup>Российский университет Дружбы Народов, Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ФГУП Научно-технический центр радиационно-химической без-  
опасности и гигиены ФМБА России, Москва, Россия*

*<sup>3</sup>ФГБУ ГНЦ РФ Федеральный медицинский биофизический центр  
имени А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия*

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

В работе рассмотрены проблемы проведения радиоэкологического мониторинга территорий с потенциальной радиоопасностью.

По данным Научного комитета ООН основной вклад в облучение населения вносят природные источники. При этом основной вклад в дозу облучения населения от 50 до 90 % вносят природный радиоактивный газ радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) и дочерние продукты его распада (ДПР). Эпидемиологические исследования, проведенные в ряде стран мира, доказали, что  $^{222}\text{Rn}$ , как потенциальный инициатор рака лёгких, стоит на втором месте после курения [1,2]. Международное агентство по изучению раковых заболеваний (МАРЗ) отнесло  $^{222}\text{Rn}$  к канцерогенам 1 группы.

В течение последнего десятилетия научными институтами ФМБА России (ФГУП НТЦ РХБГ и ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна) проводились мониторинговые исследования по содержанию  $^{222}\text{Rn}$  в жилых и общественных зданиях. Эти исследования позволили конкретизировать регионы, где эта проблема стоит особенно остро (Алтайский Край, Забайкалье, Северный Кавказ, Урал, Северо-Западный регион и др.) На этих территориях, расположенных в непосредственной близости к местам урановой, ториевой, золоторудной и другой добычи, из-за неблагоприятного сочетания геологических, социальных и других факторов, концентрация  $^{222}\text{Rn}$  в

некоторых помещениях превышают в десятки раз допустимые значения [3].

Целью данной работы является совершенствование радиоэкологического мониторинга потенциально радиоопасных территорий.

В настоящее время базовые принципы радиационной безопасности населения и персонала определены в документах МКРЗ (публикация 103, публикация 126) и публикациях МАГАТЭ (ОНБ, SSG-32). Они базируются на установлении референтных уровней и применении принципа оптимизации при принятии и реализации соответствующих защитных мер. В Российской Федерации основные требования обеспечения радиационной безопасности закреплены в основных регулирующих документах НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010. Нормирование  $^{222}\text{Rn}$  в жилых и общественных помещениях осуществляется с 1989 года по показателю эквивалентной равновесной объемной активности  $^{222}\text{Rn}$  ( $\text{ЭРОA}_{\text{Rn}}$ ), значение которого не должно превышать 200 Бк/м<sup>3</sup> в эксплуатируемых жилых помещениях. Деятельность человека может создавать или изменять пути поступления, повышая выход  $^{222}\text{Rn}$  в атмосферу. Эти пути на каждой территории должны быть выявлены, организован контроль, и защита населения должна осуществляться с помощью профилактических или корректирующих действий. Контроль объемной активности  $^{222}\text{Rn}$  ( $\text{OA}_{\text{Rn}}$ ) в жилых и общественных зданиях является важным параметром контроля [4,5].

Колебания  $^{222}\text{Rn}$  в зданиях зависят от содержания природных радионуклидов в грунте под зданием; особенностей конструкции здания и вентиляции; типа строительных материалов, использованных при строительстве. Наши исследования закономерностей распределения и накопления  $^{222}\text{Rn}$  в зданиях показали, что основным источником поступления является грунт под зданием, первые этажи зданий испытывают наибольшую техногенную нагрузку.

При проведении мониторинга на потенциально радиоопасных территориях существует ряд проблем, связанных с аналитическим и методическим обеспечением контроля содержание  $^{222}\text{Rn}$  в воздухе, с комплексным анализом полученных данных. Также существуют проблемы по организации мониторинга на потенциально радиоопасных территориях, в связи с незаинтересованностью в этом владельцем.

Наиболее достоверными и перспективными методами измерения  $\text{OAr}_{\text{n}}$  являются интегральные методы с применением трековых детекторов, которые позволяют учитывать колебания уровня  $^{222}\text{Rn}$  в течение суток, определять среднегодовую дозу за счет природного облучения населения. При контроле содержание  $^{222}\text{Rn}$  проблемы аналитического и методического обеспечения связаны с повышением надежности измерения и созданием методического обеспечения, которое сейчас активно разрабатываются с участием авторов, и будет реализовано в виде аналитической методики и методических указаний для практического санитарно-гигиенического применения.

При проведении мониторинга в рамках региональных программ содержания  $^{222}\text{Rn}$  в жилых и общественных зданиях на потенциально радиоопасных территориях приходится сталкиваться с проблемами обработки большого объёма накопленных данных, с комплексным анализом полученных данных, которые сейчас реализуются с применением ГИС-технологий [6]. Это позволяет проводить комплексный анализ полученных данных, визуализировать полученные результаты, готовить предложения для принятия управлеченческих решений, оптимизировать региональные программы мониторинга.. В ФМБА России разрабатывается информационно-аналитическая система по всем типам природных источников ионизирующих излучений.

*Выводы.* Совершенствование радиоэкологического мониторинга потенциально радиоопасных территорий направлено: на оптимизацию и внедрение в практику современных аналитических методик, позволяющих контролировать содержание  $^{222}\text{Rn}$  в жилых и общественных зданиях на боль-

ших территориях; разработку методических документов для санитарно-гигиенического применения; разработку информационно-аналитических систем с применением ГИС-технологий для принятия управленческих решений для оптимизации региональных программ мониторинга территорий по радиационному фактору.

### *Литература*

1. UNSCEAR, 2009. United Scientific Committee on the Effects of Atomic radiation (UNSCEAR). UNSCEAR 2006 Report: Annex E: Source-to-effects assessment for radon in homes and workplaces. – N. Y.: United Nations, 2009.
2. Источники, эффекты и опасность ионизирующей радиации: доклад НКДАР ООН за 1988 г.: в 2 т. – М. : Мир, 1992.
3. *Маренний А.М.* Проблема облучения населения от природных источников ионизирующих излучений. //Инф. Бюлл. «Ядерная и радиационная безопасность России», 2002, вып. 2 (5), с. 36-63.
4. *Киселев С.М., Маренний А.М., Романов В.В.* Радон. Современные подходы к регулированию радиационной безопасности населения. Радиационная гигиена. 2019;12(2):94-102.
5. *Жуковский М.В.* Современные подходы к нормированию облучения радоном и анализ последствий их применения в России / М.В. Жуковский, И.В. Ярмошенко, С.М. Киселев //АНРИ-2011-т.5.
6. *Маренний А.М., Киселев С.М.* Национальные радоновые программы: опыт реализации и задачи на перспективу. Радиационная гигиена. 2019;12(2(св)):97-108

***Karl L.E.<sup>1,2</sup>, Lashchenova T.N.<sup>1,3</sup>, Marennyj A.M.<sup>2</sup>, Kiselev S.M.<sup>3</sup>***  
**RADIO-ECOLOGICAL MONITORING OF POTENTIALLY RADON-HAZARDOUS TERRITORIES**

<sup>1</sup>*Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

<sup>2</sup>*State Research and Technical Center of Radiation-Chemical Safety and Hygiene FMBA Russia*

<sup>3</sup>*State Research Center – A. I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA of Russia*

In the work the problems of radio-ecological monitoring of territories with potential radon hazard are considered.

**Клинкович Е.В., Спицына Т.П.**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**  
**В ТВЕРДЫХ ОСАДКАХ ТОРГАШИНСКОГО ХРЕБТА**  
**Г. КРАСНОЯРСКА**

*ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет науки  
и технологий имени академика М.Ф. Решетнева*  
[elena.klinkovich@mail.ru](mailto:elena.klinkovich@mail.ru)

Определены водорастворимые и сорбированные формы металлов в снеговой воде. В долях от фона преобладают такие водорастворимые формы металлов, как: Sr (5,71), Zn (4,46), Fe (4,20), Al (3,25).

Среди сорбированных форм кларк превышен для Zn (7,58), Ni (1,80), Sr (1,21) и Mn (1,08). Наибольшее содержание стронция, железа и алюминия выявлено на пробных площадях, расположенных близко к городу.

В последнее время очень высок интерес к изучению уровней содержания различных химических веществ и элементов в объектах окружающей среды. Это связано с тем, что с ростом промышленных и иных антропогенных выбросов в окружающую среду неуклонно возрастает влияние человеческой деятельности на круговорот химический и на их природный баланс. В ряде случаев этот баланс уже нарушен, вследствие чего повышаются концентрации отдельных веществ и элементов. Также оценки нынешнего состояния биосферы и прогноза изменения этого состояния (локальном, региональном, глобальном) не могут решаться без детально-го знания фоновых геохимических характеристик при разработке советующих программ мониторинга и управления качеством окружающей среды [2].

Снежный покров является наиболее информативным показателем общего сезонного загрязнения территории, тем самым он является естественным планшетом-накопителем, который используют для оценки накопления тяжелых металлов.

Цель работы – количественное определение форм тяжёлых металлов в твердых осадках Торгашинского хребта г. Красноярска.

Задачи:

1. Полевые исследования – отбор проб твердых осадков на Торгашинском хребте в период максимального снегозапаса (РД 52.04.186-89).

2. Определение в отобранных образцах содержание таких металлов, как медь, никель, железо, алюминий, марганец, цинк и стронций методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией «МГА-915» [3].

3. Аналитическая обработка полученных результатов.

Торгашинский хребет находится в правобережной пригородной части г. Красноярска и представляет собой отроги Восточного Саяна, простирающийся с севера-запада на юго-восток.

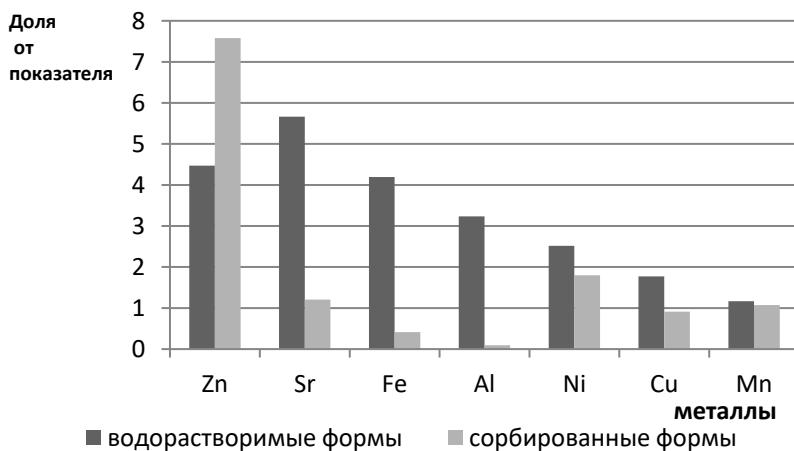
По протяжённости хребта было заложено 11 пробных площадей, которые располагались на разном расстоянии от города. Отбор образцов снега проводился трубчатым пластиковым снегомером с площадью сечения 50 см<sup>2</sup>. В каждой пробе отбирали пять кернов твердых осадков, врезая снегомер на всю глубину снежного покрова.

На данной территории отсутствуют промышленные предприятия и сбросы организованных сточных вод, основное влияние на экосистемы связано с переносом загрязненных масс атмосферного воздуха с территории города и рекреационной деятельностью.

В работе приведен сравнительный анализ концентраций водорастворимых и сорбированных форм тяжелых металлов и их среднее содержание относительно доли от фонового и кларка на примере образцов отобранных на пробных площадях (рис. 1).

Литературные данные позволяют сравнить содержание подвижных форм металлов на территории хребта относи-

тельно фоновых характеристик. В качестве фона были выбраны данные о концентрации растворенных форм металлов в зимних осадках (в бассейнах рек Осиновка, Лебедянка, Инзыревка, Бол. Комсы) Государственного природного биосферного заповедника «Центральносибирский» [1]. В гидрографическом отношении, и территория р. Базаиха и водосборная площадь заповедника «Центральносибирский» относятся к бассейну р. Енисей.



**Рис. 1.** Содержание водорастворимых (от фона) и сорбированных форм (от кларка в гранитном слое) тяжелых металлов в снежном покрове

При анализе исследуемых данных видно, что по увеличению доли от фона заповедника «Центральносибирский», водорастворимые формы тяжелых металлов в снежном покрове можно выстроить в следующий ряд: Mn (1,14) < Cu (1,79) < Ni (2,38) < Al (3,25) < Fe (4,20) < Zn (4,46) < Sr (5,71). Очень высока подвижность стронция (относится к веществам 2 класса опасности), цинка, железа и алюминия (3 класс опасности). Наибольшее содержание стронция, железа и алюминия выявлено на пробных площадях, расположенных близко к городу.

В случае стронция, была выявлена зависимость содержания элемента в снегу от расстояния до источника загрязнения. При удалении от города в бассейне р. Базаиха концентрация стронция убывает, что свидетельствует о наличии доминирующего источника загрязнения.

Традиционно для оценки растворенных форм металлов используют их средние концентрации, в качестве которых использовались кларки. Сорбированные формы металлов, которые считались относительно доли от кларка [4] в гранитном слое располагаются в следующем порядке: Al (0,09) < Fe (0,41) < Cu (0,91) < Mn (1,08) < Sr (1,21) < Ni (1,80) < Zn (7,58).

Таким образом, по содержанию минеральной фракции можно говорить о преимущественно цинк-никель-стронциевом аэробиогенном загрязнении снежного покрова по сравнению с фоном. Наблюдается высокая подвижность таких водорастворимых форм металлов, как Sr, Zn, Fe, Al.

На исследуемой территории отсутствуют промышленные предприятия и сбросы организованных сточных вод, основное влияние на экосистемы связано с переносом загрязненных масс атмосферного воздуха с территории города и рекреационной деятельностью.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-07-0682.

### *Литература*

1. Ерунова М.Г., Гостева А.А., Якубайлик О.Э. Геоинформационное обеспечение задач экологического мониторинга особо охраняемых территорий // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2008. Т. 1. № 4. С. 366-376.
2. Ветров В.А., Кузнецова А.И. Микроэлементы в природных средах региона озера Байкал / РАН, Сибирское отделение, Институт геохимии. Науч. ред. чл.-кор. РАН М.И. Кузьмин. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1997. 234 с.

3. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2016 году». – Красноярск, 2017. – 289 с.
4. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.

*Klinkovich E.V., Spitsyna T.P., Taseiko O.V.*

**DETERMINATION OF FORMS OF HEAVY METALS  
IN SNOW OF TORGASHINSKY RIDGE  
OF KRASNOYARSK**

*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology*

Water-soluble and sorbed forms of metals in snow are defined. Fractions from the background are dominated by water-soluble forms of metals such as: Sr (5.71), Zn (4.46), Fe (4.20), Al (3.25). Among the sorbed forms, clark is exceeded for Zn (7.58), Ni (1.80), Sr (1.21), and Mn (1.08). The highest content of strontium, iron and aluminium was found on test areas close to the city.

*Кляшторная А.А., Ван Е.Ю., Ясногор Д.В., Винокурова  
Н.В., Калинина Е.А., Столь Э.Э.*

**ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД В ДОННЫХ  
ОТЛОЖЕНИЯХ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ  
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет  
имени Иммануила Канта»  
[klyashtornayaarina@mail.ru](mailto:klyashtornayaarina@mail.ru)*

Представлена количественная оценка накопления органического материала в донных отложениях пресноводных водоемов Калининградской области. На основании исследований установлены закономерности накопления органического углерода в донных осадках в зависимости от биопродуктивности водного объекта.

Органический углерод является наряду другими биогенными элементами, такими, как азот, фосфор и сера, важным показателем биопродуктивности пресноводных водоемов. Для изучения закономерности накопления органических веществ в пресноводных водоемах целесообразно использовать донные осадки или отложения, представляющие собой сложную сорбционную систему, способную аккумулировать большой спектр минеральных и органических соединений. Образование составного материала донных отложений (ДО) осуществляется двумя путями. Аллохтонный путь характеризуется поступлением материала в водоем с водосборного бассейна вместе со стоками воды и насосов рек, ручьев, временных водотоков и склонов, а автохтонный – образованием в самом водоеме в связи с жизнедеятельностью гидробионтов [1]. Соотношение аллохтонного и автохтонного органического материала, полученного из различных источников, зависит от особенностей территории водосбора и биологической активности самого водоема. Процесс взаимодействия поступающего материала с водой и органическим веществом с последующим перемешиванием и присоединением его к

общей массе автохтонных продуктов играет важную роль в экологическом состоянии водных объектов в связи с влиянием органического материала на качество воды в водоеме, и, следовательно, на условия среды обитания гидробионтов [2]. Таким образом, ДО обладают не только способностью избавлять экосистему водоема от избытка органического материала, но и поставлять углерод, входящий в состав органического материала необходимый продуцентам [3]. Исходя из всего вышеперечисленного анализ ДО на состав органического вещества может раскрывать пути поступления органического углерода из различных источников.

Целью данной работы является проведение гравиметрического анализа содержания органического материала и установление закономерностей накопления органического углерода в пресноводных водоемах Калининградской области:

1. Пресноводное озеро Чайка, природного происхождения. Координаты -  $55^{\circ}09'06.1"N$   $20^{\circ}49'42.0"E$ . Находится в заповедной зоне в п. Рыбачий на территории национального парка «Куршская коса». Длина озера 1,4 км. Дно озера песчаное.

2. Озеро Пеньковое, искусственного происхождения. Координаты -  $54^{\circ}39'42.6"N$   $20^{\circ}29'02.1"E$ . Находится на пересечении улицы Коммунистической и Окружной дороги вблизи черты города. Длина – 572 м., максимальная ширина – 329 м. Водоем является непроточным. Преобладают песчаные грунты и черный ил с растительными остатками.

3. Пруд Чистый, природного происхождения. Координаты -  $54^{\circ}42'59.4"N$   $20^{\circ}37'19.0"E$ . Расположен между двумя поселками: п. Большое Исаково и п. Заозерье, находящихся за чертой г. Калининграда. Вблизи находится гостиница «Балтика». Длина – 3,38 км, максимальная ширина – 0,66 км. Дно песчаное.

4. Пруд Ботанический сад, искусственного происхождения. Координаты -  $54^{\circ}44'15.6"N$   $20^{\circ}31'11.8"E$ . Расположен в центре города на территории Ботанического сада Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта. Преоб-

ладают песчаные грунты с большим количеством растительных остатков.

5. Озеро Школьное, искусственного происхождения. Координаты - 54°44'52.7"N 20°28'08.7"E. Расположено в конце улицы Красной в 1,5 км от черты города. Поблизости расположена инженерно-торговый центр. Длина – 252 м., максимальная ширина – 154 м. Преобладают песчано-галечные грунты и ил с растительными остатками.

6. Озеро Инженерное (мельничный пруд), природного происхождения. Координаты - 54°40'39"N 20°35'57"E. Расположено на краю городской черты возле п. Ржевское у пересечения улицы Емельянова с Окружной дорогой. Максимальная ширина – 298 м. По близости расположены полевой лагерь, фабрика мебели и форт №12. Дно песчано-галечное.

Для исследуемых водных объектов характерна следующая прибрежно-водная растительность: рогоз узколистый, рогоз широколистный, тростник, камыш озерный, паслен. Наиболее распространенными донными организмами является вид хирономид — *Chironomus plumosus* (L.) [4].

Предварительной подготовкой к анализу служило прокаливание чистых тиглей с диаметром основания, высотой 69,0 мм, объемом 200 мл. в муфельной печи при температуре (525±25)°С, с последующим охлаждением в эксикаторе, взвешиванием с погрешностью не более 0,001 г. Далее проводилось повторное прокаливание и взвешивание до установления постоянной массы.

Единичная проба образцов для анализа формировалась из 5 проб, собранных со дна объектов по стохастической сетки отбора. Масса сухого остатка определена с помощью гравиметрического метода анализа. В муфельную печь помещались предварительно высушенные пробы. Масса навесок составляла 4,5 г. в соответствии с ГОСТ 26213-91. Температура муфельной печи доводилась постепенно шагом в 50°C до 200°C в течение 1 часа. Пробы оставались при этой температуре до появления белого дыма, после чего образцы ДО вы-

держивали в течение 30 мин. при выключенной печи с открытой дверью. Затем температуру поднимали до 300°C шагом в 50°C в течение 1 часа и выдерживали пробы при данной температуре до полного отсутствия появления белого дыма. После этого температуру в муфельной печи доводили до (525,0±25,0)°C и тигли с образцами ДО прокаливались еще в течение 3 ч.

Тигли с зольным остатком были вынуты из муфельной печи, с закрытыми крышками поставлены в эксикатор. После охлаждения проводилось контрольное взвешивание.

Было проведено 3 параллельных анализа.

В результате проведения гравиметрического анализа были получены массовые доли содержания органического углерода в исследуемых образцах ДО (Таблица 1).

**Таблица 1.** Содержание органического углерода в исследуемых пробах донных отложений

Средняя мас-совая доля органического материала, %.	Наименование исследуемых объектов (озера, пруды)					
	Оз. Инже-нерное	Оз. Школь-ное	Пр. Бота-нический сад	Оз. Пень-ковое	Пр. Чистый	Оз. Чай-ка
8,20	4,46	21,19	7,80	1,66	0,60	
Среднее со-держание вла-ги, %	2,38	1,37	6,03	1,75	0,78	0,16

Таким образом, донные отложения, собранные из оз. «Чайка», в составе которых наблюдается низкое содержание углерода (<1%) имеют низкую биопродуктивность. Данный результат, предположительно, связан с расположением объекта в заповедной зоне национального парка «Куршская коса», что значительно уменьшает поступление аллюхтонного органического материала. Самый высокий показатель содержания углерода наблюдается в донных отложений, взятых из пруда Ботанического сада, что говорит о его более высокой

биопродуктивности по сравнению с другими исследуемыми образцами. В связи с расположением Ботанического сада в центре города дополнительное количество органического материала может поступать с посторонних объектов. Также, предположительно, содержание автохтоннового органического материала в данном объекте превалирует над аллохтонновым, что связано с повышенной биоактивностью как внутри, так и непосредственно вблизи пруда.

### *Литература*

1. Даувальтер В.А. Геоэкология донных отложений озер. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. – 242 с.
2. Приткова М. Я. Гидрологический режим и заиление малых разнотипных водоемов Северо-Запада. РАН, Ин-т озероведения. – Спб.: Наука, 2011. – 194 с.
3. Белкина Н. А. Роль донных отложений в процессах трансформации органического вещества и биогенных элементов в озерных экосистемах. // Труды КарНц РАН. 2011. №4. – с. 35-41.
4. Шибаева М. Н., Матвеева Е. П., Масюткина Е.А. Видовое разнообразие зообентоса, биоиндикация и экологическое состояние озер Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2011. №7.
5. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества. Введ. 1993-07-01, - М.: Изд-во стандартов, 1992. – 5 с.

*Klyashtornaya A.A., Van E.Yu., Yasnogor D.V.,*

*Vinokurova N.V., Kalinina E.A., Stol E.E.*

## **ORGANIC CARBON IN BOTTOM SEDIMENTS OF FRESHWATER RESERVOIRS OF THE KALININGRAD REGION**

The article presents a quantitative assessment of the accumulation of organic material in the bottom sediments of freshwater reservoirs in the Kaliningrad region. Based on the research, the regularities of organic carbon accumulation in bottom sediments have been established depending on the biological productivity of the water body.

**Козлов А.В., Галынин Н.А., Захарова А.А., Инишина А.М.,  
Моренкова В.С., Соколов В.А.**

**СОСТАВ И ЗНАЧЕНИЕ КОЛЛОИДНОЙ СИСТЕМЫ  
В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
ПЛАСТИЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ЭДАФОТОПА  
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Нижегородский  
государственный педагогический университет  
имени Козьмы Минина»  
[a\\_v\\_kozlov@mail.ru](mailto:a_v_kozlov@mail.ru)*

В работе представлен краткий обзор современных представлений о составе и свойствах коллоидной матрицы дерново-подзолистых почв, а также о ее функциях при формировании экологической пластичности эдафотопа. Показана роль современных природных высококремнистых материалов в повышении устойчивости почвенно-поглощающего комплекса.

Почвы подзолистого типа слагают большую часть эдафотопа Нечерноземной территории Европейской части России. В большей или меньшей степени им присуща различная степень проявления подзолообразовательного процесса, наличие или отсутствие признаков оглеенности, неодинаковая мера иллювиального накопления вещества в нижней части профиля, а также разная интенсивность гумусоаккумулятивной функции в дневных горизонтах.

Эволюция почвенного покрова определила достаточно низкий уровень поглотительной способности подзолистых почв в силу указанных процессов. Вместе с тем нужно отметить, что поглотительная способность, в основном наследуемая от материнской породы, является одним из наиболее значимых свойств почвы, поскольку непосредственно участвует в почвообразовательных процессах, развитии почвенно-го тела и формировании плодородия ее гумусового горизонта. Способность почвы к катионно-анионному поглощению

регулирует питательный режим за счет накопления многих элементов, необходимых растениям и почвообитающим микроорганизмам. Поглотительная способность обуславливает реакцию почвенного раствора, уровень буферной силы, водно-физические свойства, а также в определенной мере – интенсивность процессов гумусообразования, накопления и сохранения гумусовых матриц в почвенно-поглощающем комплексе [1].

Поглотительная способность почвы напрямую связана с наличием и преобразованием коллоидов – высокодисперсных частиц размером 0,2-0,001 мкм. Почвенные коллоиды как двухфазные системы обладают высокой реакционной способностью и, вследствие чего, обуславливают поведение большинства катионов и анионов, участвующих как в элементарных почвенных процессах, так и в формировании почвенного профиля и плодородия его дневной части.

В составе коллоидной матрицы подзолистых почв имеются гумусовые компоненты, первичные и вторичные минералы, среди которых преобладают гидрослюды и хлориты. В результате процессов почвообразования практически полностью исчезают смектитовые минералы и смешаннослоистые слюдо-смектиты [2].

В настоящее время одним из главных условий реализации продовольственной безопасности в нашей стране является оптимизация плодородия почв сельскохозяйственных угодий и повышение урожайности культур. В агроэкологическом мониторинге поддерживаемом на приемлемом уровне почвенным свойствам уделяется все большее внимание вследствие наличия тренда избыточного выноса элементов питания и основных катионов из дневных горизонтов, их обесструкирования и, что особенно важно, снижения их гумусированности. Последнее явление, как правило, связано не только с потерей запасов гумуса из почвы, но также и с элювиированием соединений кальция и магния, которые, как из-

вестно, способствуют закреплению гуминовых и фульвокислот в почвенных горизонтах [3].

В классической концепции Е.Д. Никитина и Г.В. Доброльского об экологических функциях почвы [4] среди многих функций эдафотопа особую роль занимает динамика между аккумуляцией биофильных химических элементов и веществ и их трансформацией в стабильные соединения в условиях взаимодействия между почвенно-поглощающим комплексом (ППК) и почвенным раствором.

ППК как сложная органо-минеральная коллоидная система определяет состояние кислотно-основной буферности почвы и емкость обмена различными компонентами между жидкой и твердой фазами в градиенте бокового движения влаги и ее вертикальной миграции. При этом ионообменная активность коллоидной системы выступает в качестве одного из важных индикационных критериев устойчивости почвы и всего почвенного покрова ландшафта [5].

Поскольку в автоморфных почвах подзолистого ряда основными ионами, участвующими в процессах ионного обмена на границе фазы «коллоиды – почвенный раствор», являются кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ ), магний ( $\text{Mg}^{2+}$ ), водород ( $\text{H}^+$ ) и алюминий ( $\text{Al}^{3+}$ ), их динамика является одним из основных диагностических критериев стабильности эдафотопа и его пластичности к внешним воздействиям. Вследствие того, что в элювиальных почвах дневные горизонты обеднены основными катионами за счет естественных почвообразовательных процессов (оподзоливание и лессиваж), оптимизация кальциево-магниевого баланса является значимым аспектом для повышения экологической устойчивости всего почвенного профиля [6].

На фоне современного снижения насыщенности севооборотов мелиорантами, а также минеральными и органическими удобрениями в последнее время все больше появляется исследований, касающихся взаимодействия почв с различными природными материалами, которые по свойствам не

уступают некоторым известковым материалам и традиционным минеральным удобрениям. К таким, в том числе, относятся цеолиты, диатомовые отложения и некоторые глины, которые характеризуются поликомпонентным минеральным и химическим составом, значительной ионообменной силой, выраженной каталитической способностью и содержанием большого количества обменных форм многих элементов, в том числе кремния, кальция и магния [7].

В связи с этим актуальность вопросов взаимодействия высоких доз новых поликомпонентных природных неорганических материалов с веществом почв подзолистого ряда, характеризуемых низким уровнем плодородия и агроэкологической устойчивости, заключается в степени влияния вещества породы на насыщение ППК основными катионами, в ацидо-нейтрализующем эффекте почвенного раствора и, как следствие, в повышении устойчивости коллоидной матрицы почвы к деградации.

### *Литература*

1. Никитин Е.Д., Скворцова Е.Б., Корчегин А.Н., Никитина О.Г., Иванов О.П., Сабодина Е.П., Воронцова Е.М. О развитии учения об экологических функциях почвенного покрова и других геосфера // Почвоведение. 2010. № 7. С. 771-778.
2. Горбунов Н.И. Минералогия и коллоидная химия почв. М.: Наука, 1974. 315 с.
3. Иванов А.Л., Волков С.Н., Савин И.Ю. Почвенно-экологические и инфраструктурные аспекты реализации стратегии развития агропроизводства в России // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. 2017. Вып. 89. С. 104-120.
4. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М.: Изд-во. Моск. Ун-та, 2012. 412 с.
5. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе. Тула: Гриф и К, 2012. 124 с.

6. Соколова Т.А. Процессы разрушения кварца, аморфных минералов кремнезема и полевых шпатов в модельных опытах и в почвах: возможные механизмы, скорость, диагностика (анализ литературы) // Почвоведение. 2013. № 1. С. 98-112.
7. Васильева Н.Г. Оценка эффективности трепела как почвенно-го мелиоранта // Проблемы агрохимии и экологии. 2017. № 3. С. 24-30.

*Kozlov A.V., Galynin N.A., Zaharova A.A.,  
Inshina A.M., Morenkova V.S., Sokolov V.A.*

**COLLOIDAL SYSTEM COMPOSITION AND VALUE  
IN FORMATION OF ECOLOGICAL PLASTICITY  
AND STABILITY OF SOD-PODSOLIC SOILS EDAPHOTOPЕ**

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University*

The paper provides a brief overview of current perceptions of composition and properties of colloidal matrix of sod-podsolic soils, as well as its functions in formation of environmental plasticity of the edaphotope.

The role of modern natural high-siliceous materials in increasing the stability of soil-absorbing complex is shown.

*Козлов А.В., Акафьев А.В., Воронцова А.А.*  
**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО  
БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА «КЕРЖЕНСКИЙ»**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина»  
[a\\_v\\_kozlov@mail.ru](mailto:a_v_kozlov@mail.ru)*

В работе дана гидрохимическая характеристика водных объектов, протекающих по территории заповедника «Керженский», а также оценка качества почвенного покрова как экологически значимых объектов в Нижегородской области. Определен основной почвообразовательный процесс территории, а также показан определенный уровень катионно-анионного состава вод и их биохимической активности, которые могут характеризовать водоемы в качестве фоновых объектов для целей регионального экологического мониторинга.

Гидрологическая сеть является экологически устойчивой частью экосистемы заповедника «Керженский» [1]. Важнейшими факторами, обуславливающими условное единство химического состава речных вод заповедника, является гидрологический режим акватории и контакт грунтовых течений с протоками и непроточными водоемами территории [2].

Известно, что поверхностные воды выполняют базовые экологические функции территории в части гидролиза и переноса вещества с последующей трансформацией поступающих компонентов. Совокупность гидрохимических и гидробиологических показателей условно незагрязненных водных объектов, протекающих по территории, имеющей ох-ранный статус, может являться фоновым объектом при проведении регионального гидроэкологического мониторинга.

Почвенный покров также является экологически устойчивой частью экосистемы заповедника «Керженский», выпол-

няет ее базовые экологические функции в части депонирования элементов питания фитоценоза и поддержания буферного равновесия в системе трансформации поступающего вещества, и может являться фоновым объектом при проведении регионального экологического мониторинга почв.

Отбор проб воды из рек, протекающих в пределах заповедника «Керженский», проводился в мае 2019 года на 19 точках (рис. 1) в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 и ГОСТ 17.1.5.05-85 с помощью батометра гидрологического (БТ-1,0). Отбор проб почвы проводился в это же время с близлежащей территории.

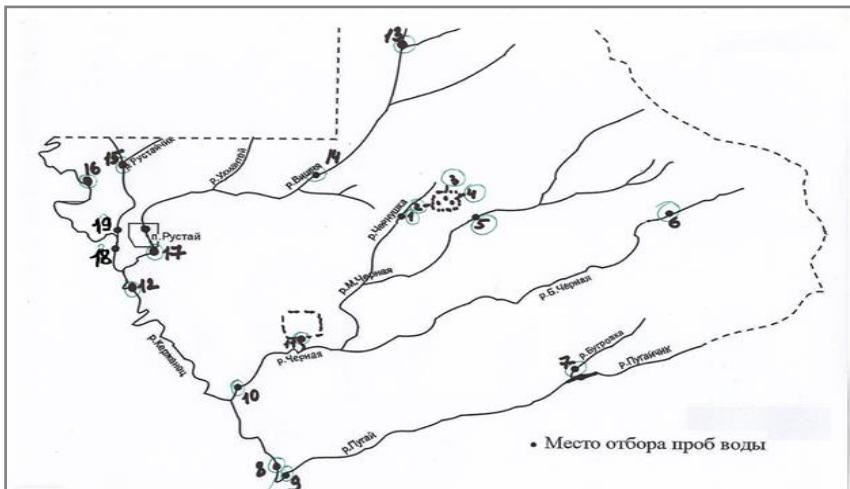


Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб воды и почвы на территории заповедника «Керженский»

Анализ проводился в Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды при Мининском университете по основным органолептическим, гидро- и биохимическим показателям воды и базовым свойствам почвенного покрова [3].

В результате проведенных исследований было установлено, что основным почвообразовательным процессом почвенного покрова местности является подзолообразование, лес-

сиваж и иллювиальный процесс. Интенсивность накопление дернины и гумусообразования на данной территории минимальны. Почвы характеризовались средней и сильной обменной кислотностью, низким содержанием гумуса (преимущественно фульватного типа), а также очень низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора, калия и минеральных соединений азота. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в пробах почв не обнаружено (ниже предела обнаружения).

По показателю цветности в более 50% проб наблюдалось увеличение нормы. Так, в точках 1, 5, 6, 7 и 11 со значением более 70 градусов было отмечено превышение ПДК в 4 раза, в точках 9, 15 и 19 – в 2 раза. В остальных точках значение не превышает нормативов. Очевидно, что столь увеличенная цветность была обусловлена содержанием естественных органических веществ и, в частности, гуминовых продуктов распада естественного органического вещества, а также значительным содержанием окисных форм железа.

В 30% исследуемых проб мутность также оказалась увеличена: максимальные значения наблюдались в 1, 5 и 6 точках и превосходили значение ПДК в 6 раз. Прозрачность вод всех рек соответствовала норме – минимальные значения были выявлены в пробах, отобранных в точках 1 и 6.

Кислотность исследуемых проб воды варьировала в пределах от 6,4 до 7,5 pH, что соответствует нейтральной реакции водной среды (в соответствии с нормами: 6,5 – 8,5).

