

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ**

---

**Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского**

**Московский государственный объединенный музей-заповедник**

**Институт зоологии КН МОН Республики Казахстан**

**Казахский национальный университет им. Аль-Фараби**

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

**Самаркандский государственный университет**

**Научно-исследовательский центр «Экология и водные проблемы»  
Каршинского инженерно-экономического института**

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Сборник трудов XXIII международной  
научно-практической конференции**

*Москва, 21-23 апреля 2022 г.*

**Том 1**

**Москва  
2022**

УДК 574:502/504:59(063)  
ББК 20.1+28.08  
А43

Утверждено  
РИС Ученого совета  
Российского университета  
дружбы народов

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ответственный редактор –  
Кандидат физико-математических наук, доцент *Т.Н.Ледянцева*

### Члены редколлегии:

доктор экономических наук, профессор *М.М. Редина*,  
доктор геолого-минералогических наук, профессор *А.П. Хаустов*,  
кандидат технических наук, профессор *Е.В. Станис*,  
кандидат биологических наук, доцент *Е.Ю. Прудникова*,  
кандидат биологических наук, доцент *Е.А. Парахина*

**А43 Актуальные проблемы экологии и природопользования.**  
Сборник трудов XXIII Международной научно-практической конференции: в 3 т. Москва, 21-23 апреля 2022 г. – Москва: РУДН, 2022.

ISBN 978-5-209-11277-8

Т. 1. – 496 с.: ил.

ISBN 978-5-209-11278-5 (т. 1)

Сборник содержит материалы научных докладов двадцать третьей международной конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования», в институте экологии Российского университета дружбы народов. В работе конференции принимали участие ученые, преподаватели, аспиранты и студенты российских и зарубежных вузов, а также сотрудники научно-исследовательских учреждений и производственных предприятий. В первый том сборника вошли материалы докладов, представленных в секциях «Популяционная экология и экология сообществ», «Геоэкология и природопользование». В оформлении обложки сборника использовано фото Г.А. Болботова, сделанное в пестроцветной глиняной пустыне на мысе Шекельмес (Казахстан) и участвовавшее в онлайн выставке «Обитаемый остров: Земля – 2021».

ISBN 978-5-209-11278-5 (т. 1)

ISBN 978-5-209-11277-8

© Коллектив авторов, 2022

© Российский университет  
дружбы народов, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ

Do Thi Thu Hong, Nguyen Thu Hoai, Le Van Thang, Nguyen Thi Kim Thanh, Phan Thanh Xuan BIODIVERSITY OF MARINE YEASTS ISOLATED FROM CORAL SAND IN TRUONG SA ARCHIPELAGO, KHANH HOA PROVINCE, VIETNAM .....	15
Mirzambetov N., Mirabdullayev I. ZOOPLANKTON SUCCESSION IN FRY FISHPONDS OF KARAKALPAKSTAN .....	22
Ruolin Liu, Haiying Teng, Shuping Zhang PLANT DIVERSITY AND DRIVING FACTORS OF THE MULTIFUNCTIONAL FORESTS IN THE SOUTHERN MOUNTAIN AREA OF JINAN, CHINA .....	27
Андреева Т.В., Кузнецов В.В., Галанин И.Ф., Галанина А.П., Смирнов А.А. ИЗМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИНЦА <i>ABRAMIS BALLERUS</i> ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В СВЯЗИ С АНТРОПОГЕННЫМ ВЛИЯНИЕМ.....	29
Арушанян Г.С. РЕСУРСЫ ВИДОВ РОДА ДЕВЯСИЛ (АСТРОВЫЕ) В МЕЖДУРЕЧЬЕ ХОПЁР-КАРАЙ .....	33
Белялова Л.Э. ВОПРОСЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЗАРАФШАНСКОГО ФАЗАНА В УЗБЕКИСТАНЕ .....	36
Боймуродов Х.Т., Жабборов Х.Ж., Жабборова Т.Х. ИЗМЕНЕНИЕ АРЕАЛА ВИДОВ ОТРЯДА <i>UNIONIDAE</i> , <i>EUGLESIDAE</i> , <i>PISIDIDAE</i> И <i>CORBICULIDAE</i> ПРИ СТРОИТЕЛЬСТЕ ВОДОХРАНИЛИЩ В БАССЕЙНЕ КАШКАДАРЬИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	40

Василевская А.А. СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ ПАРКА «ЗАРЯДЬЕ» (МОСКВА).....	44
Гайворонская А.А. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ПО ЭЛЕМЕНТАМ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НА ПРИМЕРЕ ОХРАНЯЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДОБРУНСКИЕ СКЛОНЫ» БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	50
Дуброва К.С., Воробьёва С.С. ВЕСЕННИЙ ФИТОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ 2020 г.....	55
Дурнова В.П. ОЦЕНКА ЗООПЛАНКТОНА В ЭКОТОННОЙ ЗОНЕ МАЛОЙ РЕКИ.....	61
Евсеева А.А. ЗООПЛАНКТОН МАЛОГО ПАЛЪЯНОВСКОГО СОРА (РЫБОПИТОМНИК «АЙТОР») КАК КОРМОВАЯ БАЗА ВЫРАЩИВАЕМОЙ МОЛОДИ СИГОВЫХ ВИДОВ РЫБ.....	65
Егорова А.В., Железная Е.Л. ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИОННОЙ БИОЛОГИИ <i>HABENARIA LINEARIFOLIA</i> В ПРИМОРСКОМ КРАЕ .....	70
Ефимова К.А., Чеснокова А.В., Гришанова Ю.Н. КРАНИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ ( <i>MYODES GLAREOLUS</i> , SCHREBER, 1780) НА БАЛТИЙСКОЙ И КУРШСКОЙ КОСАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ .....	77
Жмылев П.Ю. БИОМОРФОЛОГИЯ И БИОМОРФОЛОГИЯ.....	82
Зеленская Н.Н., Волокитин М.П. ОСОБЕННОСТИ ЭКОТОПОВ СТЕПНОГО И ЛУГОВОГО ТИПА НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ СТЕПЕЙ.....	86
Иззатуллаев З.И., Олимова Д.А. БИОРАЗНООБРАЗИЕ ГИДРОБИОНТОВ САМАРКАНДСКИХ РОДНИКОВ.....	92

Ильина В.Н., Сенатор С.А., Митрошенкова А.Е., Козловская О.В., Казанцев И.В. ОСОБЕННОСТИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ <i>RYOLA CHLORANTHA</i> НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ) .....	98
Кашкаров Р.Д., Тен А.Г., Митропольская Ю.О., Солдатов В.А. ЗИМОВКИ ДРОФЫ <i>OTIS TARDA</i> В УЗБЕКИСТАНЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ.....	103
Киселева Л.Л., Парахина Е.А., Силаева Ж.Г. ЛЕСНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ЯДРА СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ .....	109
Кузовенко О.А., Роголева Н.О., Янков Н.В. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ ООПТ «УРОЧИЩЕ МУЛИН ДОЛ» .....	115
Лебедовская М.В. МШАНКИ В СООБЩЕСТВЕ ОБРАСТАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ В БУХТЕ КАЗАЧЬЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ) .....	120
Левченко Л.С. ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ НИШИ ИРИСА НИЗКОГО ( <i>IRIS HUMILIS GEORGI</i> ) И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО АРЕАЛА В БУДУЩЕМ.....	125
Мамбетуллаева С.М., Утемуратова Г.Н. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ГРЫЗУНОВ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ.....	131
Матросова И.В., Добровольская Е.А., Подзоров Е.К. НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРЕБЕШКА ПРИМОРСКОГО, КУЛЬТИВИРУЕМОГО В МАРИХОЗЯЙСТВАХ .....	135

Матросова И.В., Расщупкин П.Ю., Калинина Г.Г. НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ ОЗЕРА ХАНКА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) В 2016 И 2019 ГГ. ....	139
Мелдебеков А.А., Ташибаев Е., Мелдебекова Н. ПОПУЛЯЦИЯ КУЛАНА ( <i>EGUUS HEMIONUS</i> ) В КАЗАХСТАНЕ.....	144
Млынар Е.В., Хованский И.Е. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	148
Поддубная Н.Я., Матюхина Д.С., Петров Т.А., Дарман Ю.А., Сырица М.В., Ульянова М.А., Белова М.А., Зудилова А.А., Седаш Г.А., Сторожук В.Б., Беляев А.Н. РОЛЬ ГИМАЛАЙСКОГО МЕДВЕДЯ ( <i>URSUS THIBETANUS</i> G. CUVIER, 1823) В ТРАНСПОРТЕ РТУТИ В ЭКОСИСТЕМАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЗЕМЛЯ ЛЕОПАРДА».....	155
Полосухина Д.А., Прокушкин А.С., Махныкина А.В., Арясов В.Е., Трусов Д.В. ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ШИРОКО РАСПРОСТРАНЁННЫХ ЛИШАЙНИКОВ ЛЕСОВ СРЕДНЕЙ СИБИРИ.....	159
Полынова Г.В., Полынова О.Е. ВИДОВОЙ СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПОСЕЛЕНИЯ УШАСТОЙ КРУГЛОГОЛОВКИ ( <i>PHRYNOCERHALUS MYSTACEUS MYSTACEUS</i> ), БАРХАННЫЙ МАССИВ САРЫКУМ, ДАГЕСТАН .....	163
Премина Н.В. ЛЕСНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЕЗЕРВАТ СОСНЫ СИБИРСКОЙ В ЗАПАДНО-АЛТАЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ .....	168
Примак П.А., Лянгузова И.В., Катютин П.Н. РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> – ИНДИКАТОР АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ .....	173

Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЗОН МАССОВОГО ОТДЫХА И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ГОРОЖАН ДЛЯ ПТИЦ.....	178
Ревва Е.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ БИОМОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА .....	182
Реут А.А., Денисова С.Г. ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРВОГО КЛАССА ОПАСНОСТИ РАСТЕНИЯМИ РОДА <i>РАЕОНИЯ</i> L. ...	187
Солижонов Х.Х., Иззатуллаев З. ПОПУЛЯЦИЯ ПИЯВОК ВОДОХРАНИЛИЩ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ.....	194
Ступникова А.Н., Неретина Т.В. МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ИЗУЧЕНИЯ И МОНИТОРИНГА БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ .....	199
Сурнина К.В. ПТИЦЫ – ПОТРЕБИТЕЛИ И РАСПРОСТРАНИТЕЛИ СЕМЯН КЕДРА СИБИРСКОГО.....	204
Танцырев Н.В., Иванова Н.С., Петрова И.В. ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫСОТЫ НАД УРОВНЕМ МОРЯ В ГОРАХ СЕВЕРНОГО УРАЛА .....	210
Темирбеков Р.О., Мусаев А.К., Исраилова И.О. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРПОВЫХ РЫБ НИЗОВЬЕВ РЕКИ АМУДАРЬИ.....	215
Хименес Альварес М., Реатеги Бетанкур Х., Горецкая М.Я., Бёме И.Р. СВЯЗЬ АКУСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВОРОБЬИНООБРАЗНЫХ ПТИЦ С ЭКОАКУСТИЧЕСКИМИ ИНДЕКСАМИ.....	219

Цховребова А.И., Дзугцева Р.К., Марышева Д.А., Чочиева Н.Д. ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ ИЗ БЕНТОНИТА НА РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ЭМБРИОНАЛЬНОГО И ЛИЧИНОЧНОГО РАЗВИТИЯ БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ (ANURA).....	224
Чередниченко О.Г., Мить Н.В., Магда И.Н., Инелова З.А., Пилюгина А.Л., Бекманов Б.О., Нигай Н.Л. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОИНДИКАТОРНЫХ ВИДОВ В ГОСУДАРСТВЕННОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ "АЛТЫН ЭМЕЛЬ", КАЗАХСТАН.....	230
Черчесова С.К., Мамаев В.И., Джиоева И.Э., Новаторов О.А., Калоева А.С. АМФИБИОТИЧЕСКИЕ НАСЕКОМЫЕ ЗРУГСКОГО УЩЕЛЬЯ (РСО-АЛАНИЯ).....	235
Шелоп В.В. РЕСУРСЫ ВИДОВ РОДА ФИАЛКА ( <i>GENUS VIOLA L.</i> ) И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СРЕДНЕМ ПРИХОПЁРЬЕ.....	240

## ГЕОЭКОЛОГИЯ

Bhanwar Vishvendra Raj Singh, Amit Kumar Batar, Ravi Mishra, Anjan Sen, Arun Kumar Tripathi, Manjit Singh, Ritika Prasad CHARACTERIZATION OF LAND, WATER, FOREST RESOURCES OF KUTCH BIOSPHERE RESERVE (KBR), GUJARAT, INDIA: IN THE CONTEXT OF LOCAL SUSTAINABILITY INITIATIVES THROUGH GEO SPATIAL MAPPING .....	243
Astghik Sukiasyan, Armen Kirakosyan, Alik Hovhannisyan, Mushegh Aslikyan, Ara Galstyan ASSESSMENT OF POLLUTION BY TRANSITION METALS IN THE SECTOR OF ARABLE SOILS NEAR THE LAKE SEVAN.....	248

Uspanova D.M., Nechaeva O.V., Peterson A.M., Glinskaya E.V., Tichomirova E.I., Bepalova N.V. SCREENING OF NATIVE MICROORGANISMS OF SOUTHERN CHERNOZEM CAPABLE OF DIESEL FUEL DEGRADATION .....	252
Абакумова Н.В. ИСТОЧНИКИ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ОСНОВА ИХ СИСТЕМАТИЗАЦИИ .....	257
Аимбетов И.К., Бекимбетов Р.Т. ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГОРОДА НУКУСА .....	262
Аимбетов И.К., Искендеров Б.К. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВО-ГРУНТОВ НУКУССКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН.....	269
Боброва А.В., Васильев А.А. МАГНИТНЫЕ ЧАСТИЦЫ В ПРИДОРОЖНЫХ ПОЧВАХ И ЭПИФИТАХ-ПЛЕВРОЦИУМ ШРЕБЕРА ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ПЕРМЬ .....	275
Бушуев Н.Н., Пивень Е.А. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ .....	280
Валов М.В., Бармин А.Н., Беляев Д.Ю. ОСОБЕННОСТИ ХИМИЗМА ПОЧВ РАЗНОВЫСОТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ.....	284
Воробьев А.Ю., Иванов Е.С., Балобина А.А. МОНИТОРИНГ ПОТЕРЬ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ В ОКРЕСТНОСТЯХ УСТЬЯ РЕКИ СОЛОТЧИ.....	288
Воробьев А.Ю., Кадыров А.С., Балобина А.А. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ЛОВУШЕК ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАИЛЕНИЯ ПРИУСЛОВНОЙ ПОЙМЫ СРЕДНЕЙ ОКИ .....	292

Гололобова А.Г., Данилов П.П., Петров А.А., Боескоров В.С. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АРКТИЧЕСКИХ И СУБАРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ .....	297
Грищенко М.Ю., Мурман А.С., Тамаровский И.Е., Терехова Д.А., Сатосина Е.М., Шелуха В.В., Авчян А.С., Ушаков Н.В. КОМПЛЕКСНЫЕ ПОЛЕВЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ НА ТЯТИНСКОМ УЧАСТКЕ ЗАПОВЕДНИКА «КУРИЛЬСКИЙ» (ОСТРОВ КУНАШИР, КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА).....	303
Гутникова Л.О., Яблонская Д.А. МАКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД РОДНИКОВ ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ПАРКА ЦАРИЦЫНО .....	309
Дмитриева Л.А., Липатникова О.А. МАКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД РОДНИКОВ ГОРОДСКОГО ОКРУГА БАЛАШИХА.....	314
Ежова М.К. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ.....	319
Жаргалсайхан Б., Орлова Н.А., Суздалева А.Л. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В РЕГИОНЕ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА «ЭРДЭНЭТ» (МОНГОЛИЯ) .....	323
Жигалин А.Д., Архипова Е.В., Анисимова О.В. БИОГЕОСФЕРА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ .....	327
Зиновьев Е.С., Ардалина А.О., Алексеев Д.К. ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ ОХТЫ В РАЙОНЕ ГОРОДА МУРИНО ПО ДАННЫМ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	334

Каманина И.З., Каплина С.П., Любимова А.В. АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ КАРТИНЫ ПОЛЕЙ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ, КАК БАЗОВОГО КОМПОНЕНТА ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ .....	338
Карманова А.Н., Землянко И.И., Лу И., Зимин А.А. НОВЫЕ ПОЧВЕННЫЕ БАКТЕРИОФАГИ <i>STREPTOMYCES</i> .....	343
Кашутина Е.А., Ясинский С.В., Сидорова М.В. ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЕНИЙ В РАЗНЫХ ФАЗАХ, В ТОМ ЧИСЛЕ МИКРОЧАСТИЦАМИ, В ВОДНОЙ СРЕДЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ.....	348
Колупаева В.Н., Меркин В.А. ИЗУЧЕНИЕ МИГРАЦИИ С-МЕТОЛАХЛОРА В ПОЧВЕ .....	353
Ксенофонтова М.И., Данилов П.П. ТРАНСФОРМАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ В СУБАРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РС(Я) (НА ПРИМЕРЕ БАТАГАЙСКОЙ ОФ) .....	357
Курочкина В.А., Хлебников С.К., Мельникова М.Д. ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАЛЫХ РЕК И РУСЛОВЫХ ВОДОЕМОВ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ.....	363
Моргач Ю.Р., Сухачева Е.Ю. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ТЕХНОГЕННОГО ЛАНДШАФТА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВ.....	369
Мурадов Ш.О., Ражабова Д.А. СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРИИ МЕТАМОРФИЗАЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД .....	373
Неведров Н.П. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЭМИССИИ CO <sub>2</sub> ИЗ АЛЬФЕГУМУСОВЫХ ПОЧВ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ КУРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ.....	379

Никулинская М.А., Маркова Л.М. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.....	384
Озиев М.А., Станис Е.В. ЗАГРЯЗНЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МЫШЬЯКОМ.....	389
Платова А.С., Логинова А.Г. ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ И ПРИДОРОЖНОЙ ПЫЛИ (Г. ИВАНОВО) .....	398
Плахотин А.С., Анищенко Л.Н. ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕКИ ДЕСНЫ ПО ДОННЫМ ОТЛОЖЕНИЯМ (НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ РФ, БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ) .....	402
Попова Г.И., Неведров Н.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВНУТРИПОЧВЕННОЙ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНЫХ ОПЫТОВ .....	408
Савельев П.М. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА .....	412
Сангаджиева О.С., Манжикова А.В., Бочкаев С.Л., Сангаджиева Л.Х., Кикильдеев Л.Е. ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ЛЫСЫЙ ЛИМАН .....	418
Сивцов А.В., Шадин А.Е., Каменев О.В., Ревнивцев И.С., Бураева Е.А. ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ГАММА- ИЗЛУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	423
Скороходова Е.О., Яблонская Д. А. МАКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД РОДНИКОВ ВОДОСБОРА РЕКИ ГОРЕТОВКА.....	428

Соловьев Д.А., Нефедова Л.В. ПРОГНОЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В АРКТИКЕ НА БАЗЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ИНДИКАТОРОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ .....	433
Стурман В.И., Логиновская А.Н. ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАРТОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ОСВАИВАЕМЫХ НЕФТЯНЫХ И НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ.....	440
Сулаева О.Ю. СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ .....	445
Тихонов В.В., Корийтчук Д.Р., Якушев А.В., Чепцов В.С., Карпухин М.М., Аймалетдинов Р.А., Дроздова О.Ю. СРАВНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВОВ РЕК МЕЖА И ДОН В ПЕРИОД МЕЖЕНИ.....	450
Фам К.Н., Лебедев Я.О., Дрыгваль А.В., Горбунов Р.В., Горбунова Т.Ю., Кузнецов А.Н., Кузнецова С.П. ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА – РАСТЕНИЕ» В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ БИДУП НУЙБА (ВЬЕТНАМ)....	460
Филатова О.Р, Лубкова Т.Н. ПРОГНОЗ СОСТАВА ДРЕНАЖНЫХ ВОД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ .....	465
Фомина А.А., Шеина К.В., Абросимова О.В. ВЛИЯНИЕ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДЫ МАЛЫХ РЕК НА ПРИМЕРЕ Р. ТЕПЛАЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ...	470
Черных В.Н., Аюрганаев А.А., Содномов Б.В. НАЛЕДИ КАК ФАКТОР РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. СЕЛЕНГА).....	473

Чулкова А.И., Липатникова О.А. МАКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД РОДНИКОВ ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ПАРКА МОСКВОРЕЦКИЙ.....	478
Шерстобитов Д.Н., Ермаков В.В., Пыстин В.Н., Тупицына О.В. МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ ПРИ ПОМОЩИ ИНДЕКСОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ .....	483
Шишкина Д.Ю. ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ГОРОДОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	488
Яковлева И.Ю., Суздалева А.Л. ОБЪЕКТЫ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ .....	493

**ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ  
И ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ**

***Do Thi Thu Hong<sup>1</sup>, Nguyen Thu Hoai<sup>1</sup>, Le Van Thang<sup>1</sup>,  
Nguyen Thi Kim Thanh<sup>1</sup>, Phan Thanh Xuan<sup>2</sup>***

**BIODIVERSITY OF MARINE YEASTS ISOLATED  
FROM CORAL SAND IN TRUONG SA ARCHIPELAGO,  
KHANH HOA PROVINCE, VIETNAM**

<sup>1</sup> *Institute of Biotechnology, Vietnam Russia Tropical Center, Vietnam*

<sup>2</sup> *New technology transfer center, Vietnam Russia Tropical Center,  
Vietnam*

[hongdt1009@gmail.com](mailto:hongdt1009@gmail.com)

Truong Sa archipelago of Vietnam are very diverse in microorganisms, however, compared to aquatic microorganisms (sea water, sediment, etc) terrestrial microorganisms (soil, coral sand, etc) has received little attention. This study focuses on assessing the biodiversity of marine yeasts in coral sand samples collected at some islands in Truong Sa archipelago. From 9 coral sand samples collected at 3 islands: Song Tu island (3 samples), Sinh Ton island (3 samples), Truong Sa island (3 samples), 24 strains of marine yeasts were isolated. These strains were grouped into 8 groups based on colony and cell morphology and 14 groups by DNA fingerprinting. This is the first study on marine yeasts in coral sand in Truong Sa archipelago, Vietnam.

Truong Sa archipelago belongs to Khanh Hoa province, Vietnam, it consists of islands, reefs, banks and shoals made up of biogenic carbonate. Truong Sa archipelago are located in a tropical climate with two seasons, divided into 8 island clusters. In this study, 3 islands with high biodiversity representing the islands of Truong Sa archipelago (in the north - south direction) are selected including: Song Tu, Sinh Ton and Truong Sa.

Studies on marine microorganisms in the Truong Sa archipelago (Vietnam), including marine yeasts, are limited. Studies on marine microorganisms in the Truong Sa archipelago

(Vietnam), including marine yeasts, are limited. So far, there have been only a few studies by Vietnamese scientists on marine bacteria [5], on marine yeasts [4]. Marine yeasts, defined as the yeasts that are isolated from marine environments, are able to grow better on a medium prepared using seawater rather than freshwater [3]. Many studies also show that marine yeast has very versatile applications. These include industrial, medical and environmental fields [1].

Sample used in our research listed in table 1.

**Table 1.** List of samples

No.	Place	Coral sand samples code
01	Song Tu island	CS1, CS2, CS3
02	Sinh Ton island	CS4, CS5, CS6
03	Truong Sa island	CS7, CS8, CS9
Total		9
more		Glucose Yeast Peptone Agar with seawater [2]

Methods of research are listed below:

- Isolation method: according to method of Kurtzman et al. [6].
- Grouping method: the strains were differentiated by their macro and micro-morphologies according to Kurtzman et al. [6]
- DNA extraction: the experiment was carried out using Zymo Research Kit (USA).
- PCR fingerprinting: PCR reaction contained Master mix (Intron) 1x10 $\mu$ l, Primer MST1 (IDT) 5' – GTG GTG GTG GTG GTG – 3' 2  $\mu$ l, H<sub>2</sub>O PCR (deionized water) 11  $\mu$ l, DNA template 2  $\mu$ l with 35 cycles. Amplification was programmed as follows: 2 min 94°C; 40s denaturation at 94°C; 60s at 52°C; 120s at 72°C; 10 min at 72°C [8].

24 yeast strains were isolated from 9 coral sand samples collected from Truong Sa archipelago (Table 2).

**Table 2.** List of yeast strains

No.	Samples	Yeast strains code	Total
01	CS1	Y1	5
02	CS2	Y2, Y3,	
03	CS3	Y4, Y5	
04	CS4	Y6, Y7, Y8, Y9, Y10	9
05	CS5	Y11, Y12	
06	CS6	Y13, Y14	
07	CS7	Y15	10
08	CS8	Y16, Y17, Y18	
09	CS9	Y19, Y20, Y21, Y22, Y23, Y24	
Total			24

Table 2 showed that Song Tu island had the smallest number of yeasts, while yeasts in Truong Sa and Sinh Ton islands were similar. CS9 was the sample with the highest number of yeasts (6 strains). In similar studies, marine yeasts were often isolated from seawater and sediments [7].

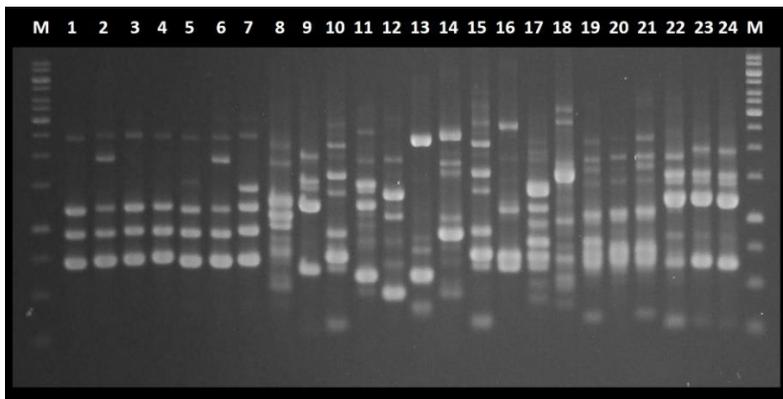
Yeast belongs to eukaryotes, so they are very diverse in colony and cell characteristics. In this study, 24 yeast strains were divided into 8 groups (Table 3).

**Table 3.** Grouping of yeasts by colonies and cells

Group	Strains code	Characteristic	
		Colony	Cell
01	Y1, Y2, Y3, Y6	Milky white, spongy	Spherical cells, separated, reproduce by budding
02	Y9, Y10, Y16	White, smooth	Spherical cells, separated, reproduce by budding
03	Y4, Y5, Y7	Creamy white, spongy	Spherical cells, arranged in chains
04	Y8, Y13, Y	Red, wet, viscous	Spherical cells, reproduce by budding
05	Y11, Y12, Y22, Y23, Y24	Dark brown, wet, viscous	Rod and spherical cells, arranged in chains

Group	Strains code	Characteristic	
		Colony	Cell
06	Y14	Black, wet, viscous	Rod cells, arranged in chains
07	Y17, Y19, Y20, Y21	White, wrinkled surface	Rod cells, arranged in chains
08	Y15	Creamy white, spongy	Spherical cells, separated, reproduce by budding

For the purpose of classifying the relative strains of yeast, the PCR fingerprinting was used.



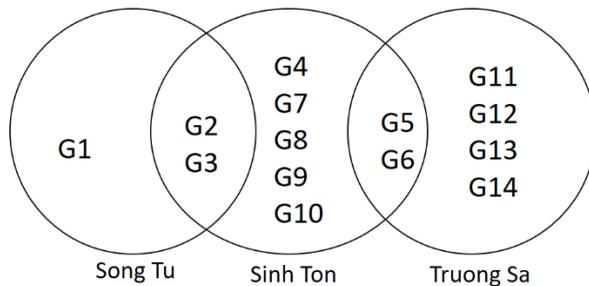
**Fig 1.** Profile of fingerprinting of yeasts isolated from coral sand

According to the results in Fig. 1, 24 yeast strains were divided into 14 groups based on fingerprinting bands (Table 4)

**Table 4.** Grouping of yeasts by DNA finger printing

Group	Strains code	Group	Strains code
1	Y1, Y3, Y4	8	Y12
2	Y2, Y6	9	Y13
3	Y5, Y7	10	Y14
4	Y8	11	Y16
5	Y9, Y22, Y23, Y24	12	Y17
6	Y10, Y15	13	Y18
7	Y11	14	Y19, Y20, Y21

Thus, the grouping of yeasts has been rearranged compared to the grouping by characteristics of colonies and cells. There were yeast strains with similar morphology (example Y10 and Y15) that were classified into the same group based on biological classification but had different fingerprinting bands, so they belong to two different groups according to PCR fingerprinting results. Besides, there were strains (example Y3 and Y4) with different morphology, so they were classified into two groups based on their characteristics, but the fingerprinting results showed that they could be in the same taxonomic group (Fig.2).



**Fig 2.** Compare yeast groups among three islands

At the island scale, there were groups of yeast that occur on both islands (example groups 2 and 3, groups 4 and 5) while there were groups that occur in only one island (example group 1). Song Tu island and Truong Sa island did not have the same group of yeasts. This can be explained by geographical distance and differences in climate and soil between the two islands.

Thus, initial assessments have shown that yeast in coral sand in Truong Sa archipelago is diverse in both morphology and genetics. This study can be a premise for further studies on microorganisms here.

This study is supported by the project “Research on the microflora distributed in the Truong Sa archipelago that has the ability to treat organic wastes that pollute the environment” (KCB-TS05).

## References

1. *Anwasha Sarkar, Bhaskar Rao*. Marine yeast: A potential candidate for biotechnological applications - A review. //Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences. 2016. P. 627-634
2. *Ausubel, Brent, Kingston, Moore, Seidman, Smith and Struhl*. Current Protocols in Molecular Biology, Current Protocols, Brooklyn, N.Y. 1994
3. *Chi ZM, Liu G, Zhao S, Li J & Peng Y*. Marine yeasts as biocontrol agents and producers of bio-products. //Appl. Microbiol. Biotechnol. 2010. №86. P.1227–1241.
4. *Chu Thanh Binh, Do Thi Thu Hong, Ngo Cao Cuong, Pham Thi Thu Huyen, Hoang Thi Thuy Duong, Nguyen Tai Tu, Britaev T.A*. Biodiversity of microbial communities on some species in the class Gastropoda is distributed in coastal waters in the central of Vietnam. // XX International scientific-practical conference «ACTUAL PROBLEMS OF ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT». 2019. P.46-53
5. *Do Thi Tuyen, Do Thi Thu Hong, Ngo Cao Cuong, Le Van Thang, Dang Thi Hong Phuong, Nguyen Thu Hoai*. Study of bacterial diversity in marine sediments in Truong Sa archipelago, Vietnam by traditional culture-dependent method in combination with denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE). // Tropical science and technology journal. 2021. № 24. P. 131-143
6. *Kurtzman, JW, Fell, T, Boekhout T*. Definition, classification and nomenclature of the yeasts. In: The yeasts, a taxonomic study, 5th. Elsevier, Amsterdam. 2011. P.3-5.
7. *Kutty, S.N. and Philip, R*. Marine yeasts – a review. // Yeast. 2008. №25. P. 465–483.
8. *M. Ramirez-Castrillon, Sandra Denise Camargo Mendes, Mario Inostroza-Ponta, Patricia Valente*. (GTG)5 MST-PCR Fingerprinting as a Technique for Discrimination of Wine Associated Yeasts. // PLOS ONE. 2014. №9(8). P.105870.

*До Тхи Тху Хонг<sup>1</sup>, Нгуыен Тху Хоан<sup>1</sup>, Ле Ван Тханг<sup>1</sup>,  
Нгуыен Тхи Ким Тханх<sup>1</sup>, Пхан Тханх Хуан<sup>2</sup>*  
**БИОРАЗНООБРАЗИЕ МОРСКИХ ДРОЖЖЕЙ,  
ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КОРАЛЛОВОГО ПЕСКА  
В АРХИПЕЛАГЕ ТРУОНГ СА,  
ПРОВИНЦИЯ КХАНЬХОА, ВЬЕТНАМ**

*<sup>1</sup> Институт биотехнологии, Вьетнамо-российский  
тропический центр, Вьетнам*

*<sup>2</sup> Центр передачи новых технологий, Вьетнамо-российский  
тропический центр, Вьетнам*

Архипелаг Чьонг Са во Вьетнаме очень разнообразен по микроорганизмам, однако, по сравнению с водными микроорганизмами (морская вода, осадок и т.д.) наземным микроорганизмам (почва, коралловый песок и т.д.) уделяется мало внимания. Данное исследование посвящено оценке биоразнообразия морских дрожжей в образцах кораллового песка, собранных на некоторых островах архипелага Чьонг Са. Из 9 образцов кораллового песка, собранных на трех островах: остров Сонг Ту (3 образца), остров Синь Тон (3 образца), остров Чьонг Са (3 образца), было выделено 24 штамма морских дрожжей. Эти штаммы были объединены в 8 групп на основе морфологии колоний и клеток и 14 групп на основе ДНК-отпечатков. Это первое исследование морских дрожжей в коралловом песке на архипелаге Чьонг Са, Вьетнам.

**Mirzambetov N., Mirabdullayev I.**  
**ZOOPLANKTON SUCCESSION IN FRY FISHPONDS**  
**OF KARAKALPAKSTAN**

*Karakalpak Research Institute of Natural Sciences, Uzbekistan*  
[mirabdullayevi@umail.uz](mailto:mirabdullayevi@umail.uz)

Zooplankton was studied in 4 fry ponds of three fish farms in Karakalpakstan. In zooplankton, 30 species were recorded – 15 species of rotifers, 9 – cladocerans, 6 – copepods. At first, rotifers gave the peak of development, then cladocerans, then copepods. The peaks of rotifers were narrower (4-6 days) than those of crustaceans (6-12 days) and were somewhat broader than those of ciliates (2-4 days).

Crustaceans *Moina micrura*, *M. weismanni*, *Diaphanasoma macrophtalma*, *Phyllodiptomus blanci*, *Thermocyclops taihokuensis* dominated. Of the rotifers, the most abundant were *Brachionus calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. angularis*, *Hexartra mira*.

In May-June 2020-2021, zooplankton was studied in 4 fry ponds of three fish farms in the Turtkul and Nukus districts of Karakalpakstan [1].

Zooplankton samples were taken every 1-2 days from 5 points of the pond, filtered through a conical plankton net made from a nylon sieve (No. 76). The area of ponds is 0.25-1.0 ha. Stocked with larvae of *Cyprinus carpio* and *Hypophthalmichthys molitrix* at a density of 6-8·10<sup>3</sup> ind./ha.

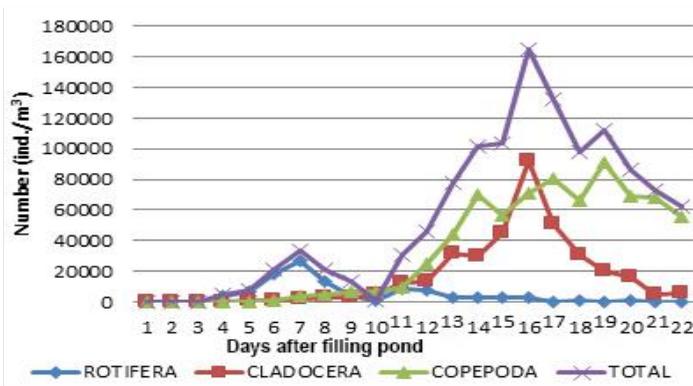
In zooplankton, 30 species were recorded – 15 species of rotifers, 9 – cladocerans, 6 – copepods (Table 1). Recorded taxa of zooplankton are well known in various water bodies of Uzbekistan, in particular, in fish ponds [1, 2].

Both ponds were characterized by relatively low numbers of rotifers, which may be due to the predation by fish fry (Fig. 1, 2). Crustaceans *Moina micrura*, *M. weismanni*, *Diaphanasoma macrophtalma*, *Phyllodiptomus blanci*, *Thermocyclops taihokuensis* dominated. Of the rotifers, the most abundant were *Brachionus calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. angularis*, *Hexartra mira*.

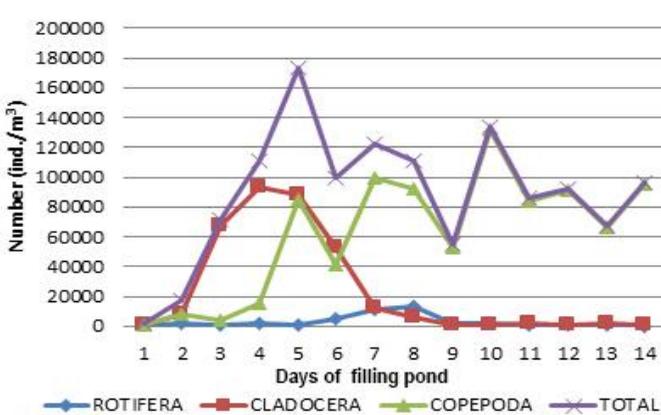
**Table 1.** Taxonomic composition of zooplankton  
in the studied fry ponds.

Taxa / fishfarms	Antiqa	Nukus Agro Fish Klaster	Salamat Daulet Fishing
<b>ROTIFERA</b>			
<i>Brachionus bidentata</i> Anderson	+	+	+
<i>Br. quadridentatus</i> Hermann	-	+	+
<i>Br. calyciflorus</i> Pallas	-	+	+
<i>Br. angularis</i> Gosse	-	+	+
<i>Testudinella patina</i> Hermann	-	+	+
<i>Platyias quadricornis</i> Ehrenberg	+	+	+
<i>Asplanchna sieboldi</i> Leydig	-	+	-
<i>Lecane papuana</i> Murray	-	+	-
<i>L. luna</i> O.F. Müller	+	-	+
<i>L. ungulata</i> Gosse	+	-	-
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	-	+	+
<i>Hexartra mira</i> Hadson	-	+	+
<i>Filinia</i> sp.	-	+	-
<i>Polyarthra</i> sp.	-	+	-
<i>Trichocerca</i> sp.	-	+	-
<b>CLADOCERA</b>			
<i>Ceriodaphnia turkestanica</i> Berner et Rakhmatullaeva	+	-	-
<i>Moina micrura</i> Kurz	+	+	+
<i>M. weismanni</i> Ishikawa	+	-	-
<i>Macrotrix</i> sp.	+	-	-
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	-	+	-
<i>Scapholeberis</i> sp.	+	+	-
<i>Diaphanasoma macrophtalma</i> Korovchinsky et Mirabdullaev	+	+	+
<i>Diaphanasoma dubium</i> Manuilova	+	-	-
<i>Coronatella rectangula</i> Sars	+	-	-
<b>COPEPODA</b>			
<i>Phyllodiaptomus blanci</i> Blanci et	-	+	+

Richard			
<i>Thermocyclops taihokuensis</i>	+	+	+
Harada			
<i>Th. vermifer</i> Lindberg	+	-	-
<i>Acanthocyclops trajani</i>	+	+	+
Mirabdullaev et Defaye			
<i>Mesocyclops pehpiensis</i> Hu	+	+	-
<i>Microcyclops pachyspina</i>	+	-	-
Lindberg			



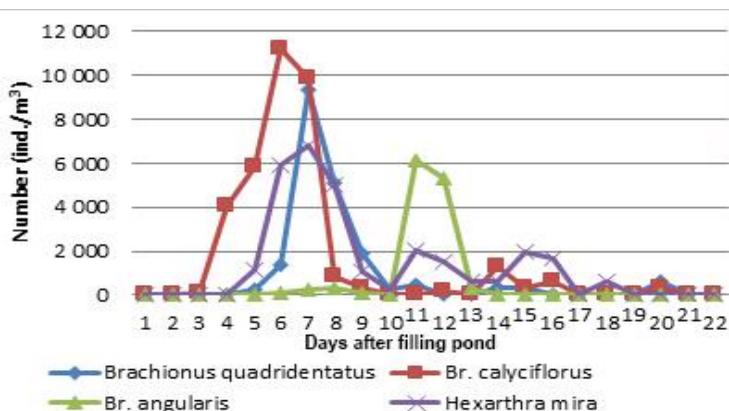
**Fig. 1.** Dynamics of zooplankton number in the Nukus Agro Fish Klaster pond (NAFK).



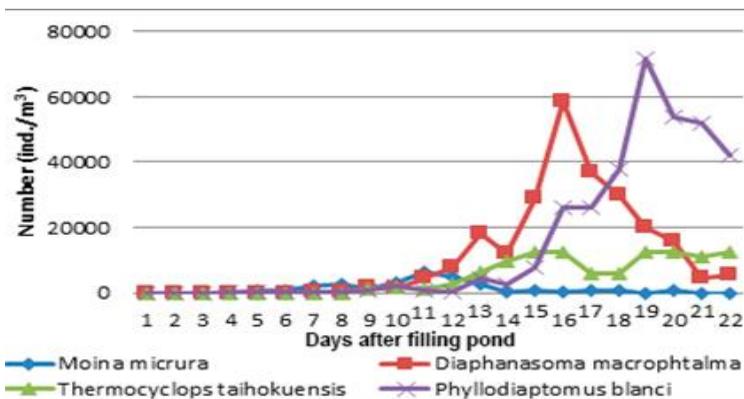
**Fig. 2.** Dynamics of zooplankton number in the Salamat Daulet Fishing pond (SDF).

In the NAFK pond, first rotifers (*Brachionus spp.*), then cladocera (*D. macrophthalma*), then copepods (*P. blanci*) reached the peak of development. In the SDF pond, the peak abundance of cladocerans (*M. micrura*) also preceded the peak of copepods (*T. taihokuensis*, then *P. blanci*).

The peaks of rotifers were narrower (4-6 days) (Fig. 3) than those of crustaceans (6-12 days) (Fig. 4) and were somewhat broader than those of ciliates (2-4 days) [3].



**Fig. 3.** Population dynamics of the dominant rotifer species in the NAFK fishpond.



**Fig. 4.** Population dynamics of dominant crustacean species in the NAFK pond.

The development peaks of filter feeders *M. micrura*, *D. macrophtalma*, and *P. blanci* successively succeeded each other (Fig. 4).

#### References

1. *Mirzambetov N.A., Mirabdullayev I.M.* Zooplankton of fry fishponds in the South of Karakalpakistan. // *Uzbek. Biol. J.* 2021. № 6. P. 29-34 (in Russian).
2. *Kuzmetov A.R.* Zooplankton of fishery ponds in Uzbekistan: Thesis... cand. biol. sci. Tashkent, IZ Acad. Sci. RUz., 1998. (in Russian).
3. *Mirabdullaev I.M.* Development of planktonic ciliates in fry ponds of Tashkent region. // *Uzbek. Biol. J.* 1988. № 6. P. 62-65 (in Russian).

### **Нурлыбай Мырзамбетов, Искандар Мирабдуллаев** **СУКЦЕССИЯ ЗООПЛАНКТОНА В МАЛЬКОВЫХ ПРУДАХ** **КАРАКАЛПАКСТАНА**

*Каракалпакский научно-исследовательский институт  
естественных наук, Узбекистан*

Зоопланктон изучали в 4 мальковых прудах трех рыбхозов Каракалпакстана. В зоопланктоне отмечено 30 видов – 15 видов коловраток, 9 – ветвистоусых, 6 – веслоногих. Сначала пик развития дали коловратки, затем кладоцеры, потом веслоногие.

Пики коловраток были уже (4—6 суток), чем у ракообразных (6—12 суток), и несколько шире, чем у инфузорий (2—4 суток).