Общая минерализация несущественно варьировалась и была ниже во всех точках отбора в 4-5 раз в сравнении с ПДК. Общая жесткость воды не превышала ПДК во всех точках отбора. Максимальное значение на точке 4 составило 4,5 мг-экв./л, что меньше нормативного значения в 1,5 раза.

Содержание гидрокарбонатов в целом по водотокам было выровнено. Минимальные концентрации наблюдались в точках 7, 9 и 19 со значениями, которые оказались меньше нормативных.

матива в 25 раз. Максимальное значение наблюдалось в точке 10, которое, однако, было меньше ПДК в 6 раз.

Анализ катионно-анионного состава исследуемой воды показал низкое содержание аммонийного азота в водных объектах заповедника. Максимальное значение составило 0,701 мг/л при ПДК равном 1,9 мг/л, что в 2,5 раза меньше нормативного значения. Наибольшее содержание нитратов в водах было зафиксировано в точке 4 со значением 2,22 мг/л, что было меньше ПДК в 20,5 раз.

Концентрация полифосфатов незначительно колебалась во всех точках отбора. Среднее значение по показателю составило 0,254 мг/л, что примерно в 13,5 раз было меньше показателя ПДК (3,5 мг/л).

Содержание сульфатов и хлоридов также незначительно варьировало относительно расположения водотоков. Максимальное содержание сульфатов, равное 284 мг/л, выявлено в точке 4, что оказалось меньше ПДК в 1,8 раз. Наибольшее содержание хлоридов составило 6,4 мг/л также в точке 4 и было меньше значения ПДК в 55 раз.

В водах рек заповедника были выявлены повышенные концентрации соединений железа, наибольшие из которых были установлены в точках 1, 5 и 6, превышающие ПДК в 13 раз. В точках 3 и 4 содержание железа в водах превысила ПДК в 3,5 раза, в точках 11, 14 и 19 – в 2,8 раза.

Содержание растворенного кислорода в водах было достаточно высоким и незначительно изменялось в зависимости от места отбора проб воды. По данному показателю воды во всех точках характеризуется как чистые и очень чистые (1-й, 2-ой классы качества). Биологическое потребление кислорода в водах оказалось минимальным, что характеризует их 2-ым классом качества (чистые).

Концентрации в водах заповедника таких тяжелых металлов как цинк, кадмий, свинец и медь не превышали значений ПДК и в целом были отмечены на очень низком уровне диапазона аналитического определения.

Было выявлено, что почвенный покров и водные объекты территории заповедника «Керженский» могут характеризоваться определенным биогеоценотическим состоянием, в связи с чем исследуемая заповедная территория является экологически устойчивой зоной. Уровень почвенных характеристик и гидроэкологических показателей вод могут служить условными эталонными критериями при оценке состояния региональных ландшафтов и водных объектов.

### *Литература*

1. Труды Государственного природного биосферного заповедника «Керженский». Нижний Новгород: Изд-во: «Государственный природный биосферный заповедник «Керженский», 2014. Т.6. 309 с.
2. Кораблева О.В., Чернов А.В. Динамика пойменно-русловых комплексов рек Нижегородского Заволжья (на примере реки Керженец) // Труды Государственного природного биосферного заповедника «Керженский». Нижний Новгород: Изд-во: «Государственный природный биосферный заповедник «Керженский», 2012. Т. 5. 196 с.
3. Козлов А.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова и водных объектов. Нижний Новгород: Мининский университет, 2016. 146 с.

*Kozlov A.V., Akafeva D.V., Vorontsova A.A.*  
**ECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF SOIL COVER  
AND WATER OBJECTS OF THE STATE NATURAL  
BIOSPHERE RESERVE «KERZHENSKIY»**

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University*

The work provides hydrochemical characteristic of water objects, flowing through territory of the Kerzhenskiy Reserve, as well as assessment of soil cover quality as environmentally significant objects in the Nizhny Novgorod region. The main soil process of territory is defined, as well as certain level of cationic-anionic composition of waters and their biochemical activity, which can characterize water objects as background objects for the purposes of regional environmental monitoring, is shown.

**Колупаева В.Н., Нюхина И.В., Белик А.А.**  
**ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ ЦИАНТРАНИЛИПРОЛА**  
**В ПОЧВАХ РФ**

*ФГБНУ ВНИИ фитопатологии*  
[v.kolupaeva@vniiif.ru](mailto:v.kolupaeva@vniiif.ru), [amulanya@gmail.com](mailto:amulanya@gmail.com)

В замкнутом равновесном эксперименте была изучена сорбция нового инсектицида циантранилипрола. Изучение количественных закономерностей сорбции циантранилипрола почвами различных типов показало, что этот процесс хорошо описывается линейными изотермами. Согласно полученным значениям Кос циантранилипрол относится к среднеподвижным действующим веществам пестицидов. Величина сорбции циантранилипрола тесно коррелирует с содержанием органического углерода и глины. Получено регрессионное уравнение зависимости  $K_a$  от содержания в почве органического углерода.

Циантранилипрол - новый инсектицид широкого спектра действия. Он разрешён для применения в Аргентине, Канаде, США, Великобритании и ряде стран ЕС. В РФ циантранилипрол зарегистрирован в 2019 году, как действующее вещество инсектицидов, рекомендованных для борьбы с вредителями в посадках капусты, томатов, огурцов и лука [1]. Лабораторные фильтрационные эксперименты показали высокую подвижность циантранилипрола [2, 3]. В лизиметрическом эксперименте циантранилипрол был обнаружен в стоке уже через 2 недели после внесения в почву после сильных ливней, а также обнаруживался в большинстве образцов на протяжении опыта [4].

Основной задачей данной работы было изучить сорбцию циантранилипрола в почвах природно-климатических зон РФ – чернозёме (Курская область), каштановой почве (Саратовская область) и дерново-подзолистой почве (из большого лизиметра МГУ) и получить количественных показатели сорбции циантранилипрола.

## *Объекты и методы*

*Пестицид.* Циантранилипирол - инсектицид второго поколения из класса антраниламидов. По стойкости он относится к малостойким - стойким действующим веществам: DT<sub>50</sub> = 8,7-91,9 суток (DT<sub>50(геом. ср. лаб.)</sub> = 34,4 суток), по миграционной способности - к среднеподвижным действующим веществам: K<sub>oc</sub> = 157 - 367 (K<sub>oc(ср.)</sub> = 241 мл/г) [5].

*Почвы.* В исследовании использовали образцы пахотных горизонтов чернозема выщелоченного (С<sub>орг</sub> 4,9%, pH 6,9), темно-каштановой почвы (С<sub>орг</sub> 2,5%, pH 7,1) и дерново-подзолистой почвы (С<sub>орг</sub> 2,2%, pH 6,5), а также смешанный образец элювиального A<sub>2</sub> и переходного A<sub>2</sub>B горизонтов дерново-подзолистой почвы (С<sub>орг</sub> 0,7%, pH 6,1).

*Изучение сорбции циантранилипирола.* Навески 10 г воздушно-сухой почвы, просеянные через 1 мм сито, помещали в колбы, приливали 20 мл 0,01 М раствора CaCl<sub>2</sub> и ставили на механическую качалку на 4 ч до начала эксперимента. После этого в колбы приливали 5 мл раствора исследуемого соединения для доведения объема раствора до 25 см<sup>3</sup> и получения концентраций циантранилипирола 0,5; 0,2; 0,1; 0,05 и 0,02 мкг/мл. Колбы помещали на механическую качалку, через 16 ч проводили отбор проб для анализа. Исследование проводили в 2-х повторностях.

*Определение циантранилипирола в почве.* Количественное определение содержания циантранилипирола в почве и в воде проводили в соответствии с методическими указаниями [6]. Предел обнаружения циантранилипирола в почве составил 2,5 мкг/кг, в воде – 0,5 мкг/л.

*Построение изотерм и расчет коэффициентов сорбции.* Зависимость величины сорбции циантранилипирола от его равновесной концентрации аппроксимировали уравнением изотермы прямолинейной сорбции:  $K_d = q / C_e$ , где K<sub>d</sub> – коэффициент сорбции (распределения), q – количество пестицида, адсорбированного почвой (мкг/г), а C<sub>e</sub> – рав-

новесная концентрация пестицида в растворе (мкг/мл), и уравнением Фрейндлиха:  $q = K_f \times C^{1/n}$ , где  $K_f$  и  $1/n$  являются коэффициентом и экспонентой Фрейндлиха. Также были рассчитаны коэффициенты сорбции, нормированные по органическому углероду, -  $K_{oc}$ :  $K_{oc} = (K_d \times 100)/C_{org}$ , где  $C_{org}$  – содержание органического углерода в почве (%).

#### *Результаты исследований и их обсуждение*

Предварительный эксперимент по определению времени достижения равновесия в системе почва-раствор для циантранилипрола показал, что после 8 часов эксперимента скорость сорбции значительно уменьшается, и для достижения равновесия циантранилипрола между твердой и жидкой фазами достаточно 16 часов.

Сорбция циантранилипрола хорошо описывается прямолинейными изотермами, что позволяет использовать в расчетах простой и универсальный показатель — коэффициент распределения  $K_d$ . Величина коэффициента детерминации  $R^2$  свидетельствует о том, что точность описания полученных данных выше при использовании линейного уравнения. Для линейного уравнения все значения  $R^2$  выше 0,99.

Значения коэффициента сорбции варьировали от 1,49 в смешанном горизонте A<sub>2</sub>-A<sub>2</sub>B дерново-поздолистой почвы до 11,37 в пахотном слое чернозема типичного. Нормированные по содержанию органического углерода коэффициенты сорбции —  $K_{oc}$ , находились в диапазоне 185 (в пахотном горизонте каштановой почвы) – 387 (в пахотном слое дерново-подзолистой почвы) мл/г, что позволило отнести циантранилипрол к среднеподвижным действующим веществам пестицидов [7]. Все полученные значения  $K_d$  значимы при 0,01% уровне значимости. Эти данные в целом соответствуют результатам исследований, проведенных в Западной Европе при регистрации циантранилипрола ( $K_d$  в диапазоне 2,51 – 7,14,  $K_{oc} = 157$ -367 мл/г) [5], ( $K_{oc} = 251$  мл/г) [2].

Наибольшее значение  $K_{oc}$  было получено для пахотного горизонта дерново-подзолистой почвы, это говорит о том,

что помимо органического вещества в сорбции пестицида участвуют также другие почвенные частицы. Для определения факторов, влияющих на сорбцию циантранилипрола, были построены уравнения регрессии. Коэффициент сорбции больше всего зависит от содержания в почве органического вещества ( $R^2=0,94$ ) и глины ( $R^2=0,73$ ).

**Выводы.** Изучение количественных закономерностей сорбции циантранилипрола почвами различных горизонтов показало, что этот процесс хорошо описывается прямолинейными изотермами ( $R^2=0,99$  для всех почв).

Согласно полученным значениям  $K_{oc}$  циантранилипрол относится к среднеподвижным действующим веществам пестицидов.

Величина сорбции циантранилипрола тесно коррелирует с содержанием органического углерода и глины.

### *Литература*

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов. - URL <http://mcx.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/> (дата обращения 10.07.2019).
2. *Vela N., Pérez-Lucas G., Navarro M. J., Garrido I., Fenoll J., Navarro S.* Evaluation of the Leaching Potential of Anthranilamide Insecticides Through the Soil // Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2017. V. 99. N 4. P. 465-469.
3. *Shein E. V., Belik A.A., Kokoreva A.A., Kolupaeva V.N., Pletenev P.A.* Prediction of Pesticide Migration in Soils: the Role of Experimental Soil Control // Moscow University Soil Science Bulletin. 2017. V. 72. N 4. P. 185-190.
4. *Kolupaeva V.N., Kokoreva A.A., Belik A.A., Pletenev P.A.* Study of the behavior of the new insecticide cyantraniliprole in large lysimeters of the Moscow State University // Open Agriculture. 2019. V. 4. N 1. P. 599-607.

5. PPDB (2009), The Pesticide Properties Database (PPDB) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://sitem.herts.ac.uk/aera/ppdb/en/Reports/1662.htm>.
6. Определение остаточных количеств циантранилипрова в воде, почве, капусте, плодах томата и томатном соке, в луке-пере и лукерепке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2973-12. М., 2014. 33 с.
7. Методы оценки экологической опасности пестицидов при их регистрации (Руководство по классификациям экологической опасности пестицидов). Под ред. Горбатова В.С. ВНИИФ. 2010. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://penreg.ru/pesticide-ecological-evaluation/opasnost.html> (дата обращения 10.11.2019).

*V. N. Kolupaeva, I. V. Nuhina, A. A. Belik*  
**CYANTRANILIPROLE SORPTION IN THE SOILS  
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

*Russian Scientific-Research Institute of Phytopathology*

In bath equilibrium experiment, the sorption of a new insecticide cyantraniliprole was studied. Sorption of cyantraniliprole is well described by linear isotherms. According to the  $K_{oc}$  values, cyantraniliprole can be attributed to moderate mobile pesticides.

*Кречетникова Е.О., Кречетников В.В.,  
Титов И.Е., Кузнецов В.К.*  
**ГИС РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ  
ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОГО НИИСХ**

*ФГБНУ ВНИИРАЭ, Обнинск  
[evg.krechet@yandex.ru](mailto:evg.krechet@yandex.ru)*

Для радиоактивно загрязненной территории Тульского НИИ сельского хозяйства разработан ГИС проект с использованием обобщенной за 16-летний период информации о содержании  $^{137}\text{Cs}$  в почве. Для создания ГИС проекта разработаны: электронные карты размещения сельскохозяйственных территорий; структуры се-вооборотов; распределения значений удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  на сельскохозяйственных угодьях; рельефа. Созданный ГИС проект и соответствующие базы данных будут использованы для сбора, хранения и анализа результатов обследования с целью дальнейших исследований.

Сельскохозяйственные территории Тульского НИИ подверглись радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС. При ведении сельского хозяйства на радиоактивно загрязненных территориях основной проблемой является риск получения продукции, не соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям. Одним из способов обеспечить производство нормативно чистой продукции является проведение адресных реабилитационных мероприятий. При этом необходимо учитывать уровни и характер загрязнения сельскохозяйственных земель, агроландшафтные особенности территорий, специфику ведения отдельных отраслей растениеводства и кормопроизводства. Для обработки, анализа и визуализации этих данных целесообразно использовать географические информационные системы, которые содержат средства анализа, играющие ключевую роль в принятии обоснованных решений, эффективные средства представления данных в форме карт, трехмерных моделей и др [1].

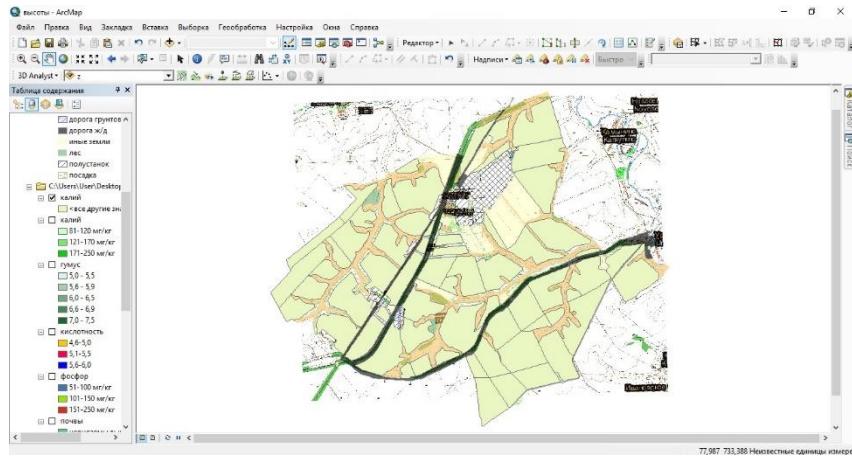
При создании ГИС проекта была проведена векторизация карт Тульского НИИ с бумажных носителей и внесена соответствующая пространственно-ориентированная атрибутивная информация.

ГИС проект «Ведение сельского хозяйства на территории Тульского НИИСХ» создан в среде ArcMap 10.5, входящей в состав пакета ArcGis. Объектами проекта являются атрибутивные таблицы для хранения информации и электронные карты для визуализации данных. ArcMap обеспечивает все возможности обработки и управления данными при работе с большими объемами информации. Проект открыт для внесения новых и редактирования существующих данных в случае необходимости. Все географические данные приведены к единой системе координат - WGS84.

Атрибутивные таблицы данных проекта содержат информацию о характеристиках элементарных участков (площадь, севооборот, номер поля, номер участка в поле), содержании  $^{137}\text{Cs}$  в почвах сельскохозяйственных территорий, высоте над уровнем моря (рисунок 1, таблица 1).

**Таблица 1.** Описание атрибутивной информации в ГИС проекте

Имя поля	Тип данных	Пояснение
FID	счетчик	присваивается автоматически каждому объекту в таблице
Shape	текстовый	тип объекта
№ поля	числовой	Номер поля
№ участка	числовой	Номер элементарного участка
Севооборот	числовой	Тип севооборота
Площадь	числовой	Площадь участка, га
$^{137}\text{Cs}$	числовой	Плотность загрязнения участка $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup>



**Рис. 1** Электронная карта «Расположение сельскохозяйственных угодий ФГБНУ Тульский НИИ»

На основе оцифрованных изолиний высот создана карта рельефа сельскохозяйственных угодий Тульского НИИСХ. Он расположен на территории с сильно расчлененным рельефом с перепадами высот от 160 до 260 метров над уровнем моря (рисунок 2). Участки с уклоном более 1 градуса различных экспозиций составляют 3060 га (более 47%).

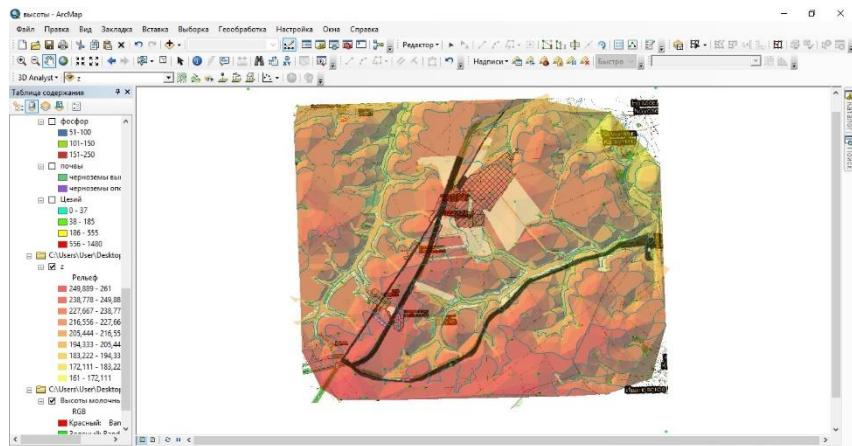


Рис. 2 Электронная карта «Рельеф»

На основе атрибутивных данных в ГИС проекте были созданы электронные карты пространственного распределения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в почве исследуемой территории. Плотности загрязнения сельскохозяйственных территорий  $^{137}\text{Cs}$  по результатам последнего тура обследования варьируют в диапазоне 41 – 337 кБк/м<sup>2</sup> (рисунок 3) [2].

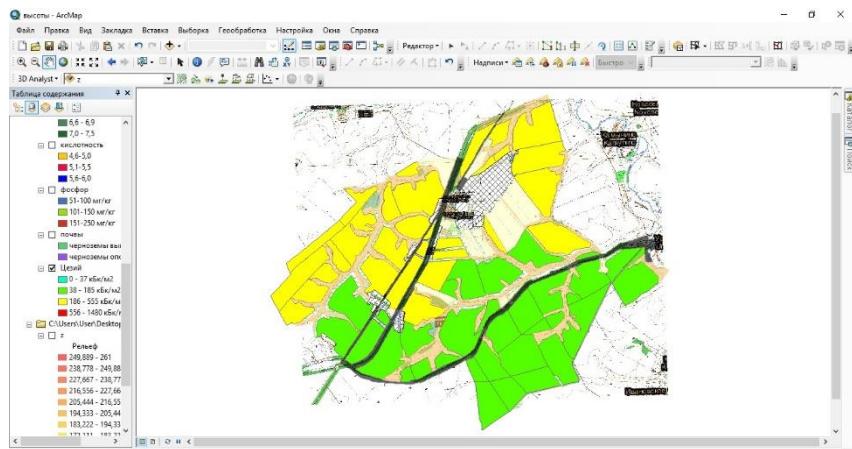


Рис. 3 Электронная карта «Плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  почвенно-го покрова, кБк/м<sup>2</sup>»

Разработанный ГИС проект наглядно отражает современное состояние почвенного покрова, системы землепользования и радиоэкологическую обстановку и может быть использован для рационализации ведения сельского хозяйства.

### Литература

1. Титов И.Е., Панов А.В., Кречетников В.В., Шубина О.А., Микаилова Р.А. Прикладные ГИС для поддержки радиационно-экологического мониторинга в регионах размещения ядерно- и радиационно-опасных объектов // Геоинформатика. – 2019. – №2. – С. 12-16.
2. Выполнение работ по подготовке комплексных радиологических паспортов 18 сельскохозяйственных предприятий

Климовского района Брянской области; сводного радиологического паспорта сельскохозяйственных предприятий Плавского района Тульской области; сводных радиологических паспортов сельскохозяйственных предприятий для Гордеевского, Злынковского, Климовского, Клинцовского, Красногорского и Новозыбковского районов Брянской области: отчет о НИР (итоговый):235-307 / Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии: рук. Санжарова Н.И., исполн.: Шубина О.А. [и др.]. – Обнинск 2015. - 1248 с. № УДК 631/635; 311.21

*Krechetnikova E.O., Krechetnikov V.V., Titov I.E., Kuznetsov V.K.*

**GIS PROJECT FOR THE RADIOACTIVELY  
CONTAMINATED TERRITORY OF THE TULSKII NII**

*RIARAE, Obninsk*

GIS project was developed for the radioactively contaminated territory of the Tulskii NII. It was based on the information on the concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  radionuclide in soil, compiled over 16 years. Electronic maps have been developed to create a GIS project and included the location of agricultural lands; crop rotation systems; distribution of specific activity values for artificial  $^{137}\text{Cs}$  radionuclide in agricultural lands; relief. The created GIS project and the corresponding data bases will be used to collect, store and analyse the results of the survey in order to further researches.

*Кречетникова Е.О., Кречетников В.В.,*

*Титов И.Е., Карпенко Е.И.*

## **БАЗА ДАННЫХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА 30-ТИ КМ ЗОНЫ АО «СХК»**

*ФГБНУ ВНИИРАЭ, Обнинск*

[evg.krechet@yandex.ru](mailto:evg.krechet@yandex.ru)

На основании полученных данных в результате проведенного комплексного обследования создана база данных радиоэкологической обстановки в районе расположения АО «СХК». Собранная информация дает возможность анализа и прогнозной оценки радиационной обстановки в районе размещения АО «СХК».

В результате деятельности АО «СХК» в окружающей среде, помимо захоронений РАО, в зоне наблюдения сохраняется остаточное количество радионуклидов, распределение которых по природным и сельскохозяйственным объектам должно учитываться при введении в эксплуатацию новых предприятий ядерного топливного цикла. В связи с этим необходимо провести актуализацию и обобщение архивных данных по радиоэкологической обстановке, а также осуществить измерения состава и содержания радионуклидов в пробах окружающей среды с привязкой к географическим координатам.

На основании полученных данных в результате проведенного комплексного радиоэкологического обследования в районе расположения ОДЭК и данных, предоставленных различными службами, была создана база данных состояния окружающей среды в 30-ти км зоне наблюдения АО «СХК».

Основу БД составляют таблицы для хранения информации. Она хранит все данные в одном файле, хотя и распределяет их по разным листам и включает в себя следующие блоки информации:

- данные по содержанию радионуклидов в пробах почвы

- данные по содержанию радионуклидов в пробах растительности
- данные по содержанию радионуклидов в пробах поверхностных вод
  - данные по содержанию радионуклидов в пробах донных отложений
  - данные по содержанию тяжелых металлов 1-го класса опасности в пробах почвы
  - данные по содержанию тяжелых металлов 2-го класса опасности в пробах почвы
  - данные по содержанию тяжелых металлов 3-го класса опасности в пробах почвы
  - данные по содержанию тяжелых металлов 1-го класса опасности в пробах растительности
  - данные по содержанию тяжелых металлов 2-го класса опасности в пробах растительности
  - данные по содержанию тяжелых металлов 3-го класса опасности в пробах растительности
- характеристика сельскохозяйственных угодий

Всего в базу данных занесено 3710 записей в 11 таблицах. Наибольшее количество записей содержится в таблицах «Сельскохозяйственные угодья», «Растительные пробы» и «Почвенные пробы» (Таблица 1).

В базе данных содержатся данные о поверхностной активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почве и содержании этих радионуклидов в пробах растительности. Также информацию о содержании  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  в пробах поверхностных вод и донных отложений, содержания тяжелых металлов 1-го, 2-го, и 3-го классов опасности в почве и растительности и информацию о административной характеристике сельхозугодий в районе расположения ОДЭК и агрономических показателях почв сельскохозяйственных угодий.

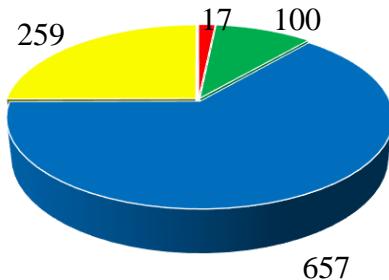
**Таблица 1** Список таблиц, входящих в базу данных

Наименование	Количество записей
Почвенные пробы	769
Растительные пробы	1033
Водные пробы	50
Пробы донных отложений	50
ТМ, почвы 1-й класс	10
ТМ, почвы 2-й класс	10
ТМ, почвы 1-й класс	10
ТМ, растительность 1-й класс	16
ТМ, растительность 2-й класс	16
ТМ, растительность 3-й класс	16
Сельскохозяйственные угодья	1730
Всего	3710

Информацию предоставляли следующие службы:

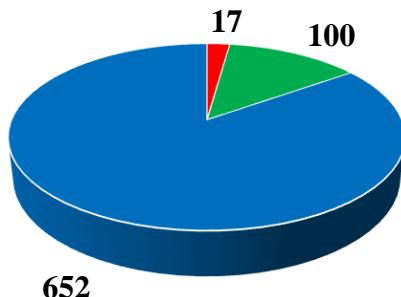
- ФГБНУ ВНИИ Радиологии и агроэкологии г. Обнинск
- ФГБУ "Станция агрохимической службы" Томская"
- Радиационная промышленносанитарная лаборатория АО "СХК", гю Северск
- ВНИИ Лесоводства и механизации лесного хозяйства, г. Пушкино

Наибольшее количество данных было собрано сотрудниками ФГБНУ ВНИИРАЭ в ходе проведения радиоэкологического мониторинга (рисунок 1, рисунок 2).



- ФГБУ "Станция агрохимической службы" Томская"
- Радиационная промышленносанитарная лаборатория АО "СХК", г. Северск
- ВНИИ Радиологии и агроэкологии г. Обнинск
- ВНИИ Лесоводства и механизации лесного хозяйства, г. Пушкино

**Рис. 1** Распределение количества данных по отбору проб растительности, предоставленных различными организациями



- ФГБУ "Станция агрохимической службы" Томская"
- Радиационная промышленносанитарная лаборатория АО "СХК", г. Северск

**Рис. 2** Распределение количества данных по отбору проб почвы, предоставленных различными организациями

Сбор экспериментальной информации производился с бумажных и цифровых носителей. Часть доступной для использования в базе данных информации усреднена по результатам нескольких измерений. Все единицы измерения приведены к метрической системе СИ.

Созданная база используется как хранилище атрибутивной информации, созданной ГИС. Полученные данные будут использованы для информационного обеспечения органов управления Томской области и поддержки принятия решений по мерам обеспечения радиационной безопасности населения и радиационно-безопасного ведения хозяйственной деятельности, а также руководством АО «СХК» для защиты населения в соответствии с Законами Российской Федерации.

*Krechetnikova E.O., Krechetnikov V.V.,*

*Titov I.E., Karpenko E.I.*

**DATABASE OF THE RADIO ECOLOGICAL SITUATION  
30-TH KM AREA OF JSC «SCC»**

*RIARAE, Obninsk*

Based on the data obtained, as a result of a comprehensive survey, a database of the radio ecological situation in the area of JSC «SCC» was created. The accumulated information makes it possible to analyze and predict the radiation situation in the area of location of JSC «SCC».

*Курбаков Д.Н., Кузнецов В.К., Андреева Н.В., Сидорова Е.В.*  
**ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В 30 КМ ЗОНЕ  
ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА  
ООО «НЛМК-КАЛУГА»**

*ФГБНУ ВНИИ радиологии и агроэкологии*  
[Kurbakov007@gmail.com](mailto:Kurbakov007@gmail.com)

Объектом исследований являлся снежный покров в 30 км зоне воздействия электрометаллургического завода ООО «НЛМК-Калуга». В результате исследований определен полиэлементный состав твердой фракции, пылевая нагрузка, приток тяжелых металлов, коэффициенты концентрирования и суммарные показатели загрязнения тяжелыми металлами, а также катионный и анионный состав талых вод снежного покрова. Показано, что интенсивность загрязнения снежного покрова зависит от комплекса факторов, в том числе используемых технологий, вида и объема промышленной продукции, объемов выбросов, направления и расстояния от источника загрязнения, погодных условий и характера подстилающей поверхности.

Рост выбросов вредных веществ в атмосферу в результате процессов индустриализации и урбанизации ведет к увеличению содержания примесей на значительном расстоянии от источников загрязнения и к глобальным изменениям в составе атмосферы [1].

Основными источниками загрязнения воздушного бассейна городов сажей, пылью, тяжелыми металлами (ТМ) и т.д., являются электростанции, бытовые печи, работающие на угле, автотранспорт, металлургия и т.д. Их негативное влияние на человека проявляется не только в прямом воздействии высоких концентраций, но и в отдаленных последствиях, связанных со способностью многих металлов накапливаться в организме[1].

Существуют различные методы оценки состояния атмосферного воздуха, но одним из самых доступный является мониторинг снежного покрова [2]. Этот метод является отно-

сительно дешевым и информативным индикатором загрязнения выбросами промышленных предприятий в зимний период. Снег обладает высокой сорбционной способностью и является носителем не только влажных, но и сухих выпадений, поэтому дает объективную оценку всех атмосферных загрязнений за зимний период. Снежный покров не активен ни в химическом, ни в биологическом отношении, в нем не происходит химических трансформаций веществ, следовательно, он является индикатором предшествовавшего загрязнения атмосферы и будущего загрязнения почвы и гидросферы [3].

Цель исследований – изучение распространения выбросов и состава поллютантов в снежном покрове района расположения электрометаллургического завода ООО «НЛМК-Калуга»

Исследования проводили в 30 км зоне воздействия ООО «НЛМК-Калуга», который расположен в Калужской обл. в 70 км от Москвы и запущен в эксплуатацию в 2013 году. Проектная мощность предприятия составляет 1,55 млн. тонн в год жидкой стали и 1,5 млн. тонн в год сортового и фасонного проката строительного назначения. [4].

Для осуществления экологического мониторинга промышленной площадки Ворсино в районе функционирования ООО «НЛМК-Калуга» создана мониторинговая сеть. Площадки располагались на разном удалении и разном направлении от района размещения комбината.

Отобрано 9 образцов снежного покрова, при этом фоновый участок располагался на расстоянии 23 км от основного источника загрязнения. Отбор проб снега проводили методом шурфа на всю мощность снежного покрова, за исключением 5 см слоя над почвой, со стороной 50x50 см и глубины шурфа от 35 до 45 см. Вес пробы - 15-25 кг, что позволяет получить при оттаивании 8-20 л воды. Количество суток от начала снегостава до дня отбора составило 103 дня.

Для прогнозирования загрязнения почвы и сточных вод были созданы условия медленного таяния без подогрева проб

при комнатной температуре. Твердая и жидккая фракции разделялись фильтрованием через беззольные фильтры с диаметром пор 2 мкм. Анализ твердого осадка, который состоит из атмосферной пыли, осажденной на поверхность снегового покрова, рассчитывался по разнице в массе фильтра до и после фильтрования и характеризует массу пыли в пробе. Определение элементов проводили методом атомной спектрометрии в индуктивно-связанной плазме (ICP-OES).

Для оценки содержания ТМ (Cd, Pb, Cu, Zn, Co, Ni, Cr, Mn, Fe) в растворимой фракции и твердом осадке снега использовали коэффициенты техногенной концентрации (Кс), а также суммарный показатель загрязнения (Zc). Проводили расчет величины пылевой нагрузки (Робщ) и коэффициент относительной пылевой нагрузки элемента Кр. Для санитарно-гигиенической оценки применялись разработанные в России предельно допустимые максимально-разовые и среднесуточные концентрации (ПДКмр и ПДКсс) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [3, 5, 6].

В результате проведенных исследований в 30 км зоне воздействия ООО «НЛМК-Калуга» установлено, что основная доля ТМ, выпадающих с зимними осадками, содержится в форме нерастворимых соединений. При этом в составе твердой фракции выпадений выявлено 9 химических поллютантов (Fe 9218-55066, Cr 22-178, Zn 232-1103, Mn 488-1635, Ni 17-62, Co 2,8-8,6, Pb 35- 222, Cu 19-120, Cd 1,4-6,0 мг/кг). Коэффициент техногенной концентрации ТМ в снежном покрове для Fe равен в среднем 2,5, Cr 4,5, Zn 3,1, Mn 1,7, Ni 2,2, Co 1,4, Pb 3,4, Cu 3,8 и Cd 2,7 по сравнению с фоном.

В растворимом виде содержание ТМ представлено в микр концентрациях: Fe 0,0195-0,0487, Cr 0,0012-0,0035, Zn 0,0016-0,0204, Mn 0,0013-0,0115, Ni 0,0010-0,0029, Co 0,0006-0,0017, Pb 0,0007-0,0086, Cu 0,0007-0,0044, Cd 0,0001-0,0005 мг/л. При этом какой-либо четкой закономерности в распределении концентраций ТМ не наблюдается. Прослеживается тенденция более высоких уровней содержания ТМ в жидкой

фазе снежного покрова ближней зоны воздействия «НЛМК-Калуга»

Максимальные концентрации поллютантов выявлены на расстоянии 1000-3000 м от электрометаллургического комбината, что с учетом высоты трубы хорошо согласуется с расчетами М.Е. Берлянда [7]. При этом наибольшее загрязнение снежного покрова наблюдалось на расстоянии 1,2 км. Данная точка отбора снежного покрова расположена в преобладающем по розе ветров северном направлении. Минимальным загрязнением характеризовалась фоновая площадка на расстоянии 23 км от источника загрязнения в южном направлении. С увеличением расстояния пылевая нагрузка во всех случаях снижается (рис. 1).

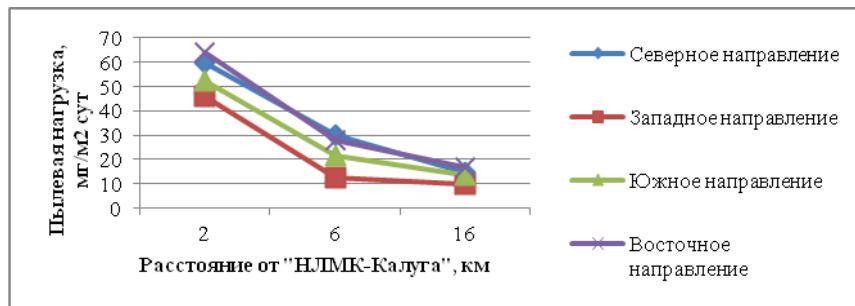


Рис. 1. Пылевая нагрузка на снежный покров в зависимости от расстояния и направления от «НЛМК-Калуга»

Вокруг НЛМК-Калуга можно выделить зоны воздействия на окружающую среду: 1-3 км превышение до 8 раз над фоном, 3-6 км превышение до 2,6 раз, 6-15 км превышение до 1,5 раза, и более 23 км фоновые значения.

Оценка уровня химического загрязнения снежного покрова проводилась с использованием суммарного показателя загрязнения  $Z_c$ . Проведенные расчеты показали, что во всех местах отбора загрязнение пылевой фракцией снежного покрова находится в диапазоне низких значений  $Z_c=8,8-32,2$ .

С учетом величины пылевой нагрузки, проводили расчет среднесуточного притока ТМ с пылевыми взвешенными ча-

стицами в атмосферном воздухе на снежный покров. Уровень притока ТМ является «низким», лишь на мониторинговом посту под номером 10 уровень загрязнения «средний».

В результате исследований был определен катионный и анионный состав талых вод снежного покрова. Для оценки талых вод в настоящее время не разработан ПДК, в связи с этим ориентировались на ПДК питьевой воды: магний 0,3-2,1 мг/л; кальций 0,6-5,2 мг/л; натрий 0,02-2,1 мг/л; калий 0,2-0,4 мг/л; хлориды 1,8-7,1 мг/л; сульфаты 4,3-9,5 мг/л; гидрокарбонаты 0,3-13,4 мг/л, аммоний 0,2-0,6 мг/л Установлено, что полученные значения на порядок ниже уровней ПДК для питьевой воды.

Таким образом, исследование снежного покрова, проведенное в 30 км зонах воздействия ООО «НЛМК-Калуга» показало, что интенсивность загрязнения снежного покрова зависит от комплекса факторов, в том числе используемых технологий, направления, расстояния от источника загрязнения и погодных условий.

### *Литературы*

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2019, 847 с.
2. Сергеева А.Г., Куимова Н.Г. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе санитарно-экологического мониторинга // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011 С. 100-104. Выпуск 40.
3. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве» Утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 15 мая 1990 г., №5174-90, Главное санитарно-профилактическое управление МЗ СССР, 16 с.
4. НЛМК-Калуга [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kaluga.nlmk.com/>, свободный 20.01.2020
5. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда

и атмосферных осадков. Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 25 марта 1985 г. N 774.

6. Методические указания «Полевое обследование и картографирование уровня загрязнения почвенного покрова техногенными выбросами через атмосферу», ВАСХНИЛ, Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1980, 25 с.

7. *Берлянд М. Е.* Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 272 с.

*Kurbakov Dmitry N, Kuznetsov Vladimir K,*

*Andreeva Natalya V., Sidorova Elena V.*

**SNOW COVERING IN 30 KM ZONE OF**

**ELECTROMETALLURGICAL PLANT LLC NLMK-KALUGA**

*Russian Institute of Radiology and Agroecology*

The object of the research was snow cover in 30 km of exposure areas of the NLMK-Kaluga electrometallurgical plant. As a result of the studies, the polyelement composition of the solid fraction, dust load, influx of heavy metals, concentration coefficients and total indicators of pollution by heavy metals, as well as the cationic and anionic composition of snow melt water were determined. It is shown that the intensity of pollution of the snow cover depends on a complex of factors, including the technologies used, the type and volume of industrial products, emissions, directions and distances from pollution sources, weather conditions and the nature of the underlying surface.

*Латушкина Е.Н., Олейник А.В.*  
**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
В АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВАХ: НА ПРИМЕРЕ  
ПРОМЗОНЫ ГОРОДА МОСКВЫ**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный  
социальный университет»*

*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»  
[elena\\_latushkina@mail.ru](mailto:elena_latushkina@mail.ru); [an.oleinik2011@yandex.ru](mailto:an.oleinik2011@yandex.ru)*

В статье приведены результаты оценки распределения содержания тяжелых металлов в антропогенно преобразованных почвах промышленной зоны г. Москвы. Показаны превышения норм, получены геохимические ассоциации, а так же описано, каким образом тяжелые металлы способны влиять на здоровье человека.

Участие тяжелых металлов в биогеохимических циклах, их токсичность, способность образовывать геохимические ассоциации, накапливаться и преобразовывать качества компонентов окружающей среды вкупе с недостаточной изученностью их поведения в биосфере определяют актуальность исследований по оценке распределения тяжелых металлов в элементах окружающей среды. В работах многих авторов доказано: «... почвы являются депонирующей средой для тяжелых металлов» [1, 2]. В городах, особенно в промышленных зонах, сформировались особые, антропогенно измененные почвы, характеризующиеся повышенным содержанием экотоксикантов [3].

Исследование проводилось в летний период 2019 года на территории бывшей промышленной зоны, расположенной на участке площадью 13,95 га на пересечении шоссе Энтузиастов и Нижегородской эстакады. Для отбора проб почвы было намечено 11 участков, на которых было взято 11 усредненных образцов [4, 5]. Каждый образец подписывался и доставлялся в аккредитованную лабораторию АНО «Независимый институт экспертизы и стандартизации» для определения содержания свинца, цинка, меди, никеля, кадмия, мышь-

яка и ртути методом атомно-абсорбционной спектрометрии и спектрофотометрии.

Содержание свинца, цинка, меди, никеля и кадмия выявляли с помощью атомно-абсорбционного спектрометра AAS-30. Определение содержания мышьяка осуществлялось спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-26. Содержание ртути определяли методом беспламенной атомной абсорбции на анализаторе ртути «Юлия-2».

Анализ полученных эмпирических данных проводился с помощью метода индексов, описательной математической статистики (среднее арифметическое, минимальное и максимальное значение, размах), корреляционного анализа, метода корреляционных плеяд.

Превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) тяжелых металлов в почвах по участкам опробования приведено в табл. 1.

**Таблица 1** Превышение ПДК тяжелых металлов в почвах

Номер образца	Химический элемент						
	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	As	Hg
1	1,0	2,6	10,7	9,7	4,2	0,7	0,01
2	2,1	3,7	8,5	4,9	3,0	0,5	<0,01
3	0,7	0,8	4,3	4,9	1,5	0,5	<0,01
4	0,8	1,0	4,8	4,1	1,6	0,4	<0,01
5	0,5	0,1	16,1	2,8	1,4	0,6	<0,01
6	0,7	0,3	3,5	2,8	2,3	0,8	<0,01
7	0,8	2,7	14,6	9,3	6,0	1,0	<0,01
8	0,3	6,2	13,4	2,8	5,3	0,7	<0,01
9	1,6	11,9	23,3	5,0	6,6	0,5	<0,01
10	1,5	10,6	29,3	7,5	12,6	1,6	<0,01
11	0,5	13,7	196,3	9,8	252,0	0,7	0,01

Из табл. 1 видно, что свыше 57 % всех полученных величин превышает норму. Во всех образцах имеется повышенное содержание меди, никеля и цинка, в семи образцах отме-

чается превышение ПДК по свинцу, в трех образцах – по кадмию и в одном – по мышьяку.

В табл. 2 показано следующее: содержание свинца, меди, никеля и цинка варьирует в достаточно широких пределах. Это указывает на неравномерное рассеяние поллютантов на участке исследования.

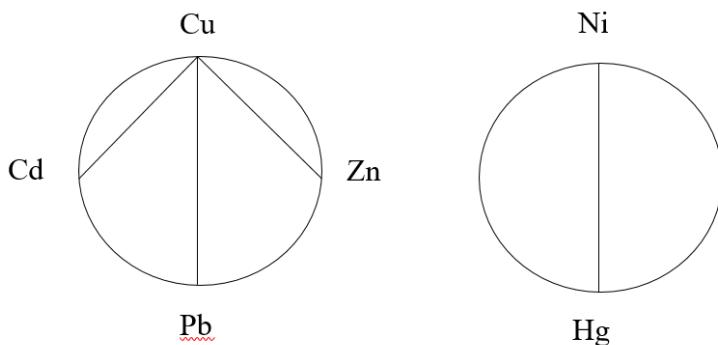
**Таблица 2** Средние, минимальные, максимальные значения содержания тяжелых металлов в антропогенных почвах и пределы их варьирования, мг/кг

Показатель	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	As	Hg
Среднее, X	0,48	146,13	88,6	23,13	619,8	1,47	0,04
Минимум (min)	0,169	2,06	10,36	11,2	31,17	0,829	<0,02
Максимум (max)	0,783	411,3	589	39,24	5797	3,22	0,04
Размах (R)	0,614	409,24	578,64	28,04	5765,83	2,39	0,02

Для выявления геохимических ассоциаций были вычислены коэффициенты корреляции по формуле К. Пирсона (табл. 3) и построены корреляционные плеяды (рис. 1).

**Таблица 3** Коэффициенты корреляции между показателями содержания тяжелых металлов в антропогенных почвах

Химический элемент	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	As	Hg
Cd	1,0						
Pb	0,2	1,0					
Cu	0,7	0,7	1,0				
Ni	0,1	0,4	0,5	1,0			
Zn	- 0,3	0,6	0,9	0,5	1,0		
As	0,1	0,3	0,1	0,4	- 0,1	1,0	
Hg	- 0,1	0,1	0,3	0,7	0,4	-0,1	1,0



**Рис. 1.** Геохимические ассоциации тяжелых металлов в антропогенных почвах

Геохимическая ассоциация со связующим элементом медь, объединяющим в единую группу кадмий, свинец и цинк, характеризуется высокой теснотой взаимосвязи между медью и цинком (0,9). Это может быть использование в производстве латуни или частей оборудования, изготовленных из этого сплава. Отметим, что свинцовая латунь применяется в машиностроении для изготовления крепежных изделий, зубчатых колес. Высокое значение коэффициента корреляции между кадмием и медью может означать использование в производстве кадмивой бронзы, которая необходима для изготовления коллекторных пластин, контактных проводов электрифицированного транспорта. Наличие свинца в почве объясняется его присутствием в выхлопных газах автомобильного транспорта.

Геохимическая ассоциация никеля и ртути с теснотой взаимосвязи элементов 0,7 указывает на совместное применение этих химических элементов в анализируемой промзоне. Это может быть использование или получение амальгам, необходимых для электротехники.

Тяжелые металлы, сконцентрировавшись в почве, способны не только разрушать почвенную структуру, но и наносить

вред здоровью человека, попадая оттуда в воздух или оседая в приповерхностных слоях почвы.

Тяжёлые металлы оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека по трём путям воздействия: ингаляционное, оральное и через кожу. Многие тяжёлые металлы могут вызывать нежелательные последствия и серьёзные проблемы даже при очень низких концентрациях. Например, потребление неорганического мышьяка в течение длительного периода может привести к хроническому отравлению мышьяком — арсениозу, — в результате чего повреждаются желудочно-кишечный тракт, кожа, сердце, печень. Интоксикация солями кадмия вызывает повреждение печени и почек. Отравление свинцом наносит неврологический ущерб, способствует снижению уровня IQ, внимания, к нарушению координации рук. Медь приводит к повреждению головного мозга и почек; циррозу печени. [6]

Все эти последствия могут быть вызваны высоким содержанием тяжелых металлов в антропогенных почвах – рядом с местами, где живут люди. Для того, чтобы не допустить таких негативных результатов, необходимо в первую очередь контролировать уровень тяжелых металлов в почвенном горизонте и при необходимости проводить мероприятия по рекультивации зараженных земель.

### *Литература*

1. Кирпичников Н.А., Черных Н.А., Черных И.Н. Влияние антропогенных факторов на распределение тяжелых металлов в почвах ландшафтов юга Московской области // Агрохимия. – 1993. – № 2. – С. 93-101.
2. 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.
3. Медведев И.Ф., Деревягин С.С. Тяжелые металлы в экосистемах: монография. – Саратов: «Ракурс», 2017. – 178 с.

4. ГОСТ 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200159508>
5. ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».
6. Сердюкова А. Ф., Барабаников Д. А. Последствия загрязнения почвы тяжелыми металлами // Молодой ученый. — 2017. — №51. — С. 131-135.

*Latushkina E.N., Oleynik A.V.*

**DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN ANTHROPOGENIC SOILS: ON THE EXAMPLE OF THE INDUSTRIAL ZONE OF MOSCOW**

*Russian State Social University  
Peoples' Friendship University of Russia*

The article presents the results of assessing the distribution of the content of heavy metals in anthropogenically transformed soils of the industrial zone of Moscow. Excess norms are shown, geochemical associations are obtained, as well as how heavy metals can affect human health.

*Маневич А.И.*

**АНАЛИЗ И МОНИТОРИНГ СКОРОСТЕЙ  
ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕСТ  
РАЗМЕЩЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ  
ОБЪЕКТОВ**

*Геофизический центр РАН*  
*Горный институт НИТУ «МИСиС»*  
[ai.manevich@yandex.ru](mailto:ai.manevich@yandex.ru)

В работе представлены результаты расчетов и анализа современных деформаций земной поверхности, приведены полученные распределения и регрессионные зависимости скоростей деформаций. По выявленным обобщенным зависимостям можно проводить априорную оценку деформационного терриитории размещения опасного геоэкологического объекта (либо уточнять степень тектонической активности, либо прогнозировать аномально возможные деформации).

При проектировании и эксплуатации площадок размещения радиационно опасных объектов необходимо выполнение работ по оценке долговременной и текущей геодинамической опасности. Обоснование геодинамической безопасности радиационно опасных объектов регулируется серией нормативных документов как Международного агентства по атомной энергии так и Ростехнадзора. Геодинамические аспекты обоснования долговременной безопасности неразрывно связаны с исследованием современных движений земной коры, смещений и деформаций земной поверхности. Один из методов исследования деструкции земной коры – это постановка наблюдений глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС). Изучение характеристик современных вертикальных и горизонтальных движений земной коры обусловленных тектоническими процессами на площадках радиационно опасных объектов необходимо для:

выявления активных тектонических структур;

определения количественных параметров и направленности движений в зоне тектонических разрывов и границ структурных блоков;

определения скоростей деформаций породного массива для прогноза эволюции изоляционных свойств геологической среды;

задания граничных условий в математических моделях напряженно-деформированного состояния пород;

определения степени сейсмической опасности.

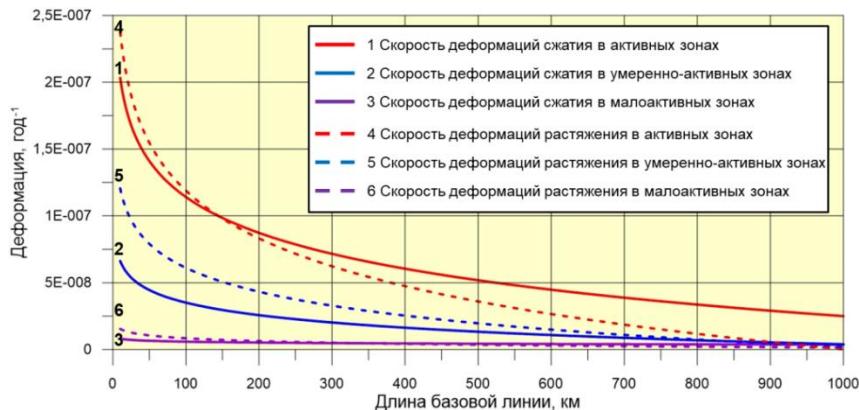
В работе [1] был выполнен анализ современной нормативной базы Ростехнадзора и рекомендаций МАГАТЭ по изучению современных движений и деформаций земной коры. Во всех документах регламентируется учет скорости горизонтальных и вертикальных современных тектонических смещений и градиент скорости неотектонических, четвертичных и современных движений земной коры (скорость деформации) [2]. В документе НП-064-17 [3] приводятся численные значения для оценки возможного воздействия на площадку ОИАЭ современных дифференцированных движений земной поверхности, которые должны измеряться инструментально (не геологическими методами). В указанных нормативах используются значений деформаций без учета их пространственной масштабируемости. Особенность учета масштабного эффекта заключается в том, что нормативные значения опасных деформации на геодинамических полигонах указываются вне привязки от расстояния или площади, на которую нормируется смещение. Таким образом, нормативная опасная деформация для разных дистанций или площадей может оказаться либо недостаточно высокой, либо слишком завышенной.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что в документах недостаточно четко определены количественные критерии районирования территории по степени опасности для скоростей горизонтальных движений. Однако невозможно выработать деформационные критерии состояния исследуе-

мого района, основываясь только на измерениях в рамках одного полигона. Для решения этой задачи, был создан каталог данных деформаций на различных геодинамических полигонах и обработан по методике, изложенной в работе [4].

В результате был получен набор уравнений регрессии, отражающих повышенные, пониженные и осредненные скорости деформаций в районах тектонически активных, умеренно-активных и слабоактивных. На рисунке 1 приведен график усредненных скоростей деформации между парами пунктов наблюдений (одномерная скорость деформации) рассчитанный по данным с разнообразных геодинамических полигонов мира. На графике отображены отдельно скорости деформаций сжатия и растяжения в зависимости от расстояния между пунктами наблюдений, уравнения регрессионных кривых приведены в таблице 1.

Полученные уравнения могут быть полезны в априорной оценке геодинамического режима района. В результате работы были продолжены исследования пространственной масштабируемости деформаций земной поверхности. Получены регрессионные зависимости деформаций земной поверхности от длины расстояния между пары пунктов измерений. Предложены новые подходы к анализу информации в результате мониторинга современных движений земной коры мест размещения радиационно опасных объектов с использованием GPS/ГЛОНАСС систем.



**Рис.1.** График осредненных скоростей деформации: 1 – сжатие в активных районах; 2 – сжатие в умеренно-активных районах; 3 – сжатие в малоактивных районах; 4 – растяжение в активных районах; 5 – растяжение в умеренно-активных районах; 6 – растяжение в малоактивных районах.

**Таблица 1.** Уравнения регрессий осредненных скоростей деформаций приведенных на рисунке 2.

№	Районы	Уравнение
1	Сжатие в активных районах	$\varepsilon = -3.872^{-8} \ln(L) + 2.925^{-7}$
2	Сжатие в умеренно-активных районах	$\varepsilon = -1.354^{-8} \ln(L) + 0.975^{-7}$
3	Сжатие в малоактивных районах	$\varepsilon = -9.756^{-10} \ln(L) + 1.043^{-8}$
4	Растяжение в активных районах	$\varepsilon = -5.154^{-8} \ln(L) + 3.563^{-7}$
5	Растяжение в умеренно-активных районах	$\varepsilon = -2.58^{-8} \ln(L) + 1.8^{-7}$
6	Растяжение в малоактивных районах	$\varepsilon = -3.04^{-9} \ln(L) + 2.25^{-8}$

### Литература

1. Кафтан В.И., Гвишиани А.Д. Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Методика и результаты определения движений и деформаций земной коры по данным ГНСС на геодинамическом полигоне в районе захоронения радиоактивных отходов // Современные проблемы дистанционного зондирования из космоса. – 2019. - №1. - с. 83 - 94. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-83-94.

2. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Оценка исходной сейсмичности района и площадки размещения объекта использования атомной энергии при инженерных изысканиях и исследованиях» 2018. РБ-019-18.
3. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии». 2017. НП-064-17.
4. *Manevich A.I., Tatarinov V.N., Kolikov K.S.* Detection of crustal deformation anomalies with regard to spatial scale effect // Eurasian mining. - 2019. - №2. - p. 19 - 22. DOI: 10.17580/em.2019.02.03.

*Manevich Alexandr Ilyich*

**ANALYSIS AND MONITORING OF DEFORMATION  
VELOCITIES OF THE EARTH'S SURFACE FOR AREA  
OF GEOECOLOGICAL HAZARDOUS OBJECTS**

*Geophysical Center RAS  
Mining Institute NUST "MISiS"*

The paper presents the results of calculations and analysis of modern deformations of the Earth's surface, presents the obtained distributions and regression dependences of deformation rates. On the revealed generalized dependencies it is possible to carry out a priori estimation of deformation territory of hazardous geoecological object location (either to specify the degree of tectonic activity, or to predict abnormally possible deformations).

*Медведева А.М.<sup>1</sup>, Бирюкова О.А.<sup>1</sup>, Кучеренко А.В.<sup>1</sup>,  
Ильченко Я.И.<sup>1</sup>, Чаплыгин В.А.<sup>1</sup>,  
Раджпут В.Д.<sup>1</sup>, Кизилкая Р.<sup>2</sup>*

**СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ZN, CU И Pb  
В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ В УСЛОВИЯХ  
АГРОГЕНЕЗА**

*<sup>1</sup>ФГАОУВО Южный Федеральный Университет*

*<sup>2</sup>Ondokuz Mayis University*

[medvedeva.estelior@yandex.ru](mailto:medvedeva.estelior@yandex.ru)

Приведены результаты многолетних исследований содержания и распределения Pb, Zn, Cu в черноземе обыкновенном агроценозов южной зоны Ростовской области. Рассматривается влияние различных агротехнологий – традиционной (с отвальной вспашкой) и ресурсосберегающих (минимальной и No-till) – на накопление и подвижность Pb, Zn, Cu в почве при выращивании озимой пшеницы. Общее содержание исследуемых элементов в черноземе соответствует фоновому уровню и не превышает допустимых концентраций. Низкая подвижность элементов (Pb – 2,0-3,0 %; Zn и Cu до 1,0 % в процентах от валовых) является региональной особенностью почв. Кроме того низкая обеспеченность почв Zn и Cu обусловлена их выносом с урожаем сельскохозяйственных растений при отсутствии восполнения микроудобрениями.

Почва является одним из основных природных ресурсов. Антропогенная нагрузка на почвы нередко сопровождается их деградацией, в том числе и загрязнением тяжелыми металлами. Среди множества антропогенных факторов, влияющих на изменение содержания тяжелых металлов в почве, принадлежит агротехнологиям. Интенсивное земледелие способствует изменению содержания соединений металлов в почве, что может негативно сказаться на качестве получаемого урожая, как за счет его снижения из-за недостаточного микроэлементного питания, так и в связи с загрязнением продукции особо опасными веществами [1]. В связи с широким внедрением ресурсосберегающих технологий, изучение

их влияния на подвижность тяжелых металлов в агроценозах юга России актуально.

Исследования проведены с 2014 по 2017 гг в ЗАО им. С.М. Кирова Песчанокопского района Ростовской области. Минимальная технология в хозяйстве используется с 2000 г, нулевая (прямой посев) – с 2008 г. По природно-экономическому делению данная территория входит в южную зону обыкновенных (предкавказских) чернозёмов с полузасушливым климатом. По Международной реферативной базе почвенных ресурсов (World Research Base) данный тип чернозема относится к Calcic Chernozems [2].

Образцы почвы отбирали по генетическим горизонтам в агроценозах озимой пшеницы, выращиваемой по различным технологиям: традиционной, минимальной и No-till. Этапом служила почва целинного участка.

Для определения подвижных форм Zn, Cu, Pb в почве использовали ацетатно-аммонийный буферный раствор (рН 4,8), с последующим применением атомно – абсорбционной спектрометрии (отношение почвы к раствору 1:10) [3]. Содержание валовых форм элементов определяли с помощью рентгено – флуоресцентного анализа на приборе «Спектроскан МАКС-GV».

Математическая обработка полученных результатов проведена методами корреляционного и дисперсионного анализов с использованием пакета программ STATISTICA 10.

Установлено, что содержание и распределение по профилю валовых форм Pb, Zn, Cu в черноземе обыкновенном карбонатном определяют специфические свойства изучаемых элементов и генетические особенности почвы. Свинец аккумулируется в гумусовом горизонте (Апа, А), уменьшается вниз по профилю, накапливаясь в нижних горизонтах - Вса и С (рис.1а). Для Zn и Cu характерно равномерное распределение по всему почвенному профилю (рис.2а и рис.3а).

Общее содержание Zn в верхнем гумусовом горизонте (Ап/ Ад) чернозема обыкновенного колеблется в пределах

71,8 - 88,3 мг/кг, Cu - 41,6 - 54,2 мг/кг, Pb - 25,3 - 31,9 мг/кг, что соответствует фоновому уровню данного региона [4, 5]. Поскольку Pb, Zn, Cu имеют атомную массу >40, к ним применим термин «тяжелые металлы» [6]. Согласно ГОСТ 17.4.02.-83, свинец и цинк относятся к 1 классу (особо токсичные), медь ко 2 классу (токсичные).

Экотоксикологическая оценка качества почвы производственных посевов озимой пшеницы и целинного участка показала отсутствие превышения ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) [7].

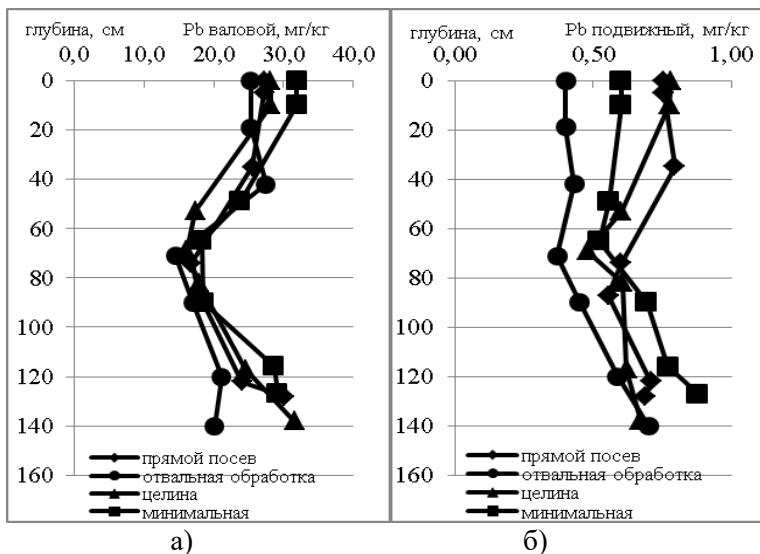


Рис. 1. Профильное распределение свинца в черноземе обыкновенном (а) валовой, (б) подвижный), мг/кг

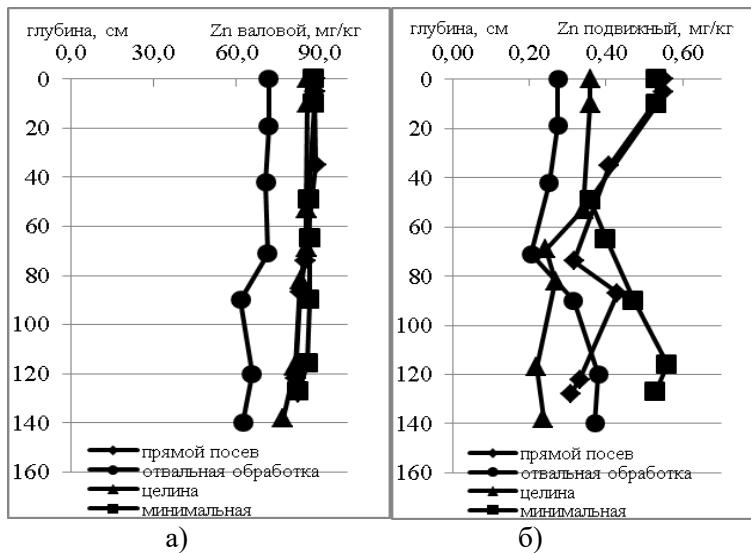


Рис. 2. Профильное распределение цинка в черноземе обыкновенном (а) валовой, (б) подвижный), мг/кг

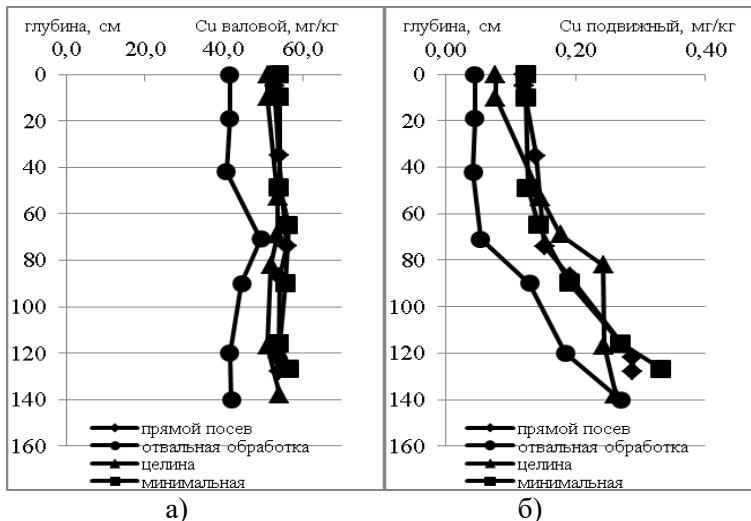


Рис. 3. Профильное распределение меди в черноземе обыкновенном (а) валовая, (б) подвижная), мг/кг

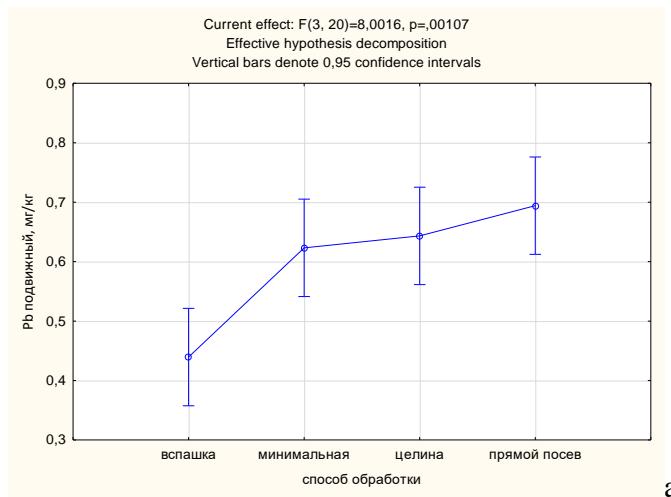
Более достоверную информацию о содержании и влиянии микроэлементов на экологическое состояние агроценозов несут их подвижные формы. Согласно полученным результатам чернозем обыкновенный карбонатный характеризуется низкой степенью обеспеченности подвижными соединениями Zn ( $< 2,0$  мг/кг) и Cu ( $< 0,2$  мг/кг), что, вероятно, связано с активным поглощением растениями и свидетельствует о недостаточном использовании цинковых и медьсодержащих удобрений.

Доступность для растений Cu и Zn в черноземных почвах Нижнего Дона в большой степени зависит от содержания карбонатов, наличия их высокодисперсной мицелярной формы в виде «карбонатной плесени» и слабощелочной реакции среды [4,5].

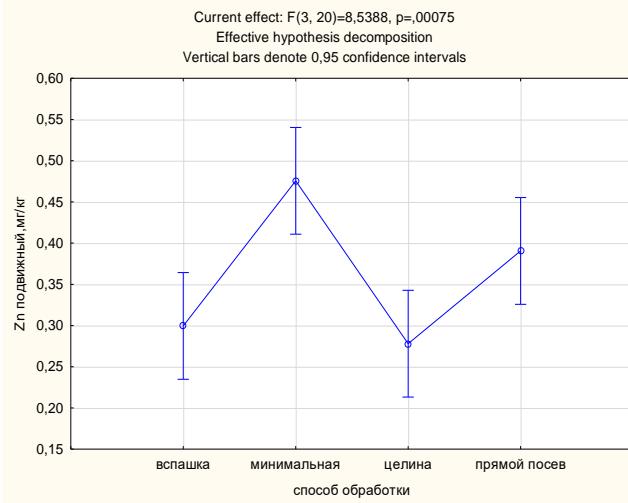
Применение ресурсосберегающих технологий, в том числе и нулевой, с использованием достаточно больших доз минеральных удобрений, интенсивного ухода за культурами

повышает содержание подвижных соединений Zn и Cu в почве, но степень обеспеченности осталась прежней.

Дисперсионный анализ полученных данных показал статистически значимое влияние способа обработки на содержание подвижного свинца и цинка (рис.4).



а)



б)

**Рис. 4.** Влияние способа обработки на содержание подвижных соединений свинца (а) и цинка (б) в черноземе обыкновенном

Органическое вещество является одним из основных компонентов почвы, влияющим на накопление тяжелых металлов. Выявлена прямая средняя зависимость общего содержания Pb и Zn ( $r = 0,56$ ;  $r = 0,57$  соответственно при 0,95 уровне доверительной вероятности) от содержания гумуса.

Обратная связь установлена между подвижными соединениями Си и содержанием гумуса( $r = -0,63$ ).

Данную зависимость можно рассматривать как ключевой фактор при оценке устойчивости агроценозов.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в рамках госзадания (Южный федеральный университет, проект FENW-2020-0028)

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в рамках госзадания (Южный федеральный университет) и гранта Президента, № МК-2818.2019.5

### *Литература*

1. *Бирюкова О.А., Ельников И.И., Крыщенко В.С.* Оперативная диагностика питания растений. Ростов/Д: Изд-во ЮФУ. 2010. 168с.
2. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome. 181 (2014)
3. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.:ЦИНАО, 1992. 61 с.
4. *Агафонов Е.В.* Микроэлементы-ТМ в исследованиях кафедры агрохимии ДонГАУ. Издательство ООО «Полиграфический комплекс ЭСМА-ПРИНТ», р.п. Каменоломни, 2012. 262 с.
5. *Бауэр Т. В., Минкина Т. М., Манджисеева С. С., Чаплыгин В. А., Невидомская Д. Г., Сушкова С. Н.* Фоновое содержание и состав соединений цинка, меди и свинца в черноземе обыкновенном естественных ландшафтов Ростовской области // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2015. № 4(20). С.186–199
6. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
7. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 10 с.

*Medvedeva A.M.<sup>1</sup>, Biryukova O.A.<sup>1</sup>, Kucherenko A.V.<sup>1</sup>,  
Ilchenko Ya.I.<sup>1</sup>, Chaplygin V.A.<sup>1</sup>, Rajput V. D.<sup>1</sup>, Kizilkaya R.<sup>2</sup>*

**CONTENTS AND DISTRIBUTION OF ZN, CU AND PB  
IN HAPLIC CHERNOZEM UNDER CONDITIONS  
OF AGROGENESIS**

*<sup>1</sup>Southern Federal University*

*<sup>2</sup>Ondokuz Mayis University*

The results of long-term studies of the accumulation and distribution of Pb, Zn, Cu in Haplic Chernozem of agroecosystems of the southern zone of the Rostov region are presented. The influence of various agricultural technologies - traditional (with dump ploughing) and resource-saving (minimal and No-till) - on the accumulation and mobility of Pb, Zn, Cu in the soil during the cultivation of winter wheat is considered. The total content of the studied elements in the Chernozem corresponds to the background level and showed no excess of the approximately permissible concentrations. Low mobility of elements (Pb - 2.0-3.0%; Zn and Cu up to 1.0% as a percentage of its total content) is a regional feature of soils. In addition, the low availability of Zn and Cu soils is due to their extraction with the yield of agricultural crops in the absence of micronutrient fertilizer replenishment.

**Миронова А.В., Черных Н.А.**  
**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ**  
**УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЦИНКОМ**  
**И СВИНЦОМ С УЧЕТОМ ПРОФИЛЬНОГО**  
**РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ СОДЕРЖАНИЙ ПРИ РАЗНОЙ**  
**СТЕПЕНИ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

*<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов*  
[mironova9098@mail.ru](mailto:mironova9098@mail.ru)

В статье рассматривается проблема неравномерного загрязнения почв урбанизированных территорий тяжелыми металлами. В качестве объекта исследования служат почвы двух районов Москвы, имеющих различную удалённость от источников техногенной нагрузки: территории вблизи МКАД (район Ясенево, проезд Карамзина) и территории вблизи Палеонтологического музея имени Ю.А. Орлова (Профсоюзная улица).