Доминировали ракообразные *Moina micrura*, *M. weismanni*, *Diaphanasoma macrophtalma*, *Phyllodiatomus blanci*, *Thermocyclops taihokuensis*. Из коловраток наиболее многочисленными были *Brachionus calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. angularis*, *Hexartra mira*.

*Ruolin Liu, Haiying Teng, Shuping Zhang*  
**PLANT DIVERSITY AND DRIVING FACTORS OF THE  
MULTIFUNCTIONAL FORESTS IN THE SOUTHERN  
MOUNTAIN AREA OF JINAN, CHINA**

*School of Life Sciences, Shandong University, China*

[spzhang@sdu.edu.cn](mailto:spzhang@sdu.edu.cn)

Jinan is a symbiotic city of springs and communities with distinct natural geographical and cultural characteristics. The southern mountain area is an important water source and biodiversity hotspot with plenty of multifunctional forests of the city. The importance of multifunctional forests for biodiversity conservation has been documented. However, the understanding on the differences of plant diversity among different forests and its driving factors remains poor.

Thus it is important to study plant diversity and its driving factors across different plant communities and sites for establishment of biodiversity conservation strategies.

In this study, 72 forest plots of 10 m×10 m from 12 sites were sampled from the southern mountainous area. Through field investigations, the plant species diversity of each plot were preliminarily determined. The types of plant communities and their species composition in the southern mountain area have revealed a distinct spatial pattern. The spatial pattern of species diversity across different communities and sites have been discovered. Furthermore, the main ecological factors affecting species diversity have been discussed to suggest ecological protection.

The results showed there were 226 species of 156 genera and 72 families in all investigated sites were recorded. Totally seven associations including *Ginkgo biloba* – *Buxus sinica* – *Chenopodium album*, *Castanea mollissima* – *Ailanthus altissima* + *Euonymus alatus* – *Ruta graveolens*, *Ziziphus jujuba* – *Forsythia suspensa* – *Phragmites australis*, *Koelreuteria paniculata* – *Grewia biloba* – *Deyeuxia arundinacea* + *Dioscorea opposita*, *Juglans regia* – *Vitex negundo* + *Ziziphus jujuba* - *Arthraxon hispidus*, *Robinia pseudoacacia* - *Rubus crataegifolius* - *Deyeuxia arundinacea*, *Platycladus orientalis* - *Vitex negundo* + *Lespedeza bico-*

lor - *Arthraxon hispidus* + *Deyeuxia arundinacea* have been distinguished. Among the associations, the Shannon-Wiener index, Simpson index, and Pielou index of the association *Castanea mollissima* – *Ailanthus altissima* + *Euonymus alatus* – *Ruta graveolens* were the lowest, and the various diversity indexes of the association *Juglans regia*.- *Vitex negundo* + *Ziziphus jujuba* - *Arthraxon hispidus* were relatively higher. The differences of the four diversity indexes between the association *Juglans regia*. *Vitex negundo* + *Ziziphus jujuba* - *Arthraxon hispidus* and the association *Platyclusus orientalis* - *Vitex negundo* + *Lespedeza bicolor* - *Arthraxon hispidus* + *Deyeuxia arundinacea* were significant. Hongye Valley had the highest Shannon-Wiener index among the 12 survey sites. Among the environmental factors, Pearson correlation analysis and Canonical Correspondence Analysis (CCA) showed that total nitrogen in the soil was significantly positively correlated with the elevation of the plots and total phosphorus in the soil, and significantly negatively correlated with the soil pH. Whereas, the Shannon-Wiener index and Patrick richness index were significantly negatively correlated with soil salinity.

The main findings of this study are expected to shed light on determining the prior areas of plant diversity protection of multifunctional forests worldwide and the plant diversity conservation planning of Jinan city.

*Руолин Лю, Хайин Тенг, Шупин Чжан*

**РАЗНООБРАЗИЕ РАСТЕНИЙ И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ  
ФАКТОРЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЛЕСОВ  
В ЮЖНОМ ГОРНОМ РАЙОНЕ ЦЗИНАНЬ, КИТАЙ**

*Школа наук о жизни, Шаньдунский университет, Китай*

Цзинань - это симбиотическая территория водных источников и сообществ с ярко выраженными природно-географическими и культурными характеристиками. Для разработки стратегий сохранения биоразнообразия важно изучить влияющие на него факторы в различных растительных сообществах многофункциональных лесов.

**Андреева Т.В.<sup>1</sup>, Кузнецов В.В.<sup>1</sup>, Галанин И.Ф.<sup>1</sup>,  
Галанина А.П.<sup>1</sup>, Смирнов А.А.<sup>2,3</sup>**

**ИЗМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИНЦА *ABRAMIS BALLERUS*  
ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА  
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА  
В СВЯЗИ С АНТРОПОГЕННЫМ ВЛИЯНИЕМ**

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии, Россия

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

[Tatyana.Andreeva@kpfu.ru](mailto:Tatyana.Andreeva@kpfu.ru)

Рассмотрены размерный, весовой и возрастной составы синца верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища из контрольных уловов ставными сетями, за период 2018-2021 гг.

Сделано предположение, что изменения биологических показателей вызваны значительным влиянием антропогенного воздействия в виде незарегистрированного вылова.

Куйбышевское водохранилище – самое крупное из водохранилищ, созданных на р. Волге. Формирование его экосистемы и отдельных компонентов прошло несколько этапов: от эффекта подпора до дестабилизации [1]. По сравнению с условиями Средней Волги в водохранилище значительно ухудшились условия обитания гидробионтов, что привело к ухудшению биологических показателей у большинства видов рыб, снижению их промысла.

Одним из значимых промысловых видов Куйбышевского водохранилища является синец *Abramis ballerus* (L.).

Цель исследований – рассмотрение размерно-весового и возрастного состава уловов синца в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища за период 2018-2021 гг.

Материал был собран в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 2018-2021 гг. Рыба

отлавливалась в летний и осенний периоды ставными сетями с ячеей 24-65 мм. В исследованиях применялись общепринятые методики [2, 3, 4]. Всего обработано 501 экз. рыб.

Синец – один из важных компонентов ихтиоценоза Куйбышевского водохранилища. Этот вид – типичный фитофил, поэтому эффективность его воспроизводства во многом зависит от колебания уровня воды в нерестовый период и от благоприятных метеоусловий. В условиях водохранилища у синца произошло формирование популяции, нерестящейся при повторном повышении уровня воды [5].

По типу питания синец является зоопланктонофагом. Главным кормом является рачковый зоопланктон, который другими рыбами используется слабо. Основным пищевым конкурентом является тюлька, потому обеспеченность кормовой базой у синца высокая.

Доля синца в промысле в условиях Средней Волги составляла по массе 3-4% [6]. После 90-х годов в водохранилище наблюдается снижение вылова синца [5]. Следует подчеркнуть, что официальный промышленный лов синца с середины второго десятилетия XX в. в Волжском плесе не ведется и следовало бы ожидать улучшения биологических показателей вида, а любительский лов этого вида не может быть значительным, ввиду особенностей питания синца.

По нашим данным, в 2018-2021 гг. в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища длина тела синца колебалась от 13,5 до 32,5 см. В уловах доминировали особи размерных классов от 23 до 25 см. Доля таких рыб составляла 63,2% в 2018 г., 47,5% – в 2019 г., 59,0% – в 2020 г., 79,7% – в 2021 г. Рыбы крупных размеров, длиной 29,0 см и более, были редкими и составляли от 0,8 до 3,4% от общего улова. В исследованиях Полозовой Д.А., Григорьева В.Н. [7] в 2007-2009 гг. на данном участке размеры рыб варьировали

от 12, 5 до 34,0 см, а основная масса имела длину тела от 18,0 до 26,0 см, что говорит о некотором сужении размерного ряда синца в настоящее время.

Масса тела синца в уловах 2018-2021 гг. в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища колебалась от 45 до 555 г в зависимости от года наблюдений. В разные годы в уловах доминировали особи с массой тела: в 2018 и 2020 гг. – от 200 до 250 г, в 2019 г. – от 150 до 250 г, в 2021 г. – от 250 до 300 г. В 2007-2009 гг. основная часть уловов синца имела массу 50-250 г [7].

В 2018-2021 гг. возрастная структура синца на исследуемом участке Куйбышевского водохранилища состояла из особей от 2 до 8 лет. Наиболее массовыми в уловах были рыбы поколений: в 2018 г. – 4 лет - (17,6%) и 2014 г.), 5 лет (17,6%), 6 лет (32,4%); в 2019 г. – 3 лет (22,6%), 4 лет (50,8%), 5 лет (18,3%); в 2020 г. – 3 лет (23,1%), 4 лет (53,8%), 5 лет (17,1%); в 2021 г. – 5 лет (46,8%), в равной степени 4 и 6 лет (по 17-18%). Рыбы старше 6 лет были немногочисленны и отмечались только в отдельные годы.

В 2007-2009 гг. возрастной состав состоял из рыб 3-8 лет. Наиболее массовыми в уловах были рыбы 2002-2005 гг. рождения [7].

Таким образом, анализ биологических показателей уловов синца верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища за период 2018-2021 гг. не отражает их улучшения, в сравнении с данными 2007-2009 гг., и показывает даже некоторое снижение размаха колебаний длины и массы тела.

Учитывая достаточно хорошую обеспеченность кормом в рассматриваемом районе, можно предположить, что изменения биологических показателей вызваны значительным влиянием антропогенного воздействия в виде незарегистрированного вылова.

### *Литература*

1. Кузнецов В.А. Изменение экосистемы Куйбышевского водохранилища в процессе ее формирования // Водные ресурсы. №2. Т. 24. 1997. С. 18-32.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М. Пищевая промышленность. 1966. 376 с.
3. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М. Изд-во АН СССР. 1959. 65 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие. М. Высшая школа. 1990. 352 с.
5. Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. Казань. Идель-Пресс. 2005. 207 с.
6. Смирнов Г.М. Синец Куйбышевского водохранилища // Ученые записки КГУ. Т. 127. Кн. 7. 1966. С. 104-131.
7. Полозова Д.А., Григорьев В.Н. Основные биологические показатели синца верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища // Материалы докладов научно-практической конференции гидробиологов, посвященной памяти профессора Х.М. Курбангалиевой. Казань. Казан. Гос. ун-т. 2010. С. 70-71.

*T.V. Andreeva<sup>1</sup>, V.V. Kuznetsov<sup>1</sup>, I.F. Galanin<sup>1</sup>,  
A.P. Galanina<sup>1</sup>, A.A. Smirnov<sup>2</sup>*

**CHANGES IN THE MAIN BIOLOGICAL PARAMETERS  
OF THE BLUE BREAM *ABRAMIS BALLERUS* OF THE UPPER  
PART OF THE VOLGA PLES OF THE KUIBYSHEV  
RESERVOIR DUE TO ANTHROPOGENIC INFLUENCE**

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

*<sup>2</sup>Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,*

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

The size, weight and age composition of the blue bream of the upper part of the Volga Ples of the Kuibyshev reservoir from the control catches by set nets for the period 2018-2001 are considered.

It is assumed that the changes in biological indicators are caused by a significant impact of anthropogenic impact in the form of unregistered catch.

**Арушанян Г.С.**  
**РЕСУРСЫ ВИДОВ РОДА ДЕВЯСИЛ (АСТРОВЫЕ)**  
**В МЕЖДУРЕЧЬЕ ХОПЁР-КАРАЙ**

*Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Н.Г. Чернышевского, Россия*  
[elenaprentam@mail.ru](mailto:elenaprentam@mail.ru)

Девясил высокий (*Inula helenium*), девясил иволистный (*I. salicina*), девясил британский (*I. britannica*) – виды, имеющие в своем составе ценные биологически активные соединения, применяются в официальной и народной медицине. В среднем за 2 года исследования урожайность *I. helenium* (корни) составила 62,4 т/га, *I. salicina* (трава) – 29,9 т/га; *I. britannica* (трава) – 22, 8 т/га в сырой массе. Полученные данные могут быть использованы при промышленной эксплуатации зарослей.

Поиск новых сырьевых источников природных биологически активных соединений является актуальной проблемой современности [1-3]. В плане сохранения биоразнообразия растений особое внимание следует уделять хозяйственно ценным видам, популяции которых в природных условиях рискуют стать уязвимыми. К таким видам в Прихопёрье относится девясил высокий (*Inula helenium* L.), девясил иволистный (*I. salicina* L.), девясил британский (*I. britannica* L.).

С фармакогностической точки зрения данные виды растений содержат активные биологические соединения (инулин, полифруктозан, сумму сесквитерпеновых лактонов и др.). Фармацевтической промышленности выпускаются лекарственные препараты: «Алантон», «Доктор МОМ®» и др. «Алантон» – фитопрепарат с отхаркивающим и гастропротекторным действием. «Доктор МОМ®» применяется для терапии симптомов вирусных инфекций верхних дыхательных путей. Экспериментально доказано, что препараты девясила высокого, действуют бактериостатически на *Helicobacter pylori*. Rhizomatum et

radicum *Inulae helenii* входит в Государственный регистр лекарственных средств России в качестве фармакологической группы БАДы – продукты растительного, животного или минерального происхождения [4-7].

Цель исследования – изучить ресурсы *I. helenium*, *I. salicina*, *I. britannica* в междуречье Хопёр-Карай.

Район исследования расположен в лугово-степной зоне в пределах Окско-Донской равнины в бассейне реки Карай, левого притока Хопра. Мягкие переходы в очертаниях рельефа, луговые фитоценозы с разнотравьем, ленточные леса в долинах Хопра, левого притока Карая и, в свою очередь, притоки Карая, создают условия для развития интразональной растительности, отличающуюся высоким биоразнообразием. Местообитания *I. helenium* – заливные луга, *I. salicina*, *I. britannica* – участки луговых степей, опушки мелколиственных лесов.

В среднем за 2 года (2020-2021) исследований урожайность *I. helenium* (корни) на заливном лугу, площадью 25 га составила 62,4 т / га, *I. salicina* (травы) на опушке леса, площадью 1,42 га – 29,9 т /га; *I. britannica* (травы) на участке луговой степи, площадью 12 га – 22, 8 т/га в сырой массе.

Таким образом, необходимо дальнейшее ресурсоведческое изучение запасов сырья видов рода *Inula* на территории Хопёр-Карайского междуречья, которое даст возможность расширить сырьевую базу. Полученные предварительные данные о ресурсах изученных видов могут быть рекомендованы для промышленной заготовки. Сбор местным населением может производиться – травы не чаще, чем 1 раз в 2 года на 1/3 площади заросли, корней – раз в 5 лет.

### Литература

1. Грубов В.И. Конспект рода девясил (*Inula* L., Compositae) Центральной Азии // Новости систематики высших растений. 2005. – Т. 37. – С. 185-190.
2. Арушанян Г.С., Авдохина А.А., Смирнова Е.Б. Ресурсы

лекарственного растительного сырья *Asparagus officinalis* надпойменных террас притоков реки Хопёр // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. № 58-3. С.149-154.

3. Смирнова, Е.Б., Занина М.А., Шатаханов Б.Д. Ресурсы лекарственных растений природных урочищ среднего Прихопёрья. Саратов : Саратовский источник, 2020.

4. Яницкая А.В., Митрофанова И.Ю. Девясил высокий – перспективный источник новых лекарственных средств // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2012. № 3 (43). С. 24-27.

5. Бутко А.Ю. Фармакотерапевтические аспекты применения растительного сырья девясила высокого и девясила британского в официальной и народной медицине // Актуальные проблемы медицины. 2013. Т. 22. 11 (154). С. 272-277.

6. Konishi T., Shimada Y. Antiproliferative sesquiterpene lactones from the roots of *Inula helenium* // Biol. Pharm. Bull. 2010. Vol.25. №10. P.1370-1371.

7. Peter A., Dosa G. Detection of phenoloids in some hungarian *inula* and *centaurea* species // Acta Bot. Hung. 2002. Vol. 44. P. 129-135.

**Arushanyan G.S.**

**RESOURCES OF SPECIES OF THE GENUS *INULA* L.  
(ASTERACEAE) IN THE KHOPER-KARAY INTERFOUR**

*Saratov National Research State University  
named after N.G. Chernyshevsky, Russia*

Elecampane high (*Inula helenium*), elecampane willow (*I. salicina*), elecampane British (*I. britannica*) – species that have in their composition valuable biologically active compounds and are used in official and traditional medicine. On average, over 2 years of the study, the yield of *I. helenium* (roots) was 62.4 t/ha, *I. salicina* (grass) – 29.9 t/ha; *I. britannica* (grass) – 22.8 t/ha wet weight. The data obtained can be used in the industrial exploitation of thickets.

*Белялова Л.Э.*

## **ВОПРОСЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ЗАРАФШАНСКОГО ФАЗАНА В УЗБЕКИСТАНЕ**

*Самаркандский государственный университет, Узбекистан*

Доклад посвящен обзору динамики численности охраняемого в Узбекистане зарафшанского фазана – эндемичного подвида обыкновенного фазана, факторов, влияющих на его численность и вопросам сохранения вида. Хотя некоторые исследователи ставят под сомнение обоснованность внесения зарафшанского фазана в Красную книгу Узбекистана, авторы показывают, что выведение его из этого списка преждевременно.

Проблема сохранения и увеличения численности редких видов является наиболее актуальной задачей современной биологии. К числу малочисленных относится зарафшанский фазан - уникальный эндемичный подвид обыкновенного фазана. По данным предыдущих исследователей [1, 2] до недавнего времени зарафшанский фазан считался обычной птицей в бассейне реки Зарафшан и реки Кашкадарья. В настоящее время он имеет очень ограниченный ареал в долине реки Зарафшан (Зарафшанский природный парк и Варданзинский заказник), т.е. сохранился на особо охраняемых природных территориях. Общая площадь, занимаемая этим подвидом сейчас, не превышает 30 тыс. га с общей численностью не более 5 тыс. особей, хотя в недалеком прошлом общая площадь, занимаемая зарафшанским фазаном, определялась приблизительно в 200 тыс. га с поголовьем около 100 тыс. особей. Таким образом, за последние 45-50 лет площадь обитания фазана сократилось в 7 раз, а численность более чем в 20 раз. [3]

Наиболее многочисленная естественная популяция с поголовьем 2000 особей, сохранилась на территории Зарафшанского природного парка. с развитием хлопководства в Узбекистане, богатые пойменные почвы стали интенсивно осваиваться. Нависла угроза полной

гибели тугайников русла реки Зарафшан, а соответственно и обитающего здесь подвида фазана. В связи с чем, для его сохранения, а также сохранения интереснейшего ландшафта в Средней Азии - тугайного леса, на данной территории первоначально (в 1958 г.) создается фазаний заказник, а позднее (в 1975 г.) - Зарафшанский национальный заповедник. Организация последнего способствовала восстановлению и стабилизации численности зарафшанского фазана. Так, в год создания заповедника на его территории (2066 га) насчитывалось около 800-1000 особей. Прослеживая многолетнюю динамику численности популяции, можно отметить, что в первые годы после организации заповедника наблюдался постепенный рост численности этого вида, пик которого отмечался в 1995-1999-е годы с колебанием в пределах от 3175 до 3506 особей (по данным научных отчетов Зарафшанского заповедника). За все последующие годы наблюдений такая высокая численность фазана больше не отмечалась. Напротив, в заповеднике прослеживается постепенное сокращение поголовья этого вида при некотором колебании численности с 2750 особей (2002г.) до 1618 особей (2015г.). За последние 10 лет наблюдений численность фазана ни разу не достигла 2000 особей (данные научного отдела. Проблема охраны зарафшанского фазана усугубляется тем, что конфигурация заповедника не обеспечивает минимальную степень вмешательства извне [4]. Кроме того, он расположен вблизи Самарканда, соседствует с населенными пунктами и граничит с пшеничными, люцерновыми, кукурузными полями и огородами. Это приводит к перемещению части птиц на эти территории [5], где часть из них гибнет.

По мнению некоторых исследователей, зарафшанский фазан не обосновано занесен в Красную книгу РУз. [6] Наши наблюдения показывают, что выведение его из списка Красной книги Узбекистана, по-видимому, преждевременно, особенно с учетом того, что в 2018 году по решению

вышестоящих организаций произошло преобразование заповедника в природный парк. Понижение природоохранного статуса этой своеобразной в экологическом отношении территории вызывает определенные опасения в вопросах охраны и поддержания численности популяции данного подвида.

1. Размещение карьера по забору песка и гравия в русле реки Зарафшан в охранной зоне.

2. Использование вод для сельхознужд.

3. Строительство заградительной дамбы.

4. Вырубка деревьев.

5. Лесные пожары.

6. Увеличение площадей агроценозов в непосредственной близости от заповедника и огородов арендаторов на территории парка.

7. Использование химикатов при обработке сельскохозяйственных полей, огородов и садов действует как на кормовые объекты птиц, так и на самих птиц.

8. Выпас скота на территории заповедника.

9. Сенокосение, сбор лекарственных трав, плодов и ягод в заповеднике; 10. Браконьерство.

11. Понижение статуса природоохранной территории. На численности фазанов в Зарафшанском заповеднике сказываются и климатические условия. Так, в Узбекистане зима в 2007-2008 году была очень суровой и продолжительной, и это привело к гибели трети популяции: если осенью 2007 года она насчитывала 1255 особей, то весной 2008 года было учтено 888 особей.

Естественные факторы, такие как болезни и паразиты, хищники, успешность гнездования, могут влиять на состояние популяции. Нельзя, например, пренебрегать таким фактором, как увеличение численности сороки в заповеднике – одного из разорителей кладок фазана.

### *Литература*

1. *Мекленбурцев Р.Н.* Новые данные по распространению и экологии зарафшанского фазана //Бюлл. Биол. Отделения. Т. 49 (5). 1940. С.47-56.
2. *Богданов А.Н.* Птицы бассейна реки Зарафшан // Труды института зоологии и паразитологии АН РУз. Т. 5. 1956. С. 103-163
3. *Белялова Л.Э., Фундукчиев С.Э.* Динамика численности зарафшанского фазана
4. *Соколов В.Е., Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д., Шадрин Г.Д.* Экология заповедных территорий России. М.: Янус-К. 1997.
5. *Мармазинская Н.В., Ефанов В.В., Коршиков А.В.* Современные данные о распространении зарафшанского фазана в долине реки Зарафшан в пределах Самаркандской области. // Вестник «Тинбо». 2005. С.88-94
6. *Назаров О.П.* Очерки об обыкновенном фазане (*Phasianus colchicus*) Туркестанского края //Материалы международной конференции, посвященной памяти Н.А. Зарудного «Наземные позвоночные животные аридных экосистем». Ташкент, 2012. С 236-247.

### *Belyalova L.E.*

#### **ISSUES OF ZARAFSHAN PHEASANT POPULATION MAINTENANCE IN UZBEKISTAN**

*Samarkand State University, Uzbekistan*

The report is devoted to the review of population dynamics of Zarafshan pheasant, endemic subspecies of common pheasant in Uzbekistan, factors, influencing its abundance and issues of species conservation. Although some researchers question the validity of including Zarafshan pheasant in the Red Book of Uzbekistan, the authors show that its removal from this list is premature.

**Боймуродов Х.Т., Жабборов Х.Ж., Жабборова Т.Х.**  
**ИЗМЕНЕНИЕ АРЕАЛА ВИДОВ ОТРЯДА *UNIONIDAE*,**  
***EUGLESIDAE*, *PISIDIDAE* И *CORBICULIDAE***  
**ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВОДОХРАНИЛИЩ**  
**В БАССЕЙНЕ КАШКАДАРЬИ В УСЛОВИЯХ**  
**ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

<sup>1</sup>*Самаркандский государственный университет ветеринарной  
медицины, животноводства и биотехнологии, Узбекистан*

<sup>2</sup>*Каришинский государственный университет, Узбекистан*

[boymurodov1971@mail.ru](mailto:boymurodov1971@mail.ru)

В бассейне Кашкадарьи разрушение естественных зоогеографических барьеров под воздействием антропогенных факторов привело к расширению местообитания инвазионных видов. Со строительством водохранилищ Кашкадарьинского бассейна выявлено расширение местообитания видов семейств *Unionidae*, *Euglesidae*, *Pisididae* и *Sorbiculidae*.

Моллюски являются неотъемлемой частью водных экосистем. В результате неправильного использования водных ресурсов их разнообразие в последние годы сокращается. В связи с этим выявление видового состава моллюсков, распространенных в водоемах, выявление факторов, влияющих на их популяции, и разработка мероприятий по сохранению редких видов имеют большое научное и практическое значение.

В настоящее время одним из наиболее актуальных вопросов в этой сфере для Казахстана является изучение изменения местообитаний видов *Unionidae*, *Euglesidae*, *Pisididae* и *Corbiculidae* при строительстве водохранилищ в Кашкадарьинском бассейне.

Исследования о выявлении регионального разнообразия, таксономической структуры и признаков изменчивости двустворчатых моллюсков в странах СНГ можно увидеть в работах В.В. Богатова, Я.И. Старобогатова, Н.И. Андреева [1-3], но недостаточно информации о распространении,

морфологии и ресурсах двустворчатых моллюсков в различных водоемах Узбекистана. Эта информация отражена только в исследованиях З.И. Иззатуллаева и Х.Т. Боймуродова [4-9], в которых можно найти сведения об отдельных видах в некоторых водоемах Узбекистана. Эти данные не позволяют сделать достаточных выводов о современном видовом составе моллюсков семейств *Unionidae*, *Corbisulidae*, *Pisididae* и *Euglesidae*, экологически важных среди организмов макробентоса водоемов, влиянии абиотических факторов на их распространение

Материалы для исследования из водных экосистем Кашкадарьинского водохранилища были собраны весной, летом и осенью 2004-2021 гг. С 421 местообитания отобрано 2162 экземпляра моллюсков.

Установлено, что в результате строительства водохранилищ в Чимкургане, Пачкамаре, Камаши, Хисораке, Дехканабаде, Нугайли и Янгикургане, в частности вследствие разрушения зоогеографических барьеров в естественном состоянии каналов и рыбных хозяйств произошло расширение диапазона местообитаний видов двустворчатых моллюсков семейств *Unionidae*, *Euglesidae*, *Pisididae* и *Corbiculidae*.

В результате инвентаризации видов моллюсков на новых местообитаниях сооруженных водохранилищ нами впервые было обнаружено распространение двустворчатых моллюсков: в Пачкамаре 9 видов и 1 подвид, в Чимкургане 11 видов и 2 подвида, в Камаши 5 видов и 1 подвид, в Хисораке 7 видов, в Дехканабаде 5 видов, в Нугайли 3 вида и в Янгикургане 5 видов.

Распространение и плотность трех видов двустворчатых моллюсков - *Sinanodonta gibba*, *S.puerorum*, *Sinanodonta orbicularis* Кашкадарьинского бассейна в экосистемах водохранилища определяются влиянием на них факторов водной среды. Кашкадарьинский бассейн изучался с целью сохранения разнообразия эндемичных и редких видов,

а также использования видов-индикаторов сапробы для оценки качества воды. Выявлено влияние расхода воды, температуры воды и прозрачности воды на разнообразие эндемичных и редких видов в экосистемах водоемов. Доказаны индикаторные свойства двустворчатых моллюсков.

На основе полученных научных результатов о распространении в водоемах Кашкадарьинского бассейна двустворчатых моллюсков *Corbicula cor*, *Corbicula fluminalis*, *Corbicula purpurea*, *Colletopterum bactrianum*, *Colletopterum cyreum sogdianum*, занесенных в "Красную книгу" Узбекистана как эндемичных и редких видов, а также информации об использовании их в различных отраслях экономики были разработаны меры по их охране. В результате сезонное регулирование водного режима в водохранилищах позволили сохранить распространенные биотопы и поддерживать популяции редких видов.

### *Литература*

1. *Bogatov V.V.* Comparative Method and diagnostics of the freshwater large bivalve mollusks (Bivalvia: Unionida) // Abstracts of the conference Mollusks of the Eastern Asia and Adjacent Seas. Vladivostok, Russia, 2014. P.6-12.

2. *Андреев Н.И., Андреева С.И., Бабушкин Е.С.* Новые и редкие виды двустворчатых моллюсков (Mollusca, Bivalvia) бассейна реки Большой Юган // Мат. Всерос. конф. «Человек и Север: антропология, археология, экология» Тюмень. 2015. Вып. 3. С. 288–290.

3. *Андреев Н.И., Андреева С.И., Бабушкин Е.С.* Фауна и распределение двустворчатых моллюсков (Bivalvia) в бассейне р. Малый Юган (Среднее Приобье) // *Ruthenica*. 2016. Vol. 26. № 3-4. P. 191–201.

4. *Boymurodov Kh.T., Khasanov N.* Influence of abiotic factors on biodiversity of the populations of bivalve molluscs of the Lower Zarafshan reservoirs. // E3S Web of Conferences. 2021. V. 265. 01012 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126501012>

5. *Boymurodov Kh. T., Suyarov S.A.* Bivalve mollusk fauna and ecological groups of Unionidae and Corbiculidae families in natural and artificial reservoirs of Uzbekistan //E3S Web of Conferences. 2021. V. 265. 01014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126501014>.

6. *Боймуродов Х.Т.* Иккипаллали моллюскаларнинг адир минтақасида барпо этилган сув омборларида тарқалиши ва биологик хилма-хиллиги // Ўзбекистон биология журнали. 2013. №2. с. 29-32.

7. *Izzatullaev Z.I., Boymurodov H.T., Egamqulov A.N., Otaqulov B.N., Ҳоҗийев М.В., Bobomurodov Z.A., and Suyarov S.A.* Freshwater Bivalve Molluscs in Artificial Reservoirs of Uzbekistan // International journal of current microbiology and applied sciences. 2019. P. 2184-2188.

8. *Боймуродов Х.Т., Иззатуллаев З.И., Эгамқулов А.Н., Отақулов Б.Н., Ҳоҗиев М.Б., Бобомуродов З.С.* Современное состояние популяции *Colletopterum baktrianum* rolle 1897 в водоемах Узбекистана // Bulletin of Sciece and Prakteice Scientific Journal. 2020. P. 28-34.

9. *Иззатуллаев З.И.* Моллюски водных экосистем Средней Азии. Ташкент: Lessonpress. 2018. С.109-121

***Boymurodov Kh.T.<sup>1</sup>, Zhabborov H.J.<sup>2</sup>, Zhabborova T.H.<sup>2</sup>***  
**CHANGES IN THE RANGES OF SPECIES OF UNIONIDAE,  
EUGLESIDAE, PISIDIDAE AND CORBICULIDAE  
DURING THE CONSTRUCTION OF RESERVOIRS  
IN THE KASHKADARYA BASIN  
UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE**

*<sup>1</sup>Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal  
Husbandry and Biotechnology, Uzbekistan*

*<sup>2</sup>Karshi State University, Uzbekistan*

In the Kashkadarya basin, the destruction of natural zoogeographic barriers under the influence of anthropogenic factors has led to the expansion of the range of invasive species. With the construction of reservoirs in the Kashkadarya basin, the range of *Unionidae*, *Euglesidae*, *Pisididae* and *Sorbiculidae* families has been expanded.

**Василевская А.А.**  
**СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ ПАРКА «ЗАРЯДЬЕ»**  
**(МОСКВА)**

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

Устойчивое население птиц нового парка «Зарядье» начало формироваться уже в первые годы после открытия. Основу орнитофауны составляют широко распространённые урбофильные виды, такие как домовый воробей, сизый голубь, большая синица и серая ворона. В то же время, парк отличается высокой долей единично встречающихся видов, в число которых входят охраняемые. В будущем возможен рост видового обилия по мере созревания древесных насаждений.

Известно, что создание даже очень небольших по площади озеленённых зон в городах значительно повышает разнообразие птиц [1]. Московский парк «Зарядье», открытый в 2017 г., уже в первые годы своего существования стал важным постоянным и временным местообитанием для многих видов птиц.

По результатам учётов по методу Ю.С. Равкина [2], проводившихся ежемесячно с 2018 по 2021 гг., на территории парка зарегистрировано 47 видов птиц (табл. 1), из которых 8 являются охраняемыми, т.е. занесены в Красную книгу Москвы [3].

**Таблица 1.** Структура населения птиц парка «Зарядье»

Вид	Плотность населения, ос./км <sup>2</sup> / Доля участия в населении, %				
	зима	весна	лето (16.05.- 15.07)	лето (16.07- 31.08)	осень
<i>Acanthis flammea</i>	11,12 / 1,21	20 / 2,97	- / -	- / -	- / -

Вид	Плотность населения, ос./км <sup>2</sup> / Доля участия в населении, %				
	зима	весна	лето (16.05.- 15.07)	лето (16.07- 31.08)	осень
<i>*Accipiter gentilis</i>	- / -	- / -	- / -	0,13 / 0,01	- / -
<i>Acrocephalus dumetorum</i>	- / -	3,34 / 0,5	28,34 / 3,1	6,67 / 0,7	- / -
<i>Acrocephalus palustris</i>	- / -	- / -	1,12 / 0,11	- / -	- / -
<i>*Aegithalos caudatus</i>	- / -	- / -	- / -	- / -	5,56 / 0,45
<i>Anas platyrhynchos</i>	11,66 / 1,44	25,67 / 3,87	8,74 / 0,89	11,67 / 0,57	53,98 / 4,93
<i>Apus apus</i>	- / -	0,6 / 0,09	15,73 / 1,42	44,32 / 2,41	- / -
<i>*Caprimulgus europaeus</i>	- / -	- / -	- / -	- / -	0,84 / 0,07
<i>Carduelis carduelis</i>	- / -	8 / 1,12	9,17 / 0,76	5 / 0,35	2,78 / 0,21
<i>Certhia familiaris</i>	- / -	- / -	- / -	- / -	0,84 / 0,07
<i>Chloris chloris</i>	- / -	21,84 / 6,45	18,89 / 2,01	13,89 / 1,06	- / -
<i>*Chroicocephalus ridibundus</i>	- / -	3,86 / 1,1	1,67 / 0,2	0,13 / 0,01	- / -
<i>Coloeus monedula</i>	- / -	- / -	- / -	- / -	1,25 / 0,1
<i>Columba livia</i>	289,07 / 62,88	201,84 / 35,11	208,09 / 21,23	194,31 / 12,33	181,37 / 17,18
<i>Corvus corax</i>	0,67 / 0,28	0,25 / 0,04	- / -	- / -	0,21 / 0,02
<i>Corvus cornix</i>	46,1 / 6,74	93,79 / 14,64	10,17 / 0,94	5 / 0,27	25,84 / 2,58
<i>Curruca curruca</i>	- / -	- / -	0,28 / 0,03	- / -	0,56 / 0,05

Вид	Плотность населения, ос./км <sup>2</sup> / Доля участия в населении, %				
	зима	весна	лето (16.05.- 15.07)	лето (16.07- 31.08)	осень
<i>Cyanistes caeruleus</i>	35,28 / 6,42	21,98 / 3,79	8,89 / 0,78	7,09 / 0,64	34,73 / 3,09
<i>Dendrocopos major</i>	- / -	0,67 / 0,1	- / -	- / -	- / -
<i>Erithacus rubecula</i>	1,67 / 0,19	2,34 / 0,32	- / -	3,34 / 0,27	49,17 / 4,43
<i>Fringilla coelebs</i>	- / -	6,12 / 1,16	2,23 / 0,2	7,23 / 0,42	29,45 / 3,4
<i>Garrulus glandarius</i>	1,12 / 0,18	- / -	- / -	- / -	1,67 / 0,14
* <i>Lanius collurio</i>	- / -	- / -	- / -	1,67 / 0,09	- / -
<i>Larus argentatus</i>	1,88 / 0,3	8,3 / 1,29	5,56 / 0,65	0,34 / 0,02	3,42 / 0,32
* <i>Larus canus</i>	- / -	- / -	- / -	- / -	0,3 / 0,03
<i>Luscinia luscinia</i>	- / -	- / -	1,12 / 0,11	- / -	- / -
<i>Motacilla alba</i>	- / -	21,89 / 3,58	35,42 / 3,45	41,39 / 3,42	22,78 / 2,44
<i>Muscicapa striata</i>	- / -	- / -	2,23 / 0,18	- / -	- / -
<i>Oenanthe oenanthe</i>	- / -	- / -	- / -	- / -	0,56 / 0,05
<i>Parus major</i>	30,42 / 4,74	21,64 / 4,13	16,12 / 1,74	46,12 / 3,37	69,24 / 6,74
<i>Passer domesticus</i>	105,28 / 14,26	75,45 / 12,44	318,2 / 28,42	966,12 / 62,59	446,12 / 42,75
<i>Passer montanus</i>	- / -	14,34 / 2,02	19,31 / 2,06	61,67 / 3,79	37,23 / 4,95
* <i>Periparus ater</i>	1,67 / 0,39	0,67 / 0,1	- / -	- / -	3,34 / 0,37

Вид	Плотность населения, ос./км <sup>2</sup> / Доля участия в населении, %				
	зима	весна	лето (16.05.- 15.07)	лето (16.07- 31.08)	осень
<i>Phalacrocorax carbo</i>	0,05 / 0,01	- / -	- / -	- / -	- / -
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	- / -	- / -	- / -	- / -	2,23 / 0,17
<i>Phylloscopus collybita</i>	- / -	0,42 / 0,06	- / -	- / -	0,84 / 0,07
<i>Phylloscopus trochilus</i>	- / -	- / -	- / -	1,67 / 0,09	3,89 / 0,48
* <i>Poecile montanus</i>	- / -	0,67 / 0,1	- / -	- / -	2,23 / 0,2
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	- / -	1,67 / 0,22	- / -	- / -	- / -
<i>Regulus regulus</i>	1,12 / 0,18	- / -	- / -	- / -	2,23 / 0,18
<i>Spinus spinus</i>	- / -	2,67 / 0,4	- / -	- / -	7,5 / 0,69
<i>Sturnus vulgaris</i>	- / -	26,34 / 3,53	28,48 / 2,86	116,53 / 7,05	9,17 / 0,67
<i>Sylvia atricapilla</i>	- / -	- / -	- / -	- / -	16,95 / 1,96
<i>Sylvia borin</i>	- / -	- / -	- / -	- / -	0,56 / 0,05
<i>Sylvia communis</i>	- / -	- / -	9,45 / 0,79	- / -	6,95 / 0,71
<i>Tadorna ferruginea</i>	- / -	3,34 / 0,43	0,56 / 0,06	- / -	- / -
<i>Turdus pilaris</i>	7,23 / 0,84	3,92 / 0,58	27,78 / 3,13	11,67 / 0,66	6,91 / 0,63

Звёздочкой (\*) отмечены охраняемые виды, жирным шрифтом отмечены достоверно гнездящиеся.

Доминирующими видами во все сезоны являются

домовый воробей и сизый голубь. Сизые голуби круглый год держатся в основном в северной части парка у старинных зданий. Группа из примерно 30-40 домовых воробьёв встречается в парке в течение всего года (некоторых птиц можно опознавать индивидуально благодаря особенностям окраски – например, у одной самки выражен частичный лейцизм), что указывает на стабильность кормовой базы и обилие гнездовых ниш [4]. Практически постоянными субдоминантами в течение всего года являются большая синица, лазоревка, зарянка и краквя.

34 % от всего населения птиц составляют единично встречающиеся виды, 32 % - кочующие, летующие и зимующие. Осенью на территории парка встречается больше всего видов, в основном мигрирующих. Судя по всему, «Зарядье» служит для таких видов «перевалочным пунктом», где птицы находят укрытие и корм, в основном в зоне хвойного и умеренного леса. Косвенно подтверждают это предположение поздние встречи некоторых перелётных видов: так, в начале октября 2021 г. в парке несколько дней держался козодой, а 1 ноября того же года был отмечен самец славки-черноголовки, который кормился плодами рябины.

По ходу созревания древостоя, которое в городской среде зачастую ускорено [5], в будущем может вырасти доля осёдлых и перелётных видов дендрофильной группы, в том числе гнездящихся.

### *Литература*

1. *Strohbach M.W., Lerman S.B., Warren P.S.* Are small greening areas enhancing bird diversity? Insights from community-driven greening projects in Boston. // *Landscape and Urban Planning*. 2013. Т.114. С. 69-79.
2. *Равкин Ю.С.* К методике учета птиц в лесных ландшафтах. В кн.: *Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае*. Новосибирск, 1967. С. 66-75.

3. Красная книга города Москвы / Правительство Москвы. Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы. Отв. редакторы Б.Л. Самойлов, Г.В. Морозова. – 2-е изд., перераб. и дополн. М., 2011.

4. Матюхин А.В. [http://webirbis.timacad.ru/cgi-bin/irbis64r\\_11/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=RETRO&P21DBN=RETRO&S21STN=1&S21REF=5&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=M=&S21STR=](http://webirbis.timacad.ru/cgi-bin/irbis64r_11/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=RETRO&P21DBN=RETRO&S21STN=1&S21REF=5&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=M=&S21STR=)Биология, экология, поведение, эктопаразиты и эпидемиологическое значение воробьев (*Passer montanus*, *P. domesticus*, *P. indicus*) Северной Палеарктики: монография. Москва: ИПЭЭ РАН, 2013.

5. Санаев И.В. Роль зеленых насаждений в создании оптимальной городской среды // Лесной вестник. 2006. №. 6. С. 71-76.

*Vasilevskaya A.A.*

#### **BIRD FAUNA STRUCTURE IN ZARYADYE PARK (MOSCOW)**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Russia*

Stable bird fauna of the new Zaryadye Park has begun to shape already after its opening. Such abundant city-dwelling species as House Sparrow, Rock Pigeon, Great Tit and Hooded Crow are dominant. Nevertheless, high proportion of rarely observed species, including protected ones, is typical of this park. In future, it is possible that species abundance will increase along with the maturing of trees.

*Гайворонская А.А.*  
**ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ  
ПО ЭЛЕМЕНТАМ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НА ПРИМЕРЕ  
ОХРАНЯЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА  
ПРИРОДЫ «ДОБРУНСКИЕ СКЛОНЫ»  
БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Брянский государственный университет имени академика*

*И.Г. Петровского, Россия*

[gajvoronskaja.anzhelika@yandex.ru](mailto:gajvoronskaja.anzhelika@yandex.ru)

В работе описаны индикаторные значения видов в биогеоценозах лесов Брянской области. Рассмотрены модельные объекты биогеоценоза леса, находящиеся на охраняемых природных территориях, представляющих нефрагментированные участки, изученные или малоизученные с точки зрения локальных флор биогеоценоза леса. Освещённые данные – новые материалы по кадастровому учёту показателей лесных сообществ на ООПТ, обоснование критериев «коренных лесов», позволяющих вести лесной мониторинг в свете международных программ и критериев. Проведённые исследования позволили установить приоритетные факторы риска для биогеоценоза леса.

Цель работы – выявить и изучить показатели индикаторных характеристик ценозов лесов в условиях Брянской области для создания базы лесного мониторинга биолого-экологических показателей гомеостаза.

Для описания индикаторных признаков в биогеоценозах леса был отобран модельный объект – природная охраняемая территория Дубрунские склоны (10 га), в которой преобладающей является лесное сообщество, испытывающее разную степень антропогенного влияния, и, как следствие, находящуюся на различных этапах сукцессионного развития, в том числе и имеющих субклаймаксовое состояние.

При описании индикаторных признаков биогеоценозов лесов на охраняемых территориях опирались на элементы концепции биологически ценных лесов, в которых

учитывались пространственная приуроченность редких элементов биоразнообразия, занесённых в мониторинговые списки, эндемичных и реликтовых видов, узкотолерантных элементов, жизнедеятельность которых поддерживается благодаря складывающимся условиям биотопа в биогеоценозе леса. [1] Также отбор модельных объектов для исследований обусловлен возрастными (сукцессионными) характеристиками биогеоценозов лесов; зрелостью, клаймаксовым или предклаймаксовым состоянием, в том числе и субклаймаксом; биогеоценозы лесов, которые находятся на границе ареала распространения в той или иной климатической зоне; степень внедрения инвазийных (чужеродных) видов – натурализовавшихся или натурализующихся. [2]

При описании и изучении характеристик биогеоценоза леса охраняемой территории памятника природы Добрунские склоны на общей площади были получены следующие данные.