Почвы урбанизированных территорий испытывают высокую техногенную нагрузку, которая приводит к их загрязнению тяжелыми металлами. Поступление металлов в почвенный покров с выбросами промышленных предприятий и автотранспортом представляет опасность не только для конкретной почвенной среды, но и для живых организмов. Следует отметить, что загрязнение почв урбанизированных территорий тяжелыми металлами носит кумулятивный характер и обусловлено присутствием постоянной техногенной нагрузки разной степени.

Проблема неравномерного распределения тяжелых металлов в городских почвах при разной степени техногенной нагрузки заключается в том, что в природной среде почвы одновременно являются накопителями тяжелых металлов и загрязнителями среды, в том числе растений [1, 2]. В почвах урбанизированных территорий содержания большинства металлов по почвенному профилю не подчиняется закону нормального распределения; их концентрации на разных глубинах могут изменяться на несколько порядков. Сложность

изучения металлов в таких почвах связана с разнообразием форм их соединений, которые обладают разной степенью подвижности в почвенной среде [3].

Городские почвы, испытывающие высокую техногенную нагрузку, в верхних горизонтах содержат значительное количество тяжелых металлов, таких как цинк (Zn), медь (Cu), свинец (Pb). Для лесопарков, в которых почвы являются не нарушенными системами, содержание тяжелых металлов, как правило, снижается вниз по профилю [4].

Исследования проводились в нескольких районах города Москвы. Первый район приурочен к территории вблизи МКАД (район Ясенево, проезд Карамзина) 55.590861°, 37.533331°. Почвы данного района испытывает высокую техногенную нагрузку, представленной интенсивным движением автотранспорта

Второй район представляет собой лесопарковый участок, расположенный на территории Палеонтологического музея имени Ю.А. Орлова (Профсоюзная улица) 55.624847°, 37.519556°. Почвы территории лесопарка испытывают меньшее техногенное влияние ввиду того, что вблизи данной территории лесопарковой зоны нет источников загрязнения, представленных промышленными предприятиями и оживленными автомагистралями, поэтому участок вблизи Профсоюзной улицы можно рассматривать как «условно фоновую городскую территорию».

Отбор почвенных образцов производился методом конверта из слоя глубиной 0-100 см. В центре и по углам квадрата площадью 1x1 м отбирали 5 равных почвенных образцов, после чего их смешивали и получали интегральную почвенную пробу.

В ходе проведения исследования использовался атомно-абсорбционный метод, при помощи которого в 108 пробах почв было определено содержание подвижных форм соединений тяжелых металлов по почвенному профилю городских

почв, расположенных на разных территориях в зависимости от степени техногенной нагрузки.

На территории вблизи МКАД (рисунки 1 и 2) содержание соединений тяжелых металлов по профилю почвы неоднородно. Наибольшая их концентрация сосредоточена в верхних почвенных горизонтах на глубине 0-20 см. При этом с увеличением глубины содержание цинка и свинца постепенно уменьшается. Данные закономерности свидетельствуют о их поверхностном антропогенном характере накопления.



Рис. 1. Распределение подвижных соединений цинка по почвенному профилю вблизи Проезда Карамзина



Рис. 2. Распределение подвижных соединений свинца по почвенному профилю вблизи Проезда Карамзина

В почвах вблизи Профсоюзной улицы наибольшая концентрация соединений цинка наблюдается в верхнем почвенном горизонте на глубине 0-10 см, с увеличением глубины содержание элемента резко падает - в 4-5 раз (рис. 3).

Данный факт свидетельствует о том, что поверхностное загрязнение почв цинком происходит постоянно. Максимальное содержание свинца приурочено к нижним почвенным слоям на глубине 40-60 см, что свидетельствует о том, что в почвы изучаемой территории свинец не поступает в количествах, характерных для процессов загрязнения (рис.4).



Рис. 3. Распределение подвижных соединений цинка по почвенному профилю вблизи Профсоюзной улицы



Рис. 4. Распределение подвижных соединений свинца по почвенному профилю вблизи Профсоюзной улицы

### Литература

1. Соколов О.А. Экологическая безопасность и устойчиво развитие. Книга 1 / О.А. Соколов, В.А. Черников. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды // - Пущино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. - 164 с.
2. Черников В.А., Грингоф И.Г., Емцев В.Т. Агрозоология. Методология, технология, экономика. М.: Колос, 2004 - 400с.

3. *Водяницкий Ю.Н., Добровольский В.В.* Железистые минералы и тяжелые металлы в почвах. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1998. - 218 с.
4. *Лепнева О.М.* Влияние антропогенных факторов на химическое состояние почв города (на примере Москвы): автореф. канд. дисс., М., 1987. - 22 с.

*Mironova A.V., Chernykh N.A.*

**ASSESSMENT OF SOIL CONTAMINATION IN URBANIZED  
AREAS WITH ZINC AND LEAD, TAKING INTO ACCOUNT  
THE PROFILE DISTRIBUTION OF THEIR CONTENTS  
AT DIFFERENT LEVELS OF TECHNOGENIC LOAD**

*Peoples Friendship University of Russia*

The problem of irregular contamination of soils in urbanized territories with heavy metals is studied in this paper. The object of the study is the soil of two Moscow districts with different distance from the sources of anthropogenic load: the territory near the Moscow Ring Road (Yasenevo district, Karamzin proezd) and the territory near the Paleontological Museum named after Yu.A. Orlov (Profsoyuznaya Street).

**Морозова Т.В.<sup>1</sup> Архипова Е.В.<sup>1</sup>, Жигалин А.Д.<sup>2,3</sup>**

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ ХОВРИНО, Г. МОСКВА**

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

<sup>2</sup>*Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН;*

<sup>3</sup>*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова*  
[tatyana.moroz2019@mail.ru](mailto:tatyana.moroz2019@mail.ru)

Представлены результаты изучения эколого-геофизической обстановки в одном из районов на севере Москвы. Проанализирован общий характер распределения техногенных физических полей и проведена оценка их интенсивности. Представлены рекомендации по снижению негативного воздействия физических факторов на здоровье населения.

Одной из задач социальной стратегии в нашей стране на обозримое и отдаленное будущее является реализация права на жизнь в экологически чистой, здоровой и безопасной среде [1]. Увеличение городского населения и возрастание влияния геофизических факторов в пределах территорий городских поселений требуют особого внимания к тем эколого-геофизическим условиям, которые определяют степень комфорта и безопасности жизнедеятельности городского населения.

Город представляет собой обособленную природно-техническую развивающуюся систему, элементами которой являются природные и рукотворные объекты, могущие оказывать физическое (энергетическое) воздействие на формирование общей экологической обстановки. К числу таких объектов в городах могут быть промышленные предприятия, транспортные средства, строительные машины и механизмы, линии электропередачи и другие излучатели физических полей разного вида.

Складывающиеся на территориях крупных городов эколого-геофизические условия определяют уровень комфорта проживания большого количества людей и состояние

их здоровья. Современный человек на работе и дома подвергается воздействию электромагнитных полей (ЭМП) в широком диапазоне частот от 50 Гц - 500 кГц до 800 МГц - 2 ГГц. При этом ЭМП рассматриваются как фактор прямого экологического действия [2, 3].

Проблема антропогенного (техногенного) воздействия на окружающую среду и на население в городах требует всестороннего изучения и последующих целенаправленных действий по предотвращению и/или устраниению негативных последствий воздействия, снижению уровня заболеваемости, укреплению здоровья населения городов.

Целью представленной работы было изучение и анализ распределения техногенных физических полей, выявление аномальных участков с превышением показателей санитарно-эпидемиологических норм и разработка рекомендаций по снижению негативного воздействия электромагнитных полей низкой частоты на здоровье населения в районе Ховрино Северного административного округа г. Москвы.

Район Ховрино занимает территорию, приблизительно равную 4,5 кв.км, на которой проживает порядка 67 тыс. человек и считается перспективным районом в плане городского строительства. В районе практически отсутствуют промышленные предприятия; он характеризуется как тихое и спокойное место (относится к категории спальных районов) с большим количеством зеленых насаждений и общей благоприятной экологической обстановкой.

В то же время на территории района размещены 24 супермаркета, 2 торговых центра, городская транспортная сеть, три станции метрополитена, линии электропередачи и другие объекты инфраструктуры, являющиеся в той или иной мере интенсивности источниками электромагнитных полей промышленного и радиотехнического частотных диапазонов.

Измерения магнитного компонента электромагнитного поля (магнитной индукции, индукции) и гамма-излучения были проведены по системе профилей вдоль основных улиц

района, на перекрестках и рядом со станцией метро Ховрино, открывшейся в 2017 г. Измерения проводились в августе 2019 г. в утренние с 8:00 до 11:00 и вечерние с 18:00 до 20:00 часы. Измерения магнитной индукции выполнялись измерителем магнитных полей ИМП-05 [4] в соответствии с руководством по применению измерителя при температуре окружающего воздуха не ниже +10 °С. Исследования проводились по ортогональной сети наблюдений с расстоянием между точками не более 100 м. Осуществлялась координатная привязка точек измерения. В процессе измерений фиксировались атмосферное давление и температура воздуха. В каждой точке проводилось по 3 измерения: на высоте 0,5 м, 1,5 м и 1,8 м от поверхности земли. Результаты записывались в таблицу. Измеритель ИМП-05/1 соответствует требованиям ГОСТ Р 51070-97 [5]. В соответствии с техническим паспортом прибора, предельно допустимым экологически безопасным уровнем определена величина магнитной индукции 250 нТл.

Измерения уровня мощности ионизирующего гамма-излучения осуществлялись с помощью дозиметра Quartex RD 8901 в соответствии с требованиями технического паспорта, при благоприятных условиях окружающей среды. На каждой точке производились 3 цикла измерений. Регистрируемые осредненные значения мощности дозы гамма-излучения, измеренные в мкР/ч, записывались в таблицу результатов измерений. Общий объем измерений составил 100 физ. точек.

Результаты исследований представлены в виде таблиц измеренных значений геофизических характеристик и графиков изменения геофизических параметров (магнитной индукции) вдоль профилей (рис. 1, 2).

Анализ результатов показал, что на профилях, проходящих вдоль Зеленоградской улицы, параллельной Октябрьской железной дороге, Фестивальной улицы, превышения установленного безопасного экологического уровня в 250 нТл не наблюдается ни в одной из точек наблюдения.

Превышение допустимого экологического уровня величины магнитной индукции выявлено в трех точках на профиле вдоль улицы Клинской (рис.1).

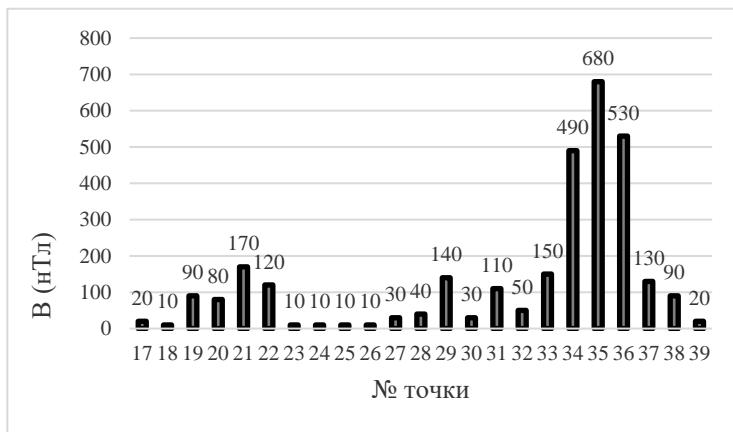


Рис. 1. Изменение величины магнитной индукции вдоль профиля по ул. Клинская в т.17-39, г. Москва

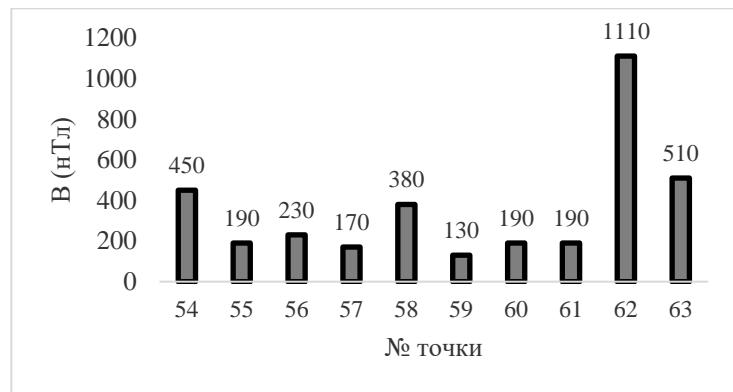


Рис. 2. Изменение величины магнитной индукции вдоль профиля по ул. Лавочкина в т.54-63, г. Москва.

Несколько иная ситуация наблюдается на улице Лавочкина, где фиксируются значительные превышения величины магнитной индукции над указанным допустимым экологическим уровнем (рис.2).

Исходя из общей городской обстановки, можно предположить, что повышение уровня магнитной индукции вдоль профиля на ул. Клинской вызвано особенностями городской застройки. Аномальные участки на профиле вдоль ул. Лавочкина скорее всего связаны с тем, что вдоль улицы располагается промышленная зона с высоким уровнем энергопотребления. Помимо этого, резкий скачок уровня магнитной индукции наблюдался рядом со станцией метро Ховрино.

При измерениях радиоактивного гамма-излучения участков превышений предельно допустимого уровня мощности дозы (20 мкР/ч) выявлено не было, но обратила на себя внимание хаотичное и неравномерное распределение гамма-фона вдоль исследованной территории. В ряде случаев наблюдались значения, близкие к установленной допустимой норме, однако не превышающие ее [5].

Проведенные исследования показали, что в пределах территории, где они проводились (примерно половина всего района Ховрино) эколого-геофизическую обстановку можно характеризовать как благополучную на фоне общей благоприятной экологической ситуации.

Обнаруженные малочисленные участки превышения допустимых экологических норм ЭМП (магнитной индукции) связаны с нахождением на территории района промышленной зоны (ул. Лавочкина) и некоторыми особенностями городской инфраструктуры (например, прокладкой электрических сетей, влияние станции метрополитена и др.).

Для обеспечения защиты от негативного влияния электромагнитных полей на здоровье населения исследуемого района необходимо снизить время пребывания людей в местах с уровнем магнитной индукции, превышающим рекомендуемый экологический порог в 250 нТл, а также рассредоточить по возможности торговые точки, уменьшив, таким образом, уровень энергопотребления каждой из них. Необходимо также обращать больше внимания на размещение объектов общегородского энергоснабжения в жилых массивах.

При измерениях фона радиоактивного гамма-излучения превышений предельно допустимого уровня выявлено не было. Неравномерное распределение гамма-фона характерно для всей территории г. Москвы. Некоторые аномальные участки находят обоснование своего существования, но не всегда и не на всей территории мегаполиса. В пределах исследованной территории таких аномальных участков выявлено не было.

### *Литература*

1. *Прохоров Б.Б. Экология человека. - 2-е изд. - М.: Издательский центр "Академия", 2003. - 320 с.*
2. *Богословский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К. Экологическая геофизика: учебное пособие для вузов / Изд-во МГУ, 2001 г - 250 с.*
3. Построение диалога о рисках от электромагнитных полей. ВОЗ: 2004 г. 66 с. Режим доступа [www.who.int/peh-emf/publications/.../russian\\_risk.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/.../russian_risk.pdf). (дата обращения: 14.02.2020).
4. Измеритель магнитного поля ИМП - 05. Руководство по эксплуатации ПАЭМ.411173.001РЭ, 16 с.
5. ГОСТ Р 51070-97. Измерители напряженности электрического и магнитного полей. Общие технические требования и методы испытаний.

*T. Morozova<sup>2</sup>, E. Arkhipova<sup>2</sup>, A. Zhigalin<sup>1</sup>*  
**ANALYSIS OF ECOLOGICAL AND GEOPHYSICAL  
SITUATION IN KHOVRINO DISTRICT, MOSCOW**

<sup>1</sup>*Lomonosov Moscow State University, Russia; The Schmidt Institute  
of Physics of the Earth RAS, Russia*  
<sup>2</sup>*“Dubna” State University, Russia*

The results of the study of the ecological and geophysical situation in one of the districts in the north of Moscow are presented. The general nature of distribution of technogenic physical fields was analyzed and their intensity was assessed. Recommendations are presented to reduce the negative impact of physical factors on the health of the population.

*Наумова К.О.<sup>1</sup>, Станис Е.В.<sup>1</sup>,  
Булдович Н.С.<sup>1</sup>, Сальников В.Г.<sup>2</sup>*

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ КАРЬЕРНОЙ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

*<sup>1</sup>Российский Университет Дружбы Народов*

*<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби  
[shunenkova\\_ko@pfur.ru](mailto:shunenkova_ko@pfur.ru)*

Разработка месторождений общепринятых полезных ископаемых осуществляется в основном открытым карьерным способом, существенным недостатком которого негативное влияние на все компоненты окружающей среды. В статье обоснована необходимость оценки геоэкологического состояния территорий с открытой добычей полезных ископаемых. Предложена усовершенствованная методика оценки устойчивости территории к воздействию карьерной добычи

Земли, нарушенные карьерами, отвалами, становятся часто непригодными для дальнейшего использования в качестве строительных площадок и для сельскохозяйственного использования. Они представляют из себя динамичную систему из техногенно-изменённых грунтов с новыми изменившимися физико-механическими и физико-химическими свойствами. В бортах карьеров развиваются различные инженерно-геологические процессы: осьпи, оползни, появляются трещины бокового отпора. Эти факторы необходимо учитывать при дальнейшем развитии, функционировании и рекультивации территорий в зоне расположения карьерной добычи.

В эколого-географических исследованиях предлагаются различные методики по определению устойчивости геосистем как в целом к антропогенному воздействию, так и при влиянии отдельных антропогенных факторов [1]. Наиболее распространена балльная оценка устойчивости. Часто к устойчивости геосистем подходят как к устойчивости ланд-

шафтов, например, методика В.Б. Карева и Н.Т. Кавешникова [2] с использованием коэффициента экологической устойчивости региональной территории. В.И. Папичев [3] полагает, что применяемые в настоящее время методы оценки не позволяют получить целостной интегральной оценки воздействия на окружающую среду и существующие методы не позволяют в полной мере оценить воздействие горного производства на основные компоненты природной среды. В связи с этим снижается надежность принятия решений для обеспечения экологической безопасности территории.

Геоэкологическая оценка территории по своей сущности является интегральной. При выборе критериев для ее проведения в первую очередь необходимо принимать во внимание особенности функционирования карьеров по добыче общепринятых полезных ископаемых (ОПИ) [4], поскольку они развиты практически повсеместно. Открытая их добыча имеет свою специфику при воздействии на окружающую среду по следующим причинам.

Виду небольшой мощности полезной толщи ОПИ, горнодобывающие работы ведутся «вширь», что значительно увеличивает площадь нарушенной территории.

Карьеры располагаются в виде небольших групп, занимающих определенную территорию, или точечно разбросаны на достаточно большой площади. Это приводит к неравномерности воздействия на окружающую среду.

Масштабы распространения зон влияния карьеров на природную среду зависят от вида добываемого сырья, способа разработки и размера карьера. Существует зависимость: чем больше мощность вскрышных и добычных работ, тем сложнее пространственная структура горнодобывающего комплекса [5].

Часто карьеры вскрывают подземные воды, которые затапливают дно карьеров и формируют искусственные водоемы, изменяя гидрогеологические условия территории.

Принимая во внимание все вышеперечисленные особенности, критериями для оценки геоэкологической ситуации в районах карьерной добычи, можно считать следующие:

Стадия развития горнопромышленного ландшафта. Она определяется сроком эксплуатации карьера.

Свойства добываемых пород, от которых зависит метод добычи, возникающие инженерно-геологические процессы, возможность рекультивации.

Площадь карьерного поля.

Зона техногенной аккумуляции (площади отвалов).

Эффективность использования горного отвода (отношение годового объема добычи к изымаемой площади земельных угодий).

Ресурсообеспеченность (соотношение между количеством разведанных запасов и объемами добычи).

Состояние окружающей среды оценивается через устойчивость среды по отношению к оказываемому на неё воздействию [6]. Методической основой для выделения факторов устойчивости послужила общая методика, предложенная К.И. Лопатиным и С.А. Сладкопевцевым [6,7]. Предлагаемая и усовершенствованная нами методика основывается на определении интегральной оценки устойчивости по комплексу выделенных показателей, осуществляемом в рамках шести последовательных этапов.

*Этап 1.* Ранжирование показателей по уровню значимости. На этом этапе для расстановки весов показателей по значимости используется метод анализа иерархий.

*Этап 2.* Определение границ показателей. В зависимости от качества, степени проявления показателя ему присваивается низкий, средний или высокий уровень.

*Этап 3.* Определение баллов. С помощью весов, найденных на первом этапе, определяется сумма баллов, приходящаяся на каждый из показателей. Для расчета удобно использовать правило Фишберна [8] (об уровне значимости

критериев известно только то, что они расположены по порядку убывания значимости):

$$Ki = \frac{2 * (N - n + 1)}{N * n + 1}$$

где  $Ki$  - максимальный балл для 1-го критерия,  $n$  - вес критерия;  $N$  - общее количество критериев.

*Этап 4.* Распределение баллов по трем уровням: а) в случае высокого уровня ставится максимальный балл показателя, рассчитанный по критерию Фишберна; б) для низкого уровня присваивается максимальный балл, деленный на три (количество уровней); в) уровни распределяются через величину  $d$ :  $d = (\text{балл высокого уровня} - \text{балл низкого уровня})/2$ .

*Этап 5.* Расчет баллов. Баллы суммируются по всем показателям. Получаем интегральную оценку, которая характеризует уровень устойчивости геосистемы к воздействию горнодобывающего комплекса.

*Этап 6.* Преобразование числовых данных в выводы.

В итоге может быть получено следующее заключение:

*Удовлетворительное геоэкологическое состояние территории* характеризуется полным прекращением горных работ (консервация карьеров, проведение комплекса рекультивационных мероприятий) и незначительными по масштабу и интенсивности нарушениями геологической и географической среды. Возможно восстановление большей части геосистем и ландшафтов.

*Напряженное геоэкологическое состояние территории* - горнодобывающее воздействие продолжается, увеличиваются размеры карьерного поля, уничтожается растительный покров, гидрологические условия не нарушаются или затрагиваются незначительно. Возможно частичное восстановление первоначальных геосистем и ландшафтов.

*Конфликтное геоэкологическое состояние территории* наблюдается в том случае, когда горными разработками затрагиваются все компоненты геосистемы: литогенная основа,

гидрогеологические условия, атмосфера, биота. Невозможно восстановление первоначальных природных систем.

Острота геоэкологического состояния территории определяется территориальным сочетанием геоэкологических проблем, вызванных открытой добычей, их интенсивностью. Ее напряженность возрастает с распространением нарушений на все компоненты природы.

### *Литература*

1. *Pavloudakis F., Galetakis M., Roumpos Ch.* A spatial decision support system for the optimal environmental reclamation of open-pit coal mines in Greece // International Journal of Mining, Reclamation and Environment - 2009 - Vol. 23 -№ 4.-С 291-303.
2. *Карев В.Б., Кавешников Н.Т.* Экологическая устойчивость региональной территории. // Межд. науч.-практ. конф. «Роль обустройства сельскихтерриторий в обеспечении устойчивого развития АПК». – М.: МГУ Природообустройства, 2007.-Ч.2.-С.69-73
3. *Патичев В.И., Прошиляков А.Н.* Оценка потребления ресурсов почвы карьерными отвалами. - Экологические системы и приборы, № 12, 2012. – с.51-56.
4. Распоряжение Государственной геологической службы МПР РФ от 7 февраля 2003 г. N 47-р "Об утверждении "Временных методических рекомендаций по подготовке и рассмотрению материалов, связанных с формированием, согласованием и утверждением региональных перечней полезных ископаемых, относимых к общераспространенным".
5. *Furmanova T.N., Petina M.A., Petin A.N.* Technogenic transformation of the environment of the Belgorod region in the field of production of common mineral resources (cm) // Scientific reports on resource issues / Intern. University of Resources.-2016. - Vol.1.-P. 64—68.
6. *Лопатин, К. И.* Проблемы геоэкологии/ К.И. Лопатин, С. А. Сладкопевцев. – М.: МДВ,2008. – 260 с.
7. *Хаванская Н.М.* Методические подходы к оценке устойчивости геосистем к воздействию добывающей промышленности // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3. Экономика и экология. – 2011. - №1(18). – С. 254-257.

8. Фишберн, П. Теория полезности для принятия решений / П. Фишберн. – М.: Наука, 1978. – 358 с.

*Naumova K.O., Stanis E.V.*

**ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL CONDITION  
IN THE AREAS OF MINERAL DEPOSITS PRODUCTION**

*Peoples Friendship University Of Russia*

The development of deposits of common mineral resources is carried out mainly by an open pit method, a significant drawback of which is the negative impact on all components of the environment. The article substantiates the need of geoecological assessment of open pit mines conditions. An improved technique for assessing the stability of geosystems to the effects of the mining industry is proposed.

*Наумова К.О., Станис Е.В.*  
**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ГЕОСИСТЕМЫ**

*Российский Университет Дружбы Народов*  
[shunenkova\\_ko@pfur.ru](mailto:shunenkova_ko@pfur.ru)

Обоснована необходимость оценки геоэкологического состояния карьеров открытой добычи полезных ископаемых. Выявлены основные подходы к изучению геоэкологических условий территорий, занятых горнопромышленными комплексами. Проведен анализ методологических подходов к выявлению устойчивости геосистем к горнодобывающему воздействию.

Добыча полезных ископаемых составляет важную часть экономики многих государств, включая Россию. Наряду с экономической эффективностью, карьеры отличаются сильным негативным влиянием на все компоненты окружающей среды. Проблема оценки влияния карьеров на территорию является интернациональной.

Земли, нарушенные карьерами и сопутствующими отвалами, становятся часто непригодными для дальнейшего использования в качестве строительных площадок. Нарушенные земли представляют из себя техногенно-изменённые грунты с новыми изменившимися физико-механическими и физико-химическими свойствами.

Московская область обладает мощной минерально-сырьевой базой, включающей месторождения 18 видов полезных ископаемых, в том числе общераспространенных полезных ископаемых: строительных песков, гравийно-песчаных материалов, карбонатных пород различного назначения, глинистого сырья для производства керамического кирпича и керамзита, торфа, сапропеля. В Государственном балансе по Московской области числится порядка 750 месторождений общераспространённых полезных ископа-

емых с общими запасами промышленных категорий более 2 млрд м<sup>3</sup>. [1]

Открытый способ добычи наносит наибольший ущерб окружающей природной среде: коренным образом изменяется литогенная основа ландшафта, нарушается гидрогеологический режим, при откачке подземных вод, в процессе добычи образуются депрессионные воронки и происходит заболачивание прилегающих территорий. На бортах карьеров и поверхности отвалов активизируются неблагоприятные инженерно-геологические процессы, уничтожается почвенно-растительный покров. Эксплуатация технологических дорог карьеров приводит к запылению атмосферы [2]. Нарушаются процессы накопления вещества и энергии в ландшафте и в итоге – исчерпание ресурсного потенциала [3].

Природные комплексы обладают определенными свойствами, свойствами, которые позволяют установить максимальные нагрузки на исходное состояние данной природной среды, допускающие возможность ее восстановления. К такие свойствам можно отнести устойчивость геосистемы. Устойчивость ландшафта в научной литературе трактуется по-разному: как постоянство характеристик объекта и неизменность их во времени; как прочность системы, которая измеряется величиной нарушающего его структуру воздействия; как способность ландшафта сохранять взаимные связи между параметрами возмущенной системы [4]. Согласно Н.Ф. Реймерсу [5, с. 544], устойчивость экосистемы – это ее способность сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов.

Зная пределы устойчивости геосистем, можно обосновывать и устанавливать максимальные нагрузки на их исходное состояние, допускающие возможность их восстановления, реализовывать цели экологического нормирования, экологогеографического прогнозирования и экспертизы.

Степень изученности геоэкологических условий различных территорий крайне неравномерна. На современном этапе

мало изучены геоэкологические условия территорий, занятых горнoprомышленными комплексами с открытым способом отработки, причем большинство исследований носит дискретный характер и не объединены общей методикой.

Все исследований условно можно разделить на три категории: к первой относятся исследования, посвященные выявлению общих закономерностей и механизмов воздействия, ко второй – работы, рассматривающие трансформацию какого-либо одного компонента или фактора геосистемы, а к третьей – работы, рассматривающие исключительно проблему рекультивации выработанных месторождений вне установления причинно-следственной связей и оказанных воздействий на эколого-геологические системы в период разработки [6].

Следует отметить, что в последнее время начинает формироваться четвертая группа – группа комплексной оценки состояния геоэкологических условий и на ее основе обоснования реабилитационных мероприятий для разрабатываемых месторождений твердых полезных ископаемых.

Оценка устойчивости к антропогенным нагрузкам может быть осуществлена в нескольких аспектах: при определении потенциальной устойчивости природных систем, т.е. зональной устойчивости [7], во-вторых, при определении устойчивости преобразованных природно-антропогенных систем.

Подводя итог, можно сделать вывод, что в геоэкологических исследованиях предлагаются различные методики по определению устойчивости природных комплексов как к комплексному антропогенному воздействию, так и к при воздействии отдельных антропогенных факторов, однако нет единой универсальной методики. Разнообразие и количество предлагаемых подходов, является индикатором важности, и в то же время сложности и проблематичности определения устойчивости геосистем. При этом сохранение устойчивости геосистем при техногенном воздействии является одной из основных проблем, возникающих при решении теоретических и прикладных задач при использовании открытой добычи полезных ископаемых.

## *Литература*

1. Информационный выпуск «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2018 г.» - Красногорск, 2019. – с.37-58.
2. *Станис Е.В.* Борьба с загрязнениями окружающей среды при эксплуатации технологических дорог карьеров // Маркшейдерский вестник. №2. – 1995.
3. *Хаванская Н.М.* Методические подходы к оценке устойчивости геосистем к воздействию добывающей промышленности // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3. Экономика и экология. – 2011. - №1(18). – С. 254-257.
4. *Чубилев, А.А.* Введение в геоэкологию (экологогеографические аспекты природопользования). Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 124 с.
5. *Реймерс, Н. Ф.* Природопользование. Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1980. – 637 с.
6. *Медведева С.Г, Королёв В.А.* О необходимости проведения инженерно-экологических изысканий на предпроектной стадии строительства карьеров.// Материалы годичной сессии Научн. совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии «XIV Сергеевские чтения»: «Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий», Москва, ИГЭ РАН, 22 марта 2012.- М.; РУДИ, 2012, с.345-349.
7. *Дончева А.В.* Ландшафт в зоне воздействия промышленности. – М.: Лесн. пром-ть, 1978. – 95 с.

*Stanis E.V., Naumova K.O.*  
**METHODOLOGICAL APPROACHES TO STUDYING  
OF THE MINING INDUSTRY IMPACT**

*Peoples Friendship University Of Russia*

The main approaches to the study of the geoecological conditions of the territories occupied by mining complexes are revealed in this paper. The analysis of methodological approaches to identify the stability of geosystems to mining impact is given.

**Невидомская Д.Г., Минкина Т.М., Федоров Ю.А.,  
Кравцова Н.Е., Литвинов Ю.А.**  
**ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ УСТЬЕВОЙ  
ОБЛАСТИ РЕКИ ДОН**

*Южный федеральный университет*  
[dnevdomskaya@mail.ru](mailto:dnevdomskaya@mail.ru)

На базе суммарного показателя загрязнения были построены картограммы распределения, позволившие установить категории загрязнения почв с учетом валового содержания тяжелых металлов и с учетом подвижных форм металлов устьевой области реки Дон. Показано, что исследуемые почвы при расчете валового содержания металлов преимущественно имеют допустимую категорию загрязнения, а с учетом их подвижных форм категории загрязнения почв изменяются от допустимой до чрезвычайно опасной.

Территория нижнего течения реки Дон охватывает один из наиболее плотно заселенных регионов Юга России, функционирование которого связано с высокоинтенсивной хозяйственной деятельностью на водосборных территориях и в акватории, способствуя поступлению загрязняющих веществ, среди которых значительная доля представлена тяжелыми металлами (ТМ). В этой связи, актуальным вопросом является разработка и применение показателей, отражающих фактическое экологическое состояние почвенного покрова [1].

Цель работы – на основе результатов долговременного мониторинга провести оценку загрязнения ТМ почвенного покрова устьевой области реки Дон и построить карты пространственного распределения по суммарному показателю загрязнения ( $Z_c$ ).

Исследования проводились на территории устьевой области реки Дон, куда входит участок реки от вершины дельты – станица Раздорская до места впадения вод Таганрогского залива в Азовское море [2]. Маршрутно-полевые исследования проводили в 2011-2019 гг. На площадках мониторинга с глу-

бини 0-20 см по стандартным методикам были отобраны почвенные пробы.

Валовое содержание Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd в почвах определяли рентген-флюоресцентным методом. Подвижные соединения ТМ переведены в раствор экстракцией 1 н ацетатно-аммонийного буфера, pH 4,8, соотношение почва : раствор 1 : 10, время экстракции 18 ч.

Для интегральной оценки уровня загрязнения почв ТМ рассчитан суммарный показатель загрязнения –  $Zc$  [3]:

$$Zc = \sum \cdot Kc - (n - 1),$$

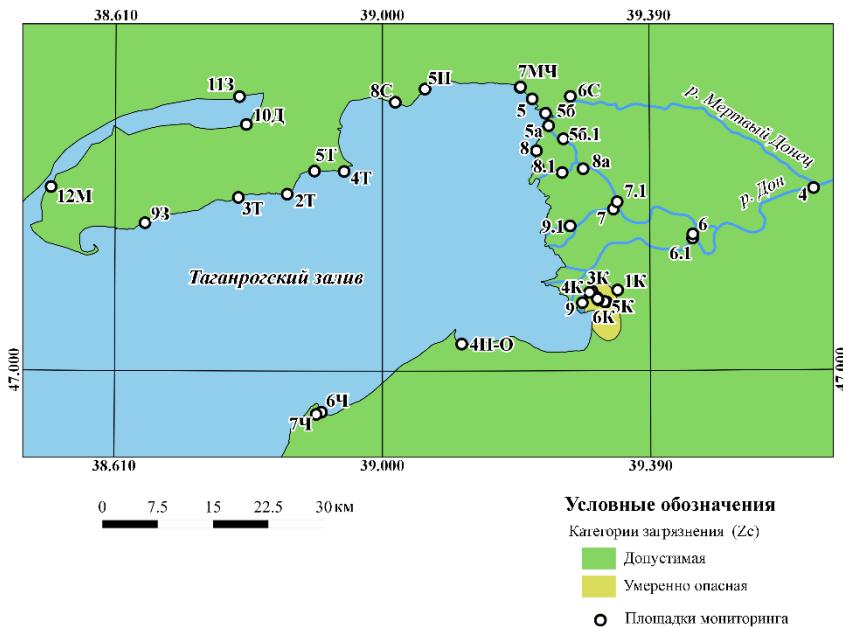
где  $Kc$  – коэффициент концентрации, равный отношению фактического общего содержания элемента в почве в его фоновому значению ( $Kc = Ci/Cf$ ),  $n$  – число учитываемых химических элементов с  $Kc > 1$ . Уровень загрязнения исследуемых почв ТМ сопоставляли с их фоновым содержанием [2].

С учетом валового содержания ТМ самая низкая величина  $Zc$  характерна для легких по гранулометрическому составу и малогумусированных почв площадок мониторинга, расположенных на побережье Таганрогского залива и приморской части дельты, а наиболее высокая – для суглинистых и гумусированных аллювиально-луговых почв. Почвы практически всех площадок мониторинга имеют допустимую категорию загрязнения ( $Zc < 16$ ), кроме района устья реки Кагальник с умеренно опасной категорией загрязнения почв ( $Zc = 16-32$ ) [4] (рис. 1).

Для оценки потенциальной биодоступности ТМ растениям, интегральный показатель загрязнения предложено модифицировать с учетом подвижных форм металлов:

$$Kc = Pj/Pf,$$

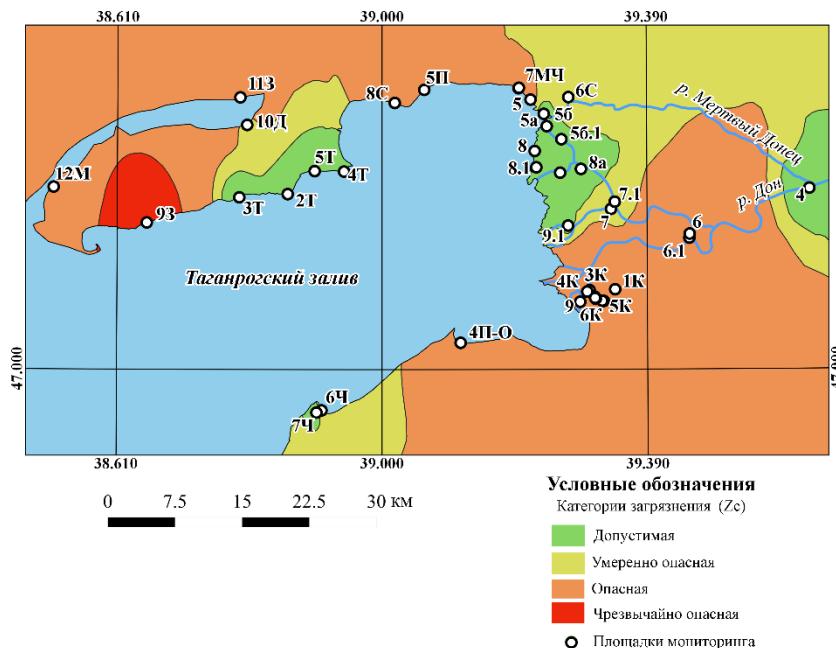
где  $Pj$  – фактическое содержание подвижных форм ТМ в почве,  $Pf$  – содержание подвижных форм ТМ в почве, принятой за фоновый аналог незагрязненной почвы [4].



**Рис. 1.** Картограмма распределения интегральной оценки загрязнения ( $Z_c$ ) почв с учетом валового содержания ТМ

С учетом подвижных форм соединений ТМ установлены более существенные различия в величинах  $Z_c$ , которые отличаются от суммарного показателя, рассчитанного по валовым содержаниям (рис. 2). На основании расчета  $Z_c$  по подвижным формам установлены категории загрязнения почв от допустимой ( $Z_c < 16$ ) до опасной ( $Z_c = 32-128$ ) и чрезвычайно опасной ( $Z_c > 128$ ). Категории загрязнения, установленные с учетом подвижных форм соединений ТМ объективно отражали уровень антропогенной нагрузки на почвенный покров. Наиболее загрязненные по величине  $Z_c$  площадки мониторинга приурочены к устьям малых рек (река Кагальник, Самбек) и проток, впадающих в Таганрогский залив, к территории Таганрогского порта и его терминалов, и к автодорожным мостам. Согласно данным категориям загрязнения использование почв под сельскохозяйственные культуры

должно быть ограничено, а выращивание растений-концентраторов исключается.



**Рис. 2.** Картограмма распределения интегральной оценки загрязнения ( $Z_c$ ) почв с учетом подвижных форм ТМ

Таким образом, использование предложенного суммарного показателя загрязнения ( $Z_c$ ) почв с учетом подвижных форм ТМ позволил на исследуемой территории, подверженной антропогенному воздействию, выявить участки с различной категорией загрязнения. Опасность загрязнения почв тем выше, чем ниже буферные свойства почв.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в рамках госзадания (Южный федеральный университет, проект FENW-2020-0028) и РФФИ 19-05-50097.

## *Литература*

1. *Minkina T., Fedorenko G., Nevidomskaya D., Pol'shina T., Fedorenko A., Chaplygin V., Mandzhieva S. et al.* Bioindication of soil pollution in the delta of the Don River and the coast of the Taganrog Bay with heavy metals based on anatomical, morphological and biogeochemical studies of macrophyte (*Typha australis* Schum. & Thonn) // Environmental Geochemistry and Health. 2019. <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00379-3>.
2. *Minkina T.M., Nevidomskaya D.G., Pol'shina T.N., Fedorov Yu.A., Mandzhieva S.S., Chaplygin V.A., Bauer T.B., Burachevskaya M.A.* Heavy metals in the soil-plant system of the Don River estuarine region and the Taganrog Bay coast // Journal of Soils and Sediments. 2017. Vol. 17. P. 1474-1491.
3. *Håkanson L.* An ecological risk index for aquatic pollution control – a sedimentological approach // Water Resources. 1980. Vol. 14, P. 975-1001.
4. Методические указания МУ 2.1.7.730-99 "Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест". 1999 г.

*Nevidomskaya D.G., Minkina T.M., Fedorov Yu.A.,  
Kravtsova N.E., Litvinov Yu.A.*

## **INTEGRAL ESTIMATION OF SOIL CONTAMINATION BY HEAVY METALS OF THE DON RIVER ESTUARY**

*Southern Federal University*

On the basis of an integral indicator of pollution, distribution maps were constructed that made it possible to establish the categories of soil pollution taking into account the total content of heavy metals and taking into account the mobile forms of metals of the Don River estuary. It is shown that the studied soils, based on total content, have an acceptable pollution category, and taking into account the mobile forms, the soil pollution categories vary from acceptable to extremely dangerous.

*Нестеренко М.Ю.<sup>1</sup>, Цвяк А.В.<sup>1</sup>, Капустина О.А.<sup>1</sup>,*

*Нестеренко А.М.<sup>1</sup>, Никифоров С.Э.<sup>2</sup>*

## **ОПАСНЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВОСТОЧНОГО ОРЕНБУРЖЬЯ**

*<sup>1</sup>ФГБУН «Оренбургский федеральный исследовательский центр  
УрО РАН»*

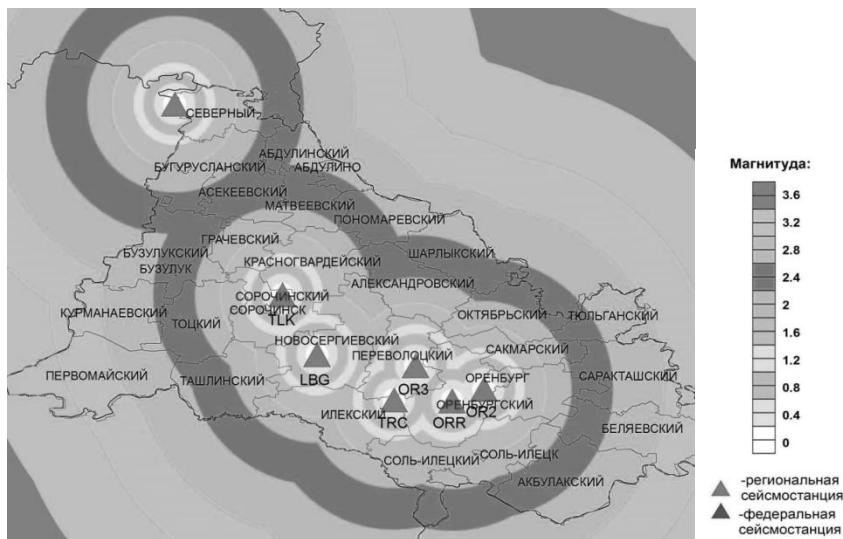
*<sup>2</sup>Горный институт НИТУ «МИСиС»  
[geoecol-onc@mail.ru](mailto:geoecol-onc@mail.ru)*

В статье поднята проблема опасных геодинамических процессов, происходящих в восточной части Оренбургской области. Выполнен анализ геодинамического состояния недр Оренбургской области. Предложен и обоснован эффективный мониторинг геодинамических процессов в восточной части Оренбургской области с использованием сейсмологической сети.

ФГБУН Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН совместно с ГУ МЧС России по Оренбургской области ведет мониторинг сейсмической и геодинамической активности в западной части Оренбургской области с 2005 г. На этой территории уверенно регистрируются сейсмические события с магнитудой  $M>2.0$ . Для уточнения параметров регистрируемых сейсмических событий используются данные сейсмических станций в Башкортостане и в Пермском крае. Мониторинг сейсмической активности в западном Оренбуржье позволил получить большой объем фактического материала о его геодинамике. Анализ данных позволил сделать вывод о значительном техногенном влиянии на сейсмическую активность недр региона. В районах эксплуатируемых месторождений углеводородов плотность выделившейся сейсмической энергии в три и более раз выше, чем в районах не подверженных техногенному воздействию [1-5]. На рис. 1 показаны регистрационные возможности существующей сети сейсмических станций.

В Оренбургском федеральном исследовательском центре УрО РАН вызывает обеспокоенность ситуация, сложившаяся

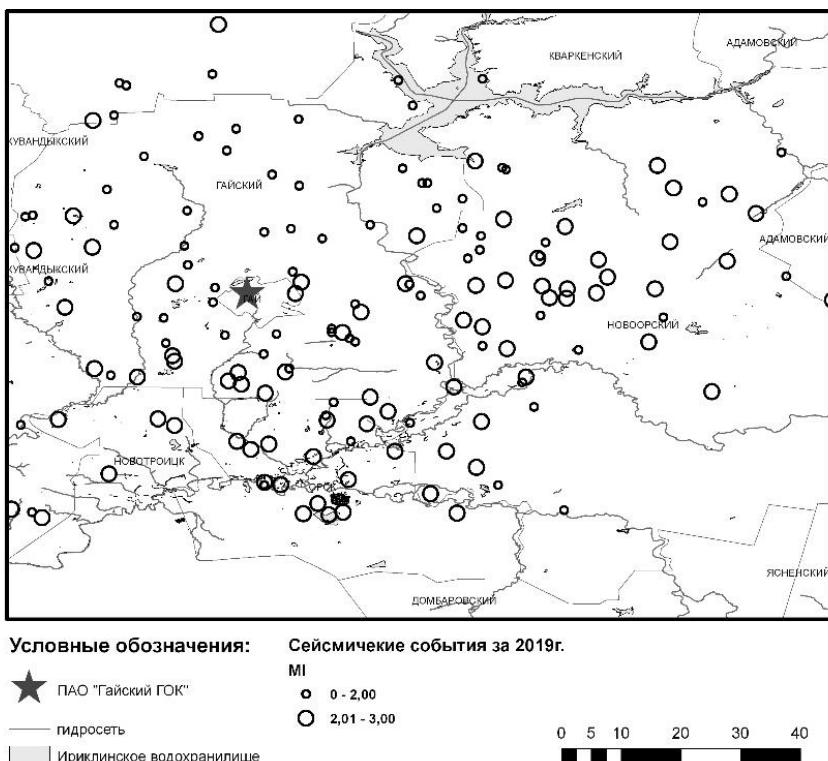
на карьерах и шахтах Гайского ГОКа в связи с регистрацией оседаний земной поверхности достигающих 50 см в год [6] и множества сейсмических событий в районе разрабатываемого месторождения с магнитудами  $M_L$  1.5-2.9. Указанные сейсмические события зарегистрированы станциями Оренбургского научного центра Уральского отделения РАН и Казахстанской сейсмологической сети, расположенными на большом расстоянии от района Гайского месторождения. Это не позволяет определять источник сейсмических событий, определять их природу (горный удар, тектоническое событие, взрыв и пр.), выявлять напряженные зоны в массивах горных пород и т.п.



**Рис. 1.** Регистрационные возможности сети сейсмических станций в западном Оренбуржье

Только в октябре 2019 года Казахстанский национальный центр данных зафиксировал более 10 событий, которые произошли на территории восточной части Оренбургской области с магнитудой от 1,5 до 3,2. На рис. 2 отмечены события с

магнитудой большее двух единиц, произошедшие в течение 2019 года.



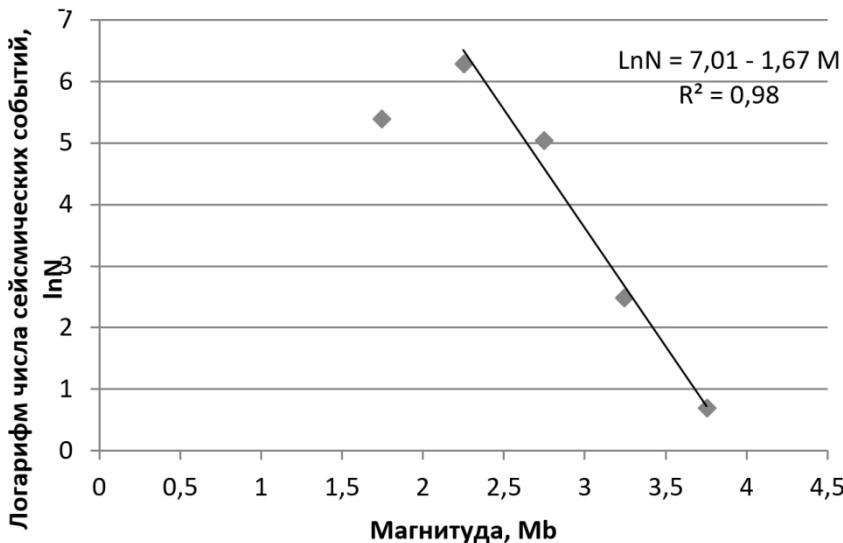
**Рис. 2.** Расположение сейсмических событий на карте Оренбургской области, зарегистрированных Казахстанским национальным центром данных за 2019 г.

Используя общеизвестные методы оценки сейсмического режима для природных и техногенных сейсмических событий, зарегистрированных в восточной части Оренбургской области сейсмостанциями, принадлежащими казахстанским коллегам составлено распределение сейсмических событий в зависимости от магнитуды, которое представлено в табл. 1.

**Таблица 1.** Распределение сейсмических событий в восточной части Оренбургской области в зависимости от их магнитуды

Диапазон магнитуд, $Mb$	(0; 2]	(2; 2,5]	(2,5; 3]	(3; 3,5]	(3,5; $+\infty$ )
Количество сейсмических событий, $N$	220	529	153	12	2
Логарифм числа сейсмических событий, $\ln N$	5,4	6,27	5,03	2,49	0,69

По данным представленным в таблице построен график повторяемости сейсмических событий за период с 2016г. по настоящее время (рис. 3).



**Рис. 3.** График повторяемости сейсмических событий в восточной части Оренбургской области

Выделяя линейный участок, получаем следующую зависимость логарифма числа сейсмических событий от магнитуды:

$$\lg N = 7,01 - 1,67 \cdot M.$$

Полученный результат можно интерпретировать следующим образом. Для природных и техногенных землетрясений, зарегистрированных на рассматриваемой территории, наблюдается отклонение от прямой, отражающей линейную взаимосвязь между магнитудой и числом событий (рисунок) в области слабых сейсмических событий с магнитудой менее 2.

Коэффициент наклона графика повторяемости, который является одним из основных показателей сейсмического режима, имеет абсолютное значение  $b=1,67$ , значительно превышающее обычную для естественной сейсмичности величину  $b=0,75$ , что характерно для техногенной и техногенно-индустриализированной сейсмичности. Следовательно, основным источником повышенной сейсмической активности недр в восточном Оренбуржье является техногенная нагрузка.

**Заключение.** Для исследования аномально высокой сейсмической активности в Восточном Оренбуржье, выявления ее причин и источников, уровня опасности, разработки мер уменьшения сейсмичности и повышения защищенности конкретных объектов социума, промышленности и энергетики необходим сейсмологический мониторинг. Сейсмические станции Казахстанского национального центра расположены на расстоянии нескольких сотен километров от крупных городов и объектов промышленности и энергетики и не позволяют получать в достаточном объеме и точности информацию о сейсмической активности восточного Оренбуржья. Созданная отделом геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН сейсмологическая сеть в западном Оренбуржье в связи с удаленностью и по геологическим условиям прохождения сейсмических волн через Уральские горы не может решить поставленные задачи. Для их решения необходимо создать сейсмологическую сеть из 3-4 сейсмических станций на территории сейсмической активности в Гайском и Новоуральском районах и вблизи

г. Орск и Гай, Ириклинской ГРЭС и Ириклинского водохранилища.

### *Литература*

1. *Gibowicz S.J., Lasocki S.* Seismicity induced by mining: Ten years later // *Adv. Geophys.* – 2001 – № 44. – PP. 39–180.
2. *Suckale J.* Induced seismicity in hydrocarbon fields // *Adv Geophys.* – 2009. – № 51. – PP. 55–106.
3. *Tsviak A.V., Nesterenko M.Yu., Nesterenko A.M.* Modern Technogenic Geodynamics of Platform Territories by Example of Southern Cis-Urals // Proceedings of the International Symposium “Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research” (ISEES 2018). – DOI:10.2991/isees-18.2018.100
4. *Нестеренко М.Ю., Нестеренко Ю.М.* Гидрогеологические процессы и их моделирование в районах добычи углеводородов на примере Южного Предуралья // *Вест. ОГУ.* – 2010. – № 9. – С. 122–127.
5. *Нестеренко Ю.М., Нестеренко М.Ю., Карпюк М.С.* Сейсмичность в районах добычи углеводородов Южного Предуралья // Проблемы анализа риска. – 2010. – Т. 7. – № 2. – С. 48-54.
6. *Горбунов В. А., Кантемиров Ю. И.* Результаты космического радарного мониторинга деформаций бортов и уступов карьеров ОАО «Гайский ГОК» и смещений земной поверхности и сооружений на промышленной площадке предприятия // *Геоматика.* – 2013. – №2. – С. 70-76.

*M. Nesterenko<sup>1</sup>, A. Tsviak<sup>1</sup>, O. Kapustina<sup>1</sup>,  
A. Nesterenko<sup>1</sup>, S. Nikiforov<sup>2</sup>*

### **DANGEROUS GEODYNAMIC PROCESSES OF THE EASTERN ORENBURG**

<sup>1</sup>*Orenburg Federal Research Center, Ural Branch of RAS*

<sup>2</sup>*NUST MISIS College of Mining, Moscow*

The article raises a problem of dangerous geodynamic processes taking place in the eastern part of Orenburg region. The analysis of subsoil geodynamic state of Orenburg region is completed. Effective monitoring of geodynamic processes in the eastern part of Orenburg region using a seismological network is proposed and justified.

**Нестеров Е.М., Фрумин Г.Т., Егоров П.И., Любимов А.В.**  
**ДИФФУЗНАЯ БИОГЕННАЯ НАГРУЗКА СО СТОРОНЫ**  
**ВОДОСБОРА МАЛЫХ ВОДОТОКОВ**

*Российский государственный педагогический  
университет им. А.И. Герцена*  
[nestem26@mail.ru](mailto:nestem26@mail.ru)

В статье рассмотрены способы оценки биогенной нагрузки малых водотоков урбанизированных территорий на примере р. Новая. Рассчитаны значения поступления со стороны водосбора в р. Новую соединений фосфора и азота: 0,072 т/год для фосфора общего и 0,066 т/год для азота общего.

Исследование диффузного загрязнения любого водного объекта неизбежно охватывает совокупность процессов взаимодействия поверхностных и подземных вод на водосборной территории с режимом антропогенного влияния. В научных исследованиях и проектной практике математическое моделирование является наиболее эффективным инструментом для анализа процессов диффузного загрязнения водных объектов и водных экосистем [1].

Водосбор реки Новой находится в юго-западной части Кировского района Санкт-Петербурга и примыкающей к нему части Красносельского района. Для решения задачи о расходе воды в реке Новая было применено следующее уравнение [2]:  $R = 0,0089 \times F$ , где  $R$  – расход воды для площади водосборного бассейна  $\leq 500 \text{ км}^2$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $F$  – площадь водосборного бассейна,  $\text{км}^2$ . Тогда среднегодовой расход  $R = 0,091 \text{ м}^3/\text{с}$ . Существуют достаточно тесные связи между площадью бассейна и длиной главной реки:  $F = aL^n$  (1.2), где  $a$  и  $n$  – географические параметры. Например, для европейской части России  $a = 0,58$ ,  $n = 1,75$ . Длина реки Новой  $L = 5 \text{ км}$ , тогда  $F = 9,7 \text{ км}^2$ .

Для расчётов использованы данные о содержании фосфора ( $\text{P}_2\text{O}_5$ , %) в почвах водосборного бассейна реки Новая.

Проанализировано на содержание фосфора 120 проб (площадь одной площадки 100 м<sup>2</sup>). Статистическая обработка результатов анализа показала следующее: среднее содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,206655%, максимальное 0,482022%, минимальное 0,097119%, стандартная ошибка 0,0739%. В результате пересчёта установлено, что в обследованных почвах водосбора реки Новой (0,012 км<sup>2</sup>) содержание фосфора составляет 0,108 кг (0,09% фосфора). Содержание фосфора в почвах всего водосбора реки Новой (9,7 км<sup>2</sup>) ориентировочно составит 0,087 тонн.

Согласно [3] дерново-подзолистые, глеевато-легкосуглинистые и среднесуглинистые почвы содержат 0,14-0,16% фосфора. Дерново-подзолистые легкосуглинистые, развивающиеся на моренном суглинке – 0,09-0,12% фосфора. Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые моренными суглинками, – 0,07-0,12% фосфора. Дерново-подзолистые песчаные – 0,06-0,08%. Для ориентировочной оценки содержания в почвах водосбора реки Новой азота были сопоставлены концентрации 15 химических элементов, содержащихся в почвах водосбора, с их распространённостью в почвах (кларками).

**Таблица 1** Содержание химических элементов в почвах водосбора р. Новой (С) и кларки, мг/кг

Элемент	Кларк	Содержание	Элемент	Кларк	Содержание
S	850	442,6	Ga	30	14,8
Sc	7	9,27	As	5	3,2
V	100	85,6	Rb	100	125,7
Cr	200	52,9	Sr	300	154,5
Co	8	6,92	Ba	500	654,9
Ni	40	23,3	La	40	49,1
Cu	20	23,1	Pb	10	28,5
Zn	50	86,4	-	-	-

По данным, приведённым в таблице была установлена следующая зависимость:  $\ln C = 0,401 + 0,865 \ln[\text{Кларк}]$ ,  $n = 15$ ;  $r = 0,926$ ;  $r^2 = 0,857$ ;  $\sigma_{y(x)} = 0,584$ ;  $F_p/F_T = 17,0$ . Здесь  $n$  – коли-

чество химических элементов,  $r$  – коэффициент корреляции,  $r^2$  – коэффициент детерминации,  $\sigma_{y(x)}$  – стандартная ошибка,  $F_p/F_t$  – отношение расчётного значения критерия Фишера к табличному при уровне значимости 95%. Математическая модель адекватна ( $F_p > F_t$ ) и может быть использована для предсказания содержания в почвах водосбора реки Новой других химических элементов, так как  $F_p/F_t > 4$ . Валовое количество азота в почвах изменяется от 0,02-0,05% в дерново-подзолистых песчаных до 0,2-0,5% в черноземах.

Другой вариант оценки содержания азота на водосборе реки Новой базируется на распространённости азота в почвах. Такого содержание азота в одной пробе почвы – 1000 мг/кг, а на территории всего водосбора (97000 проб) 0,097 т. Второй показатель, использованный для расчётов, – количество осадков. Суммарное количество осадков в Санкт-Петербурге в 2018 г. составило 530 мм. Существенная часть биогенных веществ, поступивших на водосбор от различных источников удерживается водосбором и различными звеньями гидрографической сети. В результате итоговая нагрузка на водный объект составляет лишь часть поступления биогенных веществ на водосбор.

Расчёты выполнялись по модели *ILLM* — *Institute of Limnology Load Model*, разработанной в Институте озероведения РАН на основе отечественного и зарубежного опыта моделирования выноса биогенных веществ с водосборных территорий [4-6], а также рекомендаций ХЕЛКОМ по оценке нагрузки на водные объекты бассейна Балтийского моря [7].

Конечным итогом моделирования является количественная оценка нагрузки на водоем со стороны водосбора и отдельных ее составляющих. Рассредоточенная (диффузная) нагрузка формируется за счет выноса веществ со всей площади водосбора. Это эмиссия химических веществ из почв, смыв поверхностных загрязнений [8]. В работе для расчета удержания химических веществ водосборами и их гидрографической сетью использована эмпирическая модель, разра-

ботанная в Институте водной экологии и внутреннего рыбоводства Германии.

Расчеты показывают, что увеличение площади водных объектов, выраженное в % от общей площади водосбора, приводит к увеличению удержания биогенных элементов и соответственно к снижению значений выноса веществ с водосбора. Значения эмпирических параметров  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $a_2$  и  $b_2$  задаются в соответствии с данными таблице 1 [9].

Таблица 2. Значения эмпирических параметров

Элемент	Площадь водосбора	$a_1$	$b_1$	$a_2$	$b_2$
Фосфор общий	Для всех водосборов	26,6	-1,71	13,3	-0,93
	$< 1000 \text{ км}^2$	41,4	-1,93	57,6	-1,26
	1000-10000 $\text{км}^2$	21,7	-1,55	9,3	-0,81
	$> 10000 \text{ км}^2$	28,9	-1,80	26,9	-1,25
Азот общий	Для всех водосборов	-	-	1,9	-0,49
Азот общий	Для озер	-	-	7,28	-0,49

Для водосбора реки Новой  $W=0,1\%$ , а атмосферные выпадения фосфора незначительны. При расчётах эти показатели были исключены. Модуль выноса фосфора ( $\text{кг}/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$ ) с водосбора равен  $L/(1000A)$ , а его фоновая (природная) составляющая равна  $L_{\text{nat}}/(1000A)$ .

В обобщённом виде результаты проведённого исследования представлены в таблице 3. В работе [2] приведены максимально допустимое поступление (экспорт) и максимально допустимые модули стока биогенных элементов на субакватории Балтийского моря. Максимально допустимый экспорт в Финский залив фосфора общего 4860 т/год, а азота общего 106680 т/год. Эти величины существенно превышают общую нагрузку на реку Новую со стороны её водосбора: 0,072 т/год для фосфора общего и 0,066 т/год для азота общего.

**Таблица 3** Диффузная биогенная нагрузка со стороны водосбора реки Новой

Биогенный элемент	Общая нагрузка, кг/год	Фоновая нагрузка кг/год	Антропогенная нагрузка, кг/год
Фосфор общий	72	10	62
Азот общий	66*	-	-

Примечание. \*Результат следует рассматривать как ориентировочный.

Таким образом, оценка диффузной биогенной нагрузки с водосбора реки Новой на реку Новая показала, что верховья и часть среднего течения реки находятся в зоне интенсивного сельского хозяйства. Данная категория земель представляет определенную опасность для гидросистемы в связи смытом почвы в систему гидромелиорации и, следовательно, в русло реки. Заметное влияние на состояние реки оказывают объекты на урбанизированных участках и выделах. Урбанизированные объекты абсолютно преобладают на водосборе и занимают 2/3 от его площади.

### *Литература*

1. Раткович Л.Д., Маркин В.Н., Глазунова И.В., Соколова С.А. Факторы влияния диффузного загрязнения на водные объекты // Строительство и архитектура. 2016. №3. – С.64-75.
2. Фрумин Г.Т. Расчёт допустимой биогенной нагрузки на трансграничные водные объекты. Методическое пособие. – СПб.: РГГМУ, 2013. – 27 с.
3. Минеев В.Г. Агрохимия: Учебник. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Издательство МГУ, Издательство «КолосС», 2004. – 720 с.
4. Кондратьев С.А., Голосов С.Д., Зверев И.С., Рябченко В.А., Дворников А.Ю. Моделирование абиотических процессов в системе водосбор – водоем (на примере Чудско-Псковского озера). – СПб.: Нестор-История, 2010. – 104 с.
5. Кондратьев С. А., Казьмина М. В., Шмакова М. В., Маркова Е. Г. Метод расчета биогенной нагрузки на водные объекты. Региональная экология, 2011, № 3-4. – С. 50–59.

6. *Behrendt H., Dannowski R.* Nutrients and heavy metals in the Odra River system. – Weissensee Verlag Publ., Germany. 2007. – 337 p.
7. Guidelines for the compilation of waterborne pollution to the Baltic Sea (PLC-water). – HELCOM, Helsinki. 2005. – 80 p.
8. *Кондратьев С.А.* Формирование внешней нагрузки на водоемы: проблемы моделирования. – СПб.: Наука. 2007. – 255 с.
9. *Behrendt H., Opitz D.* Retention of nutrients in river systems: dependence on specific runoff and hydraulic load // *Hydrobiologia*. 1999, N 410. – P. 111-122.

*Nesterov Evgenii Michailovich, Frumin Grigorii Tevelevich,  
Egorov Pavel Igorevich, Lyubimov Alexander Vladimirovich*  
**DIFFUSIVE BIOGENIC LOAD FROM THE CATCHMENT  
AREA OF SMALL WATERCOURSES**

*Herzen State Pedagogical University of Russia*

The study of the dependence of the trophic level of the water reservoir on the amount of phosphorus and nitrogen entering it led to the development of the so-called load concept, which is based on the idea of the existence of a quantitative relationship between the amount of phosphorus intake and the reaction of the reservoir. The maximum allowable export to the Gulf of Finland is 4860 t/year of total phosphorus and 106680 t/year of total nitrogen. These values significantly exceed the total load on the Novaya river from its catchment area: 0.072 t/year for total phosphorus and 0.066 t/year for total nitrogen.

*Нестеров Е.М., Беляков Т.В., Дуброва С. В., Егоров П.И.*

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
И ПОЧВОГРУНТОВ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ**

*Российский государственный педагогический университет им.*

*А.И. Герцена*

[nestem26@mail.ru](mailto:nestem26@mail.ru)

Аналитические данные по пробам донных отложений водотока р. Новая позволили выявить зоны и источники загрязнения, определить характер влияния антропогенного фактора на состояние реки. Установлено, что донные осадки делятся на слабо-, умеренно- и опасно загрязненные. Почвогрунты по суммарному показателю загрязнения относятся к допустимой категории.

Геохимических исследований поверхностных донных отложений (далее - ДО) проводились на различных участках малого водотока (р. Новая, СПб) включали определение содержания органического вещества (по ППП), Р, N, макро- и микроэлементов [1]. Произведена оценка общехимической загрязненности и санитарного состояния ДО. Опробование ДО проведено в четыре этапа в течение года. Химический анализ ДО проведен по аттестованным методикам в испытательном центре ООО «Тасис».

Перечень определяемых показателей включает в себя: pH, валовые содержания металлов (Cd, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn), As, нефтепродукты, бенз(а)пирен, азот аммонийный, фосфатион, органическое вещество. К макроэлементам относятся, содержаниями более 0,01% (Cu, Pb, Zn, Ni), микроэлементы от 10-6 до 0,01 % (Cd, As). Выбранные для анализа тяжелые металлы определены как приоритетные загрязнители для водотока. Степень загрязнения ДО оценивалась по стандартизованным значениям содержаний, загрязняющих поллютантов в соответствии с рекомендациями нормативного документа: «Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга. Региональ-

ный норматив». Состав стандартных отложений: 10% содержания органического вещества и 25% содержания глинистой фракции. Произведен пересчет концентраций загрязняющих веществ в нестандартных донных отложениях на концентрации их в стандартных донных отложениях. Результаты исследований сопоставлялись с данными полученными ранее для Северо-Запада РФ и СПб [2-5].

В соответствии с установленным региональным нормативом классификатором, ДО водных объектов СПб подразделяются на 4 уровня и V классов: 1) Целевой уровень: если концентрации загрязняющих веществ ниже целевого уровня, ДО считаются чистыми. Такие отложения относятся к классу 0; 2) Предельный уровень: концентрации загрязняющих веществ до этого уровня представляют максимально приемлемый риск, как для здоровья людей, так и для природы. ДО, концентрации загрязняющих веществ в которых находятся между целевым и предельным уровнями, принадлежат классу I. Эти отложения считаются слабозагрязненными; 3) Проверочный уровень: при определенных условиях загрязняющие вещества в ДО, концентрации которых ниже этого уровня, могут оказывать негативное воздействие на чистую водную среду. ДО с концентрацией загрязняющих веществ между предельным и проверочным уровнями принадлежат классу II. Они считаются умеренно загрязненными; 4) Уровень, требующий вмешательства: если концентрация загрязняющих веществ превышает проверочный уровень класса II, она считается показателем сильного загрязнения донных отложений. ДО с концентрацией загрязняющих веществ между проверочным уровнем и уровнем, требующим вмешательства, принадлежат классу III. Загрязненность этих отложений считается от умеренной до сильной. ДО, концентрация загрязняющих веществ в которых превышает уровень, требующий вмешательства, считаются опасно загрязненными и принадлежат классу IV.



Рис. 1. Схема отбора проб на р. Новая (М:1:20000)

Экохимическая характеристика ДО. По результатам интерпретации данных лабораторных исследований установлено, что в соответствии с Региональным нормативом осадки,

отобранные на станциях 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17 – слабозагрязненные; 4, 5, 18 – умеренно-загрязненные; 12, 19, 20, 21 – опасно загрязненные.

Для изучения источников загрязнения р. Новая и необходимости обеспечения расчёта диффузной биогенной нагрузки нами проведена оценка загрязнения почвогрунтов водосбора. Отбор проб почвогрунтов производится в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84. Загрязненность почвогрунтов оценивалась по валовому содержанию металлов (V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb) и As [5]. Определение сети станций опробования и отбор проб проводились в соответствии с рекомендациями, изложенными в пп. 4.19 и пп. 6.17 СП 11-102-97. Для оценки фонового состояния почв и грунтов использованы данные, приведенные в СП 11-102-97. Оценка степени загрязнения почвогрунтов осуществлялась путем сравнения измеренных значений содержания поллютантов с нормативами, установленными ГН 2.1.7.2041-06 (ПДК химических веществ в почве) и ГН 2.1.7.2511-09 (ОДК химических веществ в почве), а также по показателям, предложенным М.Ю. Постоловой [6].

В ходе изысканий на площади водосбора отобрано 120 проб почвогрунтов. Анализ результатов опробования показывает, что в 13 пробах присутствует превышение значения ПДК As, в 1 пробе – Pb, в 18 пробах – Zn, в 6 пробах – Cu и в 1 пробе – Ni. Во всех пробах интегральный показатель загрязнения не превышает нормативное значение (16), Zc варьирует от 1 до 11,7, что соответствует допустимому уровню загрязнения почвогрунтов (таб.1).

В результате опробования почв и грунтов показано, что основным загрязнителем почвогрунтов на изученной территории являются цинк, наблюдается превышение ПДК в 18 отобранных пробах. Интегральный показатель загрязнения не превышает нормативное значение. Пробы по степени химического загрязнения, по суммарному показателю загрязнения можно отнести к допустимой категории загрязнения.

Дальнейшие исследования могут быть связаны с изучением донных отложений и почвогрунтов на всю глубину разреза, что позволит восстановить временную динамику загрязнений и сформулировать сценарии развития экологических обстановок.