**Таблица 1.** Индикаторные характеристики «Добрунских склонов»

<b>Показатели БРБ и структуры сообществ</b>	<b>Дубовые леса</b>	<b>Производные дубовых лесов</b>
Число видов в местообитаниях сообществ	335	338
Число видов травянистых и кустарниковых растений в сообществе	325	328
Число видов мохообразных	40	46
Среднее число видов на пробной площадке (100 м <sup>2</sup> )	31	33
Индекс разнообразия Симпсона	17,7	16,4
Численность подроста древесных и кустарниковых видов растений ((M ± m), экз./га)	1789,7±15,6	1109,8±14,2
Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, %	50	65

<b>Показатели БРБ и структуры сообществ</b>	<b>Дубовые леса</b>	<b>Производные дубовых лесов</b>
Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса, %	14	25
Высота травяно-кустарничкового яруса ( $M \pm m$ ), см	22,3 $\pm$ 1,7	43,5 $\pm$ 4,1
Число инвазивных видов сосудистых растений	10	12
Число синантропных видов мохообразных	21	23
Число видов растений региональной Ккн	3	1
Число видов растений мониторингового списка Ккн	8	3

Согласно комплексным исследованиям, дубовые леса всех видов (описаны ранее) менее богаты по видовому составу их производных – олигодоминантных липняков, кленовников, так как в последних складывается более благоприятный световой режим. Однако, в целом, индекс разнообразия Симпсона ИС достаточно высок и характеризует высокое видовое разнообразие. [3]

В составе растительных сообществ описаны биогеоценозы леса Зелёной книги: сообщества ассоциации дубняка с чиной чёрной (дубняк разнотравный, дубовый разнотравный лес). [4] При описании зарегистрировано меньшее  $\alpha$ -видовое разнообразие – вместо 60 в среднем 31 вид. Биогеоценоз леса сложен неморальными видами, в его составе зарегистрирована наперстянка крупноцветковая, гладыш широколистный, пиретрум щитковый, так как сообщества произрастают на мелах. Сообщества ассоциации описаны на северо-восточной границе ареала, в том числе и являются рефугиумом редких, узкотолерантных видов. [5]

Наличие лесов из категории биологически ценных, в том числе и природоохранной ценности, т.е охраняемых с точки зрения биосферной ценности: биогеоценозы леса

зарегистрированы, в том числе леса второй и третьей категории МСРЭЕ. Полидоминантные биогеоценозы леса занимают 5 % от всех описанных сообществ, в основном биогеоценозы леса представлены олигодоминантами. [6]

Индексы, характеризующие биогеоценозы леса в охраняемой территории памятника природы Добрунские склоны:

- Индекс сосредоточения видового богатства составляет 83,4, в расчётах принимались значения общего видового состава 417 видов (76 видов мохообразных и 341 вид сосудистых растений);

- Индекс редких видов составляет 2, он рассчитан для четырёх редких видов сосудистых растений, со статусом 2;

- Индекс нарушенности флоры составляет 9,11, приняты во внимание 16 адвентивных сосудистых растений и 22 синантропных видов мхов.

#### *Литература*

1. *Корчагин А.А.* Использование растительных сообществ как индикаторов среды. Л.: Наука, 1971. С. 7-15

2. *Викторов С.В.* Индикационная геоботаника М.: Изд-во МГУ, 1988.

3. *Боголюбов А.С., Панков А.Б.* Простейшая методика геоботанического описания леса: м. п. М.: Экосистема, 1996.

4. *Булохов А.Д. и др.* Зеленая книга Брянской области (растительные сообщества, нуждающиеся в охране): монография. М-во образования и науки РФ, БГУ. Брянск : [б. и.]. 2012.

5. *Гайворонская А.А.* Мониторинговые показатели индикаторных видов и сообществ в лесах Брянской области: магистерская диссертация. Брянск. 2021.

6. *Андрева Е.Н., Баккал И.Ю., Горшков В.В. и др.* Методы изучения лесных сообществ: [Монография]. Рос. акад. наук. Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. СПб.: НИИХ Химии СПбГУ, 2002.

*Gaivoronskaya A.A.*  
**CHARACTERISTICS OF FOREST COMMUNITIES  
BY ELEMENTS OF BIODIVERSITY ON THE EXAMPLE  
OF THE PROTECTED AREA OF THE NATURE MONUMENT  
"DOBRUNSKY SLOPES" OF THE BRYANSK REGION**

*Bryansk State University named after Academician  
I.G. Petrovsky, Russia*

The paper describes the indicator values of species in the biogeocenoses of forests of the Bryansk region. Model objects of forest biogeocenosis located in protected natural territories representing unfragmented areas studied or poorly studied from the point of view of local forest biogeocenosis floras are considered. The highlighted data are new materials on cadastral accounting of forest community indicators in protected areas, substantiation of the criteria of "indigenous forests" that allow forest monitoring in the light of international programs and criteria. The conducted studies allowed to establish priority risk factors for forest biogeocenosis

*Дуброва К.С.<sup>1,2</sup>, Воробьёва С.С.<sup>2</sup>*  
**ВЕСЕННИЙ ФИТОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНЫХ  
РАЙОНОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ 2020 г.**

<sup>1</sup>*Иркутский государственный университет, Россия*

<sup>2</sup>*Лимнологический институт Сибирского отделения Российской  
академии наук, Россия*

[dubrovakristina78@gmail.com](mailto:dubrovakristina78@gmail.com)

В данной работе рассматривается таксономическое и экологическое разнообразие весеннего фитопланктона 2020 года прибрежных районов озера Байкал. В последние годы произошли структурные изменения в составе фитопланктона и в уровне его развития. Эти изменения связаны с увеличением антропогенной нагрузки и изменениями климата. Было отмечено, что по уровню развития весеннего комплекса 2020 год относят к среднепродуктивным годам с биомассой  $973 \pm 99$  мг/м<sup>3</sup>. Нарушения стабильности структуры фитопланктона проявились в снижении роли доминантов (крупноклеточных организмов) весеннего комплекса и возросшей роли мелкоклеточных организмов.

Озеро Байкал – самое древнее, глубокое озеро с большим запасом пресной чистой воды. Основную часть органического вещества в озере создают планктонные водоросли (фитопланктон). Они являются основными продуцентами органического вещества в Байкале [1]. Фитопланктон одним из первых реагирует на изменение состояния окружающей среды, уменьшением или увеличением своей численности. Показатели численности и биомассы могут использоваться для определения трофического статуса водоемов [2].

В последние годы произошли структурные изменения в составе фитопланктона и уровня его развития. Эти изменения связаны с увеличением антропогенной нагрузки и изменениями климата. Водоросли очень чутко реагируют на условия среды обитания, поэтому они могут быть индикаторами состояния экосистемы.

Работа выполнялась в лаборатории Палеолимнологии Лимнологического института СО РАН. Материалом для работы, послужили пробы, собранные сотрудниками весной 2020 года. Фитопланктон исследовали на 48 прибрежных и 3 глубоководных станциях оз. Байкал (в трёх котловинах: Лиственничное, Турка, Елохин-Давша) (рис. 1).

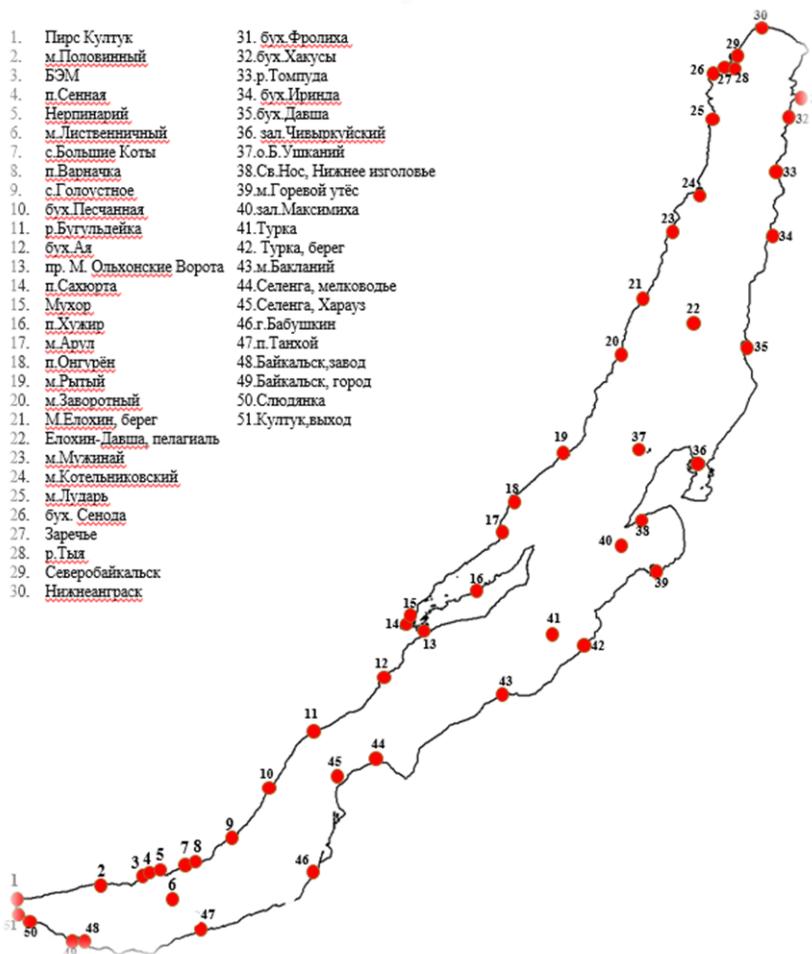
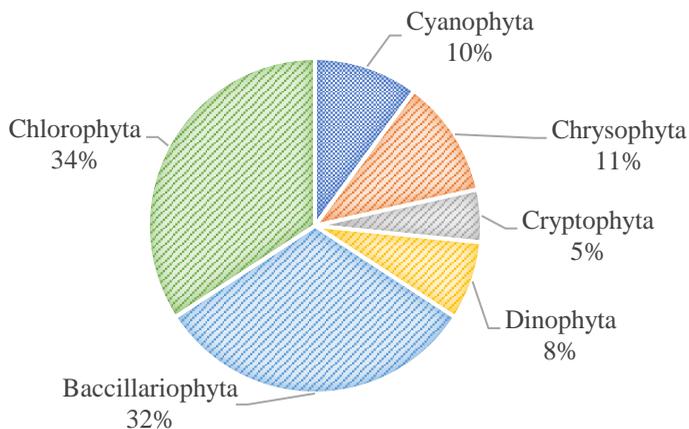


Рис.1. Места отбора проб.

Отбор проб фитопланктона осуществлялся по общепринятым методикам [4]. Для количественной оценки фитопланктон отбирался при помощи батометра. Для концентрирования проб использовали метод седиментации.

Идентификация видов велась с использованием светового микроскопа ЛОМО Микмед-6 при увеличении 40X с использованием серии определителей: Г.И.Поповская [5], П.М. Царенко [7], руководством по определению биомассы фитопланктона пелагиали озера Байкал [6] и др.[3]. Сохранение и обработка изображений выполнялись в программе Levenhuk Tour View.

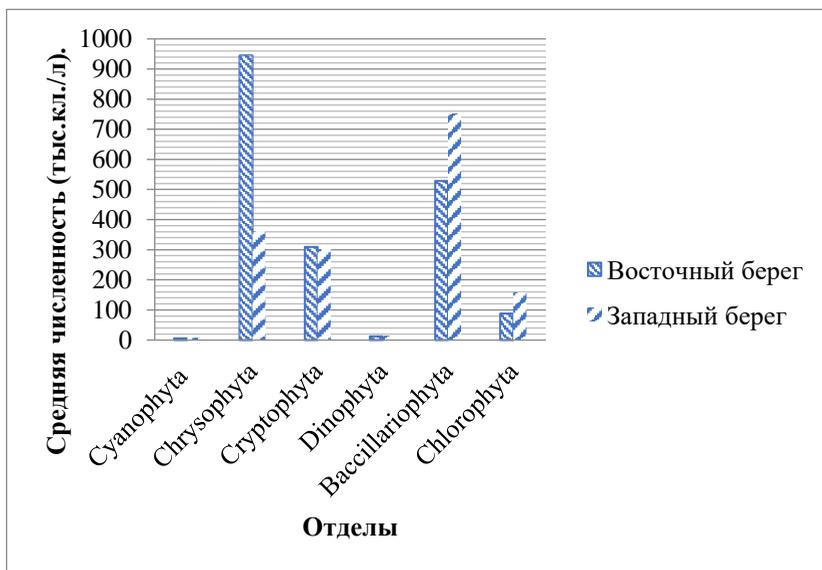
Весной 2020 г. в период открытой воды в прибрежном фитопланктоне зарегистрирован 81 таксон рангом ниже рода. Среди данных видов преобладали диатомовые и зелёные водоросли (рис. 2).



**Рис.2.** Видовой состав фитопланктона прибрежной зоны оз. Байкал (%).

В фитопланктоне высокая численность доминантов отмечалась как по-западному, так и по восточному берегу. Из диатомовых: *Synedra acus* subsp. *radians* (Kütz.) Skabitsch. (до 1630 тыс.кл/л и 1393 тыс.кл/л соответственно); *Nitzschia graciliformis* Lange-Bertalot&Simonsen (до 5040 тыс.кл/л и 806

тыс.кл/л). Из криптофитовых: *Rhodomonas pusila* (Bachm.) Javorn. - до 2991 тыс.кл/л и 3681 тыс.кл/л; из зелёных- *Monoraphidium arcuatum* (Korsch.) Hindak 1004 тыс.кл/л и 170 тыс.кл/л; из золотистых – *Chrysochromulina parva* Lackey до 3583 тыс.кл/л и 6135 тыс.кл/л, *Dinobrion cylindricum* Imhof, в открытый период достигал до 7,8 и 13,8 тыс.кл/л (рис. 3).

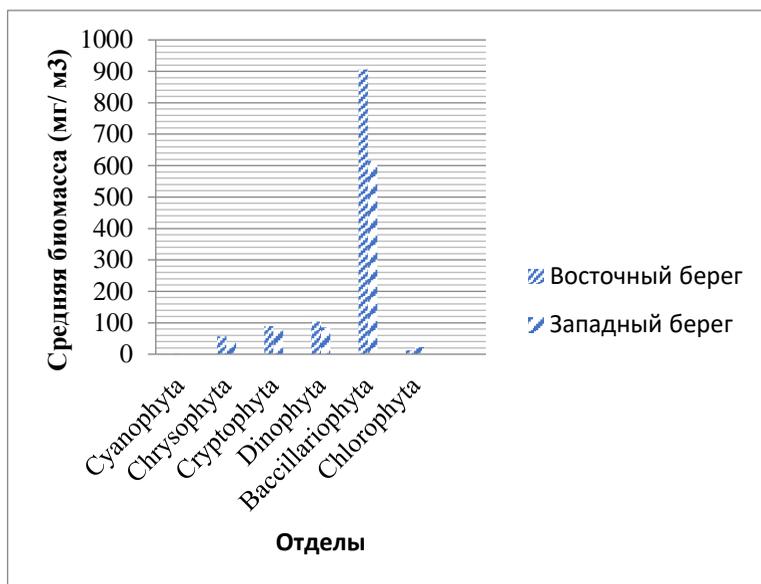


**Рис.3.** Доминирующие отделы фитопланктона по численности (тыс.кл./л).

В 2020 г., как и в 2017 г. [8], диатомовые водоросли вносили основной вклад в биомассу фитопланктона. В распределении численности и биомассы фитопланктона по-восточному берегу (294-10829 тыс.кл/л и 105-2153 тыс.кл/л), так и по-западному (191-8598 тыс.кл./л и 132 – 3292 мг/м<sup>3</sup>), отмечалась резкая пространственная неоднородность. Наибольшая биомасса по средним значениям отмечалась на восточном побережье (рис.4).

Для типично открытых участков Байкала выделены высокопродуктивные по фитопланктону годы с –биомассой в весенний период в верхнем 25 метровом слое более 1000

мг/ м<sup>3</sup>, среднепродуктивным - от 500 мг/ м<sup>3</sup> до 1000 мг/ м<sup>3</sup>, и малопродуктивным - менее 500 мг/ м<sup>3</sup>. [2]. По уровню развития весеннего комплекса 2020 г. относят к среднепродуктивным годам с биомассой 973±99 мг/ м<sup>3</sup>.



**Рис.4.** Доминирующие отделы фитопланктона по биомассе (мг/м<sup>3</sup>).

В более ранних исследованиях отмечается, что состав доминантов и уровень развития прибрежного фитопланктона изменяется как в сезонном, так и в межгодовом аспектах [8].

Нарушения стабильности структуры фитопланктона проявились в снижении роли доминантов (крупноклеточных организмов) весеннего комплекса и возросшей роли мелкоклеточных. Наши данные показывают, что тенденции, отмеченные в прошлые годы, сохраняются.

#### Литература

1. Бондаренко Н.А. Экология и таксономическое разнообразие планктонных водорослей в озерах горных областей Восточной Сибири: автореф. дис...д-р биол. наук. Борок. 2009.
2. Вотинцев К.К., Мещерякова А.И., Поповская Г.И.

Круговорот органического вещества в озере Байкал. Новосибирск: Наука. 1975

3. Диатомовые водоросли СССР. СПб.: Наука. 1992. Т. 2.

4. *Кожова О.М., Мельник Н.Г.* Инструкция по обработке проб фитопланктона счётным методом: метод.пособие. Иркутск: ИГУ им. Жданова, 1978.

5. *Поповская Г.И., Генкал С. И., Лихошвай Е. В.* Диатомовые водоросли планктона озера Байкал: атлас-определитель. РАН, Сиб. отд-ние, Лимнол. ин-т, Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина. Новосибирск: Наука, 2011.

6. *Белых О.И., Бессудова А.Ю., Гладких А.С., Кузьмина А.Е., Помазкина Г.В., Поповская Г.И., и др.* Руководство по определению биомассы видов фитопланктона пелагиали озера Байкал: метод.пособие. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011.

7. *Царенко П.М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наумова Думка, 1990.

8. *Bondarenko N.A., Vorobyova S.S., Zhuchenko N.A., Golobokova L.P.* Current state of phytoplankton in the littoral area of Lake Baikal, spring 2017 // Journal of Great Lakes Research. 2020. V.46, №1. P.17 28.10.1016/j.jglr.2019.10.001

*Dubrova K.S.<sup>1,2</sup>, Vorobyova S.S.<sup>2</sup>*

## **SUMMER PHYTOPLANKTON OF BAIKAL LAKE NEAR SHORE REGIONS.**

*<sup>1</sup>Irkutsk State University, Russia*

*<sup>2</sup>Limnological Institute of Siberian Branch  
of Russian Academy of Sciences, Russia*

Taxonomic and species composition of spring phytoplankton in 2020 of Lake Baikal littoral zone was discussed in this study. We found that there are changes in species and productivity of this phytoplankton assemblage. These changes can be related with climate and anthropogenic forces. Thus, founded biomass in 973 mg/m<sup>3</sup> of the phytoplankton was characterized Lake Baikal as a middle production in 2020. Changes in spring phytoplankton assemblage were illuminated by decrease in typical dominant complexes and increase number of small size cell species.

*Дурнова В.П.*  
**ОЦЕНКА ЗООПЛАНКТОНА В ЭКОТОННОЙ ЗОНЕ  
МАЛОЙ РЕКИ**

*Череповецкий Государственный Университет, Россия*  
[vpdurnova@chsu.ru](mailto:vpdurnova@chsu.ru)

На примере малой реки Ильдь (Ярославская область) показано, что повышенное видовое богатство, обилие и биопродуктивность зоопланктона сосредоточено в экотонной зоне смешения речных и грунтовых вод. Это свидетельствует о важности контактной области смешения вод в функционировании экосистемы малой реки.

Высокое экотопическое разнообразие малых рек способствует формированию пограничных экосистем с особыми параметрами среды и своеобразными сообществами [1]. Примером таких малоизученных областей выступают речные зоны разгрузки грунтовых вод [2]. Цель настоящей работы – дать характеристику состава, обилия и продуктивности зоопланктона малой реки в зоне смешения речных и грунтовых вод, а также выполнить моделирование некоторых ключевых параметров сообществ с применением авторских программ для ЭВМ.

В работе обработано и проанализировано 30 проб, собранных в 2018 г. в русловом пруду р. Ильдь (Ярославская область).

Пробы собирали планктоботометром с последующим процеживанием через сеть Апштейна (газ №78), фиксировали формалином. Гидробиологический материал обрабатывали под микроскопом с использованием отечественных определителей [3]. Зоопланктон оценивали по видовому богатству, численности и биомассе, рассчитанным с использованием разработанных автором компьютерных программ [4, 5].

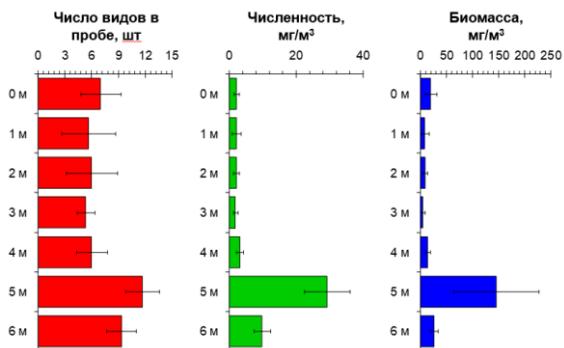
Зоопланктон руслового пруда представлен обедненным составом и включает 62 вида, в том числе коловраток – 41,

ветвистоусых – 16 и веслоногих ракообразных – 5 видов. Преобладают представители потамофильной фауны голарктического и космополитного распространения. Фауна планктона реки сильно недооценена, характеризуется высокой долей скрытого разнообразия.

В придонной области руслового пруда р. Ильдь возникает зона разгрузки подземных вод с образованием вертикального расслоения более прогретых и опресненных речных (в среднем 12.9°C и 577.1 мкСм/см) и холодных и минерализованных грунтовых вод (10.7°C и 671.5 мкСм/см).

По уровню количественного развития планктон руслового пруда можно оценить как малообильный и низкопродуктивный. Минимальное число видов, численность и биомассу беспозвоночных наблюдали в быстротекущих речных водах, большее – в грунтовых, максимальное – в слое их смешения (рис.1). Вероятно, на верхней границе более плотных холодных и минерализованных грунтовых вод задерживается седимент, являющийся кормовой базой планктона слоя смешения вод.

Биопродукционная оценка запасов биомассы зоопланктона, доступной для потребления планктофагами показывает, что за период стратификации с июля по сентябрь суммарные запасы биомассы в зоне смешения вод составляют около 13.8 г/м<sup>3</sup>. Из них более 60% приходится на экотонный слой контакта вод, что свидетельствует об исключительной важности этой области в функционировании экосистемы реки.



**Рис. 1.** Основные показатели количественного развития зоопланктона р. Ильдь в зоне смешения речных и грунтовых вод

С применением авторских программ для ЭВМ выполнено моделирование запаса биомассы зоопланктона ( $\text{г}/\text{м}^3$ ) в столбе водной толщи в период ее стратификации (июль-сентябрь). Так, вертикальное распределения зоопланктона с приемлемой для практики точностью описывается уравнением вида:

$$B_{zp} = \int_{h_1}^{h_2} \frac{2.142 - 2.062H^{0.5} + 0.514H}{1 + 1.195H^{0.5} - 1.667H + 0.417H^{1.5}} dH \quad (1).$$

Таким образом, в своеобразном по гидрологическим условиям слое смешения речных и грунтовых вод развивается уникальное планктонное сообщество, отличное от выше- и нижележащих водных слоев повышенным видовым богатством, количественным обилием и биопродуктивностью, специфической видовой структурой.

Автор искренне признателен С.Э. Болотову и сотрудникам лаборатории экологии водных беспозвоночных ИБВВ РАН за любезно предоставленные материалы для анализа, помощь и консультации при выполнении настоящей работы и редактирование текста.

### Литература

1. Болотов С.Э. Зоопланктон устьевых областей притоков Рыбинского водохранилища.: дис. ... канд. био. наук. Борок, 2016.

2. Гидроэкология устьевых областей притоков равнинного водохранилища / Под ред. А.В. Крылова. ИБВВ РАН. Ярославль: Филигрань. 2015.

3. *Алексеев В.Р., Цалохин С.Я.* (ред.) Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. М.: КМК, 2010.

4. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2020667879 *а. Дурнова В.П.* Программа расчёта экологических параметров сообществ пресноводного зоопланктона.

5. Свидетельство о госрегистрации базы данных № 2021620146 *б. Дурнова В.П.* Экотонные сообщества зоопланктона малой реки в зоне контакта речных и грунтовых вод.

*Durnova V.P.*

**ASSESSMENT OF ZOOPLANKTON IN THE SMALL RIVER  
ECOTONE ZONE**

*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia*

Using the example of the small Ild River (Yaroslavl region), it is shown that the increased species richness, abundance and bioproductivity of zooplankton is concentrated in the ecotone zone of mixing of river and groundwater. This indicates the importance of the contact area of water mixing in the functioning of the ecosystem of a small river.

*Евсеева А.А.*

**ЗООПЛАНКТОН МАЛОГО ПАЛЪЯНОВСКОГО СОРА  
(РЫБОПИТОМНИК «АЙТОР») КАК КОРМОВАЯ БАЗА  
ВЫРАЩИВАЕМОЙ МОЛОДИ СИГОВЫХ ВИДОВ РЫБ**

*Ханты-Мансийский отдел Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
(Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии) («Госрыбцентр»), Россия*

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

Приведена краткая характеристика гидрологического и гидрохимического режима рыбопитомника, рассмотрена динамика количественных показателей зоопланктона в период выращивания молоди сиговых видов рыб в 2021 г., список таксономического состава зоопланктона, представлен краткий анализ питания молоди сиговых и частичковых видов рыб.

Вопросы искусственного воспроизводства сиговых видов рыб в Обь-Иртышском бассейне обсуждаются много лет. Рыбоводы Ханты-Мансийского отдела ВНИРО («Госрыбцентр») в приспособленных пойменных водоемах – «сорах» ежегодно выращивают молодь сиговых с последующим выпуском мальков в Обь и Иртыш [1].

Айтор – крупнейший рыбопитомник Ханты-Мансийского автономного округа. Обладает мощностью по подращиванию молоди сиговых до 150 млн. экз. со средней навеской 1,5 г. Выращивание молоди рыб выполняется в рамках реализации Программ по компенсации ущерба, наносимого водным биологическим ресурсам компаниями нефтегазового комплекса и вносит значительный вклад в сохранение популяций водных биоресурсов Обь-Иртышского бассейна. Так, в 2021 г. было выпущено более 102 млн. экз. молоди пеляди, 6,7 млн. экз. чира, 1,1 млн. экз. сига-пыжьяна. Средняя навеска пеляди составила 0,93 г., чира – 3,0 г. и сига-пыжьяна – 0,83 г. От обеспеченности кормом в том числе зависит рост и развитие молоди рыб. Зоопланктон – кормовая база молоди и планктоноядных рыб, рачковый

планктон для которых является пищей в течение всей их жизни. Потребляют зоопланктон и малоценные рыбы: мелкая плотва, окунь, елец, ерш и другие. Поэтому очень важно иметь представление о запасах планктонного корма и о том, как его используют рыбы.

Отбор и обработку проб проводили в соответствии с общепринятыми методиками [2, 3]. Продуктивность водоема определяли по «шкале трофности», разработанной С.П. Китаевым [4]. Кормность водоема определяли согласно рыбохозяйственной классификации М.Л. Пидгайко [5]. Материалы по питанию молоди сиговых и частичковых видов рыб обрабатывали стандартными количественно-весовыми методами [6, 7]. Всего обработано 127 проб на питание молоди сиговых рыб (пелядь, чир, сиг-пыжьян) и 38 проб на питание частичковых видов рыб (язь, щука, окунь, елец).

Водоём Малый Пальяновский сор (рыбопитомник «Айтор») расположен в Октябрьском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в среднем течении протоки Ендырской. Наибольшая длина сора составляет 9,1 км; наибольшая ширина – 5,8 км. Сор является временным водоёмом. Максимальная полезная площадь водоёма при среднемноголетнем уровне паводковых вод составляет около 4530 га. Залитие сора начинается в мае, в результате таяния снега на водосборе, а также поступления вод из протоки Малый Сор, рек и ручьёв. По мере спада воды сор осушается, в межень представляет собой остаточный водоём площадью 674 га, средней глубиной 0,7 м. Продолжительность залития сора колеблется по годам в зависимости от уровней воды. Выход воды на пойму в 2021 г. начался 1 мая. Измерение глубин сора в 2021 г. производилось при отметках уровня 782–785 см над нулём графика гидропоста пгт. Октябрьское. Преобладали глубины 2,0–2,1 м; максимальная глубина – 3,6 м. В карьерах глубина варьировала от 3 до 20 м. Максимальные глубины карьеров составляли 14–20 м.

Вода Малого Пальяновского сора имеет низкую

минерализацию (86–94 мг/л), пресная, относится к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе. Качественный и количественный состав химических элементов воды сора в целом соответствует требованиям, предъявляемым к воде рыбоводных хозяйств. Превышение ПДК наблюдалось только по содержанию в воде железа.

Ихтиофауна обследованного водоёма представлена 12 видами: обыкновенная щука *Esox Lucius*, обыкновенная плотва *Rutilus rutilus rutilus*, язь *Leuciscus idus*, сибирский елец *Leuciscus leuciscus baicalensis*, лещ обыкновенный *Abramis brama*, золотой карась *Carassius carassius*, серебряный карась *Carassius auratus gibelio*, пелядь *Coregonus peled*, речной окунь *Perca fluviatilis*, обыкновенный ёрш *Gymnocephalus cernuus*; редко встречаются нельма *Stenodus leucichthys nelma* и обыкновенный судак *Sander lucioperca*.

Для предотвращения захода в рыбопитомник хищных и сорных рыб в устье сора с 2017 г. ежегодно в апреле устанавливается рыбозаградитель. Но его эффективность крайне мала в связи с большой шириной устья сора (до 600 м), сильным течением в начальный период залития сора паводковыми водами и изрезанностью ложа сора. Кроме того, крупноячеистая завеска с ячеей 10 мм не может задержать вносимую паводковыми водами при наполнении сора личинку сорных видов рыб. Заход в сор из р. Обь через сеть проток аборигенных рыб негативно сказывается на численности и росте зарыбленной молоди сиговых видов рыб из-за сильной пищевой конкуренции.

В мае–июле 2021 г. в составе зоопланктонного комплекса обнаружено более 30 таксонов: 13 – коловраток Rotifera, 3 – веслоногих рачков Copepoda и 15 ветвистоусых рачков Cladocera. Доминантами по частоте встречаемости среди коловраток были *Asplanchna priodonta* (67 %), *Conochilus unicornis* (59 %); среди веслоногих рачков – *Eudiaptomus gracilis* (73 %); среди ветвистоусых рачков – *Daphnia galeata* (58 %) и *Holopedium gibberum* (59 %).

Количественные показатели зоопланктона оз. Айтор были незначительными, по шкале трофности Китаева – низкий класс продуктивности; малокормный водоем по классификации рыбохозяйственных водоемов Западной Сибири [6]. Низкие значения биомассы зоопланктона, видимо, связаны с периодом летнего спада размножения зоопланктеров, а также с выеданием их подростшей молодью аборигенных и вселенных рыб. В начале и середине мая в зоопланктоне по численности и биомассе преобладали науплиальные стадии веслоногих рачков и диаптомусы *E. gracilis*. В конце мая - начале июня доминантами в зоопланктонном комплексе являлись ветвистоусые рачки *D. galeata* и *H. gibberum*. Во второй половине июня основной вклад в значения численности (81 %) вносили коловратки *C. unicornis*, *Polyarthra dolichoptera*, *Bipalpus hudsoni*, биомассы – ветвистоусые рачки *Leptodora kindtii*, *Ceriodaphnia quadrangula*. В начале-середине июля численно преобладали коловратки (66–79 %), по биомассе – ветвистоусые рачки *Bosmina longimanus*, *Sida crystallina*.

У молоди сиговых в мае основу питания составляли науплиусы веслоногих рачков, а также коловратки рода *Asplanchna*, *Brachionus*, *Keratella*. В пищеварительном тракте у молоди сиговых размером 2,5–3 см, отловленных в начале июня, в большинстве случаев обнаруживали ветвистоусых рачков рода *Daphnia*, *Holopedium*, *Bythotrephes*, *Leptodora*, *Sida*, *Bosmina*, *Alona*, а также мелких личинок хирономид. Молодь сиговых с размерами 4–5 см, отловленная в конце июня, потребляла личинок хирономид, ручейников, imago двукрылых, клопов, веслоногих рачков *E. gracilis*, ветвистоусых рачков *B. longimanus*, *D. pulex* и их эфиппиум.

В составе пищи аборигенных видов рыб (язь, елец, окунь, щука) были отмечены ветвистоусые рачки рода *Daphnia*, *Eurycecus*, веслоногие рачки рода *Cyclops*, листоногие рачки *Lynceus brachyurus*, личинки двукрылых, жуков, ручейников (сем. *Phryganeidae*, *Limnephilidae*), моллюски, а также рыбы

(преимущественно молодь сиговых) и растительные остатки. Причем в начале июня желудки язя и ельца были полны ветвистоусыми рачками рода *Daphnia*, что свидетельствует о высокой пищевой конкуренции частичковых и сиговых видов рыб.

### *Литература*

1. Павлов Д.С., Мочек А.Д. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М., 2006.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1984.
3. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 1992.
4. Кумаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Ин-т биологии. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007.
5. Пидгайко М.Л. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М., 1984.
6. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. М.: Изд-во АН СССР, 1961.
7. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М., 1974.

### *Anna A. Evseeva*

#### **ZOOPLANKTON OF THE SMALL PALYANOVSKY LITTER (FISH NURSERY "AITOR") AS A FOOD BASE FOR THE REARED JUVENILE WHITEFISH SPECIES** *Khanty-Mansiysk Department Tyumen Branch of VNIRO, Russia*

A brief description of the hydrological and hydrochemical regime of the fish nursery is given, the dynamics of quantitative indicators of zooplankton during the rearing of juvenile whitefish species in 2021 is considered, a list of the taxonomic composition of zooplankton is presented, a brief analysis of the nutrition of juvenile whitefish and partial fish species is presented.

*Егорова А.В., Железная Е.Л.*  
**ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИОННОЙ БИОЛОГИИ  
*HABENARIA LINEARIFOLIA* В ПРИМОРСКОМ КРАЕ**

<sup>1</sup>*Российский Университет Дружбы Народов, Россия*

[anya-egorova26@yandex.ru](mailto:anya-egorova26@yandex.ru)

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

*Habenaria linearifolia* – один из представителей семейства Орхидные, встречающийся в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, внесенный в Красные книги некоторых регионов. Приводится сравнение трех популяций этого вида в Приморском крае из местообитаний на о. Попова, о. Русский и в Сихотэ-Алинском заповеднике.

Представители самого многочисленного семейства однодольных растений – сем. Орхидные встречаются на всех континентах, кроме Антарктиды. Несмотря на то, что наибольшее разнообразие видов и родов этого семейства сосредоточено в областях влажных тропических лесов Азии, Африки и Южной Америки, орхидеи встречаются почти во всех природных сообществах суши [1]. В России отмечено 136 видов, относящихся к 43 родам. Одним из представителей данного семейства является *Habenaria linearifolia* или поводник линейнолистный.

Данная орхидея встречается преимущественно в Китае, Корейском полуострове и Японии. В России это растение можно встретить в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. *H. linearifolia* внесен в Красную Книгу Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа [2], в то время как в Приморском крае его численность достаточно велика и не вызывает опасений. Стоит, однако отметить, что за счет высокой декоративности и значительной совместимости нативного климата и климата на территориях интродукции [3], данное растение может становиться целью браконьеров, поэтому необходимо тщательное наблюдение за состоянием и численностью представителей этого вида. С целью

изучения особенностей строения и состава популяции и было проведено данное исследование.

Для данного исследования был проведен анализ состава популяций *H. linearifolia* в Приморском крае. В августе 2021 года анализ популяций поводника проводился на территории о. Попова и о. Русский. Была проведена оценка численности растений в зависимости от их онтогенетических состояний по стандартным методикам. Для определения средней плотности популяции была проложена транsekта длиной 30 метров и шириной в 1 метр. Нами был проведен подсчет численности цветов на цветоносе в популяции, для получения наиболее объективных данных были проанализированы в том числе растения, не лежащие вдоль трансекты. После этого были проведены необходимые расчеты. Немаловажной частью исследования являлось составление геоботанических описаний в луговых фитоценозах на площадках 10x10 кв.м., на которых произрастали популяции *H. linearifolia*. Обилие видов оценивалось по шкале Браун-Бланке

Помимо этого, был проведен анализ имеющихся данных по составу популяции данного вида за 2018-2020 годы на территории Сихотэ-Алинского заповедника. Было проведено сравнение состава данных популяций.

В результате проведенного исследования были получены следующие данные о составе фитоценозов о. Попова и о. Русский, в которых были обнаружены представители рода поводник. Растения были обнаружены на территориях с повышенной влажностью: луг мохово-осоковый на острове Попова, и луг осоково-моховый на о. Русском. Подробное описание состава фитоценоза на о. Попова приведено в таблице 1.

**Таблица 1.** Флористический список местообитания *H. linearifolia*.  
о. Попова

<b>Вид, ярус</b>	<b>Обилие</b>
<i>Achillea ptarmica</i> L (C)	1
<i>Adenophora verticillata</i> Fisch. (C)	+
<i>Alnus japonica</i> (Thunb.) Steud. (B)	г
<i>Carex</i> sp. (C)	5
<i>Codonopsis ussuriensis</i> (Rupr. & Maxim.) Hemsl (C)	г
<i>Equisetum arvense</i> L. (C)	+
<i>Eupatorium lindleyanum</i> DC. (C)	г
<i>Filipendula palmata</i> (Pall.) Maxim. (C)	+
<i>Galium verum</i> L. (C)	г
<i>Geranium wlassovianum</i> Fisch. ex Link (C)	г+
<i>Hypericum gebleri</i> Ledeb. (C)	г
<i>Iris</i> sp. (C)	г
<i>Juncus haenkei</i> E. Mey. (C)	+
<i>Lobelia sessilifolia</i> Lamb. (C)	г
<i>Lycopus lucidus</i> Turcz. ex Benth (C)	3
<i>Patrinia scabiosifolia</i> Fisch. ex Link (C)	г - +
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud (C)	г
<i>Platanthera hologlottis</i> Maxim (C)	г
<i>Sanguisorba parviflora</i> (Maxim.) Takeda (C)	2 (3)
<i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch. ex Colla (C)	г
<i>Scirpus asiaticus</i> Beetle (C)	г+
<i>Spiraea salicifolia</i> L. (B)	г
<i>Thelypteris thelypteroides</i> sp. <i>glabra</i> Holub (C)	2
<i>Vincetoxicum scandens</i> Sommier & Levier (C)	г - +
<i>Viola verecunda</i> A. Gray (C)	+

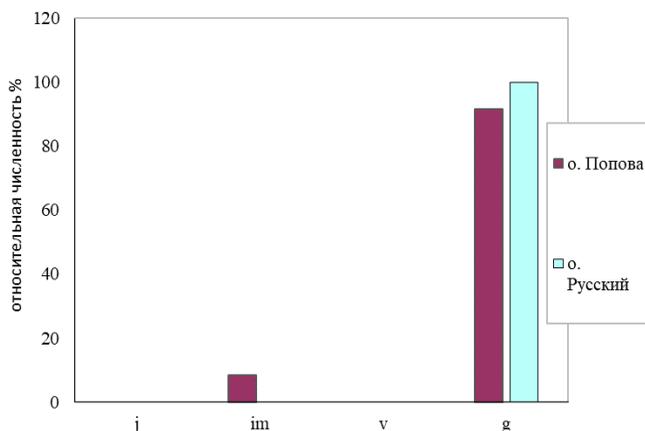
При анализе состава фитоценоза был сделан вывод о том, что большая часть растений являются гигрофитами, несмотря на то, что на момент проведения исследования

на территории было относительно сухо, что является следствием длительного отсутствия осадков на острове. Помимо этого на территории исследования был обнаружен еще один представитель семейства Орхидные - *Platanthera hologlottis*. На территории о. Русский *H. linearifolia* был обнаружен на мысе Ахлэстышева, в заболоченной низине, где значительный процент территории занят мхом или не имеет растительного покрова.

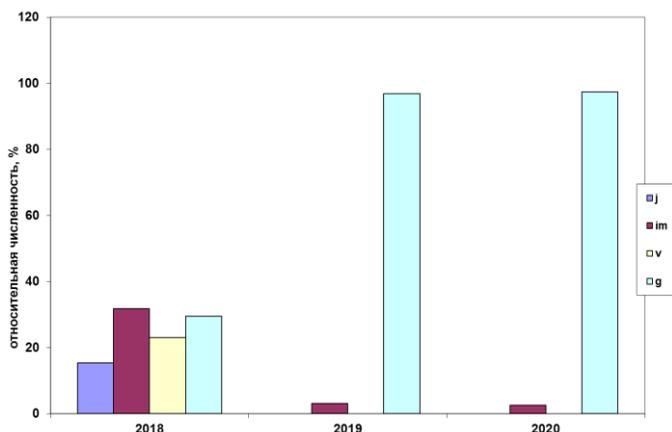
В данном исследовании проводился подсчет количества растений в следующих онтогенетических состояниях: ювенильное (j), имматурное (im), взрослое виргинильное (v), генеративное (g). В ходе проведения анализа онтогенетического состава популяций были получены следующие результаты, представленные на рис.1 и рис.2.

Все обнаруженные на о. Русском растения были генеративными. В популяции на о. Попова также преобладали генеративные растения. Таким образом, был сделан вывод о том, что в обеих популяциях преобладают генеративные растения. Сходные данные были получены в результате анализа онтогенетического состава популяций на сфагново-осоковом болоте в Сихотэ-Алинском заповеднике в 2019-2020 г.г. В исследовании указывается, что подобный состав может быть связан с бесснежной зимой 2018-2019 года, что привело к повреждению молодых особей, т.к. тубероиды залегают неглубоко в субстрате [4]. Подобный вывод может быть сделан в связи с относительно одинаковой относительной численностью растений всех онтогенетических состояний летом 2018 года, где однако же преобладали имматурные растения. Подобная структура популяций этого вида описана и в литературе [5]. Несмотря на значительный период времени, популяция остается уязвимой за счет отсутствия молодых особей, что связано с особенностью размножения семейства орхидные и данного растения в частности – потребности в симбиотических грибах, так как сами семена практически лишены

необходимых для развития питательных веществ [6].



**Рис.1.** Онтогенетический состав популяций на о. Попова и о. Русский



**Рис. 2.** Онтогенетический состав популяций в Сихотэ-Алинском заповеднике (2018 – 2019)

Плотность популяции на исследуемых территориях составила  $0,7 \text{ ос/м}^2$  для о. Попова и  $2,4 \text{ ос/м}^2$  для о. Русский, в то время как средняя плотность популяции в Сихотэ-Алинском заповеднике -  $0,9 \text{ ос/м}^2$  в 2020 г, однако в 2018 – плотность составляла  $6,1 \text{ ос/м}^2$ . Максимальная плотность

отмечена на участках с большим проективным покрытием сфагновых мхов и *Juncus*, минимальная – на участках с 60-80% ОППС, преимущественно *Carex* и ветошь *Carex*. Подобная разница в плотности популяции может быть связана с особенностями фитоценоза – так, на мысе Ахлѣстышева меньше обилие длиннокорневищных и плотнодерновинных осок и злаков, способных препятствовать росту орхидей. Аналогичные полученным в этом исследовании данные, согласно проведенному анализу, наблюдаются и на территории заповедника Кедровая Падь [6].