**Таблица 1.** Оценка степени химического загрязнения почвогрунтов\*

Категории загрязнения	$\Sigma$ показатель загрязнения (Zc)	Содержание в почве (мг/кг)					
		I класс опасности		II класс опасности		III класс опасности	
		Органич. соедин.	Неорган. соедин.	Орган. соедин.	Неорган. соедин.	Органич. соедин.	Неогр. соедин.
Чистая	-	от фона до ПДК					
Допустимая	< 16	1-2 ПДК	2 фон. значений - ПДК	1-2 ПДК	2 фон. значений - ПДК	1-2 ПДК	2 фон. значений - ПДК
Умер. опасная	16 – 32					2-5 ПДК	от ПДК до Kmax
Опасная	32 – 128	2-5 ПДК	от ПДК до Kmax	2-5 ПДК	от ПДК до Kmax	> 5 ПДК	> Kmax
Чрезвычайно опасная	> 128	> 5 ПДК	> Kmax	> 5 ПДК	> Kmax		

\*по СанПиН 2.1.7.1287-03

### Литература

1. Интерпретация геохимических данных: Учебное пособие / Е.В. Скляров и др.; Под ред. Е.В. Склярова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288с.
2. Нестеров Е.М., Тимиргалиев А.И., Маслова Е.В. Оценка техногенного воздействия на городскую среду на основе изучения геохимии донных отложений // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2008. – №2. – С. 96-99.
3. Постолова М.Е., Нестеров Е.М., Попков Н.Б. Оценка экологического состояния городских почв центра Санкт-Петербурга метод

- дами каппаметрии и элементной геохимии // Проблемы региональной экологии. 2017. №5. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32748498> (дата обращение 28.02.2020).
4. *Lebedev S.V., Kulkova M.A., Zarina L.M., Nesterov E.M.* Assessment of long-lived radionuclides (3h, 14c) and heavy metals in snow cover of urban areas as indicators of environmental pollution (st. petersburg, russia) Processes and Phenomena on the Boundary Between Biogenic and Abiogenic Nature collection of papers presented at VI International Symposium. 2020. C. 297-313.
5. *Nesterov E., Egorov P., Markova M., Morozov D.* Geochemical indication of bottom sediments in the north-west of the east european plain // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2019. №19 (3.1), с. 699-707.
6. *Постолова М.Е., Нестеров Е.М., Мингареева Е.В.* Содержание тяжелых металлов в почвах разных сроков отбора География: развитие науки и образования Коллективная монография. Ответственные редакторы В.П. Соломин, В.А. Румянцев, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. 2018. С. 167-171.

*Nesterov Evgenii Michailovich, Belyakov Timofei Viktorovich,*

*Dubrova Stanislav Viktorovich, Egorov Pavel Igorevich*

## **GEOCHEMICAL RESEARCHES OF SURFACE BOTTOM SEDIMENTS AND SOILS OF SMALL RIVERS**

*Herzen State Pedagogical University of Russia*

Analytical data on samples of bottom sediments of the Novaya river made it possible to identify areas of pollution, sources of pollution and determine the nature of the influence of man-induced factors on the state of the river. It is evaluated that bottom sediments are divided into slightly polluted, moderately polluted, and dangerously polluted. Soils in the total pollution indicator belong to the acceptable category.

*Orlov M.C.*

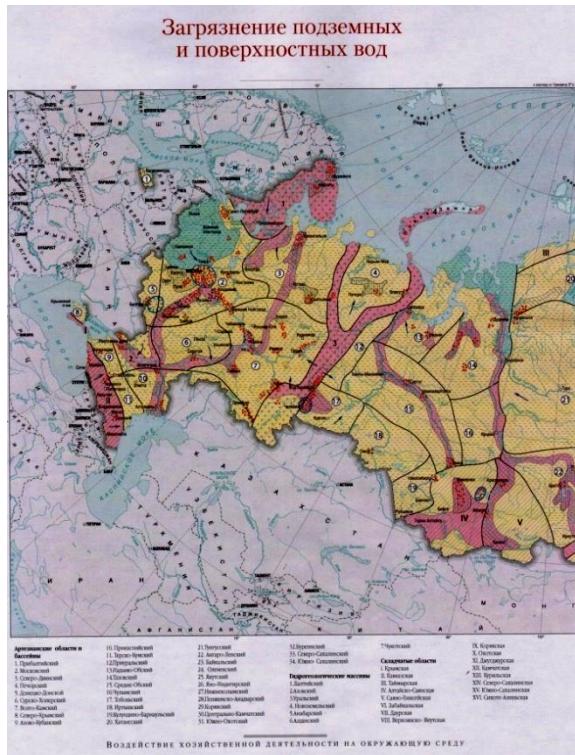
## **ОБОСНОВАНИЕ ЛЕГЕНДЫ К КАРТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД РОССИИ**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
[orlov1940@mail.ru](mailto:orlov1940@mail.ru)*

Представлена оригинальная карта России, на которой в обзорном масштабе 1:20 млн. показаны основные гидрогеологические структуры и области существующего и потенциального загрязнения природных вод. Охарактеризованы условия защищенности подземных вод и объекты хозяйственного воздействия на них приведшие к ухудшению их качества. Демонстрируется легенда к карте, текст пояснительной записки и схемы охраны, защиты и реабилитации подземных вод.

В 2019 году в России вышел Экологический Атлас, где собраны обзорные карты масштаба 1:20 000 000. Атлас предназначен для планирующих органов, учителям и ученикам средних школ, студентам и широкому кругу читателей.

По предложению составителей автором была составлена карта загрязнения природных (подземных и поверхностных) вод на территории Российской Федерации (рис.1). Актуальность такой карты очевидна и определяется изменениями государственных границ (например, воозвращение Крыма в Россию), разработкой новых представлений о гидрогеологическом, геологическом и ландшафтном районировании страны, а также подготовкой национальной программы «Экология».



**Рис. 1. Фрагмент карты загрязнения подземных и поверхностных вод**

Построение мелкомасштабной карты предполагает существенную генерализацию исходной информации, использование самых общих позиций в изображении характерных особенностей территорий. Такими особенностями стали, в первую очередь, определенная приуроченность подземных вод к выделенным гидрологическим структурам: артезианским бассейнам, гидрологическим массивам и горно-складчатым областям.

Так, на карте выделены: 33 Артезианских бассейна, 16 Гидрологических массивов и 15 Горно-складчатых областей. В качестве основы для районирования использованы материалы Государственных докладов «О состоянии окру-

жающей среды...» с 1993 г. [ 1 ] и монография «Гидрогеология СССР» [ 2 ].

- Общедоступные карты и атласы СССР и России, с информацией о населении, хозяйственной деятельности и состоянии окружающей среды,

- Государственные гидрогеологические карты обзорных масштабов (от 1:100000 и мельче) из коллекции карт кафедры гидрогеологии Геологического ф-та МГУ.

Следует отметить, что на упомянутых картографических источниках применены различные принципы изображения, т.е. подробность и детальность соответствовали масштабам и степени изученности, но основу гидрогеологического районирования всегда составлял структурно-геологический принцип – приуроченности гидрогеологических таксонов к геологическим структурам: антиклиналям, предгорным прогибам, щитам и антеклизам, зонам древней и недавней складчатости. Следует так же отметить и традиционную направленность в использовании гидрогеологических карт. Они всегда составлялись и составляются для оценки подземных вод как природного ресурса, как полезного ископаемого, для суждения об их запасах для организации водоснабжения, строительства курортов на минеральных (лечебных) водах, для поисков и разведки промышленного и гидротермального сырья.

К карте (рис.1) приложена небольшая по объему пояснительная записка, в которой, кроме пояснения легенды, дается представление о формировании подземных вод в выделенных структурах, об использовании подземных вод и о разнобразии их состава.

Поскольку подавляющее число городов и иных населенных пунктов приурочено к речным долинам, принято допущение о том, что техногенные причины приводят к загрязнению как подземных, так и поверхностных вод. При этом дано представление о защищенности грунтовых вод, о строении и мощности зоны аэрации, о соотношении напоров грунтовых

и межпластовых вод. В криолитозоне показаны мощные сквозные талики под крупными реками. В районах расположения крупных водозаборов и систем водопонижения на эксплуатируемых месторождениях полезных ископаемых показаны обширные воронки и области депрессии напоров межпластовых вод и ореолы перетекания в них загрязненных грунтовых вод. Места выклинивания или размыва региональных водоупоров (разделяющих толщ) показаны как гидрогеологические окна. К пояснительной записке и к картам приложены несколько схематических рисунков, показывающих методы охраны, защиты и реабилитации загрязненных водоносных горизонтов (рис.2).

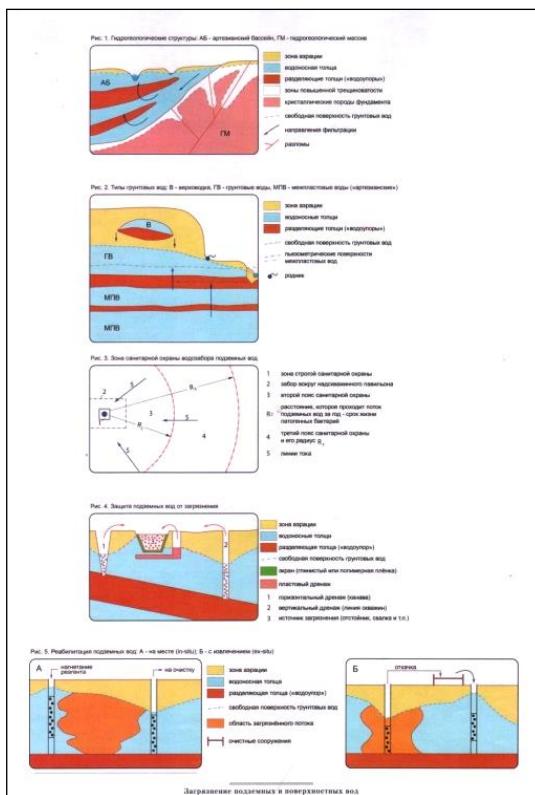


Рис. 2. Фрагмент пояснительной записки

Среди этих методов: зоны санитарной охраны водозаборов, экраны, противофильтрационные завесы, дренажи различной конструкции, промывки горизонтов «*in-situ* - на месте» и «*ex-situ* - с извлечением».

Поверхностные воды меньше защищены от загрязнения, но легче и быстрее справляются с ним посредством разбавления, переноса и использования емкости донных отложений. Подземные же воды защищены лучше, но существенно труднее и дольше очищаются из-за малой проницаемости и большой емкости. Общая закономерность здесь схожа с медициной – профилактика в 100 раз дешевле (и эффективней) лечения. Лучше не допускать загрязнения, чем потом без уверенной надежды на успех очищать загрязненные подземные воды.

### *Литература*

1. Государственные доклады «О состоянии окружающей среды...» в Российской Федерации и по ее регионам, издаваемым периодично с 1993 года
2. Монография «Гидрогеология СССР» (под. ред. А.В. Сидоренко) в 50 томах, М. , Недра .1962 г.

*Orlov M.S.*

### **SUBSTANTIATION OF THE LEGEND TO THE MAP OF SURFACE AND GROUND WATER POLLUTION IN RUSSIA**

*M.V. Lomonosov Moscow State University*

An original map of Russia is presented, showing at an overview scale of 1:20 million the main hydrogeological structures and areas of existing and potential natural water pollution. Groundwater protection conditions and objects of economic impact on them, which led to deterioration of their quality, are described. A legend to the map, an explanatory note and a scheme for protection, protection and rehabilitation of groundwater are demonstrated.

**Рукавицын В.В.**  
**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ  
СРЕДЫ КАК ОСНОВА РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ  
МЕРОПРИЯТИЙ**

*ФГБОУ ВПО Российской Государственный геологоразведочный  
университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ)*  
[vadichruk@list.ru](mailto:vadichruk@list.ru)

Мероприятия по реабилитации территории необходимо планировать на предпроектной стадии и закладывать с учетом особенностей территории. Поэтому определение устойчивости геологической среды является основой реабилитационных мероприятий и помогает оптимизировать процесс их планирования и внедрения.

XXI век характеризуется значительным ростом антропогенной нагрузки на окружающую среду, ростом зон экологического бедствия или неблагополучия, масштабами загрязнения природных компонентов. В мире происходит увеличение доли обезлесенных и пустынных территорий, сокращается биоразнообразие. Многие экологические проблемы приобрели трансграничный характер. Концепция Устойчивого развития пока является благим устремлением человечества, так как она в настоящий момент не реализована полностью и мир не перешел на модель коэволюции человека и Природы. Поэтому возрастаёт необходимость в организации и осуществлении реабилитации окружающей природной среды, в совершенствовании системы управления природопользованием и природоохранной деятельностью. Этую задачу помогает выполнить учет устойчивости геологической среды на ранних этапах строительства.

Проблема определения устойчивости геологической среды на сегодняшний день крайне актуальна, но при этом является довольно сложной. Главным образом вследствие того, что нет четкого механизма ее определения.

Однако в случае выбора участка для строительства такая оценка является крайне необходимой. Ведь на предпроект-

ной стадии нужно оценивать не только технические качества участка строительства, но и то, как возможные вмешательства в природную среду отразятся на ней, а также как среда может потом повлиять на объект строительства.

Эта реакция природной среды зависит не только от свойств самой среды, но и от характера техногенного воздействия. Геологическая среда не является исключением и тоже реагирует на антропогенную нагрузку.

Понятие устойчивости геологической среды подразумевает ее способность подавлять внешние импульсы и длительное время сохранять свои функции, как описывал «устойчивость» Бондарик Г.К. [1].

Информация, получаемая при определении устойчивости геологической среды, является востребованной, но для ее получения требуется проведение инженерных изысканий. Вопрос стоит в том, в какой момент можно начинать моделирование устойчивости геологической среды и как лучше использовать эту информацию.

Инженерные изыскания подразделяются на три стадии: предпроектная (Технико-экономическое обоснование); проектная; рабочая документация.

На начальной стадии используются сравнительно-геологические методы прогноза, дополняемые отдельными поверочными расчётами, а также вероятностно-статистические методы. На последующих стадиях, когда выполняется детальное обоснование схем размещения отдельных сооружений и возрастает необходимость в количественных моделях, применяются в большом объёме методы моделирования [2].

Определение уровня устойчивости геологической среды чаще всего осуществляется на стадии проекта и рабочей документации. При этом наиболее полезной эта информация является для предпроектной стадии, поскольку, зная уровень устойчивости геологической среды, можно более достоверно обосновать место расположения объекта строительства, оп-

тимизировать объем изысканий, сконцентрировав основные усилия в местах повышенного риска, получить необходимую информацию для принятия проектных решений. Поэтому при включении определения устойчивости геологической среды в программу инженерных изысканий на предпроектной стадии можно значительно сократить объем дальнейших исследований, снизив экономические затраты.

При этом после определения устойчивости геологической среды необходимо разработать план реабилитационных мероприятий для территории на случай чрезвычайной ситуации. Геологические особенности территории во многом будут определять комплекс мероприятий, наиболее подходящих для конкретной местности. При этом для более точного и правильного составления плана реабилитации территории комплексный параметр устойчивости геологической среды лучше рассматривать покомпонентно.

Общая схема для выбора места строительства объекта и разработки плана реабилитации территории в случае чрезвычайной ситуации будет выглядеть следующим образом.

На предпроектной стадии определяется устойчивость геологической среды, что позволяет быстрее выбрать место расположения объекта и скорректировать объем изысканий.

Затем определяются покомпонентные особенности устойчивости геологической среды и в соответствии с ними выбираются мероприятия по реабилитации. Отдельные мероприятия применяются для противодействия воздействия оползням, отдельные по реабилитации территории при активизации карстовых процессов и т.д.

В итоге составленный на предпроектной стадии план реабилитации территорий позволит уменьшить объемы проектирования и упростить реабилитацию территории в случае чрезвычайной ситуации, так как ещё до начала проектирования будет понятно к чему именно нужно готовиться и чему противодействовать для оптимизации строительства и эксплуатации сооружения.

## *Литература*

1. *Бондарик Г.К.* Системный подход при инженерно-геологических прогнозах. Доклад 27-го Международного геол. конгресса. Инж.-геол. секц. С-17, т.17. Москва. Наука. 1984.
2. *Трофимов В.Т.* Инженерно-геологическое прогнозирование. 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bigenc.ru/geology/text/2011706> (дата обращения 04.01.2020)
3. *Рукавицын В.В.* Анализ состояния экосистем крупных городов методами машинного обучения // Научно-методический журнал. Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2018. – №1. – С. 79-88.
4. *Рукавицын В.В.* Машинное обучение в экологическом прогнозировании // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Наука о земле на современном этапе». М.: ООО "Издательство "Спутник+" - 2014 - с.62-64.
5. *Рукавицын В.В.* Определение уровня устойчивости геологической среды с применением методов машинного обучения. // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2018» / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. М.: МАКС Пресс, 2018.
6. *Экзарьян В.Н., Рукавицын В.В.* Методика оценки уровня устойчивости экосистем при помощи машинного обучения // Известия высших учебных заведений. Научно-методический журнал. Геология и разведка. - 2015 - №1 - с.38-42.

*Rukavitsyn V.V.*

## **GEOLOGICAL ENVIRONMENT STABILITY ACCESSMENT AS THE BASIS OF REHABILITATION ACTIVITIES**

*Russian State Geological Prospecting University n.a. Sergo Ordzhonikidze (MGRI)*

Measures for the territory rehabilitation must be planned at the pre-design stage and take into account the territory peculiarities. Therefore, the assessment of the geological environment stability is the basis of rehabilitation measures and it helps to optimize the process of their planning and implementation.

*Саласар Флорес К.А.*

**ОБРАЗОВАНИЕ ТРОПОСФЕРНОГО ОЗОНА  
В ГОРОДАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ  
В ВЫСОКОГОРНОЙ МЕСТНОСТИ: НА ПРИМЕРЕ  
ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА Г. КИТО**

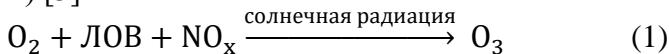
*Российский Университет Дружбы Народов*  
[1032165890@rudn.ru](mailto:1032165890@rudn.ru)

Высокие концентрации тропосферного озона представляют опасность для всех форм жизни на Земле, особенно в городах, где атмосферные условия способствуют образованию подобного загрязнителя. Данное исследование было проведено для оценки ежемесячного поведения и взаимосвязи между диоксидом азота и солнечной радиацией, влияющие на формирование тропосферного озона в городе Кито-Эквадор, расположенного в высокогорной местности.

Во всем мире различные природоохранные законы регулируют содержание озона на уровне земной поверхности и ввиду того, что озон является загрязняющим веществом, необходимо контролировать его содержание в атмосфере [1].

Мониторинг содержания озона в атмосферном воздухе важен по двум причинам: влияние, которое он оказывает на здоровье населения, и непосредственное влияние на окислительную способность атмосферы [2].

Озон образуется в результате фотохимических реакций с участием оксидов азота, кислорода и летучих органических веществ (ЛОВ) [3].



По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) на каждые 300 метров высоты ультрафиолетовая солнечная радиация увеличивается на 4% из-за уменьшения слоя воздуха [4].

Цель данного исследования определить ежемесячную динамику поведения концентрации солнечной радиации, диок-

сида азота и тропосферного озона, а также их взаимодействие в дневное время суток.

Кито находится на высоте 2890 метров над уровнем моря и расположен на линии экватора. В данном исследовании была использована информация, полученная со стационарного поста наблюдения «Гуамани», которая находится на высоте 2700 м над уровнем моря [5].

Концентрации тропосферного озона обрабатывались за период с января по декабрь 2019г. между 10:00 и 17:00, поскольку в этом промежутке времени как правило концентрации выше по сравнению с другими временными интервалами. В общей сложности было получено 8580 данных. Из-за разброса данных профили были получены с использованием медианы, а не среднего значения.

Для определения связи между озоном, солнечной радиацией и диоксидом азота были рассчитаны коэффициент корреляции Спирмена в программе SPSS, данный подход аналогичен подходу, используемый Parra [6].

**Таблица 1** Месяцы с самыми высокими концентрациями солнечной радиации

Месяц	Время суток	Концентрация, Вт/ м <sup>2</sup>
Июль	11.00	781,50
Август	13.00	753,88
Сентябрь	11.00	823,49
Декабрь	10.00	825,48

Согласно таблице 1 самая высокая концентрация солнечной радиации была зафиксирована в сентябре, это связано с равноденствием в этом месяце, явление, при котором солнечные лучи падают перпендикулярно на экваторе [7].

В таблице 1 видно, что профили концентрации достигают своего максимального значения в период с 10.00 до 13.00, а не ровно в полдень, потому что в городах, расположенных

на большой высоте, образование облаков в полдень прерывистое из-за попадания сухого воздуха в атмосферу [8].

**Таблица 2** Месяцы с самыми высокими концентрациями тропосферного озона

Месяц	Время суток	Концентрация, мкг/м <sup>3</sup>	% превышения ПДК (40 мкг/м <sup>3</sup> )
Март	13.00	60,26	50,65
Сентябрь	11.00	73,30	83,25
Октябрь	11.00	63,78	59,45
Декабрь	12.00	52,90	32,25

Как видно из таблицы 2 самая высокая концентрация озона была зафиксирована в сентябре. В отличие от профиля концентрации диоксида азота (см. таб. 3) самая высокая концентрация озона зафиксирована не в часы пик, а в часы с высоким уровнем солнечного излучения.

**Таблица 3** Месяцы с самыми высокими концентрациями диоксида азота

Месяц	Время суток	Концентрация, мкг/м <sup>3</sup>
Январь	20.00	24,64
Февраль	20.00	25,99
Март	19.00	30,69
Ноябрь	19.00	25,55

По данным таблицы 3 видно, что диоксид азота, являющийся основным загрязнителем, достигает максимума в часы пик. Кроме того, концентрация диоксида азота достигает минимальных значений концентрации в тот же промежуток времени когда регистрируется самая высокая концентрация озона и солнечной радиации.

**Таблица 4** Коэффициент ранговой корреляции Спирмена

Озон - Солнечная радиация	0.723, p<0.05
Озон - Диоксид азота	-0.580, p<0.05

Согласно таблице 4 установлено, что существует сильная положительная корреляция между озоном и солнечной радиацией (высокое солнечное излучение оказывает положительное влияние на кинетику образования озона) и умеренная отрицательная корреляция между озоном и диоксидом азота. Умеренная отрицательная корреляция обусловлена тем фактом, что в городе с неинтенсивным движением транспортного потока, например, в городе Кито, из двух наиболее важных прекурсоров озона ( $\text{NO}_2$  и ЛОВ), диоксид азота ограничивает образование озона, но в этом случае без существенных различий по сравнению с ЛОВ.

На основании полученных результатов определено, что в городе Кито солнечная радиация по сравнению с диоксидом азота оказывает большее влияние на формирование тропосферного озона, поэтому в месяц с самой высокой солнечной радиацией была зафиксирована самая высокая концентрация озона, превышающая ПДК на 83%.

### *Литература*

1. *Дерябин В.А.* Экология : учебное пособие / В.А. Дерябин, Е.П. Фарафонтова. Екатеринбург: Изд-во Урал. 2016. –136 с.
2. *Cazorla M.* Análisis de datos horarios de radiación solar y ozono en la ciudad de Cuenca, Ecuador // Logros en ciencia y tecnología. Universidad San Francisco, 2013. –p. 67-78.
3. *Элвингсон П., Агрен С.* Воздух и окружающая среда: учебное пособие. Гетеборг, Швеция. 2004. –174 с.
4. *Elvingson P., Agren S.* Air and the Environment: Gothenburg: Swedish Ngo Secretariat. 2004. –174 p.
5. *Алексеевой А. А.* Гидрометеорологические прогнозы: учебное пособие. М.: Выпуск, 2014. –156 с.
6. *Ochoa N., Santos M.* Modeling and simulation of a solar-Thermal system for its efficient implementation in Quito. // IEEE Latin America Transactions. 2016. –p. 2271-2279.
7. *Parra R.* Efecto del fin de semana en la calidad del aire de la ciudad de Cuenca, Ecuador. // Logros en ciencia y tecnología. Universidad San Francisco, 2017. –p. 17-28.

8. *Pallo F., Pamela C.* Análisis comparativo entre la radiación solar y la actividad solar en Quito y sus efectos sobre la salud: monografía. Quito, 2017. –p. 54).
9. *Orbe V.* Relación de la lluvia con la purificación del aire en Quito: monografía. Universidad Tecnológica Equinoccial, 2012. –p. 98).

*Salazar Flores Cristian Alexander*

**THE FORMATION OF TROPOSPHERIC OZONE IN CITIES  
LOCATED IN THE HIGHLANDS: A CASE STUDY OF QUITO  
AIR BASIN**

*Peoples' Friendship University of Russia*

High concentrations of tropospheric ozone represent a risk for all life forms on earth, especially in the cities where atmospheric conditions contribute to the formation of such pollutant. This study was carried out to assess the monthly behavior and relationship between nitrogen dioxide and solar radiation, affecting the formation of tropospheric ozone in the city of Quito, located in high-mountainous terrain.

*Саласар Флорес К.А.*

## ВЛИЯНИЕ ОСАЖДЕННОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА НА СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ФИТОМАССЫ НЕОТРОПИЧЕСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

*Российский Университет Дружбы Народов*  
[1032165890@rudn.ru](mailto:1032165890@rudn.ru)

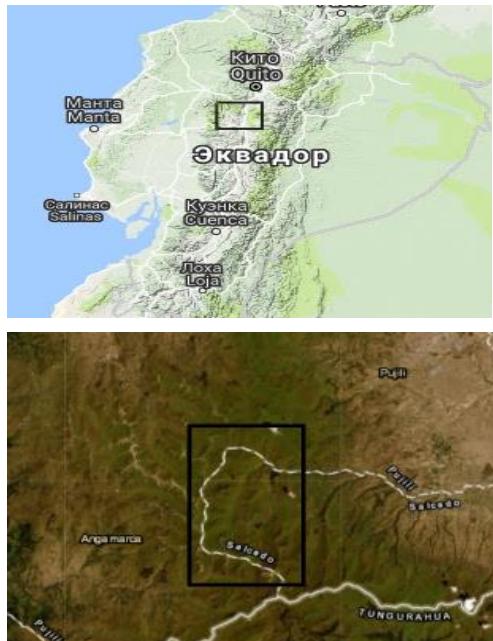
Осаждение вулканического пепла является частью естественного цикла в районах сейсмической и вулканической активности, таких как Эквадор. В данном исследовании проанализировано влияние вулканического пепла на растительность парамо Анд в г. Сальседо при помощи нормализованного вегетационного индекса (NDVI).

Изменения в окружающей среде и фитомассе в результате отложения вулканического пепла часто вызывают различные реакции со стороны стойких организмов [1]. Функции экосистемы восстанавливаются с различной скоростью, в зависимости от ее местоположения вдоль градиента воздействия отложения пепла [2].

В апреле 2015г. институт, отвечающий за мониторинг вулкана Котопакси, сообщил об увеличении активности вулкана, характеризуемой выбросами газа и пепла, продолжавшейся в течение нескольких месяцев, зафиксировав объем пепла в 860000 м<sup>3</sup> [3].

Целью данного исследования является анализ влияния осевшего пепла вулкана Котопакси на растительность парамо (неотропической экосистемы), расположенного возле вулкана.

Парамо, рассматриваемое в данном исследовании, находится на средней высоте 2950 метров над уровнем моря, в предгорьях западного хребта гор, простирающихся с севера на юг по всей длине Эквадора [4].



**Рис. 1** Географическое положение исследуемой территории

**Таблица 1** Количество фитомассы на единицу площади [4]

Площадь территории, км <sup>2</sup>	Фитомасса территории, т	Общая фитомасса на единицу площади, т/км <sup>2</sup>
10,68	20698	1938

Для расчета нормализованного вегетационный индекс растительности (NDVI) в программе QGIS были обработаны спутниковые изображения, полученные с помощью Landsat-8 за 2015, 2017 и 2019 годы, к которым была применена атмосферная коррекция по методу DOS (Dark Object Subtraction).

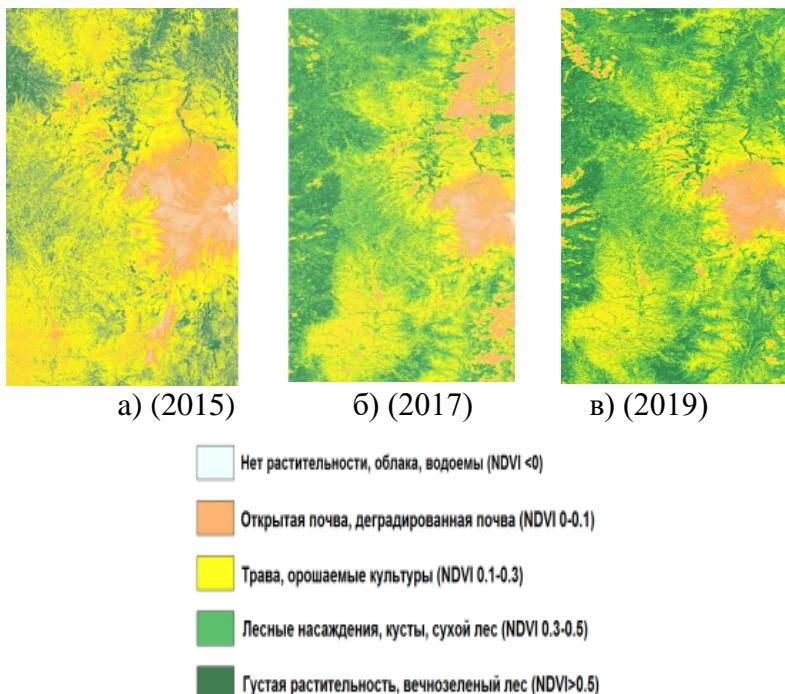
Индекс NDVI основан на спектральных свойствах растительности. Следовательно, вегетационный индекс способен дать относительную оценку растительного покрова территории.

Аппаратура спутника Landsat-8 имеет разрешение 30 м, т.е. один пиксель соответствует  $900 \text{ м}^2$ . Тогда фитомасса территории:

$$\phi = 1938 \text{ т}/\text{km}^2 * 0,0009 \text{ km}^2 = 1,74 \text{ т.} \quad (1)$$

Таким образом, один пиксель снимка ( $900 \text{ м}^2$ ) содержит приблизительно 1,74 т. фитомассы.

В качестве эталонного значения NDVI, на уровне которого в дальнейшем производилось сравнение по годам, взято значение 0.4, что соответствует удовлетворительному состоянию растительного покрова, и количество фитомассы, равному 70 т на пиксель (в 2015г.). Для расчета количества фитомассы в 2017 и 2019 годах использовались уравнения, предложенные Григорец [5].



**Рис. 2** Карты на основе NDVI. а) 15 сентября 2015 г.; б) 20 сентября 2017 г.; в) 10 октября 2019 г.

**Таблица 2** Статистические значения карт на основе NDVI

Год	мин.	макс.	сред.	стандартное отклонение
2015	-0.68	0.86	0.37	0.16
2017	-0.48	0.87	0.44	0.18
2019	-0.66	0.85	0.46	0.15

**Таблица 3** Объем фитомассы исследуемой территории по годам

Год	Объем фитомассы, т	Прирост фитомассы %
2015	1,74	-
2017	2,12	18
2019	2,26	6

В результате анализа карт установлена определенная тенденция. В 2015 году был зафиксирован низкий растительный покров, как это видно на рисунке 2, где среднее значение NDVI является самым низким по сравнению с другими годами (см.таб.2). В 2017 году растительный покров заметно вырос. Это объясняется тем, что вулканический пепел в зависимости от его химических компонентов, количества и климатических условий может обогатить почву [6]. В 2019 году растительный покров вырос незначительно по сравнению с 2017 годом. Это может быть связано с постепенным уменьшением вулканического пепла, который действует как субстрат для некоторых типов организмов, ответственных за его расщепление на питательные вещества для растений [7].

На основе анализа полученных результатов установлено, что вулканический пепел осев на почву, оказал благоприятное воздействие. С 2015 года (год извержения вулкана) и до 2017 года произошло увеличение фитомассы на 18%, а в 2019 году рост составил 6% по сравнению с 2017 годом.

### Литература

1. Скрипко К. А. Извержение вулкана безымянного 1956 года и его воздействие на биоту. // Жизнь земли. 2016. –с. 38-51.

2. *Chaneton, E. J., N. Mazía, L. A. Garibaldi, J. Chaij, and T. Kitzberger.* Impact of volcanic ash deposition on foliar productivity and insect herbivory in northern Patagonia deciduous forests. *Ecología Austral.* 2014. –p. 64–74.
3. *Vera P., Ortega P., Casa E., and Santamaría J.* Numerical modeling and maps affecting the flow of lahars from Cotopaxi Volcano. // *Polytechnic Magazine.* 2019. p. 41–51.
4. *Аллаука М.* Инвентаризация водных ресурсов парамо Сан-Исидро, провинция Котопакси: библиография. Технический университет Котопакси, 2011. –с. 117.
5. *Григорец Е. А., Капралова Д.О., Пермитина Л. И.* Использование Российских данных для изучения динамики восстановления лесных регионов после воздействия пожаров. // *Экология и безопасность жизнедеятельности.* 2018. –с. 52–62.
6. Преимущества вулканического пепла для почв и растений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://cmas.siu.buap.mx/portal\\_pprd/wb/comunic/beneficiosa\\_la\\_ceniza\\_volcanica\\_para\\_suelos\\_y\\_1831](http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/wb/comunic/beneficiosa_la_ceniza_volcanica_para_suelos_y_1831) (дата обращения: 19.02.2020).
7. Вулканический пепел, полезный субстрат для растений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://intainforma.inta.gob.ar/cenizas-volcanicas-un-sustrato-apto-para-plantas> (дата обращения: 21.02.2020).

*Salazar Flores Cristian Alexander*  
**INFLUENCE OF DEPOSITED VOLCANIC ASH  
ON THE STATE OF VEGETATION AND PHYTOMASS  
OF THE NEOTROPICAL ECOSYSTEM**

*Peoples' Friendship University of Russia*

Volcanic ash deposition is part of the natural cycle in areas of seismic and volcanic activity, such as Ecuador. This study was carried out to analyze the effect of volcanic ash on the vegetation of the Andes páramo in the city of Salcedo using the normalized differential vegetation index (NDVI).

*Сангаджиева Л.Х., Бамбаева Е.Н.,  
Манжикова А.В., Сангаджиева О.С.*  
**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ЖЕЛЕЗА В ПАХОТНОМ  
ГОРИЗОНТЕ ПОЧВЫ**

*ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет  
им. Б.Б. Городовикова»  
[chalga-ls@mail.ru](mailto:chalga-ls@mail.ru)*

Приведены данные изучения содержания и поведения подвижных форм железа в разных генетических группах почв Калмыкии. Установлены фоновые уровни подвижных форм железа в почвенном покрове региона, что дает основание рассматривать территорию Республики Калмыкия как особую биогеохимическую провинцию в составе сухостепной и полупустынной зон РФ.

Для территории Калмыкии уровни содержания валового и подвижного железа не установлены. Существуют не полные, отрывочные сведения о содержании валовых форм железа в почвах и породах некоторых локальных участков, выполненные разными методами [1]. Основные закономерности пространственного распределения микроэлементов группы железа (медь, цинк, кобальт, марганец, никель) в почвах республики Калмыкия отражены на картах и карто-схемах [1]. При составлении схематических карт подвижных форм микроэлементов наряду с собственными данными были учтены и другие материалы, относящиеся к изучаемому региону [2].