Отличия в популяциях распространяются также и на среднее количество цветов у растений:  $7,5 \pm 0,5$  на о. Попова,  $5,7 \pm 0,6$  на о. Русском и  $4,7 \pm 0,3$  в Сихотэ-Алинском заповеднике.

На основе проанализированных и собранных данных был сделан вывод о схожести условий произрастания и возрастной структуры трех популяций. Предположительно, количество особей *H. linearifolia* на о. Русском значительно больше, так как на этой территории условия более благоприятные, по сравнению с таковыми на о. Попова.

Выносим отдельную благодарность Марчук Е.А. (Ботанический сад-институт ДВО РАН) и Сихотэ-Алинскому заповеднику за активную помощь в проведении данного исследования.

#### *Литература*

1. *Shefferson R.P., Jacquemyn H., Kull T., Hutchings M.J.* The demography of terrestrial orchids: life history, population dynamics and conservation. // *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2020. №192(2). P. 317
2. *Khapugin A.A.* Russian Red Data Book Orchids: What Anthropogenic Factors are Leading to their Extinction in Regions? // *Conference Proceedings Paper 1st International Electronic Conference on Biological Diversity, Ecology and Evolution*, 15-31 March 2021.
3. *Sobko V.G., Gaponenko M.B., Alyokhin O.O.* Eco-geographic

structure of the Far East orchids with regard for their introduction // Интродукция растений. 2000. № 3-4. С. 40

4. Железная Е.Л. Изучение орхидных Сихотэ-Алинского заповедника в разных местообитаниях // Вестник Тульского государственного университета. Всероссийская научная конференция «Изучение и сохранение биоразнообразия Тульской области и других регионов России», посвященная перспективам создания национального парка «Тульские засеки». 23 – 26 ноября 2021 г. Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. С. 62-69

5. Вахрамеева М.Г., Варлыгина Т.И., Татаренко И.В. Орхидные России (биология, экология и охрана). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014.

6. Варлыгина Т.И., Дегтярева Г.В., Ефимов С.В., Терентьева Е.И. Популяционные исследования орхидных в заповеднике «Кедровая Падь». // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. 2017. № 1 (10). С. 75

*Egorova A.V., Zheleznaya E.L.*  
**FEATURES OF POPULATION BIOLOGY OF *HABENARIA*  
*LINEARIFOLIA* IN PRIMORSKY KRAI**  
*Peoples' Friendship University of Russia*

*Habenaria linearifolia* is one of the representatives of the Orchidaceae, found in Eastern Siberia and the Far East, listed in the Red Books of some regions. A comparison is made of three populations of this species in Primorsky Krai from habitats on the Popova Island, Russky Island and in the Sikhote-Alin Reserve.

**Ефимова К.А., Чеснокова А.В., Гришанова Ю.Н.**  
**КРАНИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫЖЕЙ**  
**ПОЛЕВКИ (*MYODES GLAREOLUS*, SCHREBER, 1780)**  
**НА БАЛТИЙСКОЙ И КУРШСКОЙ КОСАХ**  
**КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Балтийский Федеральный университет имени Иммануила Канта,*  
*Россия*

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

В статье проанализированы различия краниометрических параметров у рыжих полевок (*Myodes glareolus*, Schreber, 1780), обитающих на территории Балтийской и Куршской кос (Калининградская обл.). Установлено, что более крупные размеры черепа принадлежат особям, отловленным на Балтийской косе, которая характеризуется меньшей антропогенной нагрузкой и более богатой кормовой базой. Отмечена большая вариабельность некоторых изученных параметров на Куршской косе, что может свидетельствовать о нестабильности и неблагоприятности условий обитания вида.

Целью данной работы является оценка и анализ краниометрических показателей одного из доминирующих видов грызунов на Балтийской и Куршской косах – рыжей полевки. Рыжая полевка (*Myodes glareolus*, Schreber, 1780) – представитель трибы (*Clethrionomymi*). В Калининградской области является многочисленным и широко распространенным видом, предпочитающим хвойные и широколиственные леса, опушки, кустарники и вырубки [1,2]. Вид не относится к облигатным синантропам, однако его возможно встретить в парках и садах города [3].

Материалом для исследования послужили грызуны с двух кос Калининградской области: Балтийской и Куршской. Отлов производился с июля по сентябрь 2020 года. Для определения численности был использован метод учета с изъятием зверьков из естественной среды. На территории обеих песчаных пересыпей устанавливались ловушко–линии

из 25 деревянных и/или дюралевых мышеловок. Проверка ловушек осуществлялась 3 раза в день. Показателем численности принимали число пойманных зверьков на 100 ловушко-суток [4, 5]. Всего было отловлено 85 особей, отработано 858 ловушко-суток.

Балтийская коса характеризуется относительно низкой антропогенной нагрузкой, имеющей в основном сезонный характер. Пики посещения данной территории – весенний и летний периоды. И напротив, в национальном парке Куршская коса в последние годы отмечен регулярный и все возрастающий поток посетителей в течение всего года, что может создавать дополнительные стрессовые условия для фауны.

Краниометрическая оценка производилась по 14 параметрам. Материалом для исследования послужил 51 череп, замеры производились при помощи штангенциркуля с точностью до 0,05 мм. Возраст рыжей полевки определялся по редукции выступа максиллярных костей.

Материалом для статистического анализа послужили черепа особей двух возрастных групп. Первая (II возраст) – грызуны 5 – 10 месяцев. Это зверьки, рожденные весной, они уже являются половозрелыми [6]. Подавляющее большинство отловленных полевок принадлежит к этой возрастной категории (45%). Особи второй группы (III возраст) – от 12 до 16 месяцев, составили 31% выборки. Остальные два возраста в отловах были представлены единично и были исключены из выборки для статистической обработки.

На основе полученных данных были использованы следующие методы статистической обработки: однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), расчет средних значений и коэффициента вариации для параметров, метод главных компонент (МГК) и многомерное шкалирование.

В результате статистической обработки измерений были определены средние значения и коэффициент вариации параметров черепа для групп грызунов II-го и III-го

возрастов. В среднем, почти все значения меняются в пределах 0,07 мм, кроме уменьшения длины лицевой части черепа (0,21 мм). Наименьшие изменения в онтогенезе претерпевают кондилобазальная длина – 0,01 мм; высота и длина нижней челюсти – 0,02 и 0,03 мм. Увеличиваются 8 из 14 параметров: носовая и скуловая ширина, длины верхнего ряда зубов и резцовых отверстий, длины верхней диастемы и мозговой части черепа, длина нижней челюсти и кондилобазальная длина. Несущественно сократили свою длину предглазничная ширина, высота нижней челюсти и черепа, наибольшие ширина и длина черепа.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) кондилобазальная длина черепа, длина верхнего ряда зубов и мозговой части для рыжей полевки показали статистически значимые различия внутри группы показателей ( $p$ -value < 0,1) на Куршской косе – 0,094, 0,054 и 0,09 соответственно.

Для Куршской косы была выявлена средняя изменчивость краниометрических показателей внутри группы для полевок II (5 – 10 месяцев) и III (12 – 16 месяцев) возрастов. Общими для обеих возрастных групп оказались параметры: кондилобазальная длина черепа, скуловая ширина и длина мозговой части черепа. Грызуны II возраста, помимо вышеназванных параметров, имеют среднюю изменчивость для длин резцовых отверстий и верхнего ряда зубов, носовой и предглазничной ширины, высоты нижней челюсти. Значительную изменчивость показал параметр «Длина нижней челюсти». Средняя изменчивость для зверьков III возраста характерна по параметрам: наибольшие длина и ширина черепа, длины лицевой части и нижней челюсти.

Для выборки грызунов с Балтийской косы изменчивости внутри параметров не выявлено.

В результате применения МГК выявлено наличие трёх главных компонент – показатели «Кондилобазальная длина черепа», «Наибольшая длина» и «Скуловая ширина черепа».

При сравнении по этим параметрам выявлены половые различия между особями рыжей полевки одного возраста: у самок вариация значений промеров выше, чем у самцов. Половой диморфизм также был выявлен при исследовании нижней челюсти рыжей полевки. В целом, размеры черепа самок крупнее, чем у самцов, однако различия не являются статистически значимыми.

Многомерное шкалирование необходимо для проверки точности результата МГК и возможности использования определенных краниометрических показателей в качестве биоиндикатора для оценки окружающей среды с помощью расстояния между выявленными по МГК компонентами. Полученные в результате анализа данные применяются для оценки характера распределения по разным местообитаниям [7]. На основе многомерного шкалирования было выявлено предпочтение двум показателям – «Кондилобазальная длина черепа» и «Наибольшая длина».

Таким образом, было установлено, что 8 из 14 параметров черепа увеличиваются в процессе онтогенеза животных. Особи с Куршской косы имеют среднюю изменчивость параметров черепа внутри обеих возрастных групп и значительную изменчивость длины нижней челюсти для II возраста, что свидетельствует о неблагоприятности трофических условий жизни.

Для особей с Балтийской косы изменчивость параметров не выявлена. Более крупные размеры черепа вида зафиксированы на Балтийской косе, что вместе с выявленной степенью изменчивости говорит о стабильности и благоприятности защитных и кормовых условий жизни на этой территории. Статистический анализ с использованием методов главных компонент и многомерного шкалирования позволил зафиксировать достоверные различия кондилобазальной и наибольшей длин черепа для особей с исследованных территорий.

### *Литература*

1. *Громов И.М., Поляков И.Я.* Фауна СССР: Млекопитающие. Том. III, Вып. 8.: Полевки (Microtinae). Л.: «Наука», 1977.
2. *Гришанова Ю.Н., Гришанов Г.В.* Наземные позвоночные Калининградской области: учебное пособие. Калининград: Издательство БФУ им. Канта, 2022.
3. *Беляков, В.В.* Млекопитающие г. Калининграда. // Вестник Балтийского Федерального университета им. И. Канта. Серия: естественные и медицинские науки. 2007. №7. С. 54–58.
4. *Карасева, Е.В., Телицына А. Ю., Жигальский О.А.* Методы изучения грызунов в полевых условиях. М.: Изд-во ЛКИ. 2008.
5. *Кузякин, А.П.* Зоогеография СССР // Биогеография. Учен. зап. МОПИ им Н.К. Крупской. М., 1962. Т. 109. С. 3 – 82
6. *Яскин В.А.* Рост гиппокампа у рыжих полевок (*Clethrionomys glareolus*, Rodentia) из разных сезонных генераций // Вестник биологии. 2020. Т. 47. №. 8. С. 1051–1058.
7. *Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А.* Биоразнообразие и методы его оценки Учебное пособие. МГУ, 1999.

***Kseniya A. Efimova, Arina V. Chesnokova, Yuliya N. Grishanova***  
**CRANIOMETRIC ANALYSIS OF THE RED VOLE (*MYODES*  
*GLAREOLUS*, SCHREBER, 1780) ON THE BALTIC AND  
CURONIAN SPITS OF THE KALININGRAD REGION**

*Immanuel Kant Baltic Federal University*

In the article we analyze the differences in craniometric parameters in red voles (*Myodes glareolus*, Schreber, 1780) living on the territory of the Baltic and Curonian Spits (Kaliningrad region, Russia). We founded that the larger skull sizes belong to individuals caught on the Baltic Spit which is characterized by a lower anthropogenic load and a richer food base. In result we noted large variability of the several studied craniometric parameters on the Curonian Spit which may indicate instability and unfavorable living conditions of the species.

**Жмылев П.Ю.**

## **БИОМОРФОЛОГИЯ И БИОМОРФОЛОГИЯ**

*Биологический факультет МГУ;*

*Государственный университет «Дубна», Россия*

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

Рассмотрены три варианта использования термина «биоморфология», включая обозначения учения о жизненных формах организмов.

Истоки учения о жизненных формах (биоморфах) организмов теряются в глубине веков. Однако только во второй половине XX в. это направление стали выделять как самостоятельную дисциплину, а понятие «жизненная форма» рассматривать как общебиологическое [1-5]. При этом с самого начала и до сих пор предлагают заменить название «биоморфология» на «экобиоморфология» [6], «экоморфология» [7], «биоморфика» [8] и др. Причины этого понятны. Они кроются и в положении биоморфологии на стыке дисциплин (морфология, экология, систематика, биология развития и др.), и в различном понимании ботаниками и зоологами явления «жизненная форма». При этом термин «биоморфология» в отечественной и зарубежной научной литературе фигурирует в разных смыслах, которые можно сгруппировать в три варианта с условными обозначениями «приоритет», «ботаника» и «другие случаи».

**1. Приоритет.** За рубежом слово «biomorphology» встречается в публикациях специалистов разных направлений: ботаника, зоология, медицина, архитектура и др. [9-12; и др.]. К сожалению, авторы этих публикаций не поясняют значение этого термина. Правда, судя по контексту, не остается никаких сомнений в том, что термин «биоморфология» они используют в смысле «биологическая морфология». Исключение составляет монография J.C. Schoute [13], в предисловии которой этот голландский ботаник ясно указывает следующее: поскольку морфология как наука о формах

входит в состав разных наук (математика, геология и др.), то в рамках биологии ее следует именовать «биоморфология».

2. Ботаника. В нашей стране термин «биоморфология» независимо от J. C. Schoute впервые использовал В.Н. Голубев [14]. Однако он не уточнял его значения, используя, судя по тексту (стр. 7), для обозначения классификации подземных органов растений на основании их морфологических признаков и биологических черт (вегетативное возобновление, размножение и расселение). Позднее А.П. Хохряков [15, 16] предложил метод «биоморфологического анализа» (от термина «биоморфа») применительно к вопросам систематики и филогении, а затем Б.А. Юрцев [17] – название «биоморфология» для обозначения учения о жизненных формах (биоморфах) растений.

3. Другие. За рубежом термин «биоморфология» иногда используют в значениях, которые отличаются от рассмотренных выше. Например, французский ботаник В. Descoings [18] предложил метод изучения тропических травяных сообществ с использованием «биоморфологических» типов, которые он выделял на основании сочетания классификации Х. Раункиера (биологические типы) и А. Жака-Феликса (морфологические типы). Новозеландские гидробиологи J.E. Morton и D.A. Challis [19] предложили термин «биоморфология» как новый для используемого ими метода описания биологического и геоморфологического разнообразия коралловых рифов. Примерно в таком же смысле использовали этот термин и французские ботаники при обсуждении взаимосвязи прибрежно-водной растительности, гидрологии рек и русловых процессов [20]. Наконец, в цифровой культуре и промышленном дизайне слово «биоморфология» используют как связь с живой жизнью [21, 22].

Таким образом в настоящее время в отечественной и зарубежной литературе термин «биоморфология» используют в очень разных смыслах. При этом необходимо отличать использование понятия «биоморфология» как

названия науки о биоморфах организмов и сложно-сочинённое слово «**биоморфология**» как излишнее название морфологии в рамках биологии.

### *Литература*

1. *Правдин Ф.Н.* Учение о жизненных формах как общебиологическая проблема // Жизненные формы в экологии и систематике растений. М., 1986. С. 3-8.

2. *Савиных Н.П.* О жизненных формах водных растений // Гидробиотаника: методология, методы. Рыбинск, 2003. С. 39–48.

3. *Савиных Н.П.* Биоморфология как наука // Актуальные проблемы современной биоморфологии. Киров: ООО Радуга-ПРЕСС, 2012. С.15-20.

4. *Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А., Баландин С.А.* Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. М., 2005.

5. *Жукова Л.А., Ведерникова О.П., Быченко Т.М., Османова Г.О.* Лекарственные растения. Разнообразие жизненных форм. Йошкар-Ола: Изд-во МарГУ, 2015.

6. *Лавренко Е.М., Свешникова В.М.* Об основных направлениях изучения экобиоморф в растительном покрове // Основные проблемы современной геоботаники. Л., 1968. С. 10-15.

7. *Алеев Ю.Г.* Экоморфология. Киев: Наук. думка, 1986.

8. *Павлинов И.Я., Любарский Г.Ю.* Биологическая систематика: эволюция идей. М.: КМК, 2011.

9. *Colombo P.* Observations on the biomorphology of the Sicilian endemic *Trifolium bivonae* (Fabaceae)// *Fl. Medit.* 2002. V. 12. P. 275-283.

10. *Vrana A.* Megastructuralism and biomorphology: the architecture of Manfredi Nicoletti / Contribution and confusion: architecture and the influence of other fields of inquiry. Washington, U.S.A.: ACSA, 2004. P. 272-279.

11. *Jocković M., Jocić S., Marjanović-Jeromela A., Ćirić M., Čanak P., Miklič V., Cvejić S.* Biomorphological association and path analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Helia.* 2015. V. 38. P.189-199.

12. *Bianchi S., Mancini L., Torge D., Cristiano L., Mattei A., Varvara G., Macchiarelli G., Marchetti E., Bernardi S.* Bio-

morphological reaction of human periodontal ligament fibroblasts to different types of dentinal derivatives: in vitro study// Int. J. Mol. Sci.2021; 22(16):8681. <https://doi.org/10.3390/ijms22168681>.

13. *Schoute J.C.* Biomorphology in general. Amsterdam: North-Holland Publ., 1949

14. *Голубев В.Н.* Основы биоморфологии травянистых растений Центральной лесостепи / Гр. Центрально-Черноземного гос. заповед. им. проф. В.В. Алехина. Вып. 7. - Воронеж: Воронеж. ун-т, 1962.

15. *Хохряков А.П.* Закономерности эволюции растений. Новосибирск: Наука, 1975.

16. *Хохряков А.П.* Соматическая эволюция однодольных. М.: Наука, 1975.

17. *Юрцев Б. А.* Жизненные формы: один из узловых объектов ботаники // Проблемы экологической морфологии растений. М.: Наука, 1976. С. 9 - 44.

18. *Descoings B.* Method for the study of the structure of tropical grasslands/ Evaluation and mapping of tropical African Rangelands. - Addis Abeba, Ethiopia, 1975.P. 147-158.

19. *Morton J.E., Challis D.A.* The biomorphology of Solomon Islands shores with a discussion of zoning patterns and ecological terminology// Phil. Trans. R. Soc., B. 1969. V. 255. P. 459-516.

20. *Piégay H., Maridet L.* Formations végétales arborées riveraines des cours d'eau et potentialités piscicoles// Bull. Fr. de Pêche Piscicult. 1994. V. 333. P. 125-147.

21. de Castro M.I., Ruivo M.S. Rhetoric in industrial design// Post 2010. V., N 1. P. 61–76.

22. Granata Y.M. Biomorphological realism: thinking with biological entities in film and digital media// TRACE. 2017. Is. 1.: <http://tracejournal.net/trace-issues/issue1/01-granata.html>

*Zhmylev P.Yu*

## **BIOMORPHOLOGY AND BIOMORPHOLOGY**

*Faculty of Biology, Moscow State Lomonosov; Dubna State University*

Three options for using the term "biomorphology" are considered, including the designation of the doctrine of the life forms of organisms.

**Зеленская Н.Н., Волокитин М.П.**  
**ОСОБЕННОСТИ ЭКОТОПОВ СТЕПНОГО**  
**И ЛУГОВОГО ТИПА НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ**  
**СУЩЕСТВОВАНИЯ СТЕПЕЙ**

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

[zelen\\_1@rambler.ru](mailto:zelen_1@rambler.ru), [volokitin1@rambler.ru](mailto:volokitin1@rambler.ru)

Существование изолированного степного фрагмента в зоне хвойно-широколиственных лесов представляет собой ботанико-географический феномен. Располагаясь в долине реки Оки, травянистые ценозы заповедника представлены степными и луговыми формами. Данные исследования направлены на выявление причин обособления типично степного участка. Получены данные, позволяющие сравнить гидротермические особенностей почвенных профилей под степной, луговой и травянистой растительностью переходного типа. В лесной зоне степной экотоп формируется только под влиянием атмосферных осадков; луговой и смешанный экотопы испытывают влияние грунтовых вод. Степной экотоп выдерживает критическое иссушение, сохраняя влагу в 10-см слое за счет дернины. Для существования смешанного экотопа критична влага на глубине 30-см. Луговой экотоп характеризуется постоянным присутствием влаги в почвенном слое ниже 60 см

Приокско-Террасный биосферный заповедник (ПТБЗ) расположен в 100 км южнее Москвы на левом берегу р. Оки, в среднем ее течении. Для региона характерен лесной тип растительности с преобладанием хвойно-широколиственных лесов [1,2]. Уникальным объектом, охраняемым в заповеднике, являются степные сообщества, существующие здесь изолированно, на значительном удалении от основного ареала степей [3, 4]. Для понимания парадокса были рекомендованы сравнительные экологические исследования в различных типах растительности заповедника [5]. Ранее получен

сравнительный материал о непрерывном ходе годовых и суточных температур заповедника [6]. Цель данных исследований – детальное сравнение влажностных отличий почвенного профиля под травянистой растительностью лугового, степного и переходного типа.

Средняя годовая температура воздуха периода климатической нормы составляет в ПТБЗ 4.8 °С. Годовое количество осадков в среднем равно 683 мм [7]. Особенность климатических условий заповедника – наличие выраженной засухи в разгар фенологической весны [8]. Для рельефа заповедника характерно деление его на водораздельную выровненную часть с коренной лесной растительностью и террасированную часть левого берега Оки, где на песчаных почвах прогреваемых южных склонов локализуются степные фитоценозы. В отличие от зональных луговых степей, приуроченных к плакорам с черноземными почвами, почвы заповедника сформированы на мощной толще флювиогляциальных отложений, подстилаемых известняками и глинами каменноугольного возраста [9]. Преобладающим типом почв на территории заповедника являются дерново-подзолистые [9, 10].

Исследования проведены в травянистых сообществах ПТБЗ, формирующихся по луговому, степному, переходному между ними типу и в сухом бору, расположенном в непосредственной близости от степного урочища. Проанализирована динамика влажности почвенных профилей в данных экотопах на глубину до 100 см в течение нескольких вегетационных сезонов с разными погодными условиями периода вегетации растений. Отбор почвенных образцов для определения влажности производили синхронно в разных ценозах, буром Розанова, с глубин 0 – 100 см и шагом отбора 10 см. Определение влаги в образцах – термостатно-весовым методом, в лабораторных условиях [11].

Период исследований (2017–2021 гг.) по метеорологи-

ческим условиям характеризуется как близкий к норме. Особенностью последних лет можно считать смещение периода засух с весны на лето. Гранулометрический анализ песков показал, что они хорошо сортированы. Содержание фракции песка размером от 1 до 0,25 мм составляет более 91%, при содержании физической глины (частиц менее 0,01 мм) равной 1,79–2,75%. Почвы характеризуются невысоким содержанием органического углерода, низким содержанием обменных катионов кальция и магния. Водоудерживающая способность почвы под луговыми травами была выше, чем под ковылём. В слое 0–5 см (землистая дернина) наименьшая влагоёмкость под луговыми травами составляла 69,9%, а под ковылём – 53,0%; в гумусовом горизонте – 50,2% и 34,6% соответственно.

В распределении влаги в горизонтах почвенного профиля наиболее значительные отличия обнаруживает луговой экотоп. Здесь влажность почвенного профиля увеличивается именно с глубиной, тогда как в остальных экотопах с глубиной влажность слоев уменьшается. На старте вегетации влажность лугового экотопа в слое 20–30 см была выше, чем в степных фитоценозах практически вдвое. При продолжающихся летних осадках она еще увеличивалась с глубиной (10 см – 23,4%, 90 см – 25,6%, 100 см – 32,1%). Очевидно, это связано с утяжелением гранулометрического состава нижнего горизонта. Подстилающие тяжелые моренные суглинки, а также глины и известковых породы, при небольшой мощности песчаных отложений (менее 1 м), создают условия для образования здесь верховодки. Луговые фитоценозы способны использовать такую влагу, удерживаемую в почве за счет подпора малопроницаемыми глинистыми отложениями.

Следующим по обеспеченности доступной влагой для растений проявил себя переходный экотоп Протопопова дола. При обильных осадках он также способен кратковременно накапливать влагу в верхних слоях почвы

(до 30 см). Однако довольно быстро наступает закономерное для профиля песчаной почвы снижение влажности. В слое 40–50 см содержание влаги резко падает (до 4.5–6.5%), после 60–70 см влажность почвы не превышает 3.2–3.7%. Это объясняется заметным облегчением гранулометрического состава нижних отложений. В степном экотопе, даже в условиях избыточных осадков, на мощных песках нижележащие горизонты почвы быстро иссушаются. Но летом в переходном экотопе влага испаряется быстрее, чем в степном, поскольку молодые побеги разнотравья хуже удерживают влагу, чем дерновины ковыля.

Сравнение условий степных сообществ и келериевого бора на песках, расположенных в непосредственной близости друг от друга, показало, что они довольно близки по увлажнению. В нижних слоях почвы, на толстом песчаном панцире и в отсутствии верховодки, ход влажности на этих почвенных разностях проходит однонаправленно. Но в жаркие периоды лета степной экотоп уступает по сухости условиям боровых песков, которые характеризуются более легким гранулометрическим составом верхней 20-см толщи почвы. Осенью же, наоборот, моховая подстилка замедляет испарение влаги в бору.

Таким образом, степной экотоп оказался самым сухим и теплым в заповеднике. Влажностный режим степных ассоциаций определяется только атмосферными осадками. Наибольшие отличия фиксируются в верхнем 30 см слое почвы. Степная растительность хорошо приспособлена к летним засухам, сохраняя определенную влагу в дернине и в верхнем 10 см слое почвы. Наиболее контрастные отличия в режиме влажности почв отмечены под луговыми растительными сообществами (Родниковая поляна). Почвенный профиль на этом участке промачивается атмосферными осадками на глубину до 60 см, на такую же глубину возможно его иссушение. Но влажность почвы на Родниковой поляне существенно превышает влажность

почвы в степном и переходном экотопах именно с глубиной.

### *Литература*

1. *Исаченко Т.И.* Восточно-европейские широколиственные леса // Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 166–177.

2. *Курнаев С.Ф.* Дробное лесорастительное районирование Нечерноземного центра. М.: Наука, 1982

3. *Кауфман Н.Н.* Московская флора или описание высших растений и ботанико-географический обзор Московской губернии. М.: Издание А.И. Глазунова, 1866

4. *Данилов В.И.* О реликтовой флоре и редких степных фитоценозах в лесостепи и лесной зоне Среднерусской возвышенности // Аридные экосистемы. 1998. Т. 4, № 8. С. 47–57.

5. *Скворцов А.К.* О распространении элементов окской флоры в южных районах Московской области и в соседних районах Тульской и Калужской областей // Растительность и почвы Нечерноземного Центра Европейской части СССР. 1969. Изд-во МГУ. С. 76–97.

6. *Зеленская Н.Н., Сон Б.К., Быховец С.С., Брынских М.Н., Керженцев А.С.* Температурные условия развития лугово-степной и лесной растительности на берегах в среднем течении Оки // Известия РАН. Сер. геогр. 2016. № 4. С. 79-89.

7. *Аблеева В.А., Терешонок Н.А.* Метеорологическая характеристика сезонов года и динамика климата в Приокско-Террасном заповеднике // Экосистемы Приокско-Террасного биосферного заповедника / под редакцией Брынских. Пущино, 2005. С. 18–34.

8. *Данилов В.И., Кулигин С.Д., Фадеев Н.Н.* Сезонные ритмы природы Приокско-Террасного биосферного заповедника. // Экологический мониторинг Приокско-Террасного биосферного заповедника. Пущино. 1983. С. 8-36.

9. *Назаров А.Г., Кожухарь Ю.Н., Перетрухин В.Д., Белянин А.И.* Ландшафтно-геохимические и гидрохимические особенности Приокско-Террасного государственного заповедника // Экосистемы Южного Подмосковья. М.: Наука. 1979. С.13-39.

10. *Фридланд В.М.* Почвы Приокско-Террасного заповедника // Тр. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. М.: Изд-во АН СССР,

1955. Т.46. С. 136-190.

11. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986

*Nadezhda N. Zelenskaya, Mitrofan P. Volokitin*  
**FEATURES OF STEPPE AND MEADOW TYPE ECOTOPES  
ON THE NORTHERN BORDER OF THE EXISTENCE  
OF STEPPES**

*Institute of Basic Biological Problems of the Russian Academy  
of Sciences, Russia*

The existence of an isolated steppe fragment in the zone of forests is a geographical phenomenon. Located in the valley of the Oka River, the herbaceous cenoses of the reserve are represented by steppe and meadow forms. These studies are aimed at identifying the reasons for the isolation of a typical steppe area. For the first time, data were obtained to compare the hydrothermal features of soil profiles under steppe, meadow and herbaceous vegetation of transitional type.

In the forest zone, the steppe ecotope is formed only under the influence of atmospheric precipitation, while the meadow and mixed ecotopes are influenced by groundwater. Steppe ecotope withstands critical desiccation, retaining moisture in a 10-cm layer due to sod. Moisture at a depth of 30-cm is critical for the existence of a mixed ecotope. The meadow ecotope is characterized by the constant presence of moisture in the soil layer below 60 cm.

*Иззатуллаев З.И., Олимова Д.А.*  
**БИОРАЗНООБРАЗИЕ ГИДРОБИОНТОВ  
САМАРКАНДСКИХ РОДНИКОВ**

*Самаркандский государственный университет им Шарафа  
Рашидова, Узбекистан*

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

Впервые изучено биоразнообразие гидробионтов г.Самарканда и составлен их систематический состав. Установлено обитание 19 видов беспозвоночных гидробионтов, относящиеся к 16 родам, 13 семействам, 4 классам, 1 подклассу, 1 отряду и 3 типам. Изучены их распространение по родникам, экологические группы и индикаторная роль. Даны предложения по охране вод и их обитателей.

Самарканд с давних пор славится своей прекрасной природой и чистыми водами. Раннее здесь протекали более сотни родников, которые удовлетворяли потребность жителей к чистой воде. Самаркандские городские оросители – Сияб, Оби – Рахмат (святая вода) и Оби – Машхад, также образовались из вод этих родников. Даже жители древнего Афросияба (VII-VII веке до нашей эры) питались водами этих родников.

В целом родники – это источники чистой воды, которые заселены разнообразными видами гидробионтов, всестороннее их изучение представляет как теоретический, так и практический интерес.

Задачами данного исследования явились: установить видовой и систематический состав гидробионтов родников г.Самарканда; изучить распространение и определить численность отдельных видов; выявить экологические группы и определить индикаторную роль гидробионтов; дать предложения по охране вод и его обитателей.

Наши сборы гидробионтов проводились: 2010, 2011, 2018, 2019 годах в родниках г.Самарканда: Оби – Рахмат, Тошохур, Дониёр пайгамбар (родник святого Даниела).

Всего собрано и обработано около 100 проб гидробионтов, насчитывающих 1000 экземпляров животных. При определении систематического положения гидробионтов пользовались работами В.И.Жакина [1], З.И.Иззатуллаева [2] и Насекомые Узбекистана [3]. В период обработки литературных источников было установлено, что отдельные виды гидробионтов, ранее отмечены и в других разнотипных водоёмах (каналах и речках) г. Самарканда [3-5].

На основе наших исследований в родниках г.Самарканда: Оби – Рахмат, Тошохур и Дониёр пайгамбар установлено обитание 19 видов гидробионтов, относящиеся к 16 родам, 13 семействам, 4 классам, 1 подклассу, 1 отряду и 3 типам. Их систематический состав приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Видовой состав гидробионтов г.Самарканда и их распределение по родникам

Видовой состав гидробионтов		Родники				
		1	2	3		
Беспозвоночные- <i>Invertebrata</i> Тип кольчатых червей- <i>Annelida</i> Класс пиявки – <i>Hirudinea</i>	Семейство <i>Hirudinidae</i>					
	<i>Haenopsis sangusida</i> L., 1758	+				
	<i>Hermobdella octaculata</i> L., 1758	+		+		
Мягкотелые или моллюски Тип ( <i>Mollusca</i> ) Класс двустворчатые – <i>Bivalvia</i>	Семейство <i>Euglessidae</i>					
	<i>Euglessidae turkestanica</i> <i>Izzatullayev, 1974</i>			+		
	<i>E.obliquata</i> ( <i>Clessin in Martens D; 1874</i> )	+				
	<i>Cyclocalix tiranica</i> ( <i>Clessin in Mart; 1874</i> )	+				

Видовой состав гидробионтов		Родники				
		1	2	3		
Класс брюхоногие – <i>Gastropoda</i> Подкласс легочные – <i>Pulmonata</i>	Семейство <i>Lymnaeidae</i>					
	<i>Lymnaea truncatula</i> (Muller, 1774)	+	+	+		
	<i>L. thisseae</i> (Clessin, 1879)			+		
	Семейство <i>Physidae</i>					
	<i>Costatella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	+	+	+		
	Семейство <i>Planorbidae</i>					
	<i>Planorbis tangitarensis</i> Germain, 1918			+		
<i>Anisus ladacensis</i> (Nevill, 1878)	+	+	+			
<b>Водные насекомые</b>	Семейство <i>Colopterigidae</i>					
Тип членистоногие- <i>Arthropoda</i>	<i>Colopterus splendid</i> Harr. 1780	+				
Класс насекомые – <i>Insecta</i>	Семейство <i>Libellidae</i>					
Отряд стрекоз – <i>Odonata</i>	<i>Sympetrum vulgatum</i> (L, 1758)	+	+	+		
Отряд Полужесткокрылых (клопов – <i>Hemiptera</i> Водные клопы	Семейство <i>Notonectidae</i>					
	<i>Notonecta viridis</i> L., 1858	+				
	Семейство <i>Corixidae</i>					
	<i>Corix dentipens</i> (Thomson, 1869)	+				
	Семейство <i>Nepidae</i>					
	<i>Nero cinerea</i> L., 1758	+	+	+		
	Семейство <i>Gerridae</i>					
	<i>Gerris locustris</i> (L. 1758)	+	+	+		
	Семейство <i>Dytiscidae</i>					
	<i>Dytiscus marginalis</i> L., 1758	+				
	Семейство <i>Gyrinidae</i>					
	<i>Gyrinus marinus</i> L., 1758	+		+		
Всего:		15	6	11		

Примечание: 1 - Оби-Рахмат, 2 – Тошохур, 3 - Дониёр пайгамбар

Как видно из таблицы 1, по видовому составу гидробионтов самым богатым является родник Оби-Рахмат – 15 видов, затем следует родник Дониёр пайгамбар – 11 и наконец, в роднике Тошохур обитают 6 видов. Такое различие видового состава гидробионтов определяется как объемом воды, так и занимаемой источником площадью и дебитом воды.

Этот источник образован из множество родничков и полноводная. Из этих источников образуется полноводная. Из этих источников образуется полноводная речка, известная в Самарканде под названием Оби-Рахмат.

Среди общего числа видов гидробионтов пиявки: *Haenopsis sangusida* и *Hermabdella actaculata* обитают в роднике Оби-Рахмат и их топях. Между тем последний вид обитает и в роднике Дониёр Пайгамбар. Пиявки питаются разнообразны беспозвоночными: моллюсками, личинками водных насекомых, головастиками и размножаются откладыванием яиц.

Из общего числа брюхоногих моллюсков прудовики: *Lymnaea truncatula* и *L.thisseae* амфибиоты и относятся к экологической группе мадиолов, т.е. обитателям как на границе воды, так и среди их брызгов. Первой вид по численности превышает второго и на 1м<sup>2</sup> иногда местами достигал 5-6 экземпляров.

Из физид – *Costatella acuta* также многочисленный, яйцекладущий, фитофил. Его численность в топях родника Дониёр пайгамбар на 1м<sup>2</sup> местами достигал 10–15 экземпляров.

Виды, относящие к семейству *Planorbidae*: *Planorbis tangitarensis* и *Anisus ladacensis* – фитофилы, обитатели растений, также являются яйцекладущими и последний вид много – числен во всех родниках.

Из мелких двустворчатых моллюсков семейства *Euglesidae* виды родов *Euglesa* и *Cuclocalix* являются живородящими, обитая зарываясь в ил относятся

к экологической группе пелофилов. Среди них *E.turkestanica* многочисленна. В роднике Дониёр пайгамбар на 1 м<sup>2</sup> встречалась до 15-20 экземпляров. Все эти моллюски хорошие фильтраторы воды. От их числа видов зависит чистота водоёмов.

Среди водных насекомых личинки стрекозы *Sympetrum vulgatum* встречались во всех родниках, личинка *Colopterym splendis* обитал только в илу родника Тошохур. Оба вида являются пелофилами, яйцекладущими.

Из клопов *Nero cinerea* и *Gerris lacustris* были широко распространены на поверхности воды всех трёх родников.

Здесь следует особо подчеркнуть, что воды родников отличаются особой чистотой и обладают целебными свойствами. Например, вода из родника Дониер пайгамбар обладают целебными качествами успокаивающие нервную систему, полезным для движущихся органов и излечивая кожных болезни. Известно, что воду из этого источника уносят с собой как туристы Узбекистана, так зарубежные гости, посещающие нашу страны. Ранее воды из родника Дониёр пайгамбар увозили в Аравию сравнивая её состав воды со знаменитыми водами Оби – Замзам и Ковсар. Воды из родников Оби-Рахмат, протекают через дворы населения по одноименному арыку по массиву Мотрид, который сейчас превратился в «помойку» [3]. В настоящее время городские специалисты «Сув окава» пытаются очистить эту водную артерию.

Таким образом:

- В родниках г.Самарканда установлено обитание 19 видов беспозвоночных гидробионтов, относящиеся к 16 родам, 13 семейством, 4 классам, 1 подклассу, 1 отряду и 3 типам.

- Видовой состав родников отличается как составу их видов, так и по их числу. Самым богатым по числу видов является родник Оби-Рахмат (15), затем следует – Дониёр пайгамбар (9) и Тошохур (6 видов). Это различие связано с

объёмом вод. Родники находятся под охраной государства.

• Родники заселены фильтраторными беспозвоночными – мелкими двустворчатыми моллюсками и пиявками. Охраняя их, мы сохраним чистоту наших водоёмов.

### *Литература*

1. *Жадин В.И.* Пресноводные моллюски бассейна Амударьи // Труды Зоологического института АН СССР. 1950. Т.9. вып 1. С. 56-78.

2. *Иззатуллаев З.И.* Фауна моллюсков водных экосистем Средней Азии. Ташкент: Lesson-Press, 2019.

3. Насекомые Узбекистана. Ташкент: ФАН, 1993.

4. *Иззатуллаев З.И., Саидкулов Ж.Р.* Дониёр Пайғамбар чашмаси ва унинг атрофидаги моллюсклар (*Mollusca:Gastropoda, Bivalvia*) фаунаси хусусида илк маълумотлар. // Замонавий паразитологиянинг долзарб муаммолари мавзусидаги республика илмий-амалий анжуман материаллари. 2015 йил Қарши: ҚарДУ, 2015. С. 39-41

5. *Муҳаммадиев С.А.* Экологияи Самарқанд. Тошкент: “Наврўз”, 2015

6. *Олимова Д., Иззатуллаев З.И.* Самарқанд шаҳри канал ва ариқлари гидробионтлари хилма-хиллиги // Биологик хилма-хилликни сақлашнинг долзарб муаммолари. Илмий конференция ва ёш олимлар, талабалар илмий мактаби материаллари. 22 декабрь 2010 йил, Тошкент: УзМУ, 2010. С. 73-76

*Izzatullaev Z.I., Olimova D.A.*

### **BIODIVERSITY OF HYDROBIONTS IN SAMARKAND SPRINGS**

*Samarkand State University named after Sharaf Rashidov, Uzbekistan*

For the first time, the biodiversity of g.Samarkand hydrobionts was studied and their systematic composition was compiled. The habitat of 19 types of invertebrate hydrobionts, referred to 16 types, 13 families, 4 classes, 1 subclass, 1 detachment and 3 types. The spread of springs, ecological groups and a indicatorial role were studied. There are proposals for the protection of water and their inhabitants.

**Ильина В.Н.<sup>1</sup>, Сенатор С.А.<sup>2</sup>, Митрошенкова А.Е.<sup>1</sup>,  
Козловская О.В.<sup>3</sup>, Казанцев И.В.<sup>1</sup>**

**ОСОБЕННОСТИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИОННОЙ  
СТРУКТУРЫ *PYROLA CHLORANTHA*  
НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА  
(САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)**

<sup>1</sup>Самарский государственный социально-педагогический университет, Россия

<sup>2</sup>Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Россия

<sup>3</sup>Самарский государственный технический университет, Россия

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

Изучена структура популяций *Pyrola chlorantha* Sw. (Pyrolaceae) на южной границе ареала в Жигулевском государственном заповеднике и Национальном парке «Бузулукский бор» (Самарская область). В ходе работ использованы популяционно-онтогенетические методы исследования. Изучены основные параметры онтогенетической и пространственной структуры 27 ценопопуляций *P. chlorantha* в 2006-2021 гг. Выявлены различия в онтогенетических спектрах популяций в этих пунктах, связанные с эффективностью вегетативного и семенного размножения.

Охрана редких растений в настоящее время невозможна без выявления биоэкологических характеристик видов. В связи с этим популяционно-онтогенетические методы исследования не только не теряют своей актуальности, но и служат базовыми при определении современного состояния редких представителей флоры и растительного покрова территорий [1-2].

Особое внимание исследователи уделяют структурно-функциональным особенностям видов растений и их популяций на краю ареала [3-5]. Целенаправленное изучение параметров ценопопуляций растений способствует выявлению факторов, лимитирующих развитие видов в природе, и определению спектра природоохранных мероприятий.

*Pyrola chlorantha* Sw. (Pyrolaceae) в Самарской области вид произрастает близко к южной границе ареала. В регионе вид встречается редко в связи с малым числом пригодных мест обитания и достаточно высокой антропогенной нагрузкой на растительный покров. В Самарской области изучение особенностей пространственно-онтогенетической структуры ценопопуляций *P. chlorantha* ранее не проводилось. Исследования грушанки осуществляются в более северных областях РФ [6, 7].

Изучение популяций *P. chlorantha* проводилось в течение вегетационных сезонов 2006–2021 гг. согласно основным критериям и методам популяционно-онтогенетического направления [8-10]. Поиск мест произрастания осуществлялся маршрутными методами. Обследование ценопопуляций проводилось на постоянных и временных площадках, размер которых определялся общей площадью популяций, численностью и плотностью особей, а также реальным контуром фитоценоза и степенью антропогенной трансформации фитоценозов (размер пробных площадок от 10 до 150 м<sup>2</sup>).

Пунктами исследования являются Жигулевский природный заповедник и Национальный парк «Бузулукский бор». Обе территории характеризуются как рефугиумы биоты и охраняются на федеральном уровне.

Обследовано 15 ценопопуляций *P. chlorantha* на территории Жигулевского природного заповедника и 12 ценопопуляций в Бузулукском бору. Общая численность зарегистрированных особей 1520 (980 и 540 соответственно). Средняя численность особей (надземных побегов) в ценопопуляциях на территории заповедника составляет около 65 экземпляров (от 20 до 84), в национальном парке – 45 (от 33 до 79).

Оценка онтогенетической структуры ценопопуляции *P. chlorantha* показывает, что в Бузулукском бору вид отличается большей устойчивостью. Для особей свойственно

преимущественно вегетативное размножение, что обуславливает как агрегированность особей в растительных сообществах, так и преобладание прегенеративных особей в онтогенетической структуре. Характерным для длиннокорневищных видов растений является базовый спектр левомодального типа, который и отмечается у ценопопуляций Бузулукского бора. Отличия онтогенетического спектра ценопопуляций на территории Жигулевского заповедника связана, по-видимому, с особенностями каменистого субстрата, что затрудняет как вегетативное, так и семенное размножение. При этом ценопопуляциям свойственны более низкие показатели самовосстановления, при которых возникновение и приживаемость молодых особей затруднены.

Состояние ценопопуляций *P. chlorantha* зависит от многих эколого-ценотических, климатических, антропогенных факторов. Однако основным из них является наличие в почве мицелия специализированных грибов для образования микоризы. Именно присутствие этих грибов, в первую очередь состояние и объем мицелия, обеспечивают сохранность изучаемого вида в Жигулевском заповеднике и Бузулукском бору. Таким образом, наличие мицелия грибов в субстрате имеет большое значение при развитии *P. chlorantha* в фитоценозах, однако этот вопрос еще слабо изучен. В связи с этим на особо охраняемых природных территориях и в других пунктах произрастания *P. chlorantha* необходимо полностью исключить виды антропогенного воздействия, нарушающие почвенный покров.

Состояние популяций в Самарской области близко к критическому. Требуется четкое соблюдение природоохранных мероприятий. Особое значение имеет сокращение рекреационной нагрузки и вырубке лесов, предупреждение лесных пожаров.

## Литература

1. *Абрамова Л.М., Каримова О.А., Мустафина А.Н.* Оценка состояния краевых популяций некоторых редких видов растений Южного Урала // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия Биологических наук. 2014. № 4. С. 23-27.
2. *Mitroshenkova A.E., Ilyina V.N., Kazantsev I.V., Rogov S.A.* Current state, population structure and population dynamics of rare plants under economic and recreational use of natural-territorial complexes in the Middle Volga basin (Russia). // *ESDCA 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol.723. 042054 doi:10.1088/1755-1315/723/4/042054
3. *Пузырькина М.В., Силаева Т.Б.* Состояние популяций *Scabiosa isetensis* L. (Dipsacaceae) на северо-западной границе ареала // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3. С. 98-102.
4. *Селютина И.Ю., Кониченко Е.С., Рупышев Ю.А.* Онтогенез и онтогенетическая структура редкого вида *Oxytropis nitens* (Fabaceae) на северной границе ареала. // Ботанический журнал. 2014. Т. 99. № 9. С. 1001-1009.
5. *Ilyina V., Zenkina T., Sagalaev V., Senator S., Mitroshenkova A., Kozlovskaya O., Kalmykova O.* Structure of cenopopulations *Clausia aprica* (Stephan) Korn.-Tr. on the border of the area // BIO Web of Conferences. 2021. Vol. 38. 00043. Northern Asia Plant Diversity. 2021. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213800043>
6. *Ханугин А.А., Корочкина А.М., Китина А.В.* *Pyrola chlorantha* (Ericaceae) в Мордовском государственном заповеднике. // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. 2018. № 20. С. 192-202.
7. *Ревчук Н.А., Брижатая А.А.* Эколого-ценотические особенности произрастания грушанковых в чернопихтово-широколиственном лесу на юге Приморского края // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2017. № 18. С. 27-31.
8. *Животовский Л.А.* Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3-7.
9. *Османова Г.О., Животовский Л.А.* Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2020.

№ 2. C. 144-152.

10. *Notov A.A., Zhukova L.A.* The concept of ontogenesis polyvariance and modern evolutionary morphology // *Biology Bulletin*. 2019. Vol. 46, No. 1. P. 47–55.

*Ilyina V.N.*<sup>1</sup>, *Senator S.A.*<sup>2</sup>, *Mitroschenkova A.E.*<sup>1</sup>,  
*Kozlovskaya O.V.*<sup>3</sup>, *Kazantsev I.V.*<sup>1</sup>

**FEATURES OF THE CENOPOPULATION STRUCTURE  
OF *PYROLA CHLORANTHA* AT THE SOUTHERN BORDER  
OF THE AREAS (SAMARA REGION, RUSSIA)**

<sup>1</sup>*Samara State University of Social Sciences and Education, Russia*

<sup>2</sup>*Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences,  
Russia*

<sup>3</sup>*Samara State Technical University, Russia*

The population structure of *Pyrola chlorantha* (Pyrolaceae) on the southern border of the range in the Zhiguli State Nature Reserve and the Buzuluksky Bor National Park (Samara Region). In the course of the work, population-ontogenetic research methods were used. The main parameters of the ontogenetic and spatial structure of 27 populations of *P. chlorantha* in 2006-2021 were studied. Differences in the ontogenetic spectra of populations at these points, associated with the efficiency of vegetative and seed reproduction were revealed.

**Кашкаров Р.Д.<sup>1,2</sup>, Тен А.Г.<sup>1,2</sup>,  
Митропольская Ю.О.<sup>1</sup>, Солдатов В.А.<sup>1</sup>**  
**ЗИМОВКИ ДРОФЫ *OTIS TARDA* В УЗБЕКИСТАНЕ:  
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ  
И ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ**

<sup>1</sup>*Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан*

<sup>2</sup>*Республиканское ННО Общество охраны птиц Узбекистана*  
[roman.kashkarov@iba.uz](mailto:roman.kashkarov@iba.uz)

Дрофа - мигрирующий и зимующий вид в Узбекистане, который перестал гнездиться здесь в 1970-х годах из-за освоения целины в Казахстане и интенсивного сельскохозяйственного освоения подгорных равнин в Узбекистане. После распада СССР большие площади возделанных степей в Казахстане были заброшены и численность большой дрофы начала восстанавливаться. Нашими исследованиями в 2019-2021 гг. была охвачена значительная часть подгорных равнин Узбекистана и выявлены 2 территории зимовок, на которых концентрируется не менее 500 особей. Основные идентифицированные угрозы большой дрофе – браконьерство и столкновения с проводами ЛЭП. Выделены границы зимовок, на которых требуется организация охранного режима в зимний период.

Дрофа (*Otis tarda* Linnaeus, 1758) - редкий вид, занесенный в Красный список МСОП как уязвимый (VU) [1]. В Узбекистане дрофа была включена впервые в Красную книгу Узбекской ССР [2] в 1983 году как «исчезнувший на гнездовании, очень редко встречающийся на пролете и зимовке вид». В последующих 4-х изданиях Красной книги Узбекистана [3-6] дрофа имела «стабильный» статус: 1 (CR) «находящийся на грани исчезновения, мигрирующий европейский подвид». Современная мировая популяция дрофы оценивается в 44 000-57 000 особей [7]. За последние пятьдесят лет в восточной половине ареала численность дрофы резко сократилась [8]. В Узбекистане, до освоения казахстанской целины, дрофа была в основном пролетной птицей, в незначительном количестве зимующей и в очень редких случаях гнездящейся в степных районах [9-11].

С освоением равнинной части Джизакской, Сырдарьинской и Ташкентской областей Узбекистана вид полностью прекратил там гнездиться, встречались лишь отдельные пролетные птицы [11, 12]. После распада Советского Союза большая часть освоенных степных территорий в Казахстане пришла в запустение, и ситуация с дрофой несколько изменилась в лучшую сторону [13]. Было отмечено, что численность мигрирующих и зимующих дроф в Узбекистане за последние десятилетия несколько увеличилась [12]. Но современные данные о встречах дрофы в Узбекистане единичны. Их анализ показал, что площадь земель, пригодных для обитания вида, сократилась более чем в 15 раз. Текущая оценка численности зимующих и перелетных птиц в Узбекистане – до 500 особей в суровые зимы, также весьма приблизительна и неточна [14].

В 2019 г. Общество охраны птиц Узбекистана (UzSPB) при поддержке Eurasian Bustard Alliance, провело первое целевое исследование, подтвердившее зимовку дрофы в районе хребта Писталитау в Форишском районе Джизакской области [15]. В данной статье представлены результаты последующих изучений мест зимовки дрофы в 2020-2021 гг. в рамках программы UzSPB «Сохранение зимовки дрофы в Узбекистане» при поддержке фонда Mark Constantine (компания Lush).

Потенциальные биотопы и места для исследований были выделены нами по результатам наблюдений 2019 года и анализа литературных источников. Это: 1) глинистые или щебнистые равнинные и полого холмистые предгорья, с полынными ассоциациями, реже без кустарников; 2) неорошаемые богарные земли, засеянные пшеницей и другими озимыми культурами. Орошаемые земли дрофа не посещает, возможно, из-за зимней промывки полей.

Картирование в программах QGIS 3.0 и Google Pro показало подходящие участки для зимовок в Джизакской области – горы Писталитау, Галлаарал, Арнасай, Заамин;

в Самаркандской области – окрестности пос. Каттакурган и Джум. Опросами также была охвачена степь Карнабчуль на территории Бухарской, Самаркандской и Кашкадарьинской областей. В 2020-2021 гг. большинство этих участков было исследовано, скопления дроф отмечены в Джизакской области вблизи пос. Янгикишлак (Форишский район) и Галлаарал (Галлааральский район).

Поиск и учеты проводили с автомашины УАЗ 2206 по параллельным трансектам, с остановками для обзора через телескоп с увеличением X60 и бинокли 10x50, с возвышенных мест через каждые 2-3 км. Маршруты и места встреч регистрировали с помощью мобильного приложения Locus. В течение 28 дней зимних полевых наблюдений в 2020-2021 гг. общая длина трансект составила 3350 км. Короткий период подсчета со значительного расстояния (800-1000 м) позволял не беспокоить группы птиц и не допустить ошибки их повторного учета.

В 2020 году количество дроф в окрестностях пос. Янгикишлак варьировало от 11 до 28 особей, в то время как в окрестностях пос. Галлаарал было учтено 107 птиц. Общее количество дроф в Джизакской области в 2020 году составило 124. Обследования 2021 года показали от 33 до 42 зимующих дроф в Форишском районе и 455 – в окрестностях пос. Галлаарал. Здесь расположены наиболее подходящие для вида биотопы, между которыми дрофы перемещаются в зависимости от уровня беспокойства, состояния кормовой базы и погодных условий. Это позволяет предположить, что маркированные нами участки «Фориш» и «Галлаарал» взаимосвязаны и представляют собой единую территорию зимовки общей площадью около 166 000 гектаров. Количество дроф, зимующих на этих участках, составило 135 птиц в 2020 году и 497 в 2021 году.

По наблюдениям, первые птицы появляются в декабре после наступления длительного похолодания в Казахстане. Это подтверждают сообщения Г. Шакула с соавторами [16]

и предположения Е.А. Крейцберг-Мухиной [12] о том, что появление дроф в Узбекистане – результат коротких кочевок из более северных мест зимовки. Согласно нашим данным, эти зимовки в Узбекистане стали регулярными. На север птицы начинают возвращаться в начале - середине февраля.

В процессе наших исследований определены основные угрозы виду:

- 6 фев. 2021 года местный фермер Абдурасул Хайдаров обнаружил погибшую от столкновения с проводами ЛЭП дрофу в Форишском районе. В широких окрестностях мест зимовки планируется расширение энергетической инфраструктуры (проект УзАтом у подножья гор Писталитау, строительство солнечной электростанции в окрестностях пос. Галлаарал и др.). Эти проекты включают в себя создание линий электропередач или долгосрочные строительные работы, которые увеличат риск для птиц на зимовочных участках.

- Подтвердилось наличие браконьерской охоты на дрофу на обнаруженных участках зимовки. Первым показателем было расстояние вспугивания птиц - не менее 500 м. Далее, 28 янв. 2021 года встреченные нами охотники из Галлаарала подтвердили, что они приехали охотиться на дроф. 10 фев. 2021 года местный фермер сообщил, что в 2020 году на участке «Галлаарал» браконьеры застрелили дрофу весом 9 кг.

- В феврале 2021 года на участке «Галлаарал» проводились агротехнические мероприятия – вспашка и посев. Это беспокойство привело к снижению численности зимующих дроф, которые, по всей вероятности, переместились на участок «Фориш».

Учитывая численность мировой популяции дрофы в 44 000-57 000 особей [7], обнаруженная нами в Узбекистане зимующая популяция соответствует критериям КВА A1b -  $\geq 1\%$  от мировой популяции вида.

Природоохранный статус дрофы в Узбекистане имеет максимально высокий уровень. Вид также находится под защитой ратифицированных Узбекистаном международных конвенций - СИТЕС и СМС. На базе этих документов необходима разработка специального Плана действий по сохранению вида. Учитывая тип хозяйственного использования, одна из первоочередных целей этого плана – создание орнитологического заказника на ключевых местах зимовки «Фориш» и «Галлаарал» с режимом запрета охоты и предотвращением любого беспокойства в зимний период.

### *Литература*

1. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>
2. Красная книга Узбекской ССР: Редкие и исчезающие виды животных и растений. Позвоночные. Том I. Ташкент: Издательство "ФАН" Узбекской ССР 1983. С. 94-95.
3. Красная книга Республики Узбекистан: Животные. Том II. Ташкент: Издательство "Chinog ENK", 2003. С. 186-187.
4. Красная книга Республики Узбекистан: Животные. Том II. Ташкент: Издательство "Chinog ENK", 2006. С. 166-167.
5. Красная книга Республики Узбекистан: Животные. Том II. Ташкент: Издательство "Chinog ENK", 2009. С. 164-165.
6. Красная книга Республики Узбекистан: Животные. Том II. Ташкент: Издательство "Chinog ENK", 2019. С. 256-257.
7. *Alonso, J.C. and Palacin, C.A.* The world status and population trends of the great bustard (*Otis tarda*): 2010 update. *Chinese Birds* 1. P. 141–147.
8. *Kessler, M., Batbayar, N.* Proposal to list the global population of Great Bustard on Appendix I, submitted by the Government of Mongolia to the Convention on Migratory Species in 2014.
9. *Бостанжоголо В.Н.* Орнитологическая фауна Арало-Каспийских степей. М.: Типография Имп. Московского университета, 1911.
10. *Губин Б.М.* Дрофа // Красная книга Казахстана. Алматы: Конжик.1996. С. 168–169.
11. *Мекленбурцев Р.Н.* Дрофиные *Otididae* // Птицы

Узбекистана. Т.2. Ташкент: “ФАН”, 1990. С. 7-10.

12. *Крейцберг-Мухина Е.А.* Современное состояние дрофиных птиц в Узбекистане // Дрофиные птицы России и сопредельных стран. М, 2003. С. 64-75

13. *Березовиков Н.Н., Анисимов Е.И., Левинский Ю.П., Зинченко Ю.К., Коваленко А.В., Гаврилов Э.И., и др.* Дрофа // Казах. Орнитол. Бюл. Алматы: “Tethys”, 2002. С. 74-77.

14. *Kashkarov, R.D, Mitropolskaya Yu.O., Ten A.G.* The historic and current status of the Great Bustard *Otis tarda tarda* in Uzbekistan and prospects for its conservation //Sandgrouse. 2022. 44(1). P.26-34

15. *Тен А.Г., Тулаев Ж.А., Солдатов В.А., Хайдаров А.* Места зимовок большой дрофы *Otis tarda* в Джизакской области и угрозы // Зоологическая наука Узбекистана: современные проблемы и перспективы развития. Мат-лы II респ. научно-практ. конф 15-16 окт, 2020. Ташкент: ФАН, 2020. С. 281-283

16. *Шакула Г., Баскакова С., Шакула Д., Шакула С.* 2016. Дрофа (*Otis tarda*) на юге Казахстана // Птицы и сельское хозяйство: современное состояние, проблемы и перспективы изучения. Мат-лы I Международной орнитологической конференции. Москва. Россия. 17-18.11.2016. М, 2016. С. 313-318.

*Roman D. Kashkarov<sup>1,2</sup>, Anna Ten<sup>1,2</sup>,*

*Yuliya O. Mitropolskaya<sup>1</sup>, Valentin Soldatov<sup>1</sup>*

**WINTERING GROUNDS OF GREAT BUSTARD *OTIS TARDA*  
IN UZBEKISTAN: MODERN STATEMENT  
AND CONSERVATION ISSUES**

<sup>1</sup> *Institute of zoology, Uzbekistan*

<sup>2</sup> *Uzbekistan Society for the protection of birds, Uzbekistan*

The Great Bustard is a migratory and wintering species in Uzbekistan that ceased breeding here in the 1970s, due to the development of virgin lands in Kazakhstan and of the foothill plains in Uzbekistan. After the collapse of the USSR, large areas of cultivated steppe in Kazakhstan were abandoned and Great Bustard numbers began to recover. Our

surveys in 2019-2021 covered a large part of the foothill plains of Uzbekistan and identified 2 wintering territories with a concentration of at least 500 individuals. The main threats to Great Bustard are poaching and collisions with power lines. We identified the boundaries of wintering areas where protection is required during the winter period

*Киселева Л.Л.<sup>1</sup>, Парахина Е.А.<sup>2</sup>, Силаева Ж.Г.<sup>3</sup>*  
**ЛЕСНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
КАК ЯДРА СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ**

<sup>1</sup> *Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева,  
Россия*

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

<sup>3</sup> *Орловский государственный аграрный университет  
имени Н.В. Парахина, Россия*

[parakhina-ea@rudn.ru](mailto:parakhina-ea@rudn.ru)

Ключевые лесные территории являются ядрами, где сохраняются природные комплексы и их биоразнообразие. В результате исследований территории Орловской области было выделено 34 ключевых лесных территорий с наиболее высоким разнообразием редких и охраняемых растений региона.

На этих территориях было отмечено 8 видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и 58 видов, занесенных в Красную книгу Орловской области.

За долгий период деятельности человека на территории Восточной Европы, занятой широколиственными лесами, площадь их резко сократилась, структура претерпела значительные изменения. Остатки от былых широколиственных лесов распространены крайне неравномерно, часто изолированы друг от друга населенными пунктами, сельскохозяйственными угодьями и другими антропогенно измененными ландшафтами. Сокращение площади широколиственных лесов привело к значительным изменениям в окружающей среде: потеря почвенного плодородия, развитие эрозии, образование оврагов, обмеление и нарушение паводкового режима рек, особенно малых и средних, уменьшение биологической продуктивности, сокращение видового разнообразия и т.д. [1-3].

Сокращение площадей лесных биоценозов в результате антропогенной деятельности в России началось еще в XVI в., но самые внушительные масштабы приобрело во второй

половине XX в. [4-5]. Такая же ситуация наблюдается и на территории Орловской области. Согласно плану Генерального Межевания (1778-1790 гг.) леса на территории исследуемого региона занимали более 50% [6]. По статистическим данным на леса в Орловской губернии в 1868 г. приходилось 23,1%, в 1914 – 17,2% [3]. В настоящее время большая часть территории занята сельскохозяйственными землями и только около 12% площади приходится на естественную растительность [7]. Лесистость Орловской области составляет 8%. Самыми лесистыми являются следующие административные районы области: Дмитровский, Знаменский, Хотынецкий и Мценский, где лесистость составляет 20-25%, а наименьшая лесистость отмечена в юго-восточных районах – Должанском, Колпнянском, Ливенском и Покровском, где ее показатель не превышает 2,5% [8,9].

Основной причиной сокращения лесов является увеличение численности населения вследствие чего увеличивается потребность в пахотных землях. При этом способ обработки долгое время не менялся [3,5]. Также большое влияние на лесные территории оказали и исторические события первой половины XX в., в первую очередь, войны.

Среди лесов Орловской области преобладают широколиственные леса из дуба черешчатого (32,6% площади лесов) – чистые и смешанные с кленом остролистным, ясенем обыкновенным, липой мелколистной, ильмом. Березняки и осинники составляют 22,2% и 18,5% площади, покрытой лесной растительностью, сосняки и ельники соответственно 17,2% и 4,1%, прочие древесные породы 5,4% [7].

Ключевые ботанические территории (Important Plant Areas) – территории, имеющие большое значение для находящихся под угрозой исчезновения видов, мест их обитания и растительного разнообразия в целом, которые можно выявить, сохранить и которыми можно управлять как территориями [10-12].

Создание лесных ключевых ботанических территорий

и включение их в общую систему экологического каркаса будет способствовать сохранению лесных территорий и биологического разнообразия.

При проведении полевых исследований использовались различные методы: маршрутный, геоботанических описаний и сеточного картирования. При геоботанических исследованиях в изучаемых фитоценозах закладывались стандартные пробные площадки размером 100 кв. м, на которых проективное покрытие видов оценивалось по шкале Браун-Бланке [13]. Для определения координат редких и охраняемых растений использовался GPS-навигатор «Garmin III+» [14].

Определение растений осуществлялось с помощью определителей П.Ф. Маевского и «Флора Восточной Европы» [15-16].

В ботанико-географическом плане Орловская область расположена в трех зонах: северо-западная часть региона в южной подзоне таежной зоны, с юго-запада на северо-восток простирается зона широколиственных лесов, на юго-востоке – зона лесостепи [17]. Леса по территории региона расположены неравномерно. На северо-западе (Знаменский и Хотынецкий районы) располагается национальный парк «Орловское Полесье», площадью около 79 тыс. га. Здесь сохранился самый крупный лесной массив региона, площадью около 33 тыс.га. Древесные породы здесь представлены различными видами растений: *Picea abies* (L.) Karst., *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh., *Quercus robur* L., *Populus tremula* L. и др. В остальной части области преобладают широколиственные леса, в основном дубовые, небольшими фрагментами встречаются липовые и ясневые леса. Значительные площади занимают также производные осиново-березовые леса, возникшие на месте широколиственных лесов.

На основе проведенных исследований было выделено 34 лесных ключевых территорий в 19 районах Орловской области.

Среди выделенных ключевых лесных территорий основная часть приходится на широколиственные леса (88,2%), в том числе со старовозрастными дубравами. Только 11,8% приходится на хвойно-широколиственные леса, но по занимаемой площади (79459,17 га) они занимают 80,5% от площади всех выделенных ключевых лесных объектов. Это связано с наиболее крупным в области сохранившимся массивом естественных хвойно-широколиственных лесов, представленным в Национальном парке «Орловское полесье». Также с учетом типа почв наиболее распаханными являются территории неморальной зоны, где широколиственные леса сохранились в меньшей степени.

В результате проведенных исследований было выявлено 34 лесных ключевых территорий в Орловской области. На широколиственные леса в них приходится 19243,42 га (19,5%), на хвойно-широколиственные 79459,17 га (80,5%). Среди выделенных территорий наибольшую площадь занимает Национальный парк «Орловское полесье» (79,36 тыс.га). Имеются 8 лесных территорий площадью от 1000 до 6500 га: хвойно-широколиственный лес между д. Островск и д. Воронино, хвойно-широколиственный лес северо – восточнее г. Дмитровск, урочище «Дача Вижонская» с сохранившимися участками старовозрастных дубрав и широколиственный лес между д. Моголь и д. Долбенкино в Дмитровском районе, лесные урочища «Колок» и «Щигры» южнее с. Моховое в Новодеревеньковском районе, урочище «Задняя Роща» в Свердловском районе, Нарышкинский природный парк в Урицком районе, урочище «Хотьковская дача» севернее с. Молодовое в Шаблыкинском районе. Остальные исследуемые участки площадью менее 1000 га.

В исследованных лесных территориях отмечено 8 видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации [18] и 58 видов, занесенных в Красную книгу Орловской области [19].

## Литература

1. Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность. Коллективная монография. Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004. В 2 т. Т.1. 479 с. Т.2.
2. Восточноевропейские широколиственные леса. Коллективная монография. Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 1994
3. *Архипова М.В.* Изменение площади лесов на Среднерусской возвышенности за последние 250 лет. // Лесоведение. 2014. №3. С.23-30
4. *Цветков М.А.* Изменение лесистости Европейской России с конца XVIII столетия по 1914 год. – М.: Изд-во Академии СССР, 1957. 212 с.
5. *Хитров Д.А., Голубинский А.А., Черненко Д.А.* Леса Центрального Черноземья в материалах Генерального межевания. // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: История. Политология. Социология. 2013. №1. С. 165-169
6. *Огурева Г.Н., Киселева Л.Л., Пригоряну О.М.* Долговременная динамика лесов центра Русской равнины» // Сборник статей региональной конференции «Вторые чтения, посвященные памяти Ефремова Степана Ивановича» / Под ред. Пузиной Т.И. Орел, ОГУ, Полиграфическая фирма «Картуш», 2006. С. 170-175.
7. Доклад об экологической ситуации в Орловской области в 2020. Правительство Орловской области, Департамент надзорной и контрольной деятельности Орловской области. Орел. 2021.
8. Указ губернатора Орловской области «Об утверждении лесного плана Орловской области» №881 от 29.12.2018
9. Доклад об экологической ситуации в Орловской области в 2019. Правительство Орловской области, Департамент надзорной и контрольной деятельности Орловской области. Орел. 2020.
10. *Киселева Л.Л., Пригоряну О.М., Парахина Е.А., Силаева Ж.Г.* Ключевые ботанические территории юго-восточной части Орловской области. // Вестник ОрелГАУ. 2016. №5(62). С. 37-46.
11. *Шишков М.С., Дадли Н.* Охраняемые природные территории Российской Федерации и их категории. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018.

12. *Anderson S.* Identifying Important Plant Areas. *Plantlife International*, 2002.

13. *Работнов Т. А.* Фитоценология. 2-е изд. - М.: Изд-во МГУ, 1983. 292 с.

14. *Киселева Л.Л., Парахина Е.А., Силаева Ж.Г.* Ключевые ботанические территории западной части Орловской области. //Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире» (г. Махачкала, 18-23 июня 2018 г.). Т. 1: Систематика высших растений. Флористика и география растений. Охрана растительного мира. Палеоботаника. Ботаническое образование. Махачкала: АЛЕФ, 2018. С. 263-266.

15. *Маевский П.Ф.* Флора средней полосы европейской части России. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2014.

16. Флора Восточной Европы. СПб.: Мир и семья; Издательство СПХФА, 2001. Том X.

17. Карта «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» (1:8000000) в серии карт природы для высшей школы. Под ред. Г.Н. Огуреевой. М.: ТОО ЭКОР. 1996.

18. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008.

19. Красная книга Орловской области. Грибы, растения, животные. Орел: Папирус, 2021.

*L.L. Kiseleva<sup>1</sup>, E.A. Parakhina<sup>2</sup>, J.G. Silaeva<sup>3</sup>*

**FOREST TERRITORIES OF THE ORYOL REGION  
AS THE NUCLEI OF ECOSYSTEM CONSERVATION**

<sup>1</sup> *Turgenev Orlov State University, Russia. I.S. Turgenev Moscow State University, Russia*

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

<sup>3</sup> *Orlov State Agrarian University named after N. S. Turgenev, Russia. N.V. Parakhin State Agrarian University, Russia*

Important Forest Areas are the cores where natural complexes and their biodiversity are preserved. As a result of studies of the territory of the Orel region, 34 Important Forest Areas with the highest diversity of rare and protected plants of the region were identified. There were 8 species listed in the Red Book of the Russian Federation and 58 species listed in the Red Book of the Orel region.

*Кузовенко О.А.<sup>1</sup>, Роголева Н.О.<sup>2</sup>, Янков Н.В.<sup>2</sup>*  
**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕМЯН  
НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ ООПТ  
«УРОЧИЩЕ МУЛИН ДОЛ»**

<sup>1</sup>*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Россия*

<sup>2</sup>*Ботанический сад федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», Россия*

[yankov-n@mail.ru](mailto:yankov-n@mail.ru)

В статье рассматриваются морфологические особенности семян двух уязвимых видов *Adonis vologensis* Steven ex DC. и *Trinia hispida* Hoffm. включенных в Красную Книгу Самарской области. Семена были собраны в ООПТ «Урочище Мулин дол». Для обоих видов определены размер и масса 1000 семян. Методом цифровой микрофокусной рентгенографии проведена экспресс-оценка качества семян.

Для сохранения уязвимых видов на территории Самарской области создано 214 Особо Охраняемых Природных Территории (ООПТ) регионального значения. Следует отметить, что при соблюдении природоохранного режима на ООПТ возможно сохранение локальных популяций редких таксонов в течении долгого времени [1].

Целью наших исследований было определение качества семенного материала двух редких растений Самарской области *Trinia hispida* Hoffm. и *Adonis vologensis* Steven ex DC., собранных в ООПТ «Урочище Мулин дол».

Памятник природы регионального значения «Урочище Мулин дол» самый большой по площади особо охраняемый участок степи Самарской области. ООПТ расположено в Большечерниговском районе в междуречье Большого Иргиза и его притока р. Росташи. Вся территория является малонарушенной. Данный памятник природы является

рефугиумом для представителей флоры, благодаря ему происходит пополнение упадочных местообитаний соседних антропогенно преобразованных территорий [2].

*Adonis volgensis* Steven ex DC. и *Trinia hispida* Hoffm. включены в Красную Книгу Самарской области в статусе 5 – восстанавливающийся и 3 – редкий вид соответственно [3].

*A. volgensis*, адонис волжский или желтоцвет волжский представляет собой травянистый многолетник 10-25 см высотой. Цветки крупные бледно-жёлтые, цветение происходит в апреле-мае. Плод – многоорешек овальной формы. Размножение данного вида осуществляется исключительно семенами [3].

*T. hispida*, или триния щетиноволокная травянистое двулетнее растение, 20-25 см. Цветки беловатые, собраны в многочисленные зонтики. Цветение происходит в мае-июне. Плод – вислоплодник, распадающийся на 2 округлых мерикарпия. Размножается исключительно семенами. Встречается небольшими группами или единичными особями [3].

Семена растений были собраны в 2021 году в ходе полевых экспедиций кафедры экологии, ботаники и охраны природы Самарского университета.

Размер семян определяли путём сканирования их на планшетном сканере Epson Perfection V370 Photo и дальнейшем измерении в программе JMicroVision [4].

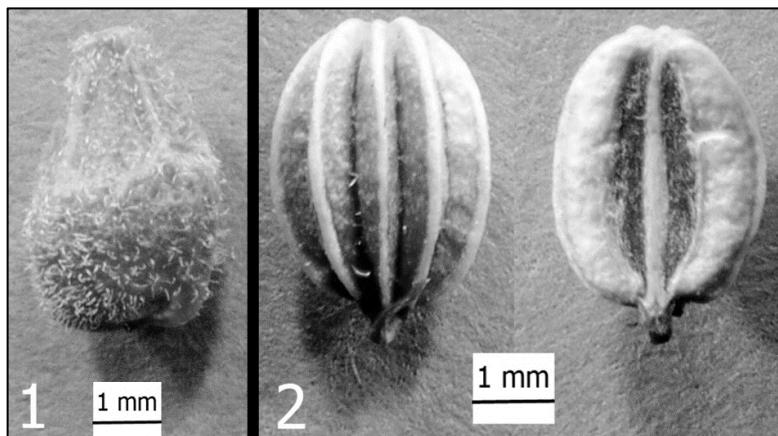
Определение массы 1000 семян проводили гравиметрическим методом с точностью 0.0001 г.

Исследование внутренней структуры семян проводили методом цифровой микрофокусной рентгенографии на передвижной рентгенодиагностической установке (ПРДУ). Режим съёмки семян был следующий: напряжение, подаваемое на трубку – 35 кВ, время экспозиции – 2 с. [5, 6].

Орешки *A. volgensis* имеют яйцевидно-клиновидную форму. Их поверхность светло-серая или серо-желтая матовая, опушённая. Длина семян изменялась в пределах

3,375-4,935 мм. (Рис.1). Масса 1000 семян составила 11,8589 г.

Плоды *T. hispida* распадаются на два равных мерикарпия широкояйцевидной или широкоэллиптической формы. Семена от 2,863 до 3,994 мм длиной, серовато-зеленого цвета, ребристые, опушенные редкими одноклеточными волосками (Рис.1). Масса 1000 семян составила 3,1216 г.



**Рис.1.** Внешний вид семян *A. volgensis* (1) и *T. hispida* (2)

Методом цифровой микрофокусной рентгенографии была изучена внутренняя структура семян. По сравнению с другими методами определения жизнеспособности семян этот метод является наименее инвазивным. Он позволяет, не нарушая целостности диаспор, выявить отклонения от нормы в их развитии, которые могут повлечь за собой невсхожесть семян. Количество полноценно-выполненных семян для *A. volgensis* составило 89%, для *T. hispida* 65%. Для обоих видов были выявлены семена с недоразвитым зародышем и эндоспермом, для *T. hispida* так же были выявлены семена с признаками поврежденности насекомыми.

**Таблица 1.** Морфометрические показатели семян

Вид	Длина семян, мм		Масса 1000 семян, г	Кол-во выполненных семян, %
	min-max	Среднее и ошибка		
<i>A. volgensis</i>	3,375-4,935	4,335±0,063	11,8589	89
<i>T. hispida</i>	2,863-3,994	3,506±0,036	3,1216	65

Так как оба изученных вида размножаются только семенами, то от качества формируемых диаспор зависит и стабильность существования популяций *A. volgensis* и *T. hispida* на территории ООПТ «Урочище Мулин Дол».

Предварительные результаты рентгенологического исследования семян редких растений показали, что *A. volgensis* формирует полноценные потенциально всхожие семена, доля которых 89 %, что даёт гарантию устойчивого существования и возобновления этой популяции. К сожалению, доля выполненных семян у *T. hispida* намного ниже (65%), так же мы обнаружили признаки повреждения насекомыми, что может оказывать регулирующее действие на численность популяции в пределах территории данного ООПТ.

### Литература

1. Особо охраняемые природные территорий регионального значения Самарской области: материалы государственного кадастра, издание второе. / Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области. Сост. А.С. Паженков. Самара: ООО «Лаборатория Экотон», 2018.

2. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов / Под ред. С.А. Сенатора и С.В. Саксонова. Самара: Издательство Самарской государственной областной академии (Наяновой), 2017.

3. Кузовенко О.А. Особенности флоры особо охраняемой природной территории «Урочище Мулин Дол» (Самарская область) // Современные концепции экологии биосистем и их роль

в решении проблем сохранения природы и природопользования. Пенза: Изд-во ПГУ, 2016. С. 378–380.

4. Трубников А.М., Янков Н.В. Регистрация эпидермальных структур листьев древесных растений методом планшетного сканирования // М.: Научная жизнь., 2018. № 8. С. 84–91.

5. Рентгенографический анализ качества семян овощных культур: метод. указания / отв. сост. к. с.-х. н. Ф. Б. Мусаев. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015.

6. Мусаев Ф.Б., Потрахов Н.Н., Белецкий С.Л. Краткий атлас рентгенографических признаков семян овощных культур // М.: Изд-во ФГБНУ ФНЦО, 2018.

*Kuzovenko O.A.<sup>1</sup>, Roguleva N.O.<sup>2</sup>, Yankov N.V.<sup>2</sup>*

**MORPHOLOGICAL FEATURES OF SEEDS SOME RARE SPECIES FROM SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORY "UROCHISHE MULIN DOL"**

*<sup>1</sup>Samara National Research University*

*<sup>2</sup>Botanical Garden of Samara National Research University*

The article considers the morphological features of seeds of two vulnerable species *Adonis vologensis* Steven ex DC. and *Trinia hispida* Hoffm., which are included in the Red Book of Samara Region.

The seeds were collected in the specially protected natural territory "Urochishe Mulin Dol". The following parameters had been determined for both species: the size and the mass of 1,000 seeds. An express assessment of the quality of seeds was carried out by the method of digital microfocuss radiography.

*Лебедовская М.В.*  
**МШАНКИ В СООБЩЕСТВЕ ОБРАСТАНИЯ  
ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ  
В БУХТЕ КАЗАЧЬЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

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

Исследованы особенности формирования сообщества обрастания экспериментальных пластин из различных материалов в условиях бухты Казачья Черного моря. Мшанка *Cryptosula pallasiana* является доминирующим видом в сообществе обрастания пластин возрастом четыре – двенадцать месяцев на глубине пять метров

Сообщества обрастания в разных районах Черного моря имеют свои особенности, связанные с природными условиями, свойствам субстрата, с биоценозом обрастателей, сформированным в данной акватории [1 – 4].

Целью нашей работы было выявить особенности формирования сообщества обрастания экспериментальных пластин из различных материалов в условиях бухты Казачья Черного моря и роль мшанок в сообществе обрастания.

На экспериментальном стенде, установленном в бухте Казачья на глубине 5 м, одновременно были размещены пластины из различного материала: пластмассы, резины, цветного металла (алюминия) и «черного» металла (оцинкованный профлист). Подъем пластин для исследований осуществлялся ежемесячно. Обследовано 480 пластин, экспонировавшихся в море с сентября 2017 по сентябрь 2018 года.

Всего было отмечено 22 вида макрообрастателей, относящихся к 8-ми крупным таксонам: гидроидные полипы – 1, усонogie раки – 1, актинии – 1, мшанки – 4, полихеты – 4, двустворчатые моллюски – 1, оболочники – 2, макрофиты – 8. Сообщество обрастания прошло последовательные стадии доминирования: микроорганизмов – усоногого рака

(*Amphibalanus improvisus*) – мшанки *Cryptosula pallasiana* (Moll, 1803).

Впервые мшанки появляются в сообществе обрастания экспериментальных пластин в бухте Казачья через месяц их экспонирования в море: на пластмассовых пластинах – мшанка *C. pallasiana*, на пластинах из цветного металла – мшанка *Conopeum seurati* (Сану, 1928). Через три месяца мшанка *C. pallasiana* обнаружена на всех типах пластин, ее колонии покрывали от 10 до 20% поверхности пластин. Средняя численность зооидов *C. pallasiana* на всех типах пластин составляла  $3690 \pm 554$  экз./м<sup>2</sup>, максимальные значения были отмечены для пластмассовых пластин ( $5200 \pm 746$  экз./м<sup>2</sup>), минимальные – для пластин из оцинкованного металла ( $1058 \pm 138$  экз./м<sup>2</sup>). На пластмассовых пластинах обнаружено еще два вида мшанок: *Amathia imbricate* (Adams, 1800) и *Cradoscrupocellaria bertholletii* (Audouin, 1826), однако их численность была незначительной. Доминирует в сообществе обрастания в этот период усоногий рак *A. improvisus*.

В зимний период (четвертый – шестой месяц экспонирования в море) сукцессия перешла к следующей стадии развития – доминирования мшанок. Средняя численность зооидов *C. pallasiana* на всех типах пластин в зимний период составляла  $782521 \pm 93904$  экз./м<sup>2</sup>.

В весенний период (седьмой – девятый месяцы экспонирования) на всех экспериментальных пластинах сформировалось сообщество макрообрастателей с доминированием по численности мшанки *C. pallasiana*, колонии которой покрывали до 90 % площади пластин. Средняя численность зооидов *C. pallasiana* на всех типах пластин в этот период составляла  $1245053 \pm 136950$  экз./м<sup>2</sup>. Максимальное количество зооидов *C. pallasiana* в весенний период отмечено на пластмассовых пластинах (в среднем –  $1778736 \pm 23133$  экз./м<sup>2</sup>), на пластинах из оцинкованного металла численность мшанки была в 1,7 раза меньше.

На резиновых пластинах девятимесячной экспозиции численность зооидов *C. pallasiana* была в пять раз меньше, чем на пластмассовых и алюминиевых пластинах этого же срока экспонирования. Колонии мшанки, образуя пуговчатые формы, утолщаясь и приподнимаясь над субстратом, не могли удержаться на гладкой поверхности резиновых пластин и отваливались.

В летний период (десятый – двенадцатый месяц экспонирования) в сообществе обрастания продолжают доминировать мшанки. Колонии мшанок на всех типах экспериментальных пластин обрастают створки мидий, домики баянусов и известковые трубки многощетинковых червей *Spirobranchus trigueter*, угнетая жизнедеятельность последних и приводя к их гибели. Средняя численность зооидов мшанки *C. pallasiana* на всех типах пластин в период с десятого по двенадцатый месяцы экспонирования в море составила  $1267675 \pm 177475$  экз./м<sup>2</sup>). Самые большие показатели средней численности зооидов *C. pallasiana* в летний период выявлены на пластмассовых и алюминиевых пластинах ( $2003703 \pm 180667$  экз./м<sup>2</sup> и  $1\ 666\ 667 \pm 190100$  экз./м<sup>2</sup>, соответственно). Следует отметить, что на двенадцатом месяце экспонирования пластин средняя численность мшанки *C. pallasiana* снизилась по сравнению в десятым месяцем экспонирования: на пластинах из пластмассы – в 1,4 раза, на пластинах из цинкованного и цветного металла – в 1,8 раза. Вероятно, это связано с интенсивным развитием мшанки *C. seurati*, численность которой в течение двенадцатого месяца экспонирования пластин выросла на пластмассовых и резиновых пластинах в два раза, на пластинах из цветного металла – в пять раз.

На пластинах двенадцатимесячной экспозиции из оцинкованного металла средняя численность зооидов мшанок была минимальной и составляла: для *C. pallasiana* –  $456050 \pm 72970$  экз./м<sup>2</sup>, для *C. seurati* –  $101587 \pm 16523$

экз./м<sup>2</sup>. Вся поверхность пластин из оцинкованного металла была покрыта ржавчиной, гидробионты были в угнетенном состоянии. Данное явление может объяснить тот факт, что цинк – один из наиболее токсичных металлов, соли которого оказывают ярко выраженное негативное воздействие на оседание и развитие гидробионтов [5].

**Выводы.** В течение года сообщество обрастания экспериментальных пластин, экспонировавшихся в бухте Казачья на глубине 5 м, прошло последовательные стадии доминирования: микроорганизмов – усоного рака *Amphibalanus improvisus* – мшанки *Cryptosula pallasiana* (Moll, 1803). Мшанки являются постоянным, а начиная с четвертого месяца – доминирующим компонентом сообществ обрастания на всех типах экспериментальных пластин. В течение года в обрастании экспериментальных пластин отмечено еще три вида мшанок: *Conopeum Seurati* (Canu, 1928), *Amathia imbricate* (Adams, 1800) и *Cradoscrupocellaria bertholletii* (Audouin, 1826).

### Литература

1. Зевина Г.Б. Биология морского обрастания. М.: Изд-во МГУ, 1994.
2. Раилкин А.И. Колонизация твердых тел бентосными организмами. 2008. СПб. – Изд-во Санкт-Петерб. ун-та.
3. Лебедовская М.В., Далекая Л.Б., Шахматова О.А. Влияние сообщества черноморских обрастателей ранних стадий развития на оседание личинок гигантской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg, 1793) // Экология моря. 2007, вып. 74. С. 40 – 46.
4. Брайко В.Д. Обрастание в Черном море. Киев: Наукова думка. 1985.
5. 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.

6. Гелашвили Д.Б., Безель В.С., Романова Е.Б., Безруков М.Е., Силкин А.А., Нижегородцев А.А. Принципы и методы экологической токсикологии. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015.

*Lebedovskaya M.V.*

**BRYOZOANS IN FOULING COMMUNITIES ON ARTIFICIAL  
SUBSTRATES IN KAZACHYA BAY (THE BLACK SEA)**

*198 Research Center of Ministry of Defence of the Russian Federation,  
Sevastopol, Russia*

The peculiarities of the formation of the fouling community on the experimental plates of different materials in the Kazachya Bay (Black Sea) were studied. The bryozoan *Cryptosula pallasiana* is the dominant species in the fouling community at four to twelve months old at a depth of 5 meters.

*Левченко Л.С.*  
**ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ НИШИ  
ИРИСА НИЗКОГО (*IRIS HUMILIS* GEORGI)  
И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО АРЕАЛА  
В БУДУЩЕМ**

*Томский государственный университет*  
[larlev4encko@yandex.ru](mailto:larlev4encko@yandex.ru)

В статье приводятся результаты моделирования территорий, пригодных для произрастания ириса низкого (*Iris humilis*), включенного в Красную книгу Томской области, и рассматриваются перспективы изменения его ареала к 2081 и 2100 годам в соответствии с существующими моделями изменения климата. Исследования показали, что климатические условия существования вида улучшатся и в целом, и на территории Томской области.