В округах Ергенинской возвышенности уровни содержания железа выше, чем в округах Прикаспийской низменности. Возрастание концентраций многих элементов в северо-западном направлении вполне объяснимо наличием выходов породы. Зона обеднения химическими элементами тяготеет к акватории Каспийского моря, что можно увязать с понижением процессов гумификации и преимущественно легкими грунтами. Полученные данные свидетельствуют о выносе и перераспределении значительных масс элементов с террито-

рии Калмыкии в процессе выветривания и почвообразования [3].

Целью данной работы является изучение содержания и поведения подвижных форм железа в разных генетических группах почв Калмыкии. Для выполнения этой цели отобрали образцы почв из пахотных горизонтов основных генетических групп почв республики, проведены анализы: кислотной вытяжки на содержание железа, водной вытяжки для определения степени засоления почв, определено содержание гумуса и карбонатов.

Особенности геоморфологии, орографии, гидрографии, почв и почвообразующих пород Республики Калмыкия проявляются в её расположении в двух природно-географических зонах: сухостепной и полупустынной [2, 3]. Отбор образцов почв осуществляли по общепринятым в биогеохимии и почвоведении методикам [4, 5]. Для определения подвижных форм железа в качестве экстрагента использовали 1 н. раствор соляной кислоты. Количественное определение железа проводили на фотоколориметре КФК-3 по реакции образования комплекса с сульфосалициловой кислотой при  $\text{pH}$  4,5. Статистическая обработка результатов проводилась общепринятыми методами.

В процессе исследования были проанализированы образцы из 120 разнообразных элементарных ландшафтов. Группировка почв проведена на основе градаций разработанных Е.А. Важениной [6]. Для железа выделено 4 концентрационных группы почв.

Изучив распределение железа в почвах видно, что распределение железа имеет сложную картину: для него выявлен максимум для северо-восточной и западной территории республики, максимумы находятся в районе поселков Кетченеры, Садовое, Большой Царын, Барун, Троицкое, Ики-Бурул, Приютное, г. Городовиковск. В районе Сарпинских озер имеются два мозаичных максимума.

Содержание железа в разных типах почв значительно варьирует от 250 до 13400 мг/кг почвы, что зависит от разных причин, основная причина - разные условия почвообразования, окультуренности, орошения [1, 2].

Нами было определено среднее содержание подвижных форм железа в каждой генетической группе. Наибольшее количество железа содержат черноземы южные карбонатные, где создаются условия для закрепления и накопления элемента в профиле: наличие гумуса и карбонатов.

Результаты исследования представлены в таблице.

**Таблица 1.** Содержание подвижных форм железа в почве

Пределы содер жания, мг/кг	Генетические группы почв, % встречаемости					Сумма по группе
	Черно- зем окуль турен.	Светло- кашта новые	Бурые полу/ пустын слабо засо ленные	Бурые полу/ пустын эродиро ванные	Солонцы и светло- кашта- новые эро- диро- ванные	
100-500	0,82	0,82	0,56	0,36	1,64	4,10
500-1000	1,02	0,82	0,82	0,45	4,27	7,38
1000-2000	3,26	0,82	3,36	3,28	4,10	14,76
$\geq 2000$	22,95	27,87	3,20	8,27	11,47	73,76
Всего, %	23,77	30,33	8,20	14,75	22,95	100

Солонцы в комплексе с эродированными светло-каштановыми почвами содержат железа почти в 4 раза меньше по сравнению с почвами, имеющими хорошо развитый почвенный профиль и большое количество гумуса в верхнем горизонте.

Почвы республики по отдельным группам имеют неодинаковое обеспечение подвижным железом. Почвы с низким содержанием подвижного Fe (100-500 мг/кг) в целом по республике составляют 4,10 %. Почвы, содержащие от 500 до

2000 мг/кг Fe являются обеспеченными железом. Они занимают 22,14 % всей территории республики.

Обеспеченность железом карбонатных окультуренных черноземах очень низкая; в комплексах солонцов со светлокаштановыми почвами Октябрьского района они составляют 9,84 %, в бурых полупустынных слабозасоленных - 7,38 %, а в бурых полупустынных эродированных - 3,28 % от общих площадей. Почвы с высоким содержанием железа ( $> 2000$  мг/кг) занимают 73,76 % территории и встречаются во всех генетических группах почв.

Рассмотрение поведения железа в почвах низменности показало, что зона обогащения этим элементом тяготеет к акватории Сарпинских озер, что можно объяснить общим направлением поверхностного стока. Интенсификация сельскохозяйственной нагрузки на почвенный покров способствует снижению содержания железа в нем в связи с постоянным распахиванием пахотного горизонта и выносом элемента сельскохозяйственными растениями при уборке урожая.

В почвах Прикаспийской низменности распределение железа равномерное по территории, с небольшим увеличением вблизи рек и озер, но в сравнении с другими районами содержание железа меньше в 1,5-2,3 раза.

Для почв Ергенинской возвышенности выявлена сложная картина распространения. Содержание железа заметно уменьшается от возвышенности к равнинной территории, особенно вблизи приозерных территорий, но обнаруживается второй максимум концентрирования в почвах речных долин.

Выводы:

1. Полученные данные свидетельствуют о выносе и перераспределении значительных масс железа с территории в процессе выветривания и почвообразования. Содержание железа остается высоким на Ергенинской и Ставропольской возвышенностях, уменьшается в 1,5-2,3 раза на территории Прикаспийской низменности. Это дает основание рассматривать территорию Республики Калмыкия как особую биогео-

химическую провинцию в составе сухостепной и полупустынной зон РФ.

2. Максимумы отмечены в районе Сарпинских озер, по северо-западным склонам Ергеней, Кумо-Манычской впадины, в районе реки Маныч и озера Маныч-Гудило, на Ставропольской возвышенности, содержание его уменьшается на территории Прикаспийской низменности.

### *Литература*

1. *Сангаджиеева Л.Х.* Микроэлементы в ландшафтах Калмыкии и биогеохимическое районирование ее территории // Монография. Элиста: Джангар, 2004. - 114 с.
2. *Бакинова Т.И., Дудаков Н.К., Воробьева Н.П. и др.* Почвы Калмыкии. Элиста: АПП Джангр, 1996. - 120 с.
3. *Бананова В.А., Ташиннова Л.Н., Сангаджиеева Л.Х.* Современные процессы опустынивания Черных земель //Ж. Проблемы освоения пустынь. Ашхабад. 1988, №4, С.7-14.
4. Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Поволжья. -М.: Изд-во АН СССР, 1963.- 259 с.
5. *Аринушикина Е.В.* Химический анализ почв и грунтов. -М.: Изд-во МГУ, 1970. -487 с.
6. *Важенина Е.А.* Диагностика плодородия почв, подверженных техногенному загрязнению //Бюлл. почв, ин-та ВАСХНИЛ. 1987, №40, С.40-45.

*Sangadzhieva L.H., Bambaeva E.N.,  
Manjikova A.V., Sangadzhieva O.S.*

### **MAPPING THE DISTRIBUTION OF MOBILE FORMS OF IRON IN THE ARABLE SOIL HORIZON**

*Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov*

The data on the study of the content and behavior of mobile forms of iron in different genetic groups of soils of Kalmykia are presented. Background levels of mobile forms of iron in the soil cover of the region have been established, which gives reason to consider the territory of the Republic of Kalmykia as a special biogeochemical province as part of the dry-steppe and semi-desert zones of the Russian Federation

*Ступников А.В., Кустикова М.А., Маюрова А.С.*  
**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
ХМАО-ЮГРЫ**

*Университет ИТМО*  
[stupnikovaleksandr@yandex.ru](mailto:stupnikovaleksandr@yandex.ru)

В ходе работы был проведен анализ качества атмосферного воздуха, качества поверхностных вод, состояния почв на территории ХМАО-Югры и рассмотрена динамика этих показателей.

Ханты-Мансийский автономный округ-Югра (ХМАО-Югра) относится к быстро развивающимся субъектам Российской Федерации, так как он обладает огромным природно-ресурсным потенциалом. Основой экономики округа является нефтегазодобывающий комплекс, являющийся одним из самых крупных факторов негативно влияющих на состояние окружающей среды. Добыча нефти и газа, их последующая транспортировка с использованием трубопроводов, заготовка древесины, а также объекты жилищно-коммунального комплекса приводят к загрязнению атмосферного воздуха и водных объектов округа. Для оценки состояния окружающей среды и воздействия на нее хозяйственной деятельности необходимо провести комплексную эколого-геохимическую оценку региона.

Целью данной работы является выполнение эколого-геохимической оценки ХМАО-Югры. В задачи исследования входил анализ качества атмосферного воздуха в городах округа, качества поверхностных вод, состояния почв. В ходе работы выполнялся анализ статистических отчетов и докладов Правительства ХМАО-Югры, в частности Управления охраны окружающей среды и Ханты-Мансийского Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Загрязнение территории округа имеет многофакторный характер и оказывает негативное влияние на здоровье населения ХМАО-Югры. Загрязнение атмосферного воздуха ха-

рактерно прежде всего в крупных городах. Высокая антропотехногенная нагрузка является причиной загрязнения почвы и водоёмов округа. Одним из приоритетных социально-экономических факторов риска является уровень социально-гигиенического благополучия населения.

Объем выбросов от стационарных объектов на территории ХМАО-Югры в 2018 году составил 1,373,421 тонн [1]. Данный показатель имеет тенденцию к снижению в последние 13 лет. По сравнению с 2005 годом произошло уменьшение выбросов на 55% [2].

В ХМАО-Югре основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются: транспортные средства, фабильные хозяйства предприятий нефтегазодобычи, котельные и технологические печи, аварии при добыче и транспортировке нефти, теплогенерирующие объекты и подразделения предприятий управлений магистральными газопроводами, на долю которых приходится более 70% общего выброса промышленной деятельности [3].

По количеству стационарных источников и объему выброшенных веществ в атмосферу лидируют Нижневартовский и Сургутский районы. Для атмосферного воздуха в городах округа основными загрязняющими веществами, концентрации которых превышают ПДК, являются формальдегид, фенол и диоксид азота.

В атмосферном воздухе городов ХМАО-Югры высокие показатели концентраций загрязняющих веществ носят разовый характер, и чаще всего наблюдаются во время неблагоприятных метеорологических условий и при усилении фотохимических процессов, способствующих накоплению вредных примесей в приземном слое атмосферы.

Большая часть водоемов на территории округа относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу вод со слабой минерализацией [4].

Низкое качество природных вод в регионе определяется как природными, так и техногенными факторами. Характер-

ными загрязняющими веществами поверхностных вод являются соединения железа, марганца, меди, нефтепродукты, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), азот аммонийный, соединения цинка. Большая часть данных химических соединений являются фоновыми загрязнителями типичными для данного региона, что связано с преимущественно снеговым питанием водоемов округа и обширной заболоченностью региона.

Основные водные объекты ХМАО-Югры относятся к классам 4А-4Г и характеризуются как грязные или очень грязные. С 2005 года класс качества многих рек упал на несколько значений. Так река Обь около города Сургута в 2005 году имела класс качества 3Б, в 2018 году данный показатель составил 4Б.

Особое внимание при проведении мониторинга состояния поверхностных воды в округе уделяется концентрациям нефтепродуктов и хлоридов.

За последние несколько лет превышения ПДК углеводородов в поверхностных водах фиксировались в примерно 5% от общего количества проб (397 случаев). Основным источником поступления нефтепродуктов в водные объекты округа являются давно разрабатываемые месторождения, которые характеризуются повышенными показателями аварийности на трубопроводных системах.

Активная разработка запасов нефти и газа на территории округа привела к физическому разрушению верхних почвенных горизонтов, подтоплению и затоплению земель. Основными источниками загрязнения почвы являются производственные отходы промышленных предприятий и в том числе строительные отходы, коммунальные бытовые, отходы с населенных мест.

В 2018 году наблюдается снижение среднерегиональных концентраций углеводородов (в 1,8 раза), хлоридов (в 1,4 раза), сульфатов (в 1,2 раза). Выявлено повышение средних концентраций тяжелых металлов: меди в 1,5 раза, никеля в

1,6 раза, свинца и цинка в 1,2 раза. Одновременно с этим возросло содержание аммония и фосфатов (в 1,2 раза). Средние концентрации железа и марганца снизились, при этом увеличилось количество проб, превышающие установленные нормативы.

Наличие богатых нефтяных месторождений, географическое положение и температурный режим определяют основные экологические проблемы ХМАО-Югры, которые включают в себя загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвы, проблемы размещения и утилизации отходов, трансформация среды обитания животного и растительного мира.

### *Литература*

1. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2018 году, Ханты-Мансийск, 2019-190с.
2. Информационный бюллетень «О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2008-2009 годах», Ханты-Мансийск, 2010 – 132 с.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2018 году: Государственный доклад, Ханты-Мансийск, 2019 – 231 с.
4. Постановление Губернатора Ханты-Мансийского автономного округа - Югры № 84 от 23.06.2013 «О схеме размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Ханты-Мансийского автономного округа - Югры», 2013 - 774 с.

*Stupnikov A.V., Kustikova M.A., Maiurova A.S.*  
**ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL EVALUATION  
OF THE KHMAO-UGRA**

*ITMO University*

In this investigation, an analysis of the quality of atmospheric air, the quality of surface waters, the state of soils in the territory of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra was made, and the dynamics of these indicators was examined.

**Тюрин В.Н., Баховская О.Ю., Кох А.О., Масловская О.В.**  
**ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ**  
**ВЛИЯНИЯ НА ВЕРХОВОЕ БОЛОТО СОЛЕВОГО**  
**ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО ВОДОРОДНОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ**  
**(УЧАСТОК ВОСТОЧНО-СУРГУТСКОГО**  
**МЕСТОРОЖДЕНИЯ, СУРГУТСКАЯ НИЗИНА**  
**СРЕДНЕОБСКОЙ НИЗМЕННОСТИ)**

*Сургутский государственный университет*  
[tyurin\\_vn@mail.ru](mailto:tyurin_vn@mail.ru)

Представлены полевые данные 2019 г. о пространственном изменении рН в болотных водах при солевом загрязнении. Они отразили присутствие физико-химической аномалии на участке разлива подтоварных высокоминерализованных вод, сохранившейся с 2005 г. после аварии на трубопроводе. Загрязнение подтверждается другими признаками, в частности изменением растительности, и распознается на космоснимках.

На нефтяных месторождениях Западной Сибири наименее предсказуемым и наиболее опасным фактором воздействия является загрязнение при разливах нефти и подтоварных высокоминерализованных вод, связанных с авариями на трубопроводах и промплощадках.

Для верховых болот, растительность которых сложена олиготрофными видами, солевые загрязнения представляют наибольшую опасность, и повышение минерализации болотных вод зачастую приводит к полной гибели растительного покрова, с дальнейшим формированием на его месте сообществ мезотрофного и эвтрофного типов.

Исходным этапом в оценке техногенного влияния является определение площади изменения природной среды. Важный пункт такой работы – отработка методов территориальной интерпретации проявления воздействия.

Исследования проводились в 2019 г. на ключевом участке №1, расположенным на Восточно-Сургутском месторождении, в 15 км к северо-востоку от г. Сургут (рис. 1). Выбран-

ный для обследования участок был подвергнут солевому загрязнению в 2005 г. в результате порыва напорного трубопровода по перекачке подтоварных вод.

Наблюдения за экологическими факторами и состоянием растительности на данном участке ведутся с 2007 г. [1, 2]. Они отразили в том числе выраженное смещение pH и электропроводности на месте техногенного засоления в сторону увеличения значений.

Определение контура загрязнения в 2019 г. спроектировано по сетке с шагом 50 м. Подготовка схемы полевых измерений физико-химических показателей на загрязненный участок и окрестности выполнена в ГИС MapInfo. Также в этой программе проведена последующая обработка данных, их интерпретация и графическое представление.

Для измерения физико-химических параметров был использован полевой pH-метр, а также кондуктометр для оценки электропроводности и минерализации, отражающих степень загрязнения. Дополнительно привлечена космосъемка 2018 г. из приложения Google Earth, позволившая сопоставить данные полевых измерений с материалами дистанционного зондирования.

Замеры в полевых условиях выполнены 21.07.2019, 28.07.2019 и 1.08.2019 в местах пересечения линий сетки (О.Ю. Баховская, А.О. Кох, О.В. Масловская). Для ориентирования в поле использован навигатор, в который были предварительно введены координаты крайних точек сетки. Общая площадь обследования составила 27 га, замеры проведены в 107 точках из 129 (в 22 точках получить данные не удалось, прежде всего, из-за отсутствия болотных вод).

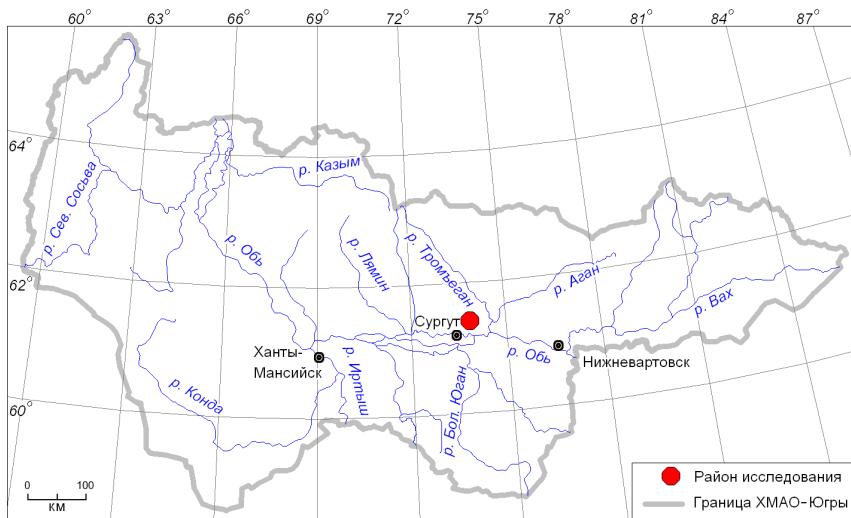


Рис. 1. Картосхема района исследования

Возможность оценки воздействия солевого загрязнения по водородному показателю основана на изменении кислотности болотных вод при непосредственном влиянии подтоварных вод, а также вследствие изменения структуры растительного покрова.

Полевые данные по pH позволили зафиксировать территориальную аномалию со значениями, заметно превышающими фоновые. Выделенная область с  $\text{pH} > 5,0$  определена в 13,1 га (рис. 2). Она в основном совпадает с контуром, определенным по космоснимку (перекрытие 87%). Вместе с тем, при сохранении выраженной аномалии по pH, за 15 лет отмечено существенное снижение минерализации, отражающей загрязнение, до значений близких к фоновым.

В контуре, выделенном по космосъемке, значения pH находились в диапазоне от 4,4 до 6,2 (в среднем 5,4), за его пределами – 4,2-5,1 (в среднем 4,4). В пространственной интерпретации с использованием pH, значения оказались близкими: в области геохимической аномалии – 5,0-6,2 (в среднем 5,5), за ее пределами – 4,2-5,1 (в среднем 4,4).

В целом на окружающей (фоновой) территории pH соответствует значениям, характерным для верховых болот. В границах физико-химической аномалии показатель заметно выше и отражает условия, свойственные в большей мере низинным болотам. Вместе с тем растительность в контуре воздействия представляет собой комбинацию олиготрофных, мезотрофных и эвтрофных видов.

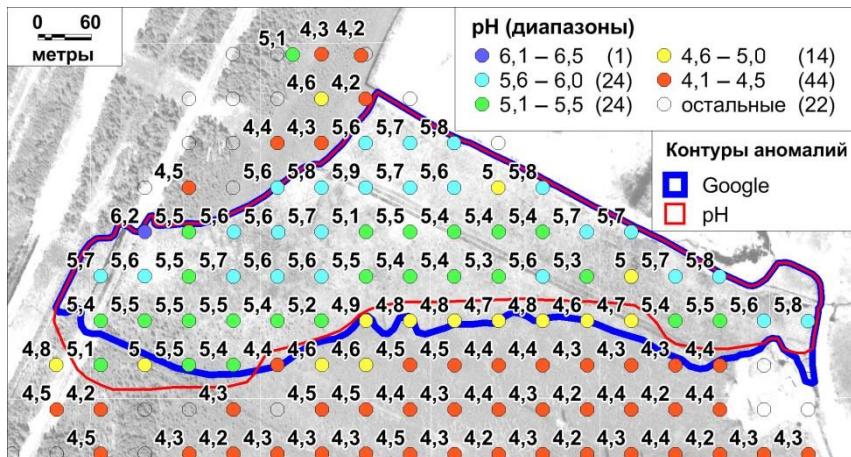


Рис. 2. Пространственное распределение значений pH на обследованном участке

1. Полученные данные показывают высокую степень пространственного соответствия аномалии, выявленной с использованием pH-метра и контура при дешифрировании космоснимка (совпадение по площади 87%). Такое соответствие обусловлено тесной взаимосвязью физико-химического параметра и растительности, изменения которой отражаются на снимке.

2. Сохранение физико-химической аномалии в течение 15 лет, проявляющейся в повышенных значениях pH и перестройке растительного покрова (замещение олиготрофных растений мезотрофными и эвтрофными) дает основание говорить об устойчивости экологических условий, поддержи-

ваемых биотическим компонентом, несмотря на снижение минерализации до уровня, близкого к фоновому.

### *Литература*

1. *Тюрин В.Н., Кукуричкин Г.М.* Некоторые особенности зарастания солевых загрязнений на болотах Сургутской низины // Западносибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы Третьего Международ. полевого симп. (Ханты-Мансийск, 27 июня – 5 июля 2011 г.). Новосибирск, 2011. С. 204-205.
2. *Тюрин В.Н.* Антропогенная динамика болотных экосистем при нефтяном и солевом загрязнении // Материалы конф. «IX Галкинские чтения» (СПб., 5-7 февраля 2018 г.) / Под ред. д.б.н. Т.К. Юрковской. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. С. 215-218.

*Tyurin V.N., Bakhovskaya O.Yu., Koch A.O., Maslovskaya O.V.*  
**THE SPATIAL ASSESSMENT OF IMPACT THE SALT  
POLLUTION ON BOG USING A pH-METER  
(A SITE OF VOSTOCHNO-SURGUTSKOYE FIELD,  
SREDNEOBSKAYA LOWLAND)**

*Surgut State University*

The field data for 2019 on changes in pH of swamp waters under influence of technogenic salt pollution are presented. They reflect a presence of a physical and chemical anomaly at a place of a high-mineralized water spill that has been preserved since 2005 after an accident. The presence of pollution is confirmed by other signs, such as changes in vegetation and recognized on satellite images.

*Цешковская Е.А.<sup>1</sup>, Голубева Е.И.<sup>2</sup>, Оралова А.Т.<sup>1</sup>,  
Шаймердинова А.Б.<sup>1</sup>, Изотова Д.Р.<sup>1</sup>, Обухов Ю.Д.<sup>1</sup>*

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАКОПИТЕЛЕЙ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ  
КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН)**

*<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический*

*университет, Республика Казахстан*

*<sup>2</sup>Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова,  
Россия*

*[elena\\_tsesh@mail.ru](mailto:elena_tsesh@mail.ru)*

Рассмотрено восстановление нарушенных земель на примере отработанной угольной шахты

Производственная деятельность комплекса по добыче угля Карагандинской области сопровождается образованием значительных объемов промышленных отходов, которые представлены вскрышными и вмещающими пустыми породами, золошлаками от котельных. Негативное влияние нарушенных земель на окружающую среду выражается, главным образом, в загрязнении территории пылью, сдувающей с поверхности промышленных отвалов, а также в появлении трещин, размывов и канав, образующихся в результате водной и ветровой эрозии.

Цель работы – рассмотреть возможность снижения воздействия на окружающую среду накопителей промышленных отходов. Задачами работы является проанализировать существующую обстановку в районе отработанной угольной шахты, рассмотреть существующие способы восстановления нарушенных земель, выбрать наиболее приемлемый способ.

Поле бывшей шахты «Дубовская» расположено в северо-западном крыле Карагандинской синклиналии Саранского участка Карагандинского угольного бассейна. В географиче-

ском отношении территории отработанной шахты находится в центральном Казахстане в степной ландшафтной зоне в пределах Казахского мелкосопочника [1]. Поверхность поля шахты представляет собой слабо наклонную равнину с высотными отметками земной поверхности от 486 до 540 м над уровнем моря. Ближайший населенный пункт находится в 1 км от крайнего источника эмиссий бывшей шахты.

Климат района резко континентальный, характеризующийся резкими колебаниями температуры в течение суток и года, сильными и довольно частыми ветрами [1,2]. Почвообразующие породы представлены четвертичными отложениями в виде суглинков, часто каменистых, в которых включение гравийно-галечника достигают 40-50%. Почвы, характерные для рассматриваемого района средне-суглинистые и супесчаные. Растительность ненарушенных равнинных территорий в районе расположения бывшей шахты представлена типчаком и полынью с небольшим количеством сухостепного разнотравья. На отвалах где начался процесс самозарастания, встречаются полынь, донник желтый и белый.

В результате ведения горных работ природный рельеф земной поверхности в пределах границ шахтного поля значительно изменился и приобрел техногенный характер, в результате образования прогибов и заполнения их водой. Кроме того, образовались отвалы шлака, пустой шахтной породы. Небольшие участки поверхности изрыты.

Основными технологическими решениями по восстановлению нарушенных земель бывшей шахты, предусматривается проводить рекультивацию в два последовательных этапа – технический и биологический. Однако важно отметить, что для проведения биологического этапа нет необходимых объемов плодородного слоя почвы.

Площадь рассматриваемого отвала, подлежащего рекультивации составляет 29,49 га. При этом часть породы с отвала пойдет на засыпку прогибов, образованных в результате деятельности шахты. С целью уменьшения углов откосов отва-

ла, предусмотрено их выполнение в объеме 0,956 тыс.м<sup>3</sup>. Предусматривается выполнение минимального землевания. Подобное минимальное землевание нарушенных территорий может способствовать закреплению семян и всходов растений, интенсифицирует начавшийся почвообразовательный процесс за счет увеличения микробиологической активности.

Лучшими культурами для биологической рекультивации в рассматриваемых климатических условиях являются житняк ширококолосый и донник, а при поливе костер безостый, люцерна синяя [1, 3, 4]. Для быстрого задернения отвалов, наилучшими культурами также являются житняк гребенчатый, волоснец ветвистый и волоснец Павловский, донник желтый и белый. Учитывая обедненность пород легкоусвояемыми элементами питания, рекомендуется внесение минеральных удобрений. Большое значение для накопления влаги имеет снегозадержание и посев кулис из высокостебельных культур.

Условия бывшей шахты «Дубовская» (климат, гидрogeология, качество почв и грунтов) делают возможным проведение биологического этапа сразу после завершения технического этапа рекультивационных работ [1, 3, 5].

Несмотря на то, что рекультивация нарушенных земель является природоохранным мероприятием, в процессе ее проведения также возникают источники эмиссий загрязняющих веществ в окружающую среду.

Как показывает анализ выполненных расчетов, основным веществом, выбрасываемым в атмосферный воздух в процессе производства рекультивационных работ, является пыль неорганическая с содержанием 20%<SiO<sub>2</sub><70%. Но также, в процессе работы двигателей внутреннего сгорания техники, в атмосферный воздух будут выбрасываться шесть загрязняющих веществ: углерода оксид, азота диоксид, серы диоксид, углеводороды предельные, сажа (углерод черный) и бенз(а)пирен [6]. Однако необходимо отметить, что объемы

эмиссий в атмосферный воздух вышеуказанных веществ будут кратковременны.

При этом, проведение рекультивационных работ позволит снизить выбросы пыли в атмосферу от нарушенных пылящих поверхностей в последующем, улучшить и приблизить к природному, состояние экосистемы района бывшей шахты.

### *Литература*

1. Официальный информационный портал акимата Карагандинской области [Электронный ресурс]. [URL: https://karaganda-region.gov.kz/rus/region\\_1\\_3](https://karaganda-region.gov.kz/rus/region_1_3) (Дата обращения: 06.03.2020)
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2017 год, Министерство Энергетики РК, 2017, 459с.
3. СП РК 2.04-01-2017 Строительная климатология, Астана 2017
4. Интернет ресурс: <http://kzref.org/kormovie-rasteniya-kazakhstan.html?page=6> (Дата обращения: 06.03.2020)
5. Инструкция по разработке проектов рекультивации нарушенных земель, утвержденная приказом и.о. Министра национальной экономики РК от 03.06.2015г. №346
6. Методика расчета нормативов выбросов от неорганизованных источников, Приложение №13 к приказу МООС РК от 18.04.2008г. №100-п

*Yelena Tseshkovskaya<sup>1</sup>, Elena Golubeva<sup>2</sup>, Aigul Oralova<sup>1</sup>,  
Ainur Shaimerdinova<sup>1</sup>, Jamilia Izotova<sup>1</sup>, Yuriy Obukhov<sup>1</sup>*  
**GEOECOLOGICAL ASPECTS OF RECULTIVATION  
OF INDUSTRIAL WASTE SITE (ON THE EXAMPLE  
OF THE KARAGANDA REGION OF THE REPUBLIC  
OF KAZAKHSTAN)**

<sup>1</sup> *Karaganda State Technical University (Kazakhstan)*

<sup>2</sup> *Lomonosov Moscow State University (Russia)*

The restoration of disturbed lands is considered on the example  
of closed coal mine

*Чаплыгин В.А., Манджиева С.С., Литвинов А.Ю.,  
Кравцова Н.Е., Шерстнев А.К., Черникова Н.П.,  
Дерябкина И.Г., Коркин Г.О.*

## **НАКОПЛЕНИЕ ЦИНКА И КАДМИЯ В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА АСТРОВЫЕ И ПШЕНИЦЫ**

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону  
[msaglara@mail.ru](mailto:msaglara@mail.ru)*

Изучено содержание Zn и Cd в пшенице мягкой (*Triticum aestivum*), а также дикорастущих травянистых растениях семейства

Астровые импактной зоны. Рассмотрен характер накопления и распределения металлов в различных частях растений. Отмечена большая аккумуляция элементов в дикорастущих травянистых растениях по сравнению с сельскохозяйственными культурами.

Установлено загрязнение пшеницы Cd.

Избыточное накопление тяжелых металлов (ТМ) в растениеводческой продукции, которая используется для кормовых и продовольственных целей, представляет серьезную угрозу здоровью человека и животных [1]. В связи с этим территории, подверженные многолетнему техногенному загрязнению, являются важными объектами для исследований, направленных на изучение распределения микроэлементов в растительных сообществах [2].

Исследование аккумуляции ТМ растениями является одним из самых важных и, в то же время, самых сложных аспектов экологического мониторинга. Для разных видов растений характерно селективное поглощение определенных элементов из почвы, локализация ТМ в различных органах и специфические механизмы устойчивости к техногенному загрязнению. Селективность аккумуляции ТМ растениями в зависимости от уровня техногенной нагрузки и видовой принадлежности растения во многом обусловлена действием биологических барьеров [3].

Аккумуляция ТМ в растениях особенно актуальна в аграрных регионах, к числу которых относится и Ростовская область. Промышленные предприятия нередко тесно соседствуют с сельскохозяйственными угодьями, что создает риски для здоровья жителей региона. Именно в таких условиях изучение поступления ТМ в растения имеет наибольшую важность, давая возможность прогнозировать последствия техногенного загрязнения окружающей среды.

Целью работы является анализ накопления цинка (Zn) и кадмия (Cd) различными органами пшеницы мягкой и дикорастущими растениями семейства Астровые.

Площадки мониторинга № 1 - 4 расположены на расстоянии от 1,6 до 2,2 км в различных направлениях от филиала ОГК-2 «Новочеркасская» ГРЭС (НЧГРЭС), крупнейшего в Ростовской области предприятия топливо-энергетического комплекса. Изучены наиболее распространенные виды дикорастущих травянистых растений в районе исследований представители семейства Астровые (*Asteraceae*): амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Pall. ex. Wild) и тысячелистник бладородный (*Achillea nobilis* L.). Для исследования пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*) на сельхозугодиях, прилегающих к площадкам мониторинга № 1, 2, 3, 4, были заложены дополнительные площадки № 1а, 2а, 3а, 4а. Растения отбирались ежегодно в первой декаде июля 2015-2019 гг. в фазу полной спелости озимой пшеницы, а также массового цветения многочисленных представителей степного разнотравья.

В образцах растений и почв определялись Zn и Cd, присутствующие в выбросах НЧГРЭС [4]. Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85 с последующим определением на атомно-абсорбционном спектрофотометре (Квант 2-АТ, Кортек, Россия). Все исследования были выполнены в 3-х кратной повторности.

Установлено превышение максимально допустимой концентрации (МДУ) для кормовых трав в соломе пшеницы отмечается для Cd на площадках № 1а и № 2а (2,2-5,3 раза) (табл. 1). Пшеница аккумулирует изучаемые элементы преимущественно в своей корневой системе.

*Artemisia austriaca* характеризуется накоплением Zn и Cd в надземной части (табл. 1). Для этого вида растения установлено превышение МДУ по Zn в 1,8 раза на площадке № 4 и по Cd на площадках № 1 и № 4 (в 2,4 и 1,1 раза соответственно).

Для *Achillea nobilis* отмечается загрязнение Cd на площадках мониторинга № 1 и № 2, составляющее 1,5-3,3 МДУ. Также установлено превышение МДУ для Zn в 1,9 раза на площадке № 4. Тысячелистник аккумулирует Cd преимущественно в корневой системе (табл. 1).

Растения *Ambrosia artemisiifolia* загрязнены Zn на площадках № 1, № 4 (2,4 и 1,4 МДУ), а Cd на площадке № 1 (2, 4 МДУ). Для данного вида характерна преимущественная аккумуляция Zn и Cd в надземной массе (табл. 1).

Сравнительный анализ изучаемых видов травянистых растений показал, что для пшеницы и тысячелистника отмечается накопление основной части рассматриваемых ТМ в корневой системе. В дикорастущих растениях Zn накапливается преимущественно в надземной части. Распределение других металлов по органам растений не имеет общих тенденций и является более видоспецифичным. Амброзия характеризуется наибольшим содержанием Zn в надземной части, по сравнению с другими изучаемыми растениями. Тысячелистник аккумулирует больше Cd.

Площадки мониторинга № 1 и № 2, а также смежные с ними № 1а и № 2а являются самыми загрязненными ТМ участками. Это связано сразу с двумя факторами: во-первых, более близким расположением данных площадок к источнику техногенной нагрузки, а во-вторых, нахождением на

направлении преобладающих в данном регионе юго-юго-восточных ветров.