Ирис низкий (*Iris humilis* Georgi) – евразийский вид, преимущественно азиатского распространения (рис. 1). В Томской области встречается по югу области, а также по берегам р. Томи на границе с Кемеровской областью. Растёт на остепенённых лугах, по высоким берегам рек Томи и Оби на степных, иногда каменистых склонах. Видвключён в Красную книгу Томской области с категорией 2 – Уязвимый вид, сокращающий численность. Отмечается, что это растение имеет тенденцию к сокращению численности и ареала, и при увеличении антропогенной нагрузки может исчезнуть с территории Томской области [1, с. 312-313]. В условиях прогнозируемого изменения климата судьба этого вида становится проблематичной.

Целью данного исследования является прогнозирование изменений условий существования охраняемого вида *I. humilis* в связи с вероятными изменениями климата на основании исследования его эколого-климатической ниши.

Выявление эколого-климатической ниши и на ее

основании моделирование территорий, пригодных для обитания *I. humilis*, производилось с помощью алгоритма MaxEnt [2, с. 161–175], реализованного в среде R [3, 4]. Эколого-климатическая ниша исследовалась с помощью программы BIOCLIM [5]. Визуализация полученного материала производилась в программе ArcGIS [6].

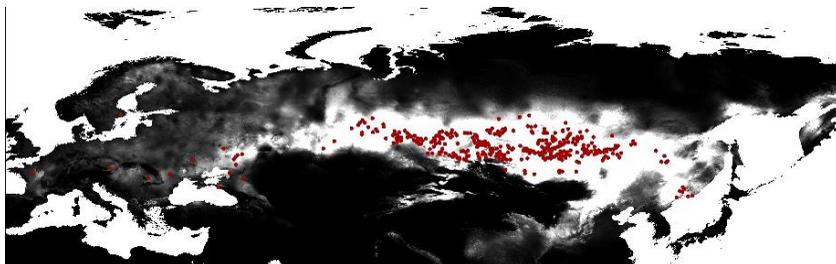


Рис. 1. Модель распространения (светло-серый и белый) в условиях современного климата *I. humilis* (точки)

Местонахождения *I. humilis* были получены из Флоры Сибири [7, с. 114–124] и Всемирной базы биоразнообразия GBIF [8]. Всего было извлечено 583 местонахождения и после исключения дублирующих точек или находящихся на расстоянии менее 30 км друг от друга, в анализ было включено 295 местонахождений *I. humilis*. Для моделирования распространения территорий, пригодных по климатическим показателям для обитания *I. humilis*, в качестве предикторов было использовано 19 биологически значимых переменных из базы данных WorldClim [9] для современного климата и данные, соответствующие глобальным климатическим моделям по сценариям SSP245 CMIP6 [10] для 2061–2080 и 2081–2100 гг.

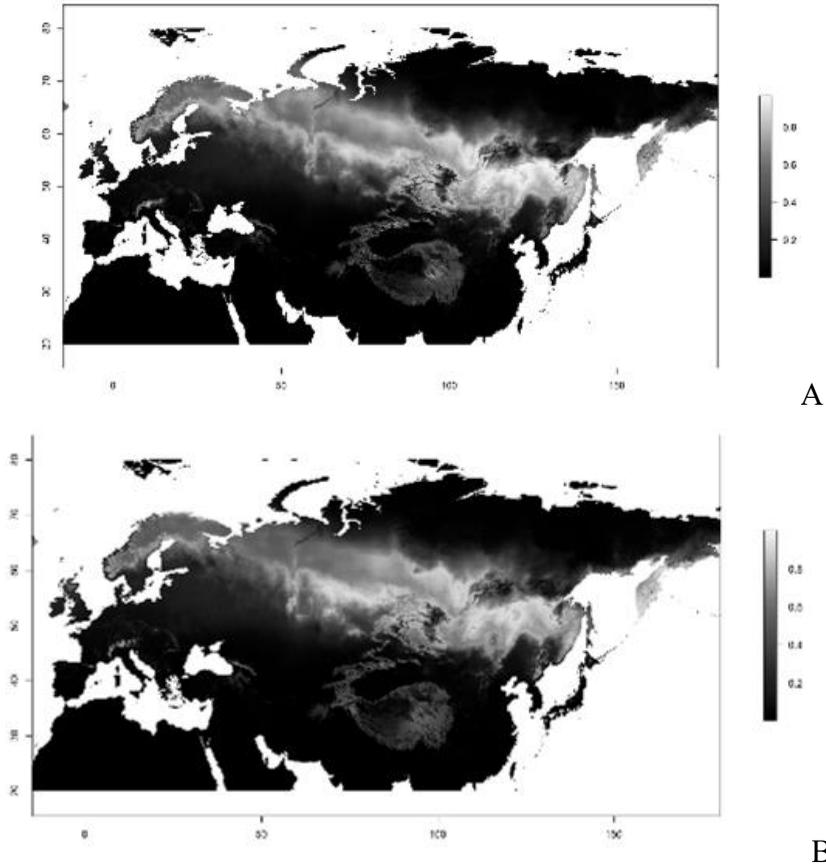
При помощи программы BIOCLIM была выявлена эколого-климатическая ниша *I. humilis* на территории Евразии, установлен диапазон изменчивости и частоты значений биоклиматических характеристик Bio 1-19 (рис. 2). Исследования показали, что температурные показатели (Bio1-12) демонстрируют более или менее нормальное

распределение с довольно узкой амплитудой и пиковыми значениями. Признаки, характеризующие осадки (Bio13-19) показывают относительно нормальное распределение. Эти показатели в целом характерны для мезоморфных видов умеренного климата.

Как известно, экологическая ниша – понятие абстрактное, а ее отображением является ареал, который в значительной мере зависит от климатических условий. При помощи алгоритма MaxEnt на основании полученной эколого-климатической ниши была построена модель территории, пригодная по своим климатическим показателям для произрастания *I. humilis*. Для оценки прогностических возможностей полученной модели были вычислены AUC обучающей и тестирующей выборок, равные, соответственно, 0.970 и 0.967, стандартное отклонение – 0.003. Оба полученных значения AUC попадают в диапазон 0.8 – 0.9, что соответствует отличной дискриминации [11].

Оценка вклада переменных в построение модели с помощью пермутации показала, что наибольший вклад внесли показатели Bio4–сезонность температуры (26.4%), Bio18–осадки самого теплого квартала (22%), Bio1–среднегодовая температура (11.7%). Так же не маловажный вклад у переменных Bio12–среднегодовое количество осадков и Bio10–средняя температура самого теплого квартала. Проецирование полученной модели на карту Томской области показывает, что большая часть области находится за пределами территории, благоприятной для произрастания вида в условиях современного климата.

Для планирования мероприятий по охране *I. humilis* на территории Томской области необходимо учесть возможные изменения условий существования этого вида в соответствии с существующими моделями изменения климата. Для этого были построены модели территорий (рис.2 А, В), пригодных к произрастанию *I. humilis*, к 2081 и 2100 годам в соответствии со сценарием SSP245 CMIP6.



**Рис. 2.** Модели благоприятных территорий (светло-серый) для *I. humilis* в условиях 2061-2080 (А) и 2081-2100 гг. (В) согласно сценарию SSP 245 CMIP6.

Полученные модели предусматривают расширение пригодных территорий и их значительное продвижение к северу, особенно на северо-востоке Европы. Полученные результаты позволяют надеяться, что к концу века климатические условия существования вида улучшатся и в целом, и на территории Томской области, следовательно, для успешного сохранения вида в будущем основные усилия должны быть направлены на снижение антропогенного

воздействия.

Выражаю благодарность за помощь при подготовке статьи профессору Биологического института ТГУ М.В. Олоновой.

### Литература

1. Красная книга Томской области. Ред. А. М. Адам. Изд. 2-е, перераб. и доп. Томск: Печатная мануфактура, 2013. С. 312-313.
2. *Phillips S.J., Dudik M.*, 2008. Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation // *Ecography*. V. 31. № 2. P. 161–175
3. CRAN (Comprehensive R Archive Network). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cran.r-project.org/> (дата обращения 13 июня 2021)
4. *Osorio-Olvera L., Lira-Noriega A., Soberón J., Townsend Peterson A., Falconi M., Contreras-Díaz R.G., et al.* Ntbox: an R package with graphical user interface for modeling and evaluating multidimensional ecological niches. *Methods Ecol Evol*. Accepted Author Manuscript. doi:10.1111/2041-210X.13452
5. *Busby J. R.* BIOCLIM – a bioclimate analysis and prediction system. pp. 64–68 in Margules, C.R. and Austin, M.P. (eds). *Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and Data Analysis*. CSIRO: Melbourne. 1991.
6. ESRI 2012. ArcGIS Desktop and Spatial Analyst Extension: Release 9. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA. Available at: <http://www.esri.com>. (дата обращения: 27.01.2016).
7. *Доронькин В.М.* Iris L.– Касатик. // *Флора Сибири. Araceae-Orchidaceae*. Новосибирск: Наука, 1987. С. 114–124.
8. GBIF—the Global BIODiversity Information Facility [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gbif.org/ru/> (Дата обращения 05.05.2021)
9. *Hijmans R.J., Cameron S., Parra J.* Climate data from Worldclim. 2004. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.worldclim.org> (дата обращения: 20.05.2021).
10. Всемирная программа климатических исследований 2022 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip/wgcm-cmip6> Дата обращения 05.05.2021)
11. *Scheldeman X., Van Zonneveld M.* Training manual on spatial

analysis of plant diversity and distribution. Rome: Biodiversity International. 2010.

*Levchenko L.S.*

**STUDYING THE ECOLOGICAL AND CLIMATIC NICHE OF  
*IRIS HUMILIS* GEORGI AND FORECASTING CHANGES IN  
ITS RANGE IN THE FUTURE**

*Tomsk State University*

The article presents the results of modeling the territories suitable for the growth of *Iris humilis*, included in the Red Book of the Tomsk region, and discusses the prospects for changing its range by 2081 and 2100 in accordance with existing climate change models. Studies have shown that the climatic conditions of the species' existence will improve both in general and on the territory of the Tomsk region.

*Мамбетуллаева С.М., Утемуратова Г.Н.*  
**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ  
ГРЫЗУНОВ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ  
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ**

*Каракалпакский научно-исследовательский институт  
естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук  
Республики Узбекистан*  
[svetmamb@mail.ru](mailto:svetmamb@mail.ru)

Проведен анализ динамики численности популяций ондатры и большой песчанки в условиях изменения условий среды обитания вследствие усыхания Аральского моря и связанных с этим экологических трансформаций.

Динамика численности животных представляет собой одну из сложнейших проблем современной экологической науки. Экологические трансформации в Южном Приаралье (резкое уменьшение речного стока, усыхание Аральского моря, вынос солей с постаквальной суши и др.) оказывают как сингулярное, так и системное влияние на почвенно-климатические условия [1], и как следствие на биоту. Пространственно-временная и структурная динамика биоты Южного Приаралья обусловлена главным образом спецификой локальных взаимодействий составляющих экосистему популяций с косными компонентами среды.

Выбор *Rhombomys opimus* и *Ondatra Zibethica* в качестве объекта исследования обусловлен несколькими причинами: 1) грызуны весьма чувствительны к изменениям условий среды обитания и могут служить биоиндикаторами экологического изменения [2]; 2) грызуны – широко распространенная группа млекопитающих – являются влиятельными и доминирующими сочленами аридных экосистем [3, 4]; 3) *Rhombomys opimus* и *Ondatra Zibethica* являются одними из наиболее популяционно изученных представителей фауны Южного Приаралья [5-7].

Изменение гидрорежима Амударьи является

первопричиной трансформаций экосистемы Арала и Приаралья в целом, поэтому его можно считать системообразующей связью. Динамика масштабов и засоленности постаквальной суши Аральского моря, непосредственно связанная с процессом его усыхания, а значит и с гидрорежимом Амударьи, включена в рассматриваемую систему, как потенциально благоприятный для песчанки фактор, способствующий расширению ареала. И, наконец, третий фактор системы – региональные изменения климата – связан с предыдущими двумя прямыми и опосредованными причинно-следственными связями, количественно оцененными в работе [1]. Исследование связи локальной динамики популяций с такими крупномасштабными пространственными процессами, как изменение гидрорежима Амударьи, климата и постаквальной суши Аральского моря, показало значительные количественные и качественные различия отклика биоты на эти факторы даже в пределах одного отряда Rodentia. Отметим одно обстоятельство, усложняющее адекватное моделирование динамики численности популяций. Это колебательный характер функционирования и развития природных объектов и процессов.

В динамике численности популяции ондатры в Южном Приаралье нами выделено два периода: 1) 1961-2001 г. – период убывания численности почти до нуля (период деградации); 2) с 2002 г. по настоящее время – период медленного, но неуклонного роста численности (период восстановления). В результате работ, направленных на поддержание ирригационно-сбросовых озер и создание в авандельте новых водоемов, питаемых речными и коллекторно-дренажными водами, суммарная площадь озер существенно увеличилась [8, 9]. Тем самым улучшились условия обитания ондатры, что привело к увеличению ее численности, начиная с 2002 г. Экспоненциальность тренда указывает на увеличение год от года темпов роста

численности и асимптотическое приближение к нормальной динамике численности популяций. Несмотря на совпадение логарифмического характера динамики гидрорежима Амударьи и численности популяции ондатры, одинаковую тенденцию к убыванию, коррелированность соответствующих временных рядов ( $\rho=0,56$ ) оказалась недостаточно высокой. Запаздывание отклика численности ондатры объясняется особенностями гидрорежима авандельтовых водоемов, питаемых в основном коллекторно-дренажными водами и подземным стоком.

В отличие от ондатры большая песчанка положительно реагирует на трансформации экосистемы Южного Приаралья – численность ее имеет явную тенденцию к увеличению. Коэффициент корреляции численности большой песчанки со стоком Амударьи, как и следовало ожидать, отрицательный и равен  $-0,23$ . Такая же слабая, но положительная, корреляция ( $\rho=0,24$ ) с увеличением потенциального ареала – поставкальной суши Аральского моря. Корреляционный анализ показал, что основным возмущающим фактором, обуславливающим большие амплитуды колебания численности большой песчанки, является климатический режим биотопа. Наибольшая коррелированность динамики численности песчанки – со средней летней температурой:  $\rho=0,24$ . Полученные результаты свидетельствуют о существенной нелинейности динамики численности большой песчанки и более сложной ее зависимости от изменений экологических условий. Экосистема Южного Приаралья, как и всякая самоорганизующаяся диссипативная структура, обладает свойством когерентности, т.е. согласованности поведения всех ее элементов.

### *Литература*

1. *Глеумуратова Б.С.* Математическое моделирование влияния трансформаций экосистемы Южного Приаралья на почвенно-климатические условия. Дисс. ... д-ра физ.-мат. наук.

Ташкент, 2018.

2. *Жигальский О.А.* Экологическое регулирование численности популяций мелких млекопитающих // Успехи современного естествознания. 2013. № 2. С. 61-64.

3. *Шварц С.С.* Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980.

4. *Bolshakov V.N.* Population dynamics of rodents on technogenic territories // 7-th International Conference "Rodens et Spatium". Abstracts. Ceske Budejovice. 2000. P. 86.

5. *Асенов Г.А., Шаниязов О.Б., Кудияров Т., Алланиязов Н.П., Бекбергенова З.О.* Аральский кризис и его влияние на численность большой песчанки на возвышенности Бельтау в Северо-западных Кызылкумах // Материалы Междун. науч.-прак. конфер. Алматы, 2009. С. 26-28.

6. *Мамбетуллаева С.М., Туреева К.Ж., Бекмуратова Д.М.* Характеристика пространственной структуры популяций мелких млекопитающих в низовьях Амударьи // Журнал Аспирант и соискатель. 2012. № 2. С.47-48.

7. *Шаниязов У.Б., Мамбетуллаева С.М.* Особенности воспроизводства двух видов песчанок с различной экологической специализацией // Вестник ККО АН РУз. 2010. № 4. С.15-16.

8. *Чембарисов Э.И., Атаназаров К.М., Лесник Т.Ю., Раннева М.В.* Гидроэкологическое состояние бассейна Амударьи // Вестник ККО АН РУз. 2001. № 5. С.3-5.

9. *Чуб В.Е.* Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. Ташкент: Изд-во Узгидромета, 2000.

*Mambetullaeva S.M., Utemuratova G.N.*

**ANALYSIS OF THE POPULATION DYNAMICS OF RODENTS UNDER THE TRANSFORMATION OF THE NATURAL ENVIRONMENT OF THE SOUTHERN PRIARALIE**

*Karakalpak Research Institute of Natural Sciences of Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

The analysis of population dynamics of muskrat and great gerbil under conditions of habitat changes due to the drying up of the Aral Sea and related ecological transformations was carried out.

*Матросова И.В., Добровольская Е.А., Подзоров Е.К.*  
**НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРЕБЕШКА ПРИМОРСКОГО,  
КУЛЬТИВИРУЕМОГО В МАРИХОЗЯЙСТВАХ**  
*ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет, Россия*  
[matrosova.iv@dgtru.ru](mailto:matrosova.iv@dgtru.ru)

Активная эксплуатация природных ресурсов приводит к значительному их уменьшению. Уменьшение естественного воспроизводства гидробионтов связано с возрастающим отрицательным влиянием деятельности человека на водоёмы.

Снижение пресса промысла на естественные водоёмы и пополнение численности естественных популяций гидробионтов возможно при искусственном выращивании. В настоящее время разработаны разные биотехнологии, но они должны быть адаптированы под конкретные условия акватории. Изучены некоторые биологические характеристики гребешка приморского, выращиваемого в зал. Владимир и бухте Витязь (Японское море) в подвесных садках и на донных плантациях. Результаты работы могут быть использованы при планировании и организации марикультурных предприятий в Приморском крае.

В настоящее время актуальной задачей является искусственное воспроизводство гидробионтов с целью сохранения их численности в естественных популяциях. Наиболее эффективным способом восстановления популяции гребешка и увеличения его численности, а также возможностью получения товарной продукции является использование интенсивных технологий разведения. На сегодняшний день существует два пути воспроизводства гребешка: 1. получение спата и выращивание его до товарных размеров в естественных условиях; 2. получение личинок, их содержание до стадии оседания в контролируемых условиях с последующим доращиванием в море [1, 2].

Сбор спата и выращивание удобно осуществлять

в закрытых и полузакрытых бухтах. Собранный спат рассаживают в садки или расселяют на донные плантации.

Цель настоящей работы – изучить некоторые биологические характеристики гребешка приморского, выращиваемого в заливе Владимир и бухте Витязь (Японское море) разными способами.

Для достижения цели необходимо было изучить размерно-массовый состав, охарактеризовать зависимость высота – масса, изучить линейный и массовый рост, сравнить некоторые биологические параметры приморского гребешка из исследованных акваторий.

В основу работы положены материалы, собранные авторами и любезно предоставленные сотрудниками ООО «БИОБАНК» (зал. Владимира, Японское море). Сбор материала для исследования осуществляли в заливе Владимир, преимущественно с глубины от 7 до 10 метров. Садки с выращиваемыми моллюсками находились на расстоянии от берега от 500 метров до 1 километра. Также для анализа сотрудниками ООО «Эффективная энергия» (зал Посьет, Японское море) был предоставлен гребешок приморский, культивируемый подвесным способом в бухте Витязь, на глубине от 8 до 12 метров.

В ходе исследования были взяты пробы культивируемого гребешка в заливе Владимира и бухты Витязь поколения 2019 г. рождения, выращиваемого в садках (подвесным способом) и на донных плантациях. Биоанализ проводили по стандартной методике в мае и ноябре 2020 г.

Сравнительный анализ размерно – массовых показателей приморского гребешка из исследуемых акваторий показал, что средние значения высоты раковины и общей массы отличаются. Наиболее низкие значения средней высоты раковины моллюска и общей массы были отмечены в хозяйстве залива Владимира. Высокий линейный прирост и прирост массы наблюдался у моллюсков, выращенных в марикультурном хозяйстве в бухте Витязь (таблица).

В заливе Владимира рост гребешка происходил медленнее, чем в бухте Витязь. За шесть месяцев в бухте Витязь гребешок, культивируемый в садках вырос на 34,7 мм, гребешок с донных плантаций на 31 мм, в то время как в заливе Владимира на 31,4 мм и 26,6 мм соответственно.

Прирост массы гребешка, культивируемого в садках, в бухте Витязь составлял 27,5 г, с донных плантаций – 24,6 г, а в заливе Владимира 19 г и 15,5 г соответственно.

**Таблица 1.** Средние показатели гребешка приморского

Показатели	Зал. Владимир (садки)		Бух. Витязь (садки)	
	Май 2020 г.	Ноябрь 2020 г.	Май 2020 г.	Ноябрь 2020 г.
Средняя высота раковины, мм	23,4±0,2	54,8±0,02	25,7±0,3	60,4±0,04
Средняя масса, г	1,8±0,1	20,8±0,04	2,4±0,1	29,9±0,05
Показатели	Зал. Владимир (донная плантация)		Бух. Витязь (донная плантация)	
	Май 2020 г.	Ноябрь 2020 г.	Май 2020 г.	Ноябрь 2020 г.
Средняя высота раковины, мм	25,5±0,03	52,1±0,2	27,6±0,01	58,6±0,2
Средняя масса, г	2,4±0,09	17,9±0,2	2,8±0,01	27,4±0,3

Сравнительный анализ некоторых размерно-массовых характеристик приморского гребешка показал, что в бухте Витязь гребешок рос быстрее.

Полученные нами сведения необходимо учитывать при выборе способа выращивания приморского гребешка, поскольку правильно подобранная биотехнология позволит получить жизнестойкую молодь, которая впоследствии пополнит численность естественных популяций.

### *Литература*

1. *Матросова И. В., Лескова С. Е., Гаркавец М. Е., Лисиенко С. В.* Организация и планирование хозяйств марикультуры. М.: МОРКНИГА, 2016

2. *Лескова С.Е., Журба Е.К.* Культивирование приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis* jay, 1857) в бухте Северная (залив Петра Великого, Японское море) поколений 2006, 2007 гг. //Сборник статей I Национальной заочной научно-технической конференции «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» 22 декабря 2017 г., г. Владивосток. С. 43-47.

***Inga V. Matrosova, Ekaterina A. Dobrovolskaya, Evgenii K. Podzorov***  
**SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS**  
**OF THE PRIMORSKY SCALLOP CULTIVATED**  
**IN MARIFARMS**

*FSFEI HE Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia*

Active exploitation of natural resources leads to a significant decrease in them. Decrease in the natural reproduction of hydrobionts is associated with an increasing negative impact of human activity on water bodies. Reducing the pressure of fishing on natural water bodies and replenishing the number of natural populations of hydrobionts is possible with artificial cultivation. Currently, various biotechnologies have been developed, but they must be adapted to the specific conditions of the water area. Some biological characteristics of the seaside scallop grown in the hall Vladimir and Vityaz Bay (Sea of Japan) in hanging cages and on bottom plantations have been studied. The results of the work can be used in the planning and organization of mariculture enterprises in the Primorsky Territory.

*Матросова И.В., Расщупкин П.Ю., Калинина Г.Г.*  
**НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ ОЗЕРА  
ХАНКА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) В 2016 И 2019 ГГ.**

*ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет, Россия*

[matrosova.iv@dgtru.ru](mailto:matrosova.iv@dgtru.ru)

На сегодняшний день до сих пор обсуждается причина экстремального подъема уровня воды в трансграничном озере Ханка, начавшегося в 2008 г. и достигнувшего максимума в 2016 г., выдвигаются разные гипотезы. Максимальный подъем воды оказал влияние главным образом на состояние промысловых ресурсов озера и проявился в росте уловов промысловых рыб. Проанализированы некоторые биологические характеристики серебряного карася, обитающего в озере, в 2016 и 2019 гг. По результатам проведенных исследований половозрелая часть популяции состояла из особей от 20,5 до 39 см и 130–935 г в возрасте от 4 до 12 лет, что обычно для данного вида. Анализ полученных данных указывает на то, что популяция серебряного карася в озере Ханка находится в удовлетворительном состоянии, несмотря на изменения уровня воды в озере.

Серебряный карась является широко распространенной пресноводной рыбой и популярным объектом спортивной ловли в пресных водоёмах Приморья. Озеро Ханка – пресноводный водоем на Дальнем Востоке России, расположенный в южной части бассейна Амура. В нем обитает большое количество промысловых видов рыб. Озеро является трансграничным водоемом между Россией и КНР и его ресурсы активно эксплуатируются обеими странами [1]. Характерной особенностью оз. Ханка являются циклические изменения уровня воды, однако быстрый рост уровня в течение 2010–2015 гг. и его высокое положение в последние годы повлияли на функционирование экосистемы озера в целом и на состояние обитающих там видов рыб [1]. Для оценки биологического состояния

промыслового объекта необходимы регулярные наблюдения за его важнейшими биологическими характеристиками (размер, масса, возраст, соотношение полов и т.д.), поскольку они позволяют проследить изменения в состоянии популяции как от изменения условий среды обитания, так и от промысловой нагрузки.

При планировании и организации работ по охране и эксплуатации запасов серебряного карася в оз. Ханка необходим регулярный мониторинг его биологических показателей.

Цель настоящей работы – изучить некоторые черты биологии серебряного карася оз. Ханка в 2016 и 2019 гг. Для достижения поставленной цели необходимо было изучить размерный и массовый состав; охарактеризовать зависимость длина – масса; изучить возрастной состав; определить соотношение полов и степень зрелости гонад; охарактеризовать линейный темп роста и прироста.

В основу работы положен материал, любезно предоставленный сотрудниками «Районной инспекции рыбоохраны» города Спасск–Дальний, собранный в озере Ханка в весенний период в 2016 и 2019 гг.

В годы наших исследований, встречался карась длиной от 20,5 до 39 см и массой 130–935 г в возрасте от 4 до 12 лет, что обычно для данного вида на протяжении всего его ареала.

В 2016 году модальный класс формировали рыбы от 24,1 до 26,0 см, на их долю пришлось 31,3 %. В 2019 году модальную группу формировали более крупные особи от 26,1 до 34,0 см, составившие 88,8 %. В целом размерный ряд за время исследований уменьшился с 39 до 36 см.

Пределные массовые показатели в годы исследований довольно сильно разнились. В 2016 году облавливались рыбы массой от 130 до 935 г, а в 2019 от 280 до 750 г

Исследование структуры популяции серебряного карася показали, что половозрелая часть популяции состоит из рыб

от 2 до 8–9 лет. Известно, что при активном промысле в популяциях серебряного карася редко встречаются рыбы старшевозрастных групп.

В годы наших исследований возрастной состав серебряного карася включал рыб от 4 до 12 лет. В 2019 г. – облавливался карась более старшего поколения, нежели в 2016 г., где присутствовали особи 4 и 5 лет.

Темп линейного роста серебряного карася в годы наших исследований немного различался. Рыбы 6–7 и 9–10 лет в 2019 г. были крупнее, чем в 2016 г на 0,1–1,4 см. Только десятилетние особи 2016 г. оказались на 1,6 см крупнее, нежели рыбы этого возраста в 2019 г. Темп роста самок и самцов в годы исследования отличался незначительно. В большинстве случаев самцы были ненамного крупнее самок.

Обычно, популяции карася состоят в большинстве случаев только из самок, самцы встречаются редко, либо вообще отсутствуют. Наши исследования также показали большое преобладание самок над самцами. По мнению ученых, равное количество самок и самцов, либо преобладание самцов в популяции серебряного карася происходит лишь в неблагоприятных для популяции условиях жизни [2].

Озеро Ханка имеет достаточно устойчивый уровеньный режим в течение года, в связи с чем сроки нереста рыб здесь более постоянны, чем в реке, поскольку зависят от времени достижения водой благоприятных для нереста температур.

Во время наших исследований серебряный карась имел гонады на II–V стадиях. В оба года модальные классы формировали рыбы с гонадами на III и IV стадиях зрелости. Также стоит отметить, что в 2019 г. отсутствовали рыбы с гонадами на V стадии. Это может свидетельствовать о том, что во время вылова рыбы в озере только начиналось прогревание воды до нерестовых температур, то есть рыбы во время уловов готовились к нересту, а у некоторых рыб яичники уже начали переходить в преднерестовое состояние.

Полученные нами сведения мы сравнили с литературными данными и пришли к выводу, что размерно-массовые характеристики были выше в годы наших исследований [2-5].

Общая численность серебряного карася в озере зависит как от уровня кормовой базы, так и от плотности популяции. Как раз в 2016 г. озеро Ханка имело максимальный подъем воды, что сказалось главным образом на состоянии его промысловых ресурсов и проявилось в росте уловов промысловых рыб. Поскольку показатель водности водоема характеризует состояние запасов рыб, можно отметить, что в это время рыбы в озере становится больше.

Численность серебряного карася в большей степени зависит от температуры воды во время нереста, нежели от уровня режима водоема. Но не стоит исключать, что оба эти показателя сказываются на численности популяции.

Как показали проведенные нами исследования в 2016 и 2019 гг., популяция серебряного карася в оз. Ханка обитает в довольно благоприятных для жизни условиях. Так как серебряный карась является неприхотливым видом, ему прекрасно подходят и мелководность озера, и прогревание, а также ежегодные изменения его уровня.

Полученные данные дополняют сведения о некоторых чертах биологии серебряного карася и будут полезны для специалистов в области изучения водных биоресурсов и аквакультуры.

#### *Литература*

1. Зуенко Ю.И., Шаповалов М.Е., Курносова А.С. Современные изменения уровня оз. Ханка и их последствия для промысловых ресурсов// Известия ТИНРО. - 2020. - Т. 200, вып. 4. С. 935–950.
2. Шаповалов М.Е., Королева В.П. Сроки нереста, плодовитость и воспроизводительная способность некоторых видов рыб оз. Ханка. // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-

исследовательского рыбохозяйственного центра). 2013. Т. 175. С.69-92.

3. *Барбаничиков Е.И., Назаров В.А., Свирский В.Г.* Фауна круглоротых и рыб озера Ханка. // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). 2006. Т. 146. С.97-110.

4. *Шаповалов М.Е.* Динамика состояния запасов рыб озера Ханка // Трансграничное озеро Ханка: причины повышения уровня воды и экологические угрозы. Владивосток: Дальнаука. 2016. С.174–181.

5. *Шаповалов М.Е., Барбаничиков Е.И.* Рост серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в бассейне реки Уссури // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука. 2005. вып. 3. С.527–534

***Inga V. Matrosova, Pavel Y. Rasshchupkin, Galina G. Kalinina***  
**SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SILVER**  
**CARP LAKE HANKA (PRIMORSKY KRAI) IN 2016 AND 2019**  
*FSFEI HE Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia*

To date, the reason for the extreme rise in the water level in the transboundary Lake Khanka, which began in 2008 and reached a maximum in 2016, is still discussed, various hypotheses are put forward. The maximum rise in water had an impact mainly on the state of the commercial resources of the lake and was manifested in the growth of catches of commercial fish. Some biological characteristics of the silver carp living in the lake were analyzed in 2016 and 2019. According to the results of the studies, the sexually mature part of the population consisted of individuals from 20.5 to 39 cm and 130-935 g aged 4 to 12 years, which is usual for this species. Analysis of the data obtained indicates that the population of silver carp in Lake Khanka is in satisfactory condition.

**Мелдебеков А.А.<sup>1</sup>, Ташибаев Е.<sup>1</sup>, Мелдебекова Н.<sup>2</sup>**  
**ПОПУЛЯЦИЯ КУЛАНА (*EGUUS HEMIONUS*)**  
**В КАЗАХСТАНЕ**

<sup>1</sup>*Институт Зоологии Республики Казахстан*

<sup>2</sup>*Казахский научно-исследовательский институт  
животноводства и кормопроизводства, Казахстан*  
[office@zool.kz](mailto:office@zool.kz)

Кулан в Казахстане распространен только в четырех особо охраняемых территориях: в одном заповеднике, национальном природном парке и в двух заказниках. Всего насчитывается около 4 000 особей и больше всего в нацпарке «Алтын-Эмель» и в 2020 году насчитывалось 3 585 куланов, причем увеличение составило всего на 13 особей, а в предыдущие 2019 и 1918 годы всего на 62 и 93 особей. Что требует в дальнейшем детального изучения по выяснению причин и в тоже время расселения куланов в другие регионы и расширить ареал его обитания.

Среди обитающих в Казахстане 835 видов позвоночных животных особое место занимает кулан. До 20 века кулан в Казахстане бегал почти повсеместно, за исключением горных массивов. В конце 19 века в 1891-1892 годы зимой от бескормицы, высокого снежного покрова и при низких температурах с продолжительным сильным ветром произошел массовый падеж куланов. Оставшееся поголовье было истреблено населением в 1921-1922 и 1931-1933 годы, в периоды голода, когда погибло 40% казахского населения, что привело к исчезновению куланов [1, с.10-13], [2, с.10].

Кулан в Казахстане снова появился в 1953 году, за счет завоза его Туркмении. С тех пор ученые начали заниматься исследованием его популяции заново. Проводились наземные учеты – в начале учитывалось общее поголовье и в последующие годы по половозрастным группам по общепринятой методике учета позвоночных животных с учетом дополнений разработанных методик института Зоологии РК. На основе учетных данных путем

экстраполяции рассчитывали общую численность куланов [3, с.26-28].

Завезённые из Туркмении в заповедник «Барсакелмес» 8 куланов в островок Аральского моря вначале хорошо прижились, увеличилась численность до 200 особей. По данным Р. Шаймарданова в 2007 году в Приаралье имелось 112 голов [4]. В связи с усыханием и затягиванием моря островок соединился с окрестностями, что привело к уменьшению кулана. В настоящее время в «Барсакельмесе» насчитывается не более 60 особей. Чтобы не допустить дальнейшего уменьшения поголовья куланов в «Барсакельмесе» и расширить ареал его распространения 7 самцов, 20 самок и 45 жеребят в 1982-1983 годы были завезены в Государственный национальный природный парк «Алтын-Эмель» Алматинской области. В 2020 году по учетным данным в «Алтын-Эмеле» насчитывалось 3 585 куланов, а в предыдущие 2019; 2018; 2017; 2016; 2015 годы соответственно было 3 572; 3 510; 3 417; 3 254; 3 040 особей. Тогда как в 2006 году при численности 1 118 куланов получен приплод 471 особь, а в 2005 году при поголовье 887 куланов получено 236 особи. То есть при численности 3 572 куланов в 2019 году увеличение в 2020 году всего на 13 особей, абсолютно недопустимо. Здесь, видимо, несколько причин. Во-первых, пусть не обижаются ученые, работники слабые; во-вторых, возможно, идет близкородственное скрещивание; в третьих вероятно слабо рождённые приплоды, легкодоступные для хищных животных; в четвертых возможно, население окружающих населенных пунктов то же приложили руки – сегодня почти все имеют оружия, хотя егеря, отрицают влияние охотников на кулана. Иначе, чем же объяснить имеющиеся факты в том же «Алтын-Эмеле», при поголовье 1 118 куланов, получение приплода 471 особь, против 13 особи приплода при 3 572 куланов. Общеизвестная причина из-за увеличения поголовья куланов в нацпарке сужается кормоемкость,

одновременно из-за увеличения поголовья джейранов, что естественно отрицательно сказывается на обоих видах животных.

В 1986 году в «Андасайский» заказник Жамбылской области из «Барсакельмеского» заповедника завезен кулан – 31 особь: 13 самцов и 18 самок. В 1987 году завезено еще 26 куланов: 22 самки и 4 самца, в 1990 году 65 особей и в 2007 году из «Алтын-Эмеля» завезены еще 30 голов. По данным Батканаева О. и др. в 2015 году в «Андасайском» заповеднике всего обитает 80-90 куланов, тогда как должно было быть не менее 7-8 тыс. [5, с.17-20].

В 1991 году в «Актау-Бузачинский» заказник Мангыстауской области из «Барсакельмеского» заповедника завезенные 31 кулан, вначале хорошо размножались, а затем их количество уменьшилось. Так, по сообщению Б. Касабекова [6] в 2007 году обнаружен табун из 15 голов и отдельно 5 жеребят, что свидетельствует о не проживании кулана или обследование проведено недостаточно полно.

Всего в Казахстане к настоящему времени имеется более 4 000 куланов, наиболее количество из них в Алматинской области в нацпарке «Алтын-Эмель». В «Андасайском» заказнике кулан не увеличивается, наоборот, имеет тенденцию уменьшения поголовья, так же как в «Актау Бузачинском» заказнике. В «Баракелмесе» поголовье стабилизировалось на уровне 60 особей. Уменьшений куланов в «Андасайском» и в «Актау Бузачинском» заказниках видимо является следствием ослабленности охранных мероприятий, хотя не исключается воздействия увеличения в зонах хищных животных. В «Алтын-Эмеле» недопустимый низкий прирост поголовья требует разностороннего детального изучения причин, в тоже время расселения куланов в другие регионы и обеспечить кормежку оставшегося поголовья, и расширения ареала распространения кулана.

### *Литература*

1. *Слудский А.А.* Джуты в пустынях Казахстана // Труды института зоологии. Алма-Ата, 1953. Том II. С. 10-13.
2. *Мелдебеков А., Бекенов А.* Научные основы и перспективы интродукции редких и исчезающих видов копытных животных в Казахстане // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. Алматы. 2008 №6. С 10.
3. Методика учета позвоночных животных. Алматы, 2003. С.26-28.
4. *Шаймарданов Р.Т.* Судьба островной популяции кулана // Труды Барсакемского заповедника. Алматы. 2007. С. 156.
5. *Байтанаев О. А., Серикбаева А. Т., Абаева К.Т., Ташибаев Е.С.* Проблемы сохранения редких видов животных в Андасайском заказнике и оптимизации охранных мероприятий. // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России. Материалы международной конференции Москва. 2015. С.17-20.
6. *Касабеков Б.Б.* К оценке численности и перспективы сохранения редких копытных животных в Казахстане // Биоразнообразие животного мира Казахстана, проблемы сохранения и использования. Алматы, 2007. С. 113.

***Meldebekov A. A<sup>1</sup>, Tashidaev E.<sup>1</sup>, Meldebekova N. A<sup>2</sup>.***  
**THE POPULATION OF THE KULAN (*EGUUS HEMIONUS*)**  
**IN KAZAKHSTAN**

<sup>1</sup>*Institute of Zoology of the Republic of Kazakhstan*

<sup>2</sup>*LTD «Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production»*

Kulan in Kazakhstan is distributed only in four specially protected areas: in one nature reserve, a national nature park and in two nature reserves. In total, there are about 4,000 individuals and most of all in the national park "Altyn-Emel" and in 2020 there were 3,585 kulans, with an increase of only 13 individuals, and in the previous 2019 and 1918 by only 62 and 93 individuals. Which requires further detailed study to find out the reasons and at the same time the settlement of Kulans in other regions and expand its habitat.

**Млынар Е.В.<sup>1</sup>, Хованский И.Е.<sup>2</sup>**  
**ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ**  
**ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

<sup>1</sup>*Дальневосточный государственный медицинский университет,  
Россия*

<sup>2</sup>*Межрегиональная общественная организация «Социально-  
Прогрессивный Альянс научно-теоретического и практического  
содействия социально-экономическому и культурному росту  
регионов «Рост Регионов», Россия*  
[mlynar@bk.ru](mailto:mlynar@bk.ru), [ikhovansky@mail.ru](mailto:ikhovansky@mail.ru)

Сохранение водных экосистем играет важную социально-экономическую роль. Негативное воздействие на них приводит к изменению различных условий среды и влияет на биоценозы, приводя к сокращению их фауны и населения. С учетом собственного и зарубежного опыта предложены некоторые пути решения региональных и федеральных проблем по сохранению водных экосистем. Разработанный комплекс мер в первую очередь предусматривает расширение сотрудничества между властными структурами на всех уровнях, создание сети особо охранных территорий, а также условий для восстановления биоценозов

Комплекс экологических аварий и техногенных катастроф, произошедших в водных экосистемах в начале XXI века, привел не только к значительному изменению статуса и режиму функционирования этих экосистем, но и вновь обратил пристальное внимание общественности к вопросам их сохранения. Снижение биоразнообразия влечет за собой постепенную деградацию любой, в том числе и водной, экосистемы, понижает ее устойчивость и, в конечном итоге, может привести к ее исчезновению. Далее, на примере отдельных экосистем, мы рассмотрим проблемы и мероприятия по их сохранению.

Амур – одна из величайших мировых рек – уникальная природная экосистема, играющая значительную роль в сохранении биоразнообразия животных и растений Дальнего Востока. Сохранение уникального природного

объекта требует комплексного подхода, здесь нужны как всестороннее изучение, подготовка регулирующей нормативно-правовой базы, так и принятие конкретных практических мер по восстановлению и воспроизводству и др. Одной из важнейших составляющих сохранения амурской экосистемы является прежде всего сохранение природной морфологии береговой линии и обеспеченность бассейна водными ресурсами, однако продолжающаяся практика вырубki леса без достаточного компенсирующего лесовосстановления, бесконтрольная разработка месторождений в бассейне, отсутствие механизма направления средств, полученных в качестве нанесенного ущерба, на целевые восстановительные мероприятия, заставляют вновь и вновь обращать внимание на экологию Амура.

Периодически необходимо проводить расчистку основного русла для судоходства и противопаводковых мер, и, несомненно, для такой крупной реки, как Амур, здесь необходимы серьезные целевые федеральные программы. Однако, на практике все ограничивается строительством защитной дамбы в Хабаровске, одамбированием сопредельной КНР своей части Большого Уссурийского острова и отсыпкой Китаем своих берегов. Кроме этого, в настоящее время наиболее остро стоит вопрос рационального использования водных биологических ресурсов Амура, прежде всего, рыбных. Известно, что бассейн исключительно богат ихтиофауной, однако, например, запасы осетровых подорваны основательно, промысел их полностью запрещен. Также уже несколько лет под запретом промысел горбуши и летней кеты, а с прошлого года серьезно обсуждается вопрос о закрытии на реке промышленного лова осенней кеты [1, 2, 3]. Экономическое значение реки падает, возникает социальная напряженность из-за невозможности получения доступной рыбы населению, в том числе представителям коренным малочисленных

народов, что в принципе недопустимо. Проводимых мероприятий по искусственному воспроизводству явно недостаточно. Также в значительной степени настораживает появляющаяся информация об использовании гражданами Китая запрещенных орудий электрического лова и других экологических нарушениях [4].

Поднятые проблемы свидетельствуют о необходимости не только ужесточения надзора за экосистемой на региональном уровне, но и сотрудничества стран при рациональном использовании водных биологических ресурсов Амурского бассейна и необходимости совместных решений в экологической сфере.

Следует отметить, что так называемые «локальные» водные экосистемы также могут испытывать значительный стресс от внешних факторов, что в последствии может привести к их полному исчезновению.

Для водных экосистем этого ранга одним из действенных способов защиты и сохранения может стать придание им статуса особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Например, в 2020 г. в Хабаровском крае нами было проведено комплексное экологическое обследование памятника природы краевого значения «Оползневое озеро Амур». В ходе работ на основе анализа фондовых материалов и результатов полевых обследований было подготовлено научное обоснование по изменению границ данной ООПТ. Первоначально памятник природы краевого значения «Оползневое озеро Амур» имел территорию 12 га. При этом основным объектом охраны являлось непосредственно само озеро и небольшая прилегающая к нему наземная территория. Однако, при обследовании было отмечено, что с рекреационной точки зрения просто не оценим вклад ООПТ в обеспечение окружающих территорий чистым атмосферным воздухом. В целом, по экспертной оценке, было дано заключение, что общая оценка роли озера Амур в поддержании экологического баланса на

всем природном комплексе Мяо-Чан и окружающих территориях может составить до 100%. В связи с этим, было предложено расширить границы ООПТ, включив в нее наиболее уязвимые с точки зрения антропогенного воздействия участки хребта Мяо-Чан. В конце 2021 г. вышло Постановление Правительства Хабаровского края об изменении границ данной ООПТ и в настоящее время территория ООПТ существенно возросла. Еще одним примером значимости водных экосистем для сохранения уникальных комплексов в статусе особо охраняемых природных территорий являются результаты исследований, проведенных в 2020 г. при обследовании особо охраняемой природной территории «Озеро Светленькое» в Челябинской области. В данном случае были проведены мониторинговые работы с целью получения своевременной комплексной информации о состоянии водного объекта – озера Светленькое, в том числе процессах эвтрофирования, сезонных и годовых тенденциях в развитии экосистемы, а также разработка рекомендаций по улучшению экологического состояния озера. Последнее было крайне актуально, поскольку на территории озера Светленькое с использованием механических средств производилась промышленная добычи лечебной грязи (сапропель).

Исследования показали, что было отмечено увеличение концентрации аммонийного и нитритного азота и магния, а также повышение концентрации сине-зелёных водорослей, которые могут приводить к цветению воды. В связи с этим был предложен следующий комплекс мероприятий по улучшению экологического состояния озера Светленькое:

- продолжение мониторинга состояния озера и окружающей среды на долгосрочной основе, с привлечением различных специалистов;
- ограничение или полный запрет добычи лечебной грязи (сапропеля) из водного объекта с использованием механических средств;

- организация и обустройство мест для отдыха населения и рекреации, с элементами экологического просвещения и экологического туризма;
- обеспечение контрольно-надзорных мероприятий по недопущению на озере Светленькое лова рыбы с использованием браконьерских запрещенных орудий лова.

Таким образом, в результате своевременно проведенных мониторинговых работ на ООПТ, удалось сформировать представление о состоянии экосистемы озера Светленькое, а также предложить мероприятия по его охране.

Еще большие экологические проблемы были выявлены при проведении в 2020-2021 гг. экологического мониторинга в той же Челябинской области озера Большой Кисегач, также имеющего охранный статус. Общий объем водопотребления в озере явно чрезмерен и составляет порядка 2,7 млн. м<sup>3</sup>. По проведенным оценкам, за последнее десятилетие уровень воды в озере упал на 1,5-2 м. В связи с этим был разработан комплекс мер, содержащих мероприятия по сохранению водных объектов, испытывающих значительную рекреационную нагрузку, которые должны быть включены в дорожную карту и мероприятия, способствующие восстановлению нарушенного гидрологического режима.

Иногда не только уникальность водной экосистемы, но и ее историко-культурная значимость может служить основой для создания мер по ее сохранению. Примером подобной водной экосистемы, вошедшей на основе наших исследований в состав особо охраняемых природных территорий регионального значения, является «Малое Игнатовское болото» (Калужская область). Обследование данной территории было проведено нами еще в 2013 г., и, по прошествии нескольких лет, постановлением Правительства Калужской области № 694 от 30 октября 2019 г. была создана особо охраняемая природная территория «Малое Игнатовское болото».

При исследовании было отмечено, что болото

Игнатовское выполняет важные гидроэкологические функции. Кроме того, в результате обследования оказалось, что в экологической системе болота Игнатовского и прилегающей насыпи присутствуют и обнаружены несколько редких и уникальных видов сосудистых растений и мхов, в том числе из Красной книги Калужской области и встречаются редкие виды птиц и виды, внесённые в Красную книгу Калужской области. В результате проведенных работ было подготовлено обоснование, декларирующее что весь природный комплекс болота Игнатовского является редким и уникальным сообществом, а также природной экосистемой, требующей охраны.

Таким образом, подход к сохранению водных экосистем должен учитывать не только возможность комплексного взаимодействия властных структур на всех уровнях, но и их уникальность и значимость, обусловленную природной, экономической, социальной или иной ценностью для страны и региона. В этом случае разработанный и внедренный в реальность комплекс мероприятий по сохранению водной экосистемы сможет полностью реализовать свой потенциал и в значительной мере оказать содействие для восстановления природных сообществ.

### *Литература*

1. Поможет ли запрет на вылов вернуть лосось в Амур. <https://rg.ru/amp/2021/12/02/reg-dfo/pomozhet-li-zapret-na-vylov-vernut-losos-v-amur.html>. Дата обращения: 10.02.2022
2. Рыбный коллапс обсуждают в Хабаровском крае. <https://transsibinfo.com/news/society/17-11-2021/rybnyy-kollaps-obsuzhdayut-v-habarovskom-krae?yrwinfo=1639316170676830-6541615777483328102-sas3-1012-26a-sas-17-balancer-8080-BAL5447>. Дата обращения: 10.02.2022
3. WWF предлагает запретить промышленный лов кеты в Амуре и Амурском лимане на четыре года <https://fishretail.ru/news/wwf-predlagaet-zapretit-promishlenniy-lov-keti-428374>. Дата обращения: 10.02.2022

4. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве области охраны, регулирования и воспроизводства живых водных ресурсов в пограничных водах рек Амур и Уссури. Пекин. 27 мая 1994 года // Бюллетень международных договоров. 1996. № 7.

*E.V. Mlynar<sup>1</sup>, I.E. Khovansky<sup>2</sup>*  
**PROBLEM ISSUES OF PRESERVATION  
OF WATER ECOSYSTEMS**

<sup>1</sup> *The Far Eastern State Medical University, Russia*

<sup>2</sup> *Interregional Public Organization «Socially Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance to the Socio-Economic and Cultural Rising of Regions «Rising of Regions», Russia*

Preservation of the aquatic ecosystem plays an important socio-economic role. Negative impact on the occurrence of various environmental conditions and impact on biocenoses, leading to a decrease in their fauna and population. Some ways of solving the problems of preserving the aquatic ecosystem have been proposed by our own and foreign experience. The developed set of measures primarily provides for the expansion between power structures in all places, the creation of a special network for the protection of objects, as well as conditions for the restoration of biocenoses.

*Поддубная Н.Я.<sup>1</sup>, Матюхина Д.С.<sup>2</sup>, Петров Т.А.<sup>2</sup>,  
Дарман Ю.А.<sup>3</sup>, Сырица М.В.<sup>2</sup>, Ульянова М.А.<sup>1</sup>,  
Белова М.А.<sup>1</sup>, Зудилова А.А.<sup>1</sup>, Седаш Г.А.<sup>2</sup>,  
Сторожук В.Б.<sup>2</sup>, Беляев А.Н.<sup>4</sup>*

**РОЛЬ ГИМАЛАЙСКОГО МЕДВЕДЯ (*URSUS  
THIBETANUS* G. CUVIER, 1823) В ТРАНСПОРТЕ  
РТУТИ В ЭКОСИСТЕМАХ НАЦИОНАЛЬНОГО  
ПАРКА «ЗЕМЛЯ ЛЕОПАРДА»**

<sup>1</sup>*Череповецкий государственный университет, Череповец, Россия*

<sup>2</sup>*Объединенная дирекция государственного природного  
биосферного заповедника «Кедровая падь» и национального парка  
«Земля леопарда» им. Н.Н. Воронцова, Владивосток, Россия*

<sup>3</sup>*Всемирный фонд дикой природы России*

<sup>4</sup>*ООО «ЦТД», Череповец, Россия*

[\*poddoubnaia@mail.ru\*](mailto:poddoubnaia@mail.ru)

Содержание общей ртути в шерсти гималайского медведя (n=22), собранной в Хасанском районе Приморского края изменялось от 0,055 до 1,233 мг/кг, в среднем  $0,336 \pm 0,056$  мг/кг. Это значение было близким к содержанию ртути в шерсти амурского тигра ( $0,239 \pm 0,075$  мг/кг) и меньше, чем у дальневосточного кота ( $1,736 \pm 0,351$  мг/кг). Такие различия могут определяться особенностями питания хищников.

Ртутная тематика после принятия Минаматской конвенции стала одной из горячих точек в мировых научных исследованиях [1]. Результаты изучения содержания ртути в шерсти амурского тигра на юге российского Дальнего Востока [2] позволили утверждать о ведущей роли природных факторов в формировании ртутного статуса диких объектов наземных экосистем. Одновременно было установлено, что шерсть некоторых особей крупных кошачьих из Юго-Западного Приморья содержала примерно в три раза больше общей ртути по сравнению со всеми другими районами. В связи с этим была проведена оценка показателя ртути у другого хищника из национального парка «Земля леопарда»

– гималайского медведя (*Ursus thibetanus* G. Cuvier, 1823).

Образцы шерсти гималайского медведя были собраны специалистами отдела науки ФГБУ «Земля леопарда» (рис.1) совместно с сотрудниками пограничной службы вдоль линии пограничных инженерно-технических сооружений на ограждении из колючей проволоки весной и летом 2020 года. Видовую принадлежность шерсти определяли в поле и с использованием коллекционных эталонов зоологической лаборатории Череповецкого госуниверситета и микроскопа Olympus – CX41. Было проанализировано 22 образца шерсти на ртутном анализаторе RA-915M (Lumex) с приставкой PYRO в эколого-аналитической лаборатории Череповецкого госуниверситета. Для проверки точности прибора определяли содержание ртути в эталонных образцах (DORM-4, DOT-5) с известной концентрацией ртути (мг/кг).



**Рис. 1.** Район исследования: место сбора образцов

Средние индивидуальные концентрации общей ртути (Total Hg, THg) в образцах шерсти медведя варьировали от 0,055 до 1,233 мг/кг, в среднем  $0,336 \pm 0,056$  мг/кг. Если сравнивать эти данные с полученными ранее для единичных

образцов шерсти леопарда (*Panthera pardus orientalis* (Schlegel, 1857)) и тигра (*Panthera tigris altaica* Temminck, 1844) из этого района Приморья, то максимум показателя ТНг 1,233 мг/кг оказался близким к показателям ртути у крупных кошачьих: 1,456 и 1,402 мг/кг у тигра и леопарда соответственно. Средняя ( $0,336 \pm 0,056$  мг/кг) также была сопоставимой со средними для тигра Сихотэ-Алиня (на побережье Японского моря  $0,435 \pm 0,062$  и в бассейне р. Амур и его притока р. Уссури  $0,239 \pm 0,075$  мг/кг); медианные значения показателя ТНг в шерсти медведя ( $0,261 \pm 0,264$  мг/кг) оказались ниже, чем у тигра ( $0,424 \pm 0,224$  мг/кг), различия между этими значениями двух видов были статистически значимыми ( $P = 0,02$ ). Более низкое содержание ртути в шерсти медведя было ожидаемым в связи со смешанным типом его питания.

Сравнение данных по медведю с показателями общей ртути в шерсти дальневосточного кота (*Prionailurus bengalensis euptilurus* Elliot, 1871) показал, что лимиты в 2 – 6 раз меньше, чем у кота (0,108 – 6,180 мг/кг сухой массы), среднее значение меньше, чем у кота ( $1,736 \pm 0,351$  мг/кг) почти в шесть раз. Существенное превышение содержания ртути в шерсти котов по сравнению с другим представителем кошачьих – тигром и леопардом и гималайским медведем можно объяснить особенностями питания дальневосточного лесного кота, использующего довольно много околородных обитателей, гидробионтов, а также всеядных хищников.

Сравнение данных по общей ртути в шерсти гималайского медведя и в волосах людей из этого же района [3] показало, что эти показатели были близкими (лимиты: 0,014 – 0,653 мг/кг, в среднем  $0,251 \pm 0,043$  мг/кг).

Являясь глобальным загрязнителем, ртуть может образовываться как из природных, так и из антропогенных источников. Однако соотношение между ртутью, вовлекаемой в биоту в результате естественных процессов, и ртутью, вовлекаемой в результате человеческой деятельности, часто неяс-

но и нуждается в специальных исследованиях. Полученные небольшие ряды данных свидетельствуют о том, что экологические риски, связанные с загрязнением ртутью, в настоящее время существуют, но уровень риска не ясен.

### *Литература*

1. NRC, 2000
2. *Poddubnaya N.Ya. et al.* Mercury content in the Siberian tiger (*Panthera tigris altaica* Temminck, 1844) from the coastal and inland areas of the Russia // Scientific Reports. 2021. 11. P.6923 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86411-y>
3. *Поддубная Н.Я., Смирнова А.А., Никандрова В.А.* Содержание общей ртути в волосах жителей с. Барабаш Приморского края, Россия // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник научных трудов XXIII научно-практической конференции. Москва, 21-23 апреля 2022 г. Т.2 (в печати)

*Poddubnaya N.Ya.<sup>1</sup>, Matyukhina D.S.<sup>2</sup>, Petrov T.A.<sup>2</sup>, Darman Yu.A.<sup>3</sup>, Syritsa M.V.<sup>2</sup>, Ulyanova M.A.<sup>1</sup>, Belova M.A.<sup>1</sup>, Zudilova A.A.<sup>1</sup>, Sedash G.A.<sup>2</sup>, Storozhuk V.B.<sup>2</sup>, Belyaev A.N.<sup>4</sup>*

### **THE ROLE OF THE HIMALAYAN BEAR (*URSUS THIBETANUS* G. CUVIER, 1823) IN MERCURY TRANSPORT IN THE ECOSYSTEMS OF THE LAND OF THE LEOPARD NATIONAL PARK**

<sup>1</sup>*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia*

<sup>2</sup>*Joint Directorate of the State Natural Biosphere Reserve "Cedar Pad" and the National Park "Land of the Leopard", Vladivostok, Russia*

<sup>3</sup>*World Wildlife Fund of Russia*

<sup>4</sup>*LLC "CTD", Cherepovets, Russia*

The total mercury content in the Himalayan bear fur (n=22) collected in the Khasansky district of Primorsky Krai varied from 0.055 to 1.233 mg/kg, on average  $0.336 \pm 0.056$  mg/kg. This value was close to the mercury content in the fur of the Amur tiger ( $0.239 \pm 0.075$  mg/kg) and less than that of the Far Eastern cat ( $1.736 \pm 0.351$  mg/kg). Such differences may be determined by the feeding habits of predators.

*Полосухина Д.А.<sup>1,2</sup>, Прокушкин А.С.<sup>1,2</sup>, Махныкина А.В.<sup>1,2</sup>,  
Арясов В.Е.<sup>2</sup>, Трусов Д.В.<sup>1,2</sup>*

## **ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ШИРОКО РАСПРОСТРАНЁННЫХ ЛИШАЙНИКОВ ЛЕСОВ СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

*<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет, Россия*

*<sup>2</sup>Институт леса им. В.Н. Сукачева, Федеральный  
исследовательский центр «Красноярский научный центр  
СО РАН», Россия*

[dana\\_polo@mail.ru](mailto:dana_polo@mail.ru)

Примерно 14,3 миллиарда тонн углекислоты поглощают из атмосферы Земли лишайники, мхи и другие одноклеточные фотосинтезирующие организмы. В связи с этим, проведено исследование фотосинтетической активности для доминантных видов мохово-лишайникового яруса сосновых лесов, наиболее характерных для зоны охвата станции высотной мачты ЗОТТО.

Представлены результаты полевых измерений за 2021 год.

Проведено количественное определение потоков углерода для двух наиболее распространенных видов лишайников.

Также производилась регистрация параметров быстрой флуоресценции. Выявлена сезонная динамика.

В связи с постоянно меняющимися климатическими условиями, в современных биогеохимических исследованиях не теряют свою актуальность количественные оценки баланса углерода лесных экосистем [1]. Мхи, лишайники и другие одноклеточные фотосинтезирующие организмы поглощают 7% углекислого газа из атмосферы Земли [2]. Это примерно 14,3 миллиарда тонн углекислоты. Пойкилогидриты выступают также доминантами в живом напочвенном покрове северных лесов и могут обеспечивать до 50 % валового обмена CO<sub>2</sub> [3]. Их фотосинтетическая деятельность имеет значительную вариацию от условий микрообитаний, а так же зависит от действия абиотических факторов среды [4,5]. Быстрая регидратация и приспособление к потерям влаги у пойкилогидритов видоспеци-

фична. Кустистые лишайники входят в рацион северных оленей и представляют большой интерес с точки зрения пищевого ресурса [3,4].

Целью данной работы являлось количественное определение интенсивности фотосинтетической деятельности доминантных видов лишайников. Исследования выполнялись на Средне-Енисейском стационаре Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН (международная обсерватория ZOTTO, 60° с.ш., 89° в.д.). Объектами исследования были доминанты мохово-лишайникового яруса *Cladonia stellaris* O. и *Cladonia rangiferina* L..

Фотосинтетическую активность в лишайниках измеряли с помощью портативной системы газообмена (GFS-3000, Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Germany) со специализированной кюветой для лишайников/мхов 3010-V32. Скорость ассимиляции CO<sub>2</sub> (A, мкмоль м<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>) у лишайников измеряли в течение вегетационного периода 2021 г. в июне, августе и сентябре 1 раз в месяц около полудня. Так же производили регистрацию параметров быстрой флуоресценции. Используя флуориметр Junior-PAM (Walz, Германия) со стандартной программой световой кривой были получены данные для следующих показателей Y(II), ETR, Fv/Fm. Минимальный и максимальный выходы флуоресценции (F0, Fm) измеряли после 24-часовой адаптации к темноте.

По результатам двухфакторного дисперсионного анализа межвидовая изменчивость скорости ассимиляции у лишайников не обнаружена (p=0,279), но выявлена сезонная динамика (p=0,031). Так, самые низкие значения наблюдаются в июне (0,11±0,03 мкмоль м<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>), а самые высокие - в августе (3,58±0,08 мкмоль м<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>). В наших более ранних исследованиях *Cladonia spp.* также показали различия интенсивности ассимиляции в течении вегетационного сезона, с низкими значениями в июне и пиком в августе [5]. Для *Cladonia stellaris*, произрастающей на территории Норвегии, чистый фотосинтез достигал максимума

в 6 мкмоль  $\text{м}^{-2}\text{с}^{-1}$  [3].

В зарегистрированных показателях быстрой флуоресценции не наблюдалось ни видовых ( $p=0,605$ ), ни сезонных отличий ( $p=0,951$ ). В среднем  $F_v/F_m$  для *C. stellaris* составил  $0,67\pm 0,01$ , а для *C. rangiferina*.  $0,64\pm 0,08$ . Однако для видов одного рода *Cladonia mitis* Sandst и *Cladonia uncialis* (L.) Weber ex FH Wigg, произрастающих в сосняке обыкновенном национального парка «Боры Тухольские», зарегистрирована сезонная динамика  $F_v/F_m$ . Минимальные значения отмечались в июне, а максимальные - в сентябре [6]. В целом для лишайников отношение  $F_v/F_m$  обычно составляет около  $0,60-0,72$ , а у высших растений может достигать до  $0,91$  [3,4,6]. Полученные величины ETR указывают на более высокую интенсивность фотосинтеза у вида *C. stellaris*. Выявлена сильная положительная корреляция между ETR и фотосинтетически активной радиацией, так у вида *C. stellaris*  $r=0,95$  и *C. rangiferina*  $r = 0,93$ .

Авторы признательны за помощь в организации полевых исследований сотрудникам лаборатории биогеохимических циклов лесных экосистем Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Работа выполнена при поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках проекта № 2021 102007845, а так же при финансовой поддержке грантов Российского Фонда Фундаментальных Исследований №18-05-60203 и № 20-44-243003.

### Литература

1. Bianchi T.S. The evolution of biogeochemistry: revisited// Biogeochemistry. 2020. <https://doi.org/10.1007/s10533-020-00708-0>
2. Elbert W., Weber B., Burrows S., Steinkamp J., B. Büdel, Andreae M. O., Pöschl U..Contribution of cryptogamic covers to the global cycles of carbon and nitrogen// Nature Geoscience. 2012. V.5. P.459–462
3. Bjerke, J.W. Ice encapsulation rather protects than disturbs the freezing lichen. // Plant Biology. 2009. V.11. P.227–235
4. Bjerke J.W., Bokhorst S., Callaghan T.V., Zielke M,

*Phoenix G.K.* Rapid photosynthetic recovery of a snow-covered feather moss and *Peltigera* lichen during sub-Arctic midwinter warming. // *Plant Ecology & Diversity*. 2013. V.6. P.383–92.

5. *Polosukhina D. A., Masyagina O.V., Prokushkin A.S.* Carbon photoassimilation by dominant species of mosses and lichens in pine forests of Central Siberia. // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2020. V.611 doi:10.1088/1755-1315/611/1/012031

6. *Węgrzyn M.H.; Fałowska P.; Alzayany K.; Waszkiewicz K.; Dziurawicz P.; Wietrzyk-Pelka P.* Seasonal Changes in the Photosynthetic Activity of Terrestrial Lichens and Mosses in the Lichen Scots Pine Forest Habitat. // *Diversity*. 2021 V.13, <https://doi.org/10.3390/d13120642>

***Polosukhina Daria*<sup>1,2</sup>, *Prokushkin Anatoly*<sup>1,2</sup> *Anastasia Makhnykina*<sup>1,2</sup>, *Vladimir Aryasov*<sup>2</sup>, *Dmitry Trusov***  
**PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF WIDESPREAD LICHENS  
IN THE FORESTS OF CENTRAL SIBERIA**

<sup>1</sup>*Siberian federal university, Russia*

<sup>2</sup>*Institute of forest SB RAS, Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center SB RAS», Russia*

Approximately 14.3 billion tons of carbon dioxide are absorbed from the Earth's atmosphere by lichens, mosses and other unicellular photosynthetic organisms. In this regard, a study of photosynthetic activity was carried out for the dominant species of the moss-lichen layer of pine forests, the most typical for the coverage area of the ZOTTO high-rise mast station. The results of field measurements for 2021 are presented. Quantitative determination of carbon fluxes for the two most common lichen species was carried out. The parameters of fast fluorescence were also recorded. Seasonal dynamics is revealed.

*Полынова Г.В., Полынова О.Е.*  
**ВИДОВОЙ СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
НА ТЕРРИТОРИИ ПОСЕЛЕНИЯ УШАСТОЙ  
КРУГЛОГОЛОВКИ (*PHRYNOCEPHALUS MYSTACEUS*  
*MYSTACEUS*), БАРХАННЫЙ МАССИВ САРЫКУМ,  
ДАГЕСТАН**

*Российский университет дружбы народов, Россия*  
[polynova\\_gv@pfur.ru](mailto:polynova_gv@pfur.ru); [polynova\\_oe@pfur.ru](mailto:polynova_oe@pfur.ru)

Первый этап исследований фитоценоза территории поселения ушастой круглоголовки (*Phrynocephalus m. mystaceus*, Pallas, 1776) на бархане Сарыкум Дагестанского заповедника проведен в первой декаде мая 2021 года. Он дал следующие результаты. На исследуемом участке песчаного массива, площадью 0,5 га, найдено 22 вида покрытосеменных растений, принадлежащих к 10 семействам. Самыми многочисленными оказались семейства Сложноцветных (5 видов), Злаковых (5 видов) и Бобовых (4 вида). Остальные семейства представлены всего 1 видом.

На современном этапе одной из актуальных проблем пустынных и полупустынных регионов оказалось зарастание песчаных территорий, повсеместно происходящее в последние 1,5–2 десятилетия. Пустынные фитоценозы постепенно трансформируются в степные растительные сообщества, что коренным образом меняет условия жизни их обитателей. Происходящая сукцессия повсеместно приводит к сокращению не только видов псаммофилов, но и относительно эврибионтных обитателей [1]. Изучение процесса зарастания, таким образом, является актуальным направлением исследований.

В рамках изучения экологии редкого вида рептилий Дагестана, ушастой круглоголовки (*Phrynocephalus mystaceus mystaceus*), мы начали исследование фитоценоза занимаемой поселением территории. Целью первого этапа исследований явилась оценка флористического состава растительности.

Сбор материала происходил в первой декаде мая 2021 г.

на песчаном массиве Сарыкум, который входит в состав Дагестанского природного заповедника. Географические координаты территории исследований: N 43°01'7799" E 47°23'6083". Общая площадь поселения ушастой круглоголовки, на которой проходил сбор ботанического материала, составила 0,5 га. Для определения встреченных видов использовали определитель [2] и материалы публикаций по данному региону [3 - 5].

Общий видовой состав фитоценоза на территории поселения ушастой круглоголовки включал 22 вида покрытосеменных растений (табл. 1).

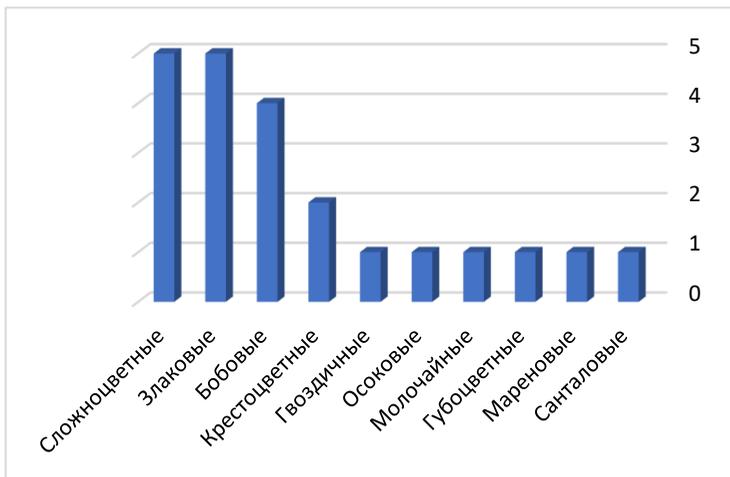
**Таблица 1.** Флористический состав растительности на территории поселения ушастой круглоголовки (*Phrynocephalus m. mystaceus*), песчаный массив Сарыкум

№ п/п	Русское название	Латинское название
1	Козелец Биберштейна	<i>Scorzonera biebersteinii Lipsch.</i>
2	Крестовник Шишкина	<i>Senecio schischkinianus Sofieva</i>
3	Козлобородник Дагестанский	<i>Tragopogon dasyrhyinchus var. Daghestanicus (Artemczuk) Tzvelev</i>
4	Полынь Черняева	<i>Artemisia tschernieviana Besser</i>
5	Наголоватка (юриния) предкавказская	<i>Jurinea ciscaucasica (Sosn.) Iljin</i>
6	Анизанта кровельная	<i>Anisantha tectorum (L.) Nevski</i>
7	Рожь лесная	<i>Secale sylvestre Host</i>
8	Пырей стройный или пустынный	<i>Elytrigia gracillima (Nevski) Nevski</i>
9	Мятлик луковичный	<i>Poa bulbos L.</i>
10	Ковыль красивейший	<i>Stipa pulcherrima K. Koch</i>
11	Астрагал короткобобовый	<i>Astragalus brachylobus Fisch. ex DC.</i>
12	Астрагал длинноцветковый (длиннолепестковый)	<i>Astragalus longipetalus Chater</i>
13	Эмероспартон безлистный	<i>Eremosparton aphyllum (Pall.) Fisch. &amp; C.A. Mey.</i>

№ п/п	Русское название	Латинское название
14	Астрагал каракугинский*	<i>Astragalus karakugensis Bunge</i>
15	Сирения стручочковая	<i>Syrenia siliculosa (M. Bieb.) Andrz.</i>
16	Бурачок пустынный	<i>Alyssum turkestanicum var. Desertorum (Stapf) Botsch.</i>
17	Качим (гипсофила) метельчатый	<i>Gypsophila paniculata L.</i>
18	Осока колхидская	<i>Carex colchica J. Gay</i>
19	Молочай Сегье	<i>Euphorbia seguieriana Neck.</i>
20	Дубровник восточный	<i>Teucrium orientale L.</i>
21	Ясменник уменьшенный	<i>Asperula diminuta Klokov</i>
22	Ленец приморский	<i>Thesium maritimum C.A. Mey.</i>

\* Красная книга МСОП, реликт, эндемик Средней Азии.

Перечисленные виды принадлежат к 10 семействам (рис.1).



**Рис. 1.** Численность видов в семействах покрытосеменных растений на территории поселения ушастой круглоголовки (*Phrynocephalus t. mystaceus*), песчаный массив Сарыкум

Наибольшим числом видов представлены семейства Сложноцветные (Asteraceae) и Злаковые (Poaceae), по 5 видов, а также Бобовые (Fabaceae) – 4 вида. Шесть из десяти семейств представлены только одним видом, а Крестоцветные (Brassicaceae) – двумя.

Флора Сарыкумских песков уникальна, ее исследования продолжаются уже около ста лет. Первые списки насчитывали 94 вида [6]. В послевоенные годы в списках флоры бархана входило уже 278 видов высших растений [7]. На данный момент на бархане и у его подножия описано 396 видов разных экологических групп: среднеазиатские псаммофилы, типичные представители степей Прикаспия и эндемики Предкавказья. Расширение видового списка, несомненно, свидетельствует о продолжении исследований на этой территории, но также, по мнению А.И. Арджиевой [3], говорит о внедрении новых видов в экосистему.

Процесс внедрения новых видов и зарастание песчаной территории имеет большое значение не только для разнообразия флоры барханного массива, но и для обитающих здесь представителей фауны.

Авторы выражают благодарность доценту кафедры ботаники Дагестанского университета Аджиевой Аиде Избуллаевне за неоценимую помощь в определении растений.

### *Литература*

1. *Полынова Г.В., Мишустин С.С., Полынова О.Е.* Динамика герпетокомплекса песчаных пустынь Астраханской области // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2019. №2. С. 150–163. DOI 10.21685/2307-9150-2019-2-15

2. *Плантариум.* Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.plantarium.ru> (дата обращения – 05.03.2022)

3. *Аджиева А.И.* Сводный список флоры бархана Сарыкум //

Вестник Дагестанского университета. 2008. Вып. 1. С. 52–58.

4. *Аджиева А.И.* Новые виды для флоры бархана Сарыкум // Сборник статей молодых ученых и аспирантов по гуманитарным проблемам: Наука и молодежь. Махачкала, 1997. С. 464–468.

5. *Аджиева А.И.* Еще раз о новых для бархана Сарыкум видах растений // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий. Материалы XIX межреспубликанской научно-практической конференции. Краснодар: КубГУ. 2006. С. 47–48.

6. *Майоров А.А.* Эоловая пустыня у подножия Дагестана. Махачкала: Даг-гиз, 1928. – 116 с.

7. *Львов П.Л.* Современное состояние флоры «эоловой пустыни» у подножия Дагестана // Ботанический журнал. 1959. Т.44. № 3. С. 353–359.

*Polynova Galina, Polynova Olga*  
**SPECIES COMPOSITION OF VEGETATION  
IN THE TERRITORY OF THE *PHRYNOCEPHALUS*  
*MYSTACEUS MYSTACEUS* SETTLEMENT,  
SARYKUM SANDY MASSIF, DAGESTAN**  
*Peoples' Friendship University of Russia*

The first stage of research on the phytocenosis on the territory of the *Phrynocephalus m. mystaceus* settlement (Sarykum sandy massif, Dagestan) was carried out in the first decade of May 2021. It gave the following results. There were found 22 species of higher plants belonging to 10 families and living on the studied area (0.5 ha). The most numerous were the families of Asteraceae (five species), Poaceae (5 species) and Fabaceae (four species). The remaining families were represented by only one species.

*Премина Н.В.*  
**ЛЕСНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЕЗЕРВАТ СОСНЫ  
СИБИРСКОЙ В ЗАПАДНО-АЛТАЙСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ**

*Западно-Алтайский государственный природный заповедник,  
Казахстан*

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

В статье дано понятие лесных генетических резерватов, принципы их выделения и значение для сохранения генофонда и развития лесного хозяйства Казахстана.

Сохранению генетического разнообразия лесных видов с каждым годом уделяется все большее внимание во всем мире. Казахстан в числе более 150 стран мира является участником конвенции по сохранению биологического разнообразия. Сохранение того, что еще осталось – неотъемлемая задача сегодняшнего дня.

В качестве важнейшего аспекта его сохранения предусматривается расширение особо охраняемых территорий, к которым относятся лесные генетические резерваты (ЛГР). По мнению ряда ученых [1, 2] сохранению генетических ресурсов способствуют такие формы охраны, как лесные генетические резерваты. Генетический резерват — это участок леса, характерный для данного природно-климатического района и возможно полно отражающий ценную в генетико-селекционном отношении часть популяции вида [3]. В генетический резерват включаются высоко- и среднепродуктивные насаждения (с учетом особенностей лесорастительного района), представляющие основной спектр типов леса, которые характеризуются высоким возрастом и отражают региональные и зональные особенности лесного покрова, отличающиеся высокой продуктивностью, долговечностью и устойчивостью. При отборе участков под лесные генетические резерваты используется генетико-популяционный принцип. Для этого

изучается популяционная структура вида, определяется местонахождение и границы отдельных популяций. Эта работа была выполнена Алтайской лесной опытной станцией в 80 годы. При создании Западно-Алтайского заповедника, в 1992 году, генетический резерват сосны сибирской кедровой вошел в его территорию. По прошествии лет возникла необходимость в проведении инвентаризации ЛГР, с целью выяснения его состояния.

Сосна сибирская (кедр сибирский) среди лесных пород занимает особое место, обладая большим разнообразием полезных хозяйственных свойств: древесиной, живицей и семенами, имеющими пищевое значение для человека и многочисленных обитателей леса. Из разнообразной полезной продукции кедрки наибольший практический интерес имеют его семена (орех), что позволяет считать кедр прежде всего орехоносной породой.

Первый этап инвентаризации насаждений лесных генетических резерватов включает проведение рекогносцировочного обследования, которое осуществлялось по маршрутным ходам, привязанным к естественным границам – дороги, тропинки, просеки. После завершения рекогносцировочного обследования ЛГР, в наиболее характерных местах закладывались пробные площади. Пробная площадь включает не менее 200 деревьев изучаемой породы. После определения средних таксационных показателей древостоя проводилась корректировка данных, взятых из лесостроительных материалов.

Лесной генетический резерват сосны сибирской № 18 – находится на территории Западно – Алтайского ГПЗ, в северо-восточном лесорастительном районе среднегорно-высокогорной темнохвойной тайги, тундр. Территория района расположена на крайнем северо-востоке Рудного Алтая и вытянута полосой с северо-запада на юго-восток. Экспозиция склонов – Ю, ЮЗ, СЗ, крутизна – 15 - 25<sup>0</sup>

Общая площадь резервата – 226,6 га, насаждения имеют

в своем составе кроме кедра лиственницу, ель, пихту, березу. Участие кедра от 4 до 7 единиц. Бонитет насаждений – IV-V, полнота – 0,4-0,7, типы леса – кедрчак субальпийского редколесья (30%), черничниковый (15%), травяной (55%) [4].

При проведении инвентаризации было выяснено, что насаждения ЛГР находятся в нормальном состоянии, отличия в породном составе на пробных площадях и древостоя в целом, объясняются, видимо куртинным расположением деревьев на выделе. Подробно описаны подрост, подлесок и живой напочвенный покров [5,6]. Некоторое опасение вызывает слабое возобновление кедра.

Так как резерват находится на территории заповедника, на него распространяется заповедный режим охраны, который запрещает хозяйственную деятельность. Из дополнительных мер охраны можно запланировать следующие мероприятия:

1. На границах лесных генетических резерватов, четко различимых в природе. у дорог, проходящих в непосредственной близости от резерватов, установить предупредительные аншлаги - столбы высотой 2-2,5 м и диаметром 16-20 см, на которых указывается: название (лесной генетический резерват №...), квартал, площадь, основная лесообразующая порода.

2. Ежегодно проводить текущие, лесопатологические обследования насаждений лесных генетических резерватов.

3. Контроль за санитарным состоянием насаждений, лесопатологической обстановкой, а также исполнением требований санитарных и противопожарных правил в ЛГР, возложить на первого руководителя организации.

Сведения об изменениях, происходящих в лесном фонде генетических резерватов вносятся в таксационные материалы, планы лесонасаждений, паспорта.

Заготовка семян и черенков в генетических резерватах разрешается методами и в размерах, не наносящих ущерба их генотипическому составу и состоянию деревьев.

Паспорта (копии) передаются на постоянное хранение всем заинтересованным учреждениям лесного хозяйства, зональной лесосеменной станции, областному управлению.

Возрастающее потребление древесины и других полезных продуктов леса, интенсивное лесопользование выдвигает на первый план проблему воспроизводства лесных ресурсов, повышение хозяйственных, защитных и санитарно-гигиенических функций лесных насаждений. В решении данной проблемы важное место отводится рациональному использованию и сохранению растительного покрова, при которых обеспечивается возможность подбора популяций древесных пород с учетом природно-экономических условий районов лесовыращивания для искусственного разведения и сохранения ценных разновидностей и экотипов древесных растений.

Практические работы по селекции должны содействовать изменению состава наших лесов в целях ускорения их роста, повышения их качества, скорейшего получения от них необходимых сортиментов, усиления их устойчивости против вредителей и болезней. Эта важная работа должна сопровождаться изучением биологии цветения, семенного и вегетативного размножения, а также экологии этих растений.

В заповедниках, в том числе и Западно-Алтайском, уже законодательно установлен самый строгий - заповедный режим охраны. То есть по сравнению с ГУ лесного хозяйства и другими предприятиями, почти не требуется дополнительных финансовых средств для сохранения лесных генетических резерватов. Поэтому новые резерваты по возможности желательно создавать на территориях ООПТ. Для этого необходимо провести инвентаризацию уже имеющихся резерватов, а так же провести обследование территорий с целью выявления насаждений отвечающих необходимым требованиям.

### *Литература*

1. *Мамаев С.А.* Основные принципы сохранения генофонда лесных древесных пород в СССР / Охрана генофонда природной флоры. Новосибирск: Наука, 1983.
2. *Рысин Л.П., Савельева Л.И.* Лесные резерваты. //Лесное хозяйство. 1978. № 12. С. 18-21
3. Основные положения организации и развития лесного хозяйства Восточно-Казахстанской области. Алма-Ата. 1995
4. *Премина Н.В.* Промежуточный отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Оценка современного состояния лесного генетического резервата сосны сибирской (кедр) и разработка мероприятий по его сохранению и воспроизводству в РГУ «Западно-Алтайский государственный природный заповедник» за 2021 год.
5. Иллюстрированный определитель растений Казахстана. Алма-Ата: Наука. Т-1. 1969
6. Иллюстрированный определитель растений Казахстана. Алма-Ата: Наука. Т-2. 1972

### *Premina N.V.*

#### **FOREST GENETIC RESERVE OF SIBERIAN PINE IN WEST-ALTAI STATE NATURAL RESERVE**

*West-Altai State Natural Reserve, Kazakhstan*

The article gives the concept of forest genetic reserves, the principles of their choice and the importance for the preservation of the genetic fund and the development of forestry in Kazakhstan.

*Примак П.А.<sup>1</sup>, Лянгузова И.В.<sup>2</sup>, Катютин П.Н.<sup>2,3</sup>*  
**РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ *PINUS SYLVESTRIS* –  
ИНДИКАТОР АЭРОТЕХНОГЕННОГО  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Россия

<sup>2</sup> Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Россия

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Россия  
[ppollna@mail.ru](mailto:ppollna@mail.ru)

Приведены результаты исследования радиального прироста *Pinus sylvestris* L. в средневозрастных сосновых лесах лишайниково-зеленомошной группы типов леса на условно фоновой территории Кольского полуострова и в пределах буферной и импактной зон комбината «Североникель» (г. Мончегорск). Были подтверждены основные закономерности изменения прироста деревьев с увеличением их возраста в условно фоновом районе, а также выявлена ответная реакция радиального прироста сосны на снижение аэротехногенной нагрузки.

Известно, что радиальный прирост древесных растений остро реагирует на изменение экологических условий, в частности, на аэротехногенное загрязнение. На территории Кольского полуострова с 1939 г. работает крупнейший в Европе металлургический комбинат «Североникель» (г. Мончегорск) [1]. Объем атмосферных выбросов комбината изменялся со временем: при переходе в 1968 г. на высокосернистую руду произошло резкое возрастание выбросов, а в 2000 г. произошло 6-кратное снижение объемов выбросов. В связи с этим интересно было узнать, отреагировал ли радиальный прирост сосны на изменение объемов выбросов во временные периоды 1980–1999 гг. и 2000–2019 гг.

Цель работы – оценить реакцию радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на снижение аэротехногенных выбросов диоксида серы и тяжелых

металлов.

В практике экологического мониторинга широко распространено использование деления особей по категориям жизненности. В древостоях принято выделять особи без признаков ослабления, умеренно и сильно ослабленные, усыхающие и сухие. Рядом исследователей [2-4] установлено, что основная доля особей (до 60%) в древостоях приходится на категорию «умеренно ослабленные» и «сильно ослабленные» по показателю плотности кроны. В связи с этим в нашей работе для исследования радиального прироста сосны мы выбирали деревья именно этих категорий жизненного состояния.

Исследования проводили в 2021 г. на условно фоновой территории Кольского полуострова и в пределах буферной (35 км) и импактной (10 км) зон комбината «Североникель» (Мурманская обл.) на постоянных пробных площадях (ППП), ранее заложенных сотрудниками БИН РАН, с одинаковым типом почв (Al-Fe-гумусовые подзолы (Albic Rustic Podzol)) [5], лесорастительными условиями (сосняки лишайниково-зеленомошные) и типом рельефа (плоские склоны). На каждой ППП было выбрано по 50 деревьев, относящихся к категории «ослабленные» или «сильно ослабленные», у которых на высоте 1.3 м были отобраны керны с помощью бурава Пресслера. В пределах каждой ППП был отобран усредненный образец верхнего органогенного горизонта (лесной подстилки) подзола, в котором в 2-кратной повторности были определены концентрации кислоторастворимых форм Ni, Cu (вытяжка 1.0 N HCl) методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Радиальный прирост (Z) кернов сосны измеряли на полуавтоматическом приборе LINTAB 6 (Frank Rinn, Germany) с точностью 0.01 мм с использованием программного обеспечения TSAP (Frank Rinn, Germany). Правильность измерений оценивали на основе коэффициента синхронности (GLK) с помощью перекрестной датировки. При  $GLK < 0.7$  проводили повторное

измерение кернов. Полученные данные усредняли и строили динамические тренды радиального прироста сосны для каждого сообщества. Уровень загрязнения местообитаний тяжелыми металлами оценивали на основе индекса техногенной нагрузки (ИТН), который представляет собой превышение суммарного содержания кислоторастворимых форм Ni и Cu в подстилке над их фоновым содержанием [6]. На ППП, расположенных на условно фоновой территории, в буферной и импактной зонах средние значения ИТН составили 8.6, 16 и 115 отн. ед. соответственно.

Статистическую обработку данных проводили в программе «Statistica» и MS Excel. Для оценки достоверности различий использовали непараметрический критерий Краскела-Уоллиса (H), при уровне значимости  $p < 0.05$  различия считали достоверными.

Усредненная кривая радиального прироста деревьев, произрастающих в условно фоновом районе, имела экспоненциальный вид. Значения радиального прироста закономерно снижались с  $2.3 \pm 0.8$  мм в 1950-х годах до 0.45 мм в начале 1980-х годов, а в период 2000–2019 гг. среднее значение прироста было достоверно меньше ( $H=5.1$ ;  $p=0.02$ ) по сравнению с периодом 1980–2000 гг. и составило  $0.38 \pm 0.04$  мм.