**Таблица 1.** Содержание тяжелых металлов в надземной части и корнях растений на площадках мониторинга, мг/кг

№ пло- щадки	Растение	Zn		Cd	
		Надзем- ная часть	Корни	Надзем- ная часть	Корни
1a (1,6 С3)	<i>Triticum aestivum</i>	24±2	46±4	<b>1,60±0,12</b>	1,80±0,05
1 (1,6 С3)	<i>Artemisia austriaca</i>	51±5	118±9	<b>0,73±0,07</b>	2,00±0,06
	<i>Achillea nobilis</i>	19±3	109±10	<b>1,00±0,08</b>	2,12±0,07
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<b>122±13</b>	98±9	<b>0,73±0,08</b>	1,26±0,12
2a (1,5 С)	<i>Triticum aestivum</i>	14±1	30±1	<b>0,53±0,04</b>	0,70±0,09
2 (1,5 С)	<i>Artemisia austriaca</i>	28±3	20±1	0,18±0,01	0,13±0,02
	<i>Achillea nobilis</i>	48±6	42±3	<b>0,44±0,04</b>	0,13±0,02
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	40±4	35±3	0,24±0,02	0,08±0,01
3а (2,2 ЮВ)	<i>Triticum aestivum</i>	8±1	7±1	0,31±0,02	0,44±0,03
3 (2,2 ЮВ)	<i>Artemisia austriaca</i>	11±1	8±1	0,21±0,02	0,15±0,01
	<i>Achillea nobilis</i>	37±3	24±2	0,11±0,01	0,18±0,02
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	20±2	18±2	0,19±0,02	0,10±0,01
4а (2,1 В)	<i>Triticum aestivum</i>	7±1	20±1	0,16±0,02	0,09±0,01
4 (2,1 В)	<i>Artemisia austriaca</i>	<b>90±11</b>	7±1	<b>0,34±0,04</b>	0,15±0,02
	<i>Achillea nobilis</i>	<b>93±10</b>	34±3	0,12±0,01	0,16±0,02
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<b>72±6</b>	18±1	0,17±0,02	0,05±0,01
МДУ [5]		50	-	0,30	-

Таким образом, установлено для рассмотренных дикорастущих травянистых растений более высокое содержание Zn и Cd в надземной части по сравнению с сельскохозяйственной культурой.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, в рамках госзаказания (Южный федеральный университет) и при поддержке гранта Президента, № МК-2818.2019.5

### *Литература*

1. *Roy M., McDonald L. M.* Metal uptake in plants and health risk assessments in metal-contaminated smelter soils //Land Degradation & Development. – 2015. – Т. 26. – №. 8. – С. 785-792.
2. *Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Chaplygin V.A., Nazarenko O.G., Maksimov A.Y., Zamulina I.V., Burachevskaya M.V., Sushkova S.N.* Accumulation of heavy metals by forb steppe vegetation according to long-term monitoring data //Arid Ecosystems - 2018 - T.8. №.3 - с.190-202
3. *Kabata-Pendias A.* Trace elements in soils and plants. – NW: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2011 – 4th ed. – 505 p.
4. *Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Motuzova G.V., Chaplygin V.A., Suchkova S.N., Fedorov Yu.A., Kolesnikov S.I., Bauer T.V.* Accumulation and distribution of heavy metals in plants within the technogenesis zone // Environmental Engineering and Management Journal. - 2014. - V. 13. - No. 5. - P. 1307-1315.
5. Provisional maximum permissible levels (MPL) for some chemical elements and gossypol in forage for farm animals and feed additives. - 1987. - Moscow. (in Russian)

*Chaplygin V.A., Mandzhieva S.S., Minkina T.M.,  
Chernikova N.P., Korkin G.O.*

### **ACCUMULATION OF ZINC AND CADMIUM IN DIFFERENT PARTS OF WILD PLANTS OF THE ASTERACEAE FAMILY AND WHEAT**

*Southern Federal University, Rostov-on-Don*

The content of Zn and Cd in *Triticum aestivum*, as well as in wild grassy plants of the Asteraceae family of the impact zone, was studied. The regularities of the metals accumulation and distribution in various parts of plants is considered. A large accumulation of elements in wild herbaceous plants was noted compared with agricultural crops. The pollution of wheat Cd was established.

**Черных Н.А., Баева Ю.И.**  
**ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА**  
**РАСТЕНИЙ ОТ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ**  
**ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»  
[chernykh-na@rudn.ru](mailto:chernykh-na@rudn.ru)

В условиях вегетационного опыта получены зависимости содержания основных макроэлементов в сельскохозяйственных растениях от уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами. Установлен характер воздействия различных концентраций свинца и кадмия в дерново-подзолистой почве на элементный состав растений в зависимости от их биологических особенностей. Показано, что следствием присутствия больших количеств металлов в почвах являются нарушения процессов поступления и накопления основных макроэлементов в растительных организмах. Выявлен антагонизм изучаемых металлов с фосфором и кальцием, синергизм - с азотом и натрием.

Имеющиеся в настоящее время данные по изучению процессов поступления тяжелых металлов (ТМ) в растения свидетельствуют о том, что взаимодействие элементов происходит в процессе поглощения, ближнего и дальнего транспорта, а также в отдельных звеньях обмена веществ. Избыток металлов приводит к дисбалансу компонентов питания, нарушению синтеза и функций многих биологически активных соединений: ферментов, витаминов, гормонов. Токсическое действие тяжелых металлов на растения может проявляться в нарушении процессов поступления и распределения других химических элементов по органам и тканям [1,2]. Взаимодействие начинается во внешней питательной среде - почве и происходит в дальнейшем как внутри клеток, так и на поверхности мембран. Процессы взаимодействия между химическими элементами могут носить антагонистический или синергетический характер, что контролируется многими факторами, механизмы действия которых еще плохо

изучены. В общем виде антагонизм и синергизм можно связать со способностью одного элемента ингибировать или стимулировать поглощение других элементов растениями. При этом антагонистические эффекты реализуются двумя путями: макрокомпонент ингибирует поглощение микроэлемента, или, наоборот, микрокомпонент ингибирует поглощение макрокомпонента. Однако следует подчеркнуть, что все эти реакции весьма переменчивы - иногда и для антагонистических пар наблюдаются синергические эффекты [3]. К настоящему времени накоплен достаточно большой экспериментальный материал по данной проблеме, однако однозначных ответов на вопросы о характере взаимодействия между различными химическими элементами при поступлении в растения не получено.

Цель исследования - оценка изменения элементного состава растений пшеницы и люцерны под воздействием различных уровней загрязнения почв тяжелыми металлами (Pb и Cd). Объекты исследования: пахотный горизонт (0-25 см) дерново-подзолистой почвы (южная часть Московской обл., Ступинский район), стебли и листья яровой пшеницы сорта «Московская 35» и люцерны "Вега-87". Химические свойства почвы: pH<sub>водн.</sub> 5,6; содержание гумуса 2,2%, сумма поглощенных оснований 7,1 мг·экв/100г; емкость катионного обмена 14,9 мг·экв/100г.

Исследуемые виды растений: Пшеница (*Triticum*) - род травянистых, в основном однолетних, растений семейства Злаки, или Мятликовые (*Poaceae*), ведущая зерновая культура во многих странах. Люцерна посевная, (*Medicago sativa*) - травянистое растение, типовой вид рода Люцерна (*Medicago*) семейства Бобовые (*Fabaceae*). Широко применяется как кормовое растение.

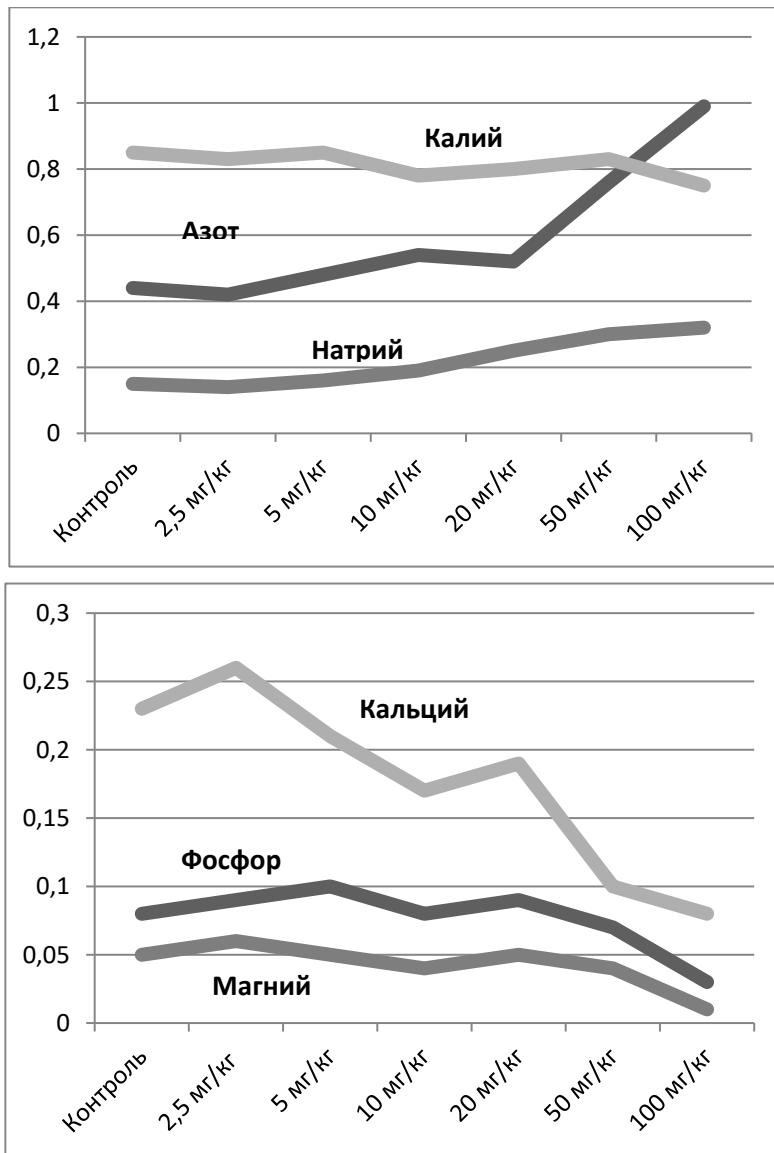
Исследования проведены в условиях вегетационного опыта в сосудах без дна размером 25x25x60 см в трехкратной повторности со следующими дозами внесения металлов в поч-

ву (мг/кг): Pb - 0; 60; 125; 250; 500; 1000; 2000; Cd - 0; 2,5; 5; 10; 20; 50; 100. В качестве фона внесены основные элементы питания - N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Пробы почвы и растений проанализированы с использованием атомно-абсорбционного метода, полученные данные обработаны с помощью программ Microsoft Excel и Statistica.

На основании экспериментальных данных установлено, что увеличение содержания свинца до 125 мг/кг, а кадмия в почве - до 5 мг/кг, мало изменяет интенсивность поступления других химических элементов в растения. При дальнейшем повышении концентрации металлов происходит нарушение поглощения и передвижения других элементов, причем глубина данных процессов зависит от вида растения. Изменение минерального состава пшеницы (зерновая культура) и люцерны (бобовая культура) при увеличении доз свинца и кадмия носит сходный характер, но степень изменения у люцерны выше, чем у пшеницы. В опытах с обеими культурами проявляется антагонизм Pb и P, Ca; Cd и P, Ca, Mg. При увеличении количества металлов растет содержание в растениях N и Na. Рисунок 1 иллюстрирует полученные закономерности на примере кадмия.

В условиях загрязнения, то есть в экстремальных условиях нарушается нормальный процесс минерального питания. Установленное в наших исследованиях снижение общего содержания Ca и P в растениях под действием металлов связано, вероятно, с взаимодействиями так называемого внешнего характера. Они проявляются в антагонистических отношениях ионов ТМ с ионами кальция и образовании труднорастворимых соединений с фосфат-ионом на первых этапах поступления металлов в корневую систему, что приводит к дефициту P и Ca. Однако следует отметить, что высокие концентрации тяжелых металлов могут нарушать и структуру клеточных мембран, что, в свою очередь, приводит к нарушению нормального транспорта ионов - как ближнего, так и дальнего.



**Рис. 1.** Содержание макроэлементов в пшенице (% на сухое вещество в листьях и стеблях) при разных уровнях загрязнения почв кадмием (мг/кг)

### *Литература*

1. Черных Н.А., Сидоренко С.Н. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере: Монография. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – 430 с.;
2. Chernykh N.A., Ngo T. C., H.Q. Tran H.Q., Baeva Y.I., Grachev V.A. The Regularities of Heavy Metals and Arsenic Accumulation in the Vegetation of Riverside Depending on the Level of Technogenic Load // J. Pharm. Sci. & Res. – 2018. -Vol. 10(4). - P. 800-804;
3. Cataldo D.A., Wildung R.F. Soil and plant factors influencing the accumulation of heavy metals by plants // Environ. Health Perspect, 1978. - № 27. P. 149-159

*Chernykh N.A., Baeva Yu.I.*

## **PLANT ELEMENTAL COMPOSITION DEPENDENCE ON SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS**

*Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)*

In the conditions of vegetative experience the dependences of the main macroelements content in agricultural plants on the level of soil contamination with heavy metals were obtained. The character of influence of various concentrations of lead and cadmium in sod-podzolic soil on elemental composition of plants depending on their biological features has been established. It is shown that the presence of large amounts of metals in soils leads to disturbances in the processes of intake and accumulation of basic macroelements in plant organisms. Antagonism of studied metals with phosphorus and calcium, synergy with nitrogen and sodium was revealed.

*Ширеторова В.Г., Жигжитжапова С.В.,*

*Дыленова Е.П., Раднаева Л.Д.*

## **СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ Р. БАРГУЗИН**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Байкальский институт природопользования Сибирского отделе-  
ния Российской академии наук*

[vshiretorova@rambler.ru](mailto:vshiretorova@rambler.ru)

В работе проведен анализ элементного состава надземных побегов рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L., syn. *Stukenia pectinata* (L) Borner), рдеста пронзенолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.), хвостника обыкновенного (*Hippuris vulgaris* L.) и нимфейника щитолистного (*Nymphaoides peltata* (S.G. Gmelin) O. Kuntze), произрастающих в реке Баргузин – третьего по величине притока оз. Байкал. Наблюдается следующий порядок накопления металлов Mn > Fe > Cu (Zn) > Cr > Ni > Co > Pb > Cd > Hg в водных растениях.

При мониторинге состояния среды водных систем важное значение имеет анализ содержания экотоксикантов (тяжелых металлов) в биоте (водных растениях). Водные растения играют ведущую энергетическую роль в функционировании гидроэкосистем и во многом обусловливают структуру биотического сообщества водоема.

Они имеют индикаторное значение и служат показателями качества воды, эвтрофирования и загрязненности водоемов, являются промышленным сырьем. Известно, что они интенсивно поглощают биогенные элементы, минеральные и органические вещества, накапливают ионы тяжелых металлов (ТМ), выступают в роли минерализаторов и детоксикантов, а также биофильтров пестицидов и нефтепродуктов [1]. Данные по микроэлементному составу водных растений можно использовать для обнаружения как начальных этапов поступления загрязнителей в водоемы, так и длительных систематических антропогенных воздействий.

В представленной работе проведен анализ элементного состава надземных побегов двух видов рдестов – рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus* L., syn. *Stukenia pectinata* (L.) Borner) и рдест пронзенолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), хвостника обыкновенного (*Hippuris vulgaris* L.) и нимфейника щитолистного (*Nymphaoides peltata* (S.G. Gmelin) O. Kuntze), произрастающих в реке Баргузин – третьего по величине притока оз. Байкал. В результате интенсивного использования водных ресурсов бассейна р. Баргузин (сельское хозяйство и лесоразработки) стала заметной тенденция изменения природного состава вод и снижения их качества [2]. Элементный состав водных растений реки Баргузин изучен впервые. Сбор растений производили около пос. Баргузин (N 53°36'7,4" E 109°36'20,0"). Анализ образцов растительного сырья проводили после кислотного разложения в микроволновой системе MARS 6 в воздушно-ацетиленовом пламени на атомно-абсорбционном спектрофотометре SOLAAR M6, содержание ртути определяли методом холодного пара с использованием приставки VP-100.

Результаты определения содержания металлов в изученных водных растениях приведены в таблице 1.

Таким образом, наблюдается следующий порядок накопления металлов Mn>Fe>Cu (Zn)>Cr>Ni>Co>Pb>Cd>Hg в водных растениях (исключением является накопление кобальта в *Potamogeton pectinatus* и *Nymphaoides peltata*).

Наибольшая концентрация изученных металлов наблюдается у *Hippuris vulgaris* L., а наименьшая (кроме свинца) у *Nymphaoides peltata*. Наиболее интенсивно высшей водной растительностью вовлекаются в миграционные циклы железо и марганец, что связано с их участием в процессах метаболизма, так как эти элементы входят в состав пигментов, витаминов, ферментов и, возможно, во время активного вегетационного периода способны преодолевать антиконцентрационные барьеры и в избыточных количествах накапливаться по безбарьерному типу [3].

**Таблица 1.** Содержание металлов в водных растениях реки Баргузин (мг/кг воздушно-сухой массы)

металл	Вид			
	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	<i>Hippuris vulgaris</i> L.	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	<i>Nymphoides peltata</i> (S.G. Gmelin) O. Kuntz)
Fe	904±64	1829±133	706±46	111,2±1,1
Mn	2004±142	12069±553	930±26	199,1±12,9
Zn	41,7±2,7	51,3±2,8	37,8±0,8	11,4±2,1
Cu	37,7±1,7	51,8±1,5	37,5±0,5	24,2±1,8
Cr	7,7±0,04	12,7±0,2	11,7±0,2	4,9±0,5
Ni	4,22±0,25	11,7±0,4	4,7±0,18	1,5±0,35
Co	3,92±0,28	4,82±0,17	н/о	3,57±0,43
Pb	1,24±0,08	3,68±0,23	0,49±0,19	1,52±0,12
Cd	0,43±0,01	0,70±0,14	0,49±0,09	0,63±0,28
Hg	0,048±0,002	0,101±0,002	0,162±0,003	0,015±0,004

н/о – ниже предела обнаружения

Наибольшей токсичностью и распространенностью характеризуются свинец, кадмий и ртуть. Содержание ртути в высшей водной растительности может служить показателем загрязненности водоемов [4]. Так как ПДК металлов в высшей водной растительности отсутствуют, судить о наличии загрязнения водоема свинцом, кадмием и ртутью можно путем сравнения обнаруженных концентраций в других водных экосистемах в растениях того же рода.

Во всех четырех изученных видах водных растений реки Баргузин обнаружены свинец, кадмий и ртуть. Наибольшая концентрация свинца наблюдается в *Hippuris vulgaris* (3,68 мг/кг), наименьшая - *Potamogeton pectinatus* (0,49 мг/кг). Сравнение с литературными данными показывает, что такое содержание свинца значительно меньше, чем указывается

для растений родов *Potamogeton*, *Hippuris* и *Nymphaeoides* из других водоемов.

Наибольшая концентрация кадмия отмечена в *Hippuris vulgaris* (0,70 мг/кг), далее *Nymphaeoides* (0,63 мг/кг) и наименьшая – в обоих видах рдестов (0,43-0,49 мг/кг). Указанные концентрации кадмия для *Hippuris* и *Nymphaeoides* значительно выше, чем указано в литературе. Концентрация кадмия в растениях рода *Potamogeton* выше, чем указано для растений из сибирских водоемов, но значительно ниже, чем из европейских водоемов [5].

Наибольшее содержание ртути обнаружено в *Potamogeton pectinatus* (0,162 мг/кг), наименьшее – в *Nymphaeoides peltata* (0,015 мг/кг). Указанные концентрации ртути соизмеримы с концентрацией ртути в растениях Братского водохранилища-водоема с высоким ртутным загрязнением [4].

Полученные нами данные об элементном составе расширяют представления о биохимических особенностях водных растений и возможностях их применения для мониторинга состояния водоемов.

Исследование выполнено в рамках государственного задания БИП СО РАН и при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-29-05085

### *Литература*

1. Куклин А.П. Нитчатые водоросли озера Кенон: разнообразие, индикация качества вод // Вода: химия и экология. 2014. № 8 (74). С. 49-54.
2. Дрюккер В.В., Сороковикова Л.М., Синюкович В.Н., Потемкина Т.Г., Никулина И.Г., Моложавая О.А., Коровякова И.В. Качество воды реки Баргузин в современных условиях // География и природные ресурсы. 1997. № 4. С. 72-78.
3. Пучков М.Ю., Зволинский В.П., Новиков В.В., Кочеткова А.И., Локтионова Е.Г. Особенности накопления тяжелых металлов высшей водной растительностью Волгоградского водохранилища // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-2. С. 392-396.

4. Азовский М.Г., Пастухов М.В., Гребеницкова В.И. Уровень накопления ртути в водных растениях как показатель загрязнения водоемов // Вода: химия и экология. 2010. № 8. С. 20-24.
5. Vardanyan L.G., Ingole B.S. Studies on heavy metal accumulation in aquatic macrophytes from Sevan (Armenia) and Carambolim (India) lake systems // Environment International. 2006. Vol. 32, Issue 2. P. 208 – 218.

*Shiretorova V.G., Zhigzhitzhapova S.V.,  
Dylenova E.P., Radnaeva L.D.*

**ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN AQUATIC  
VEGETATION OF BARGUZIN RIVER**

*Baikal Institute of Nature Management  
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

During the monitoring of aquatic systems' state the analysis of ecotoxins' accumulation in biota is important. We conducted the analysis of the elemental composition of the aerial scion of *Potamogeton pectinatus* L. (syn. *Stukenia pectinata* (L) Borner), *Potamogeton perfoliatus* L., *Hippuris vulgaris* L. and *Nymphoides peltata* (S.G. Gmelin) O. Kuntze, growing in Barguzin River, which is the third largest tributary of Lake Baikal. The following order of metals' accumulation was observed in aquatic plants: Mn > Fe > Cu (Zn) > Cr > Ni > Co > Pb > Cd > Hg.

**Широков Р.С.**  
**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ**  
**В ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**ЗАПАДНОГО ЯМАЛА**

*Государственный университет по землеустройству,*  
*г. Москва, Россия*  
[shirocov@gmail.com](mailto:shirocov@gmail.com)

Актуальная проблема – изменение климата и морских условий, влияющих на формирование и эволюцию криолитозоны шельфа и континентального обрамления Российской Арктики. Прибрежно-морская область Западного Ямала – наиболее уязвимая и поэтому модельная территория при климатических изменениях. На фоне наблюдаемой динамики климата изучение геоэкологических процессов становится особенно актуальным при составлении перспективных планов развития климато-зависимых отраслей хозяйственной деятельности.

На фоне наблюдаемой динамики климата изучение геоэкологических процессов становится особенно актуальным при составлении перспективных планов развития климато-зависимых отраслей хозяйственной деятельности.

Изменение климатических условий влияет на социально-экономическую деятельность регионов, условия проживания людей и здоровье населения; ведёт к изменениям в природной среде и отражается на видовом составе флоры и фауны, уровне рек, погодных условиях, сезонной ритмике, таянии многолетнемерзлых пород, распространении ареалов природно-очаговых заболеваний т.д. Все может повлечь за собой создание пожароопасной обстановки и возможности возникновения экологических катастроф. Изменения климата может иметь как позитивные, так и негативные последствия.

Прибрежно-морская область Западного Ямала – наиболее модельная и уязвимая территория при климатических изменениях. На фоне наблюдаемой динамики климата изучение геоэкологических процессов становится особенно актуаль-

ным при составлении перспективных планов развития климато-зависимых отраслей хозяйственной деятельности. Предполагаемые изменения климата могут оказаться как позитивное, так и негативное воздействие. Для учета возможных последствий при изменении геоэкологических условий той или иной территории особое значение приобретает географическое прогнозирование, то есть научное исследование конкретных перспектив развития географических явлений.

Большая часть полуострова Ямал занята низменными равнинами и не поднимается выше 50-60 м над уровнем Карского моря. Ее плоская поверхность сложена верхнечетвертичными морскими отложениями и расчленена неглубокими долинами. Территория сильно заозерена. В геологическом строении Западного Ямала основная роль принадлежит поздне-четвертичным отложениям морского генезиса, которые образуют в рельефе морские террасы разной высоты [2].

На основании многолетних данных метеонаблюдений установлено, что, начиная с 1970-х гг. в Арктике в целом и на Западном Ямале, в частности, наблюдается ярко выраженное потепление. Полученные данные по трендам среднегодовой температуры воздуха показывают, что в течение последних 50 лет на Западном Ямале реализуется умеренный сценарий потепления климата с ростом среднегодовых температур до 4,0-4,5°C/100 лет [4, 6]. Осенний переход температуры через «0» смещается к все более поздним срокам. Потепление климата сопровождается увеличением годовой суммы осадков. На фоне общего потепления Мирового океана, оцениваемого примерно в 0,02 -0,04°C в год, температура придонного слоя воды в Карском море за последние 100 лет повышается со скоростью от 0,01°C до 0,028°C в год [5]. Это приводит к ускоренной деградации субаквальной мерзлоты, дополнительной эмиссии метана из мерзлых пород в водную толщу и ускорению биогеохимических процессов.

Повышение температуры воздуха, увеличение продолжительности безледного периода вызывает повышение средне-

годовой температуры воды в мелководной области. На Западном Ямале максимальная толщина сезонного льда за последние 20 лет уменьшилась (статистически) с 150 до 115 см. С 1978 по 2018 гг., в среднем по району исследований, среднегодовая температуры повысилась с -6,8 до -4,6°C. Из-за потепления климата в этой зоне наблюдается затруднение новообразования мерзлоты и нарушается ее стабильность [1].

Температура почвы играет очень важную роль в развитии почвенных процессов и растительности. Последние десятилетия формируется отчетливый тренд повышения среднегодовой температуры корнеобитаемого слоя почвы (до глубины 1,0 м) с -7,5 до -5,5°C. Таким образом формируются более благоприятные условия для развития растительного покрова и прироста биомассы. Наблюдаются прогрессирующее оттаивание верхнего горизонта мерзлых пород и развитие деструктивных процессов, в первую очередь, термокарста.

На основании многолетнего мониторинга (30 лет) динамики морских берегов установлено, что 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 [1]. Таким образом, ширина полосы риска прибрежно-морской области, обусловленная интенсивным развитием криогенных процессов, составляет около 400 м от береговой полосы вглубь берега.

Современное нестабильное состояние геосистем Ямала обусловлено геолого-структурными и геодинамическими особенностями территории, историей её формирования и развития в плейстоцен-голоценовое время и современными тенденциями изменения природно-климатических условий. Из-за потепления климата в этой зоне наблюдается затруднение новообразования мерзлоты и нарушается ее стабильность [3]. Анализ данных длительного мониторинга позволяет заключить, что в пределах прибрежно-морской области Западного Ямала на коротком пространстве в ее разных при-

родных зонах одновременно наблюдаются реверсивные реакции (тренды) компонентов природной среды на климатические изменения, определяющие динамику геоэкологических условий этих зон.

В целом же геоэкологические условия области можно пока считать достаточно устойчивыми, за исключением случаев промышленного освоения, при котором антропогенная нагрузка может превысить адаптивные возможности природной среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90049.

### *Литература*

1. *Васильев А.А., Облогов Г.Е., Стрелецкая И.Д., Широков Р.С.* Новообразование многолетнемерзлых пород на низких лайдах Карского моря // Криосфера Земли. – 2018. – Т. 12. – №. 5. – С. 36 – 46.
2. *Гатаулин В.Н.* Верхнечетвертичные отложения западного берега полуострова Ямал: афтореферат. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Л., 1988. – 21 с.
3. Доклад «О стратегических оценках последствий изменений климата в ближайшие 10–20 лет для природной среды и экономики Союзного государства», рассмотренный на заседании Совета Министров Союзного государства 28 октября 2009 г. Электронный ресурс. URL: <http://212.45.26.46/pub/get-file.aspx?OT=DocumentFile&PN=Doc File&ID=7b95ca54-5132-46eb-b06f-467b294961f6&CT=application/msword&FN=ДОКЛАД> (дата обращения: 15 января 2010).
4. *Shirokov R.S., Vasiliev A.A.* Bathymetric and Bottom Temperatures GIS of the Barents and Kara Seas // Natural Resource Management, GIS & Remote Sensing – Iran, 2019 – Vol. 1 – N. 1 – P. 21–27.
5. IPCC. 2018: Summary for Policymakers. In: 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. Geneva, Switzerland, World Meteorological Organization, 32 p.

*Shirokov Roy*  
**GEOECOLOGICAL SITUATION IN COASTAL  
AND SEA AREA OF THE WESTERN YAMAL**

*State University of Land Use Planning, 125315, 14, Baltiyskaya st,  
Russia*

An urgent problem is climate change and marine conditions affecting the formation and evolution of the permafrost zone of the shelf and the continental border of the Russian Arctic. The coastal-marine region of Western Yamal is the most vulnerable and therefore model territory with climatic changes. Against the background of the observed climate dynamics, the study of geoecological processes becomes especially relevant when drawing up long-term plans for the development of climate-dependent branches of economic activity.

**Шпет С.Д., Спицына Т.П.**  
**ОЦЕНКА ГИДРОХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**  
**Р. АБАКАН ЗА ПЕРИОД 2013 –2017 г.г.**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева»*  
[sonyashpet@gmail.com](mailto:sonyashpet@gmail.com)

Проанализированная временная и пространственная динамика состава вод, показала, что р. Абакан относится к 5 классу качества по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) – экстремально грязные реки. Индекс остается постоянным на протяжении всего изучаемого периода времени. Превышение ПДК стабильно наблюдается у таких веществ, как алюминий, железо, медь и фенолов.

С развитием промышленности, водные ресурсы стали использоваться чаще, что приводит к необходимости изучения гидрохимического состава вод в интересах природопользования и охраны окружающей среды.

В связи с этим, целью данной работы является характеристика степени загрязненности поверхностных вод р. Абакан по гидрохимическим показателям.

Объектом исследования является р. Абакан, протекающая на территории Республики Хакасия. Она является левым притоком р. Енисей. Главные гидрологические характеристики указаны в табл. 1.

**Таблица.1** Гидрологическая характеристика[2]

Параметр	Значение
Длина реки, км	327
Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	32
Перепад высот русла, м	180
Класс реки	Большая река

На р. Абакан имеется 3 пункта наблюдения Росгидромета. Створы: 1) на 1 км выше г. Абаза; 2) на 13 км ниже г. Абаза; 3) в черте г. Абакан, возле речного вокзала.

В работе была создана база данных гидрохимического состава р. Абакан на основе данных Гидрометеослужбы. Изучаемые показатели: взвешенные вещества; концентрации металлов (железо, медь, цинк, алюминий, марганец); главных ионов (магний, кальций, сульфаты, хлориды); биогенных веществ (азот аммонийный, нитриты, нитраты, фосфаты); специфических веществ (фенолы, нефтепродукты).

Первоначально, оценка качества воды проходила посредством расчета доли концентрации конкретной пробы от ПДК<sub>рыб.хоз.</sub>[1]. Было выявлено, что концентрация главных ионов и показателей качества воды не были превышены (табл. 2). Среди биогенных веществ (табл. 3), превышения тоже не наблюдается. По течению идет возрастание количества фосфатов. По содержанию металлов наблюдается превышение у Al,Fe и Cu(рис. Табл. 4). К устью происходит резкое снижение концентрации алюминия и железа, по сравнению с данными первого створа. Они становятся меньше ПДК<sub>рыб. хоз.</sub>, медь же наоборот возрастает в черте г. Абакан.

Превышение доли ПДК<sub>рыб.хоз.</sub> у специфических веществ имеется у фенолов (табл. 5). Характер скачков количества веществ волнообразный, значительное возрастание во втором створе, и резкое снижение концентраций устье.

Затем, для веществ, превышающих рыбохозяйственные нормативы, проводилась оценка качества поверхностных вод посредством расчета удельного комбинаторного индекса загрязнения воды согласно РД 52.24.643-2002 [3].

Удельный комбинаторной индекс загрязнения воды (УКИЗВ) – относительно комплексный показатель степени загрязненности поверхностных вод, оценивающий долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную присутствием ряда загрязняющих веществ.

По результатам расчета УКИЗВ р. Абакан (табл.6) относится к 5 классу – экстремально грязная. Самое высокое значение УКИЗВ наблюдалось в створе на 1 км выше г. Абаза в

2015 году, минимальное значение в черте г. Абакан 2015 года. Индекс загрязнения во временной динамике остается постоянным.

**Таблица 2.** Доля ПДК<sub>рыб.хоз.</sub> для главных ионов и показателей качества (2013-2017 гг.)

Створ	Магний	Кальций	Сульфаты	Взвеш.в-ва	Хлориды
р. Абакан, 1 км выше г.Абаза	0,09	0,07	0,08	0,50	0,00
р. Абакан, 13 км ниже г.Абаза	0,09	0,07	0,11	0,50	0,00
р. Абакан, в черте города	0,10	0,08	0,09	0,50	0,00

**Таблица 3.** Доля ПДК<sub>рыб.хоз.</sub> биогенных веществ (2013-2017 гг.)

Створ	Азот аммонийный	нитриты	нитраты	Фосфаты
р. Абакан, 1 км выше г.Абаза	0,17	0,03	0,00	0,26
р. Абакан, 13 км ниже г.Абаза	0,16	0,04	0,00	0,21
р. Абакан, в черте города	0,18	0,02	0,00	0,23

**Таблица 4** Доля ПДК<sub>рыб.хоз.</sub> металлов (2013-2017 гг.)

Створ	Железо	Медь	Цинк	Алюминий	Марганец
р. Абакан, 1 км выше г.Абаза	1,25	2,35	0,77	2,18	0,96
р. Абакан, 13 км ниже г.Абаза	1,18	2,96	0,55	2,16	1,34
р. Абакан, в черте города	1,09	3,23	0,21	0,71	0,73

**Таблица 5.** Доля ПДК<sub>рыб.хоз.</sub> специфических веществ (2013-2017 гг.)

Створ	Фенолы	Нефтепродукты
р. Абакан, 1 км выше г.Абаза	2,69	0,70
р. Абакан, 13 км ниже г.Абаза	2,86	0,73
р. Абакан, в черте города	2,31	0,44

**Таблица 6.** Уровень УКИЗВ (2013-2017 гг.)

Створ	2013	2014	2015	2016	2017
р. Абакан, 1 км выше г.Абаза	14,3	15,9	17	14,6	14,2
р. Абакан, 13 км ниже г.Абаза	15,4	14	15,4	16	14,7
р. Абакан, в черте города	16	15	13,2	14,2	16,2

Таким образом, низкое качество вод р. Абакан в рассматриваемых створах на протяжении 5 лет, имеет постоянный высокий индекс загрязнения воды и относится к 5 классу загрязненности воды— экстремально грязная. Обусловлено это высоким содержанием металлов, такими как алюминий, железо, марганец и большой концентрацией фенолов.

### *Литература*

1. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 (ред. от 12.10.2018): Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (Зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 N 45203).— Текст : электронный // Гарант.ру: [сайт]. – URL:<https://base.garant.ru/71586774/> (дата обращения 18.02.2020).
2. Вода России— URL: [https://water-rf.ru/Водные\\_объекты/212/Абакан](https://water-rf.ru/Водные_объекты/212/Абакан) (дата обращения 18. 02. 2020). – Текст. Изображение : электронные.
3. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степень загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: утв.Росгидрометом 03.12.2002 г/ составлен Гидрохимическим

институтом (ГХИ) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) – Ростов-на-Дону : 2002. – 55 с. – Текст : непосредственный.

*Shpet Sofya Dmitrievna, Spitsyna Tayiana Pavlovna*  
**ASSESSMENT OF HYDROCHEMICAL CONTAMINATION  
OF ABAKAN R. FOR 2013- 2017.**

*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology*

Analyzed temporal and spatial dynamics of water composition. The Abakan River belongs to class 5 of quality according to the value of the specific combinatorial index of water pollution - extremely dirty rivers.

The index remains constant throughout the study period. Excess of standards is steadily observed in aluminium, iron, copper and phenols.

*Научное издание*

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*В трех томах*

**ТОМ 1**

Издание подготовлено в авторской редакции

Технический редактор *Е.В. Попова*  
Дизайн обложки *Ю.Н. Ефремова*

Подписано в печать 10.07.2020 г. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 30,46. Тираж 200 экз. Заказ 663.

---

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. 952-04-41