В буферной зоне характер кривой радиального прироста сосны вначале был аналогичен таковому в условно фоновом районе, однако анализ прироста стволовой древесины во временные периоды 1980–1999 гг. и 2000–2019 гг. выявил отсутствие достоверных различий в величине радиального прироста ( $H=0.3$ ;  $p=0.57$ ), что свидетельствует о нарушениях естественного процесса роста стволовой древесины.

В импактной зоне примерно до начала 1980-х годов характер изменения радиального прироста сосны был сходен с временным трендом, наблюдаемом в условно фоновом районе и в буферной зоне. Однако в период 1980–1999 гг. радиальный прирост сосны был наименьшим за весь период

наблюдений, и в среднем он составил 0.40 мм. На фоне 6-кратного снижения объемов атмосферных выбросов комбинатом «Североникель» в период 2000–2019 гг. радиальный прирост сосны достоверно увеличился ( $H=16.7$ ;  $p=0.000$ ) и в среднем достиг 0.62 мм.

Таким образом, в ответ на снижение аэротехногенной нагрузки выявлено нарушение естественного хода прироста стволовой древесины *Pinus sylvestris* с увеличением возраста дерева. Наиболее ярко ответная реакция радиального прироста сосны на снижение объемов выбросов загрязняющих веществ проявляется на территории импактной зоны, где в последние годы значения этого показателя возросли в 1.5 раза по сравнению с периодом 1980–1999 гг.

#### Литература

1. <https://www.kologmk.ru> (дата посещения 17.02.2022)
2. Катютин П.Н., Гориков В.В. Жизненное состояние, скорость роста и надземная фитомасса *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в средневозрастных северотаежных лесах // Растительные ресурсы. 2020. 56(2). С. 99–111.
3. Демидко Д.А. Состояние кедровых древостоев Северо-Восточного Алтая и методы его оценки // Лесоведение. 2011. №1. С. 19–27.
4. Ставрова Н.И., Гориков В.В., Катютин П.Н. Формирование структуры ценопопуляций лесообразующих видов в процессе послепожарного восстановления северотаежных лесов. // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. Серия Биogeография. 2016. С. 10–28.
5. Мировая реферативная база почвенных ресурсов 2014, исправленная и дополненная версия 2015. Международная система почвенной классификации для диагностики почв и создания легенд почвенных карт. // Доклады о мировых почвенных ресурсах. 106. ФАО, Рим, 2015
6. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002.

*Primak P.A.<sup>1</sup>, Lyanguzova I.V.<sup>2</sup>, Katyutin P.N.<sup>2,3</sup>,*

**RADIAL GROWTH OF *PINUS SYLVESTRIS***

**IS AN INDICATOR OF AEROTECHNOGENIC POLLUTION**

<sup>1</sup>*Saint-Petersburg State Forestry University*

<sup>2</sup>*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences*

<sup>3</sup>*Saint-Petersburg State University*

The results of the study of the radial growth of *Pinus sylvestris* L. in the middle-aged pine forests of the lichen-green moss group of forest types on the conditionally background territory of the Kola Peninsula and within the buffer and impact zones of the Severonickel combine (Monchegorsk) are presented. The main patterns of changes in the growth of trees with an increase in their age in a conditionally background area were confirmed, and the response of the radial growth of pine to a decrease in aerotechnogenic load was also revealed.

*Рахимов И.И., Ибрагимова К.К.*  
**ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ  
И ЗОН МАССОВОГО ОТДЫХА И ФИЗИЧЕСКОЙ  
КУЛЬТУРЫ ГОРОЖАН ДЛЯ ПТИЦ**

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

Птицы, как обязательный компонент животного населения городов, в процессы урбанизации, приобрели ряд новых экологических особенностей и адаптаций. Спортивные сооружения и зоны массового отдыха и физической культуры горожан стали характерным компонентом городской застройки. Проведенные исследования в городе Казани позволили выявить определенные экологические связи птиц со спортивными сооружениями и местами массового скопления отдыхающих людей. Выявлены, в первую очередь, трофические связи. Отмечены многочисленные поведенческие реакции, конкретно связанные со спецификой и характером использования объектов физической культуры.

Современный город трудно представить без спортивных сооружений, т.к. физическая культура становится для большинства горожан неотъемлемой частью нашей жизни. Миллионы людей посещают различные спортивные клубы и секции, создаваемые на основе крупных спортивных сооружений возводимых, как правило в ходе подготовки к крупным спортивным мероприятиям. Так, в Казани к XXVII Всемирной летней Универсиаде (2013) и чемпионату мира по футболу (2018) и другим спортивным первенствам построены десятки крупных спортивных сооружений, которые изменили ландшафтный облик города и стали объектами отдыха горожан. Новые спортивные объекты в городской черте изменили не только облик городских кварталов, но и повлияли на условия обитания животных антропогенных биотопов, в частности на птиц.

Цель исследований - изучению видового состава птиц спортивных сооружений, выявление различных

экологических связей. Задачи исследований:

1. Определить видовой состав птиц и характер использования ими спортивных объектов

2. Охарактеризовать состав, численность и характер пребывания фауны птиц на территории спортивных сооружений и в местах массового отдыха и физической культуры горожан.

3. Определить формы экологических связей птиц со спортивными сооружениями и зонами массовой физической культуры.

Сбор материала проводился путем маршрутных учетов, с регистрацией всех увиденных птиц, вне зависимости от расстояния. Фиксировались и описывались различные акты поведения птиц на спортивных сооружениях.

Наблюдения и учеты птиц проведены на территории как вновь сооруженных зданий, так и ранее построенных спортивных зданий. Из мест массового отдыха горожан в качестве объектов для наблюдений выбраны лесопарк «Лебяжье».

Всего за период наблюдений с 2013 по 2021 гг. было проведено 264 учета и зарегистрировано 1475 особей птиц. За время наших исследований на территории спортивных сооружений было отмечено 16 видов птиц. Отмечено, что между птицами и спортивными объектами устанавливаются прочные экологические связи. Главным образом, это трофические. Птицы очень часто используют спортивные сооружения для добычи корма. Были зафиксированы случаи, когда спортивные сооружения использовались как места для постройки гнезд. Отмечено гнездование белых трясогузок, галок и домовых воробьев. Используются спортивные объекты и как укрытия от неблагоприятных факторов внешней среды. Главной особенностью спортивных сооружений, как объектов, используемых птицами, является сезонная и временная экологическая связь, привязанная к массовым спортивным мероприятиям.

Возникающие устойчивые трофические связи позволяют выработать у птиц определенные стереотипы в поведении и новые формы адаптаций, которые ранее были не свойственны птицам [1,2]. Если птицы не преследуются со стороны человека, то они не проявляют особого беспокойства и мирно сосуществуют рядом с нами [3,4]. Например, даже при многолюдности спортивных мероприятий, у птиц дистанция испугивания уменьшается до нескольких десятков сантиметров.

В антропогенном ландшафте городские лесопарковые зоны со спортивными сооружениями и другие объекты массовой рекреации жителей города занимают особое место. Эти биотопы являются местом обитания различных птиц. Несмотря на многолюдность и сильный антропогенный пресс со стороны человека птицы успешно осваивают эти объекты [5]. Они являются пригодными для гнездования многих видов птиц. Это место поиска корма, отдыха многих представителей орнитофауны. Птицы в процессе освоения антропогенных территорий в первую очередь осваивают сходные с природными экосистемами биотопы [6]. Так, лесопарк «Лебяжье» представляет собой большой массив сосновых насаждений сохранившихся былых лесов. Здесь отмечены 46 видов птиц, преимущественно лесного комплекса. Однако имеющиеся торговые точки, места отдыха людей, установленные мусорные контейнеры привлекают значительное количество синантропных птиц.

Таким образом, территории спортивных объектов и зон массового отдыха создают благоприятные условия для обитания многих видов птиц в условиях трансформированной среды обитания.

### *Литература*

1. *Исаков Ю.А.* Изменение структуры населения птиц в процессе роста городов. Птицы и урбанизированный ландшафт. М: Каунас, 1984. С. 61- 64

2. *Константинов В.М.* Фауна, население и экология птиц антропогенных ландшафтов лесной зоны Русской равнины (проблемы синантропизации и урбанизации птиц). Автореф. дисс... док. биол. наук. М., 1992.

3. *Luniak M.* The avifauna of urban green areas in Poland and possibilities of managing it // *Acta.ornitolog.* 1983. Vol.19. N.1-6. P.3-62.

4. Птицы городов Среднего Поволжья и Предуралья. Казань: МастерЛайн, 2001.

5. *Рахимов И.И.* Авифауна Среднего Поволжья в условиях антропогенной трансформации естественных природных ландшафтов. М: Казань: Новое знание, 2002.

6. *Божко С.И.* К характеристике процесса урбанизации птиц. М: Вестник ЛГУ, № 9, 1972. С.5-14

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

**ATTRACTIVENESS OF SPORTS FACILITIES AND MASS  
RECREATION AND PHYSICAL CULTURE ZONES  
FOR BIRDS**

*Kazan (Volga Region) Federal University, Russia*

Birds, as an obligatory component of the animal population of cities, have acquired a number of new ecological features and adaptations in the processes of urbanization. Sports facilities and areas of mass recreation and physical culture of citizens have become a characteristic component of urban development. The studies carried out in the city of Kazan made it possible to identify certain ecological links between birds and sports facilities and places of mass gathering of vacationers. First of all, trophic links were revealed. Numerous behavioral reactions are noted, specifically related to the specifics and nature of the use of physical culture objects.

*Ревва Е.А.*

*Научный руководитель: Редина М.М.*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ БИОМОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[katya.revva@mail.ru](mailto:katya.revva@mail.ru)

В данной работе представлен сравнительный анализ основных методов биологического мониторинга – биоиндикации и биотестирования. Отмечено, что выбор необходимого метода, а также индикатора для биомониторинга атмосферного воздуха зависит от множества факторов, что в действительности имеет непосредственное влияние на результат мониторинга.

Атмосферный воздух является необходимым для дыхания многих живых организмов, в т. ч. и человека. Его качество и состояние также напрямую влияет на здоровье и состояние растений, животных, людей. С индустриализацией и ростом численности населения планеты в атмосферу стали выбрасываться различные вредные вещества, которые являются загрязняющими. Мониторинг атмосферы помогает не допускать огромных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

Биологический мониторинг – это один из основных видов экологического мониторинга, который также является достаточно легкодоступным способом оценки изменений живых объектов с природной средой [1]. Как и другие виды мониторинга, биологический мониторинг имеет свои положительные и отрицательные качества.

Методы биологического мониторинга по своей сущности подразделяются на три вида:

- биоиндикация, т.е. оценка состояния среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях, которая проводится с использованием живых объектов [2];
- биотестирование, т.е. установление токсичности среды

с помещением в нее специальных тест-объектов, которые сигнализируют об опасности в исследуемой среде [3];

- оценка компонентов биоразнообразия, т.е совокупность методов сравнительного анализа компонентов биоразнообразия.

Наиболее распространенными видами биомониторинга являются биоиндикация и биотестирование, которое нередко называют активной индикацией [1,4]. В качестве биоиндикаторов и тест-объектов могут использоваться представители всех царств живой природы – главным образом, это животные, растения и микроорганизмы [5]. Однако, они должны соответствовать ряду факторов, которые будут соответствовать удачному проведению биомониторинга. К таковым относятся, например, типичность для данной среды и четко выраженная ответная реакция биоиндикатора на определенное исследуемое воздействие [5].

В связи с вышеизложенным наиболее распространенным живым объектом при проведении биомониторинга атмосферного воздуха является группа низших растений – лишайники, т.к. они являются наиболее чувствительными к изменению качества воздуха [6].

Биотестирование представляет собой приемы исследования, которые помогают оценить качество природной среды по выживаемости, состоянию и поведению специально помещенных в данную среду организмов – т.н. тест-объектов.

Биоиндикация представляет собой качественную оценку параметров среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию биоты в существующих природных условиях. Ее отличительной чертой является то, что по сравнению с биотестированием оценка состояния среды проводится с живыми объектами, являющихся непосредственно ее частью. В качестве живых объектов могут восприниматься различные уровни живой природы, начиная

от организменного и заканчивая биогеоценотическим. По этой же причине имеется возможность провести комплексный мониторинг исследуемой среды, оценивая как абиотические, так и биотические факторы.

Между этими методами существует существенная разница, которая влияет на непосредственно конечный результат исследования. При биоиндикации у организмов, являющихся свободно живущими в исследуемой среде, исследуются различные повреждения или отклонения от нормы, которые являются признаками стрессового воздействия. В таком случае становится практически невозможным определение какого-либо отдельного загрязняющего вещества. Это связано с тем, что на растение одновременно воздействуют различные экзогенные и эндогенные факторы, суммарный эффект которых может дать непредсказуемый результат.

При биотестировании определяются те же воздействия, но на тест-организмах, которые помещаются в стандартизированные условия на исследуемой территории. Благодаря этому те многочисленные факторы, которые затрудняли проведение биоиндикации, практически исключаются посредством стандартизации экспериментального материала, условий выращивания и содержания растений-индикаторов.

Таким образом, метод биотестирования скорее дополняет метод биоиндикации. Это связано с тем, что в ходе биоиндикации исследуется информация видового состава, находящейся в экосистеме. В таком случае возможно влияние абсолютно различных факторов окружающей среды на протяжении значительного количества времени. Биотестирование же можно назвать экспериментальным методом, т.к. исследуется влияние среды на помещенный в нее тест-объект и определяется обобщенное определение качества среды. Данный метод может являться частью рекогносцировочных исследований.

Выбор необходимого метода напрямую зависит от самой цели биологического мониторинга, наличия необходимых средств и материалов (например, для проведения биотестирования необходимы тест-объекты, являющиеся здоровыми и имеющие чувствительность к определенному виду загрязняющих веществ), а также состояния самой исследуемой среды (главным образом, для получения достоверных данных о загрязнении атмосферы, необходимо убедиться в отсутствии критических загрязнений других компонентов экосистемы вследствие, например, техногенных аварий).

Выбор необходимого метода и, как следствие, индикатора являются одной из важнейших составляющих биомониторинга, поскольку это непосредственно влияет на итоговые результаты проводимого мониторинга. Такой метод биомониторинга атмосферного воздуха, как биотестирование, является наиболее предпочтительным, если стоит задача произвести биологический мониторинг атмосферного воздуха, поскольку биоиндикация дает комплексную оценку состоянию окружающей среды, в то время как биотестирование способно более точно определить состояние именно атмосферного воздуха.

### *Литература*

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / Ред. *О.П. Мелехова, Е.И. Саратульцева*. Москва: Издательский центр Академия, 2010.
2. *Рассадина Е. В.* Биоиндикация и ее место в системе мониторинга окружающей среды // Вестник Ульяновской ГСХА. 2007. №2 (5). С. 48-53
3. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования / под ред. проф. *В.В. Куриленко*. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004.
4. *Хотько Н.И.* Биомониторинг окружающей среды в районах размещения опасных промышленных объектов. Теория и практика. Саратов: ГосНИИЭНП, 2015.
5. *Кушбокова Д.А.* Биоиндикация как метод исследования

экосистем // Достижения вузовской науки. 2013. №4.

6. Красногорская Н.Н., Журавлёва С.Е., Цвиленва Н.Ю., Миннуллина Г.Р., Даутова А.Т. Биомониторинг атмосферного воздуха – инструмент охраны окружающей среды урбанизированных территорий // Фундаментальные исследования. 2004. № 5. С. 35-37

***Revva E. A.***

***Scientific advisor: Redina M.M.***

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ATMOSPHERIC AIR  
BIOMONITORING METHODS**

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

This work presents a comparative analysis of the main methods of biological monitoring – bioindication and biotesting. It is noted that the choice of the necessary method, as well as an indicator for biomonitoring atmospheric air depends on many factors, which ultimately has an impact on the monitoring result.

*Реут А.А., Денисова С.Г.*  
**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ  
ПЕРВОГО КЛАССА ОПАСНОСТИ РАСТЕНИЯМИ  
РОДА *PAEONIA* L.**

*Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное  
структурное подразделение Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения Уфимского федерального  
исследовательского центра Российской академии наук, Россия*  
[cvetok.79@mail.ru](mailto:cvetok.79@mail.ru)

Объективным критерием оценки количества элементов, перешедших из почвы в растение, является коэффициент накопления. Цель исследования – сравнительный анализ коэффициентов накопления мышьяка, свинца и кадмия в надземных и подземных органах некоторых представителей рода *Paeonía* L. в условиях г. Уфа. Выявлено, что содержание химических элементов варьирует в широких пределах. Основным депонирующим органом для свинца и мышьяка у изученных образцов являются листья, для кадмия – стебли. Коэффициент накопления мышьяка у представителей рода *Paeonía* в среднем равен 0,82; свинца – 1,8; кадмия – 1,2. Таким образом, выявлено, что при интродукции в лесостепную зону Башкирского Предуралья изученные растения безбарьерно поглощают мышьяк; для свинца и кадмия характерен барьерный тип поглощения.

В современных условиях природная среда подвержена комбинированному техногенному загрязнению. Условия городской среды, где сильно развита автотранспортная сеть и промышленные зоны, сказываются на ее загрязнении. В связи с этим зеленые насаждения играют решающую роль в очищении окружающей среды, т.к. при избытке элементов в почве они накапливаются в органах. Декоративные цветочные культуры, которые прочно занимают свою экологическую нишу, практически не рассматриваются с данной точки зрения [1].

По санитарно-гигиеническим нормативам, свинец, кадмий и мышьяк входит в группу наиболее токсичных элементов

1-й степени опасности и в повышенных концентрациях оказывают токсическое действие на живые организмы [2].

Данные об относительном содержании химических элементов в живом веществе сами по себе не дают возможности судить об интенсивности их биопоглощения. Чтобы ее оценить необходимо величину содержания химического элемента в растениях сравнить с содержанием в источнике, из которого он поступает. Этот параметр А.И. Перельман назвал коэффициентом накопления [3].

Целью наших исследований было проведение сравнительного анализа коэффициентов накопления мышьяка, свинца и кадмия в надземных (цветок, лист, стебель) и подземных (корень) органах растений рода *Paeonia* L. в условиях урбанизированной территории.

Объектами исследований являлись четыре вида (*Paeonia peregrina* Mill., *P. lactiflora* Pall., *P. lactiflora* f. *rosea*, *P. delavayi* Franch.) (сем. *Paeoniaceae* Rudolphy) и три сорта пиона, созданные на основе *P. lactiflora* Pall. ('Аппассионата', 'Мустай Карим', 'Jeanne d'Arc'), интродуцированные и выращенные на базе Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН (далее ЮУБСИ УФИЦ РАН) [4].

Изучение микроэлементного состава растительного сырья проводили на базе аналитической лаборатории научно-исследовательского института сельского хозяйства. Для проведения анализа использовали 10 средневозрастных культиваров каждого таксона генеративной стадии развития в фазе цветения (май–июнь). Сбор надземных частей (цветки, листья, стебли) проводили в утренние часы. Корни выкапывали в конце сентября – начале октября (до первых заморозков); их очищали от примесей, промывали в проточной, а затем – в дистиллированной воде. Для количественного анализа сырье высушивали до воздушно-сухого состояния, затем измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм [5].

Отбор почвенных образцов осуществляли по общепринятой методике [6].

Изучение элементного состава растительных образцов проводили по методике № М-02-1009-05 атомной спектроскопии [7]. Элементный состав почвенных образцов определяли атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией в соответствии с нормативным документом № М-02-1009-08 [8].

Количественной мерой интенсивности накопления химических элементов растениями из почвы является коэффициент накопления (КН), отражающий степень биофильности элементов, а также интенсивность их вовлечения в биологический круговорот [9]. Его рассчитывали, как отношение элемента в сухой массе растений к содержанию его подвижных форм в почве, так как именно они доступны растениям [10]. Величина коэффициента накопления больше единицы указывает на наличие барьера при поступлении элементов в растения [9].

Математическую обработку данных осуществляли с помощью общепринятых методов вариационной статистики с использованием пакета программ AgCStat в виде надстройки Excel [11].

Установлено, что изучаемые таксоны в большей степени накапливали свинец, его концентрация превышает содержание в почве, что свидетельствует об активном процессе накопления. Максимальная концентрация Pb отмечалась в листьях большинства изученных таксонов от 0,62 мг/кг ('Мустай Карим') до 1,79 мг/кг ('Jeanne d'Arc'). Содержание свинца в других органах растений было в 1,2-2,8 раза ниже. Исключение составили таксоны 'Мустай Карим' и *P. delavayi*, у которых количество Pb было выше в цветках и вид *P. lactiflora* f. *rosea* с высоким содержанием Pb в корнях.

Следующим элементом по объему накопления оказался мышьяк. Отмечено, что максимальное его содержание

наблюдалось в листьях изучаемых таксонов (0,56-0,92 мг/кг). Концентрация As в других видах сырья была в 1,2-25,8 раз меньше. Отмечено, что только у сорта 'Аппассионата' наибольшее содержание As отмечалось в цветках (0,59 мг/кг).

Отмечено, что кадмий накапливался в 1,7-34,5 раз меньше, чем свинец и мышьяк. Выявлено, что у четырех таксонов ('Аппассионата', 'Мустай Карим', 'Jeanne d'Arc' и *P. lactiflora* f. *rosea*) большая концентрация Cd отмечена в стеблях (0,03-0,12 мг/кг), у остальных в цветках (0,037-0,045 мг/кг). В других органах содержание Cd в 1,2-6 раз ниже.

По суммарному содержанию изучаемых элементов в анализируемых частях растений таксоны можно расположить по увеличению их количества в следующие ряды:

As: 'М.К.' < 'Апп' < *P.del.* < 'J.d'Arc' < *P.per.* < *P.lact.* < *P.lact.f.ros.*;  
Pb: 'М.К.' < *P.lact* < *P.lact. f.ros.* < 'Апп.' < *P.per.* < *P.del.* < 'J.d'Arc';  
Cd: 'Апп.' < *P.del.* < *P.lact.* < 'J.d'Arc' < *P.per.* < 'М.К.' < *P.lact.f.ros.*

Расчет коэффициента накопления (КН) показал, что из рассматриваемых элементов представители рода *Paeonia* наиболее активно поглощали Pb (среднее значение  $KH_{\text{лист}}=2,3$ ;  $KH_{\text{стебель}}=1,5$ ), по сравнению с As (среднее значение  $KH_{\text{лист}}=1,1$ ;  $KH_{\text{корень}}=0,5$ ) и Cd (среднее значение  $KH_{\text{стебель}}=1,6$ ;  $KH_{\text{корень}}=0,72$ ).

На основе изучения средних значений коэффициентов накопления изучаемых металлов для надземных и подземных органов некоторых представителей рода *Paeonia* были построены эмпирические ряды. Для цветков, листьев и корней эмпирический ряд имеет следующий вид: Pb > Cd > As; для стеблей: Cd > Pb > As. Анализ рядов накопления показал, что в листьях, цветках и корнях интенсивнее накапливается свинец, в стеблях – кадмий.

Выявлено, что коэффициент накопления Pb в листьях четырех таксонов ('Аппассионата', 'Jeanne d'Arc',

*P. lactiflora*, *P. peregrina*) в 1,2-2,7 раза выше, чем в других органах. У сорта 'Мустай Карим' и вида *P. delavayi* данный параметр был выше в 1,2-1,5 раза в цветках, а у *P. lactiflora* f. *rosea* – в 1,4-2,6 раза в корнях.

Коэффициент накопления As у большинства таксонов оказался выше в 1,2-25,9 раза в листьях, чем в других органах, исключение составил сорт 'Аппассионата', у которого изучаемый параметр был выше в цветках.

Максимальный коэффициент накопления Cd отмечался в листьях четырех таксонов ('Аппассионата', 'Мустай Карим', 'Jeanne d'Arc', *P. lactiflora* f. *rosea*) и цветках трех видов (*P. delavayi*, *P. lactiflora*, *P. peregrina*). Он был выше в 1,2-6 раз, по сравнению с другими органами.

В ходе проведенных исследований было определено содержание мышьяка, свинца и кадмия в надземных и подземных органах некоторых представителей рода *Paeonia* и показано, что оно варьирует в широких пределах. Так, содержание As колеблется от 0,012 до 0,92 мг/кг, среднее значение составляет 0,49 мг/кг; количество Pb – от 0,46 до 1,79 мг/кг, среднее значение составляет 0,85 мг/кг; Cd – от 0,01 до 0,12 мг/кг, среднее значение 0,04 мг/кг. Коэффициент накопления As у некоторых представителей рода *Paeonia* из коллекции ЮУБСИ УФИЦ РАН в среднем равен 0,82; Pb – 1,8; Cd – 1,2. Таким образом, в условиях урбанизированной среды растения безбарьерно поглощают мышьяк, а для свинца и кадмия характерен барьерный тип поглощения.

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» и в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме № FMRS-2022-0072.

## Литература

1. *Мажайский Ю.А., Гальченко С.В., Гусева Т.М., Чердакова А.С.* Накопление тяжелых металлов декоративными цветочными культурами // *Успехи современной науки и образования.* 2016. № 9 (3). С. 203-205.
2. *Мотузова Г.В., Безуглова О.С.* Экологический мониторинг почв. М.: Академический проект. Гаудеамус, 2007.
3. *Улахович Н.А., Кутырева М.П., Бабкина С.С.* Учебно-методическое пособие для лекционного курса «Биогеохимия». Казань: Казанский государственный университет, 2008.
4. *Миронова Л.Н., Реут А.А.* Пионы. Коллекции ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН. Уфа: Башкирская энциклопедия, 2017.
5. *Фотев Ю.В., Шевчук О.М., Сысо А.И.* Изучение вариабельности элементного состава семян сортообразцов *Vigna unguiculata* (L.) Walp. на юге Западной Сибири и в Крыму // *Химия растительного сырья,* 2021. № 2. С. 217-226.
6. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. М.: Гидрометеиздат, 1981. 108 с.
7. *Реут А.А., Биглова А.Р., Аллаярова И.Н.* Сравнительный анализ химического состава растительного сырья некоторых представителей родов *Narcissus* L. и *Camassia* Lindl. // *Аграрный вестник Урала.* 2021. № 2 (205). С. 79-90.
8. Методика количественного химического анализа. Определение As, Pb, Cd, Sn, Cr, Cu, Fe, Mn и Ni в пробах пищевых продуктов и пищевого сырья атомноабсорбционным методом с электротермической атомизацией. Санкт-Петербург, 2009.
9. *Афанасьева Л.В., Аюшина Т.А.* Накопление и распределение микроэлементов в растениях *Aristostaphylos uva-ursi* // *Химия растительного сырья.* 2018. № 3. С. 123-128.
10. *Белозубова Н.Ю., Зубкова В.М.* Особенности миграции свинца, кадмия и мышьяка в системе «почва-растение» в условиях Волгоградской области // *Социальная политика и социология.* 2012. № 5 (83). С. 177-187.
11. *Гончар-Зайкин П.П., Чертов В.Г.* Надстройка к Excel для статистической оценки и анализа результатов полевых

и лабораторных опытов // Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах российской федерации. М.: Современные тетради, 2003. С. 559-565.

*Antonina A. Reut, Svetlana G. Denisova*  
**FEATURES OF ACCUMULATION OF ELEMENTS  
OF THE FIRST HAZARD CLASS BY PLANTS  
OF THE GENUS *PAEONIA* L.**

*South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center  
of Russian Academy of Sciences, Russia*

An objective criterion for assessing the number of elements transferred from the soil to the plant is the accumulation coefficient. The purpose of the study is a comparative analysis of the accumulation coefficients of arsenic, lead and cadmium in the aboveground and underground organs of some representatives of the genus *Paeonia* L.

in the conditions of Ufa. It is revealed that the content of chemical elements varies widely. The main depositing organs for lead and arsenic in the studied samples are leaves, for cadmium – stems.

The accumulation coefficient of arsenic in representatives of the genus *Paeonia* is on average 0,82; lead – 1,8; cadmium – 1,2. Thus, it was found that when introduced into the forest-steppe zone of the Bashkir Cis-Ural, the studied plants absorb arsenic without a barrier; lead and cadmium are characterized by a barrier type of absorption.

*Солижонов Х.Х.<sup>1</sup>, Иззатуллаев З.<sup>2</sup>*  
**ПОПУЛЯЦИЯ ПИЯВОК ВОДОХРАНИЛИЩ  
ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ**

<sup>1</sup> *Андижанский государственный университет, Узбекистан*

<sup>2</sup> *Самаркандский государственный университет, Узбекистан*

[1khsolijonov1991@gmail.com](mailto:1khsolijonov1991@gmail.com)

[2zizzat@yandex.ru](mailto:2zizzat@yandex.ru)

В статье впервые проанализированы видовой состав и показатели численности пиявок в водохранилищах Ферганской долины.

Постоянное присутствие воды в водохранилищах и устойчивость влияния факторов внешней среды позволяют пиявкам широко распространяться. Здесь можно встретить ряд реликтовых, эндемичных и редких видов пиявок. В настоящее время по литературным источникам в природе выявлено более 800 видов пиявок [1]. Обычно они питаются паразитами и хищниками, активно участвуя в трофических связях в природных экосистемах [2].

Анализ литературы показал, что ученые проводили гидробиологические исследования на Косонсойском [3,4], Каркидонском [5], Андижанском и Чартакском водохранилищах [6] Ферганской долины, однако данных о пиявках в них не зафиксировано. Это, в свою очередь, означает, что в водоемах данной территории должны проводиться гидробиологические исследования. Поэтому мы поставили перед собой задачу определить видовой состав пиявочных водоемов и проанализировать состояние их популяции.

Материалы собраны в 2020-2022 гг из Андижанского, Отчопарского и Каркидонского водохранилищ Ферганской долины. Всего в 10 пробах было собрано более 300 экз. пиявок и фиксированы они сначала 10%-ным, а затем 96%-ным этанолом. Для изучения морфологии пиявок использовали биологический исследовательский микроскоп (модель XPS-500E). При определении видов и составлении

таксономической структуры пиявок пользовались определителями Е. И. Лукина [7]; Н. Neesemann, Е. Neubert [8] и международной систематической ресурсной базой [9]. Для определения плотности популяций пиявок использовали метод В. И. Жадина и С.В.Герд [10].

Всего в водохранилищах Ферганской долины установлено обитание 10 видов пиявок, относящиеся к 2 родам и 6 семействам. Ниже приведена их аксономическая структура:

Тип: *Annelida* Lamarck, 1809

Класс: *Clitellata* Michaelsen, 1919

Подкласс: *Hirudinea* Lamarck, 1818

Отряд: *Rhynchobdellida* Blanchard, 1894

Семейство: GLOSSIPHONIDAE Vaillant, 1890

Род: *Alboglossiphonia* Lukin, 1976

1. *Alboglossiphonia hyalina* (Müller, 1774) \*\*

2. *A. lata* (Oka, 1910) \*\*

Род: *Helobdella* Blanchard, 1896

3. *Helobdella stagnalis* (Linnaeus, 1758) \*\*

Семейство: PISCICOLIDAE Johnston, 1865

Род: *Piscicola* de Blainville, 1818

4. *Piscicola geometra* (Linnaeus, 1758) \*\*

Отряд: *Arhynchobdellida* Blanchard, 1894

Подотряд: *Hirudiniformes* Caballero, 1952

Семейство: HIRUDINIDAE Whitman, 1886

Род: *Hirudo* Linnaeus, 1758

5. *Hirudo verbana* Carena, 1820\*\*

6. *Hirudo orientalis* Utevsky & Trontelj, 2005\*\*

Семейство: PRAOBDELLIDAE Sawyer, 1986

Род: *Limnatis* Moquin-Tardon, 1826

7. *Limnatis turkestanica* Plotnikov, 1905\*\*

Семейство: HAEMOPIDAE Richardson, 1969

Род: *Haemopsis* Savigny, 1822

8. *Haemopsis sanguisuga* (Linnaeus, 1758)

Подотряд: *Erpobdelliformes* Sawyer, 1986

Семейство: ERPOBDELLIDAE Blanchard, 1894

Род: *Erpobdella* Blainville, 1818

9. *Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758)

10. *Erpobdella nigricollis* (Brandes, 1900)\*\*

**Примечание:** Здесь двумя звездочками (\*\*\*) отмечены, новые виды пиявок для фауны водохранилищ Ферганской долине.

**Таблица.1.** Средняя численность популяций пиявок водохранилищ Ферганской долины (на 1 м<sup>2</sup>)

№	Вид пиявки	Водохранилища		
		Андижанское водохранилище	Очопарское водохранилище	Каркидонское водохранилище
1	<i>Alboglossiphonia hyalina</i>	14±4	-	-
2	<i>A. lata</i>	3±1	-	-
3	<i>Helobdella stagnalis</i>	80±8	92±8	30±6
4	<i>Piscicola geometra</i>	24±4	10±2	-
5	<i>Hirudo verbana</i>	2±1	-	-
6	<i>H. orientalis</i>	3±1	-	-
7	<i>Limnatis turkestanica</i>	12±3	18±4	-
8	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	22±6	30±6	16±4
9	<i>Erpobdella octoculata</i>	30±6	32±6	10±4
10	<i>E. nigricollis</i>	20±3	26±4	6±2
<b>Общее количество видов:</b>		10	7	5

Из таблицы 1 видно, что Андижанское водохранилище является самым богатым видами пиявок (10), за ним следуют Очопарское и Каркидонское водохранилища с наименьшим количеством видов. *H. stagnalis* доминировал по плотности населения на исследованных территориях. Это связано с тем, что данный вид является космополитом (эврибионтом), т.е. устойчивым к факторам внешней среды. Напротив, представители родов *Alboglossiphonia*, *Hirudo* и *Limnatis* очень редки и распространены только в Андижанском

водохранилище. Это связано с тем, что Андижанское водохранилище руслового типа и влияние антропогенных факторов невелико.

Таким образом, в Андижанском, Отчопарском, Каркидонском водохранилищах Ферганской долины насчитываются 10 видов пиявок, из них 4 вида сердцевидных пиявок и 6 видов челюстных пиявок. На популяции пиявок негативно влияют антропогенные факторы, и их численность сокращается. В перспективе экономическая эффективность в рыбном хозяйстве и медицине может быть достигнута за счет изучения биологии и экологии водоемных пиявок.

### *Литература*

1. *Khalili Zahra, Malek Masoumeh, Seiedy Marjan, Darabi Darestani Kaveh, Roohi Aminjan Atabak, Latif Robabeh.* Reproduction of *Limnatis paluda* (Tennent 1859) in laboratory conditions. // *Animal reproduction science.* 2021. 234.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106857>

2. *Izzatullaev, Zuvayd and Solijonov, Khayrulla Khabibulla ugli.* First data on the study of biodiversity of leeches of Fergana valley. // *Scientific Bulletin of Namangan State University.* 2020. Vol.2. Iss. 4. P. 15. <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol2/iss4/15>

3. *Гулямов Х.Г.* Вертикальное распределение зоопланктона в Кассансайском водохранилище // Тез. докл. Конф. по вопросам рыбн. хоз-ва респ. Сред. Азии и Казахстана. Фрунзе: Илим. 1968. С. 47-48.

4. *Гурвич В.Ф., Павлова М.В.* К гидробиологии Орто-Тукайского водохранилища // Тр. проблемн. и тематич. совещ. ЗИН. 1954. Вып. 2. С. 48-56.

5. *Эргашев А.Э.* О фитопланктоне Каркидонского водохранилища // Водоросли и грибы Средней Азии. Ташкент: Фан. 1974. С. 3-5.

6. *Кузметов А.Р., Туляганов А.З., Асракулова Д.И.* Ўзбекистон сув омборларининг гидробиологик ҳолатини ўрганишга доир. Рациональное использование природных ресурсов южного приаралья. // Материалы III республиканской научно-практической конференции. Нукус. 2014. С. 125.

7. Лукин Е.И. Пиявки пресных и солоноватых водоёмов. В серии: Фауна СССР. Пиявки. Т.1. Ленинград: Наука, 1976.

8. Nese mann H., Neubert E. *Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea* // In: Süßwasserfauna von Mitteleuropa (Schwoerbel, J.; Zick, P.; eds.) Bd 6/2. Heidelberg, Berlin. Spektrum Akademischer Verlag. 1999. P. 192.

9. <https://www.gbif.org> – Global Biodiversity Information Facility (дата подачи заявки: 10.01.2022)

10. Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища СССР, их флора и фауна. Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства Просвещения РСФСР, 1961.

*Solijonov Khayrulla Khabibulla ugli<sup>1</sup>, Zuvad Izzatullaev<sup>2</sup>*

**THE POPULATION OF LEECHES IN THE RESERVOIRS OF  
THE FERGHANA VALLEY**

*<sup>1</sup>Andizhan state university, Uzbekistan*

*<sup>2</sup>Samarkand state university, Uzbekistan*

The article first analyzes the species composition of leeches and the biodiversity of populations in the Fergana Valley reservoirs.

*Ступникова А.Н.<sup>1</sup>, Неретина Т.В.<sup>2</sup>*

## **МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ИЗУЧЕНИЯ И МОНИТОРИНГА БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ**

*<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширинова РАН, Россия*

*<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Россия*

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

Оперативный мониторинг состояния экосистем морей Арктики является одновременно насущной практической задачей в условиях все возрастающей антропогенной нагрузки на хрупкие арктические экосистемы, и фундаментальной научной задачей, потому что для его осуществления необходимо решить ряд важнейших научных вопросов. Достоверная оценка состояния биологического разнообразия в морских экосистемах связана с необходимостью иметь точные данные о видовом составе сообществ бентоса и планктона. Разработка метода оценки биологического разнообразия морских сообществ методом метагеномного анализа открывает перспективный путь для решения этой задачи.

Арктический регион и его морские биологические системы в последние десятилетия находятся в центре внимания исследователей многих стран из-за наблюдающихся там климатических изменений и усиления хозяйственной деятельности человека. Изучение арктических пелагических и донных сообществ развернулось в эти годы очень активно [1-4]. Большинство биологических исследований проводится классическими методами зоологии с ручным разбором проб бентоса и планктона, определением и подсчетом организмов. Такие исследования требуют многочасовой работы высококвалифицированных специалистов-зоологов с результатом, запаздывающим по сравнению с моментом сбора материала на месяцы, годы, а подчас десятилетия. Обработка мониторинговых проб в настоящее время в основном проводится силами

коммерческих консалтинговых фирм, в которых обычно нет специалистов по всем необходимым для анализа группам животных. Таким образом, большая часть скрытого биологического разнообразия остается за рамками подобных исследований, что во многом обесценивает их результаты.

Использование классических молекулярных методов позволяет выявлять криптические виды, однако эти методы трудоемки и требуют специального лабораторного оборудования. Проблема состоит в недостаточной наполненности баз молекулярных данных, которые позволили бы сразу получать видовые идентификации, а также подчас в недостоверности определений организмов в этих базах. Использование метагеномного подхода могло бы в корне изменить практику определения организмов для целей экологического мониторинга.

Все большее число исследователей применяет этот подход непосредственно для целей экологического биомониторинга [5-8]. Исследования, выводящие биотические индексы из молекулярных данных, показывают потенциал метагеномного анализа для оценки качества водных экосистем [9, 10]. Однако до внедрения метагеномного анализа для реализации программ биомониторинга, этот подход необходимо сопоставлять с данными морфологической идентификации, чтобы можно было обеспечить точные таксономические выводы и верифицировать полученные биотические индексы [11, 12]. Точность таксономических выводов, полученных в результате применения метагеномного анализа, основана на поиске соответствующих штрих-кодов, праймеров и условий амплификации [13, 14], подходящих для широкого диапазона таксономических групп, представленных в данной экосистеме. Были предприняты попытки сравнения таксономических выводов, основанных на данных морфологии и метагеномном анализе, но их результаты неубедительны, так как в большинстве исследований

не применяются оба подхода к одному и тому же образцу и/или они сосредоточены только на конкретной таксономической группе [15, 16]. Два исследования [17, 18] провели надежный сравнительный анализ применения метабаркодинга для оценки состава пресноводных беспозвоночных и показали, что этот метод может быть успешно применен для оценки биоразнообразия. Для морских экосистем все исследования пока были сфокусированы только на планктоне [19, 20].

Таким образом, разработка методики метагеномного анализа для морских экосистем является новой и перспективной задачей.

Работа выполнена в рамках государственного задания № FMWE-2021-0009

#### *Литература*

1. *Bluhm B.A., Kosobokova K.N., Carmack E.C.* A tale of two basins: An integrated physical and biological perspective of the deep Arctic Ocean // *Progress in Oceanography*. 2015. № 139. P. 89-121.
2. *Berge J., Daase M., Renaud P.E., et al.* Unexpected levels of biological activity during the polar night offer new perspectives on a warming Arctic // *Current Biology*. 2015. V. 25, № 19. P. 2555-2561.
3. *Barber D.G., Hop H., Mundy C.J., et al.* Selected physical, biological and biogeochemical implications of a rapidly changing Arctic Marginal Ice Zone // *Progress in Oceanography*. 2015. № 139. P. 122-150.
4. *Drewnik A., Węślawski J.M., Włodarska-Kowalczyk M.* Benthic Crustacea and Mollusca distribution in Arctic fjord—case study of patterns in Hornsund, Svalbard // *Oceanologia*. 2017. V. 59, № 4. P. 565-575.
5. *Chariton A.A., Stephenson S., Morgan M.J., et al.* Metabarcoding of benthic eukaryote communities predicts the ecological condition of estuaries // *Environmental pollution*. 2015. № 203. P. 165-174.
6. *Gibson J.F., Shokralla S., Curry C., et al.* Large-scale biomonitoring of remote and threatened ecosystems via high-

throughput sequencing // PloS one. 2015. V. 10, № 10. e0138432.

7. *Laroche O., Wood S.A., Tremblay L.A., et al.* Metabarcoding monitoring analysis: the pros and cons of using co-extracted environmental DNA and RNA data to assess offshore oil production impacts on benthic communities // PeerJ. 2017. № 5. e3347.

8. *Zaiko A., Samuiloviene A., Ardura A., Garcia-Vazquez E.* Metabarcoding approach for nonindigenous species surveillance in marine coastal waters // Marine Pollution Bulletin. 2015. V. 100, № 1. P. 53-59.

9. *Lejzerowicz F., Esling P., Pillet L., et al.* High-throughput sequencing and morphology perform equally well for benthic monitoring of marine ecosystems // Scientific reports. 2015. V. 5. № 1. P. 1-10.

10. *Visco J.A., Apothéloz-Perret-Gentil L., Cordonier A., et al.* Environmental monitoring: inferring the diatom index from next-generation sequencing data // Environmental science & technology. 2015. V. 49, № 13. P. 7597-7605.

11. *Aylagas E., Borja Á., Muxika I., Rodríguez-Ezpeleta N.* Adapting metabarcoding-based benthic biomonitoring into routine marine ecological status assessment networks // Ecological Indicators. 2018. № 95. P. 194-202.

12. *Carugati L., Corinaldesi C., Dell'Anno A., Danovaro R.* Metagenetic tools for the census of marine meiofaunal biodiversity: An overview // Marine genomics. 2015. V. 24. P. 11-20.

13. *Deagle B.E., Clarke L.J., Kitchener J.A., et al.* Genetic monitoring of open ocean biodiversity: An evaluation of DNA metabarcoding for processing continuous plankton recorder samples // Molecular ecology resources. 2018. V. 3. P. 391-406.

14. *Kress W.J., García-Robledo C., Uriarte M., Erickson D.L.* DNA barcodes for ecology, evolution, and conservation // Trends in ecology & evolution. 2015. V. 30, № 1. P. 25-35.

15. *Cowart D.A., Pinheiro M., Mouchel O., et al.* Metabarcoding is powerful yet still blind: a comparative analysis of morphological and molecular surveys of seagrass communities // PloS one. 2015. V. 10, № 2. e0117562.

16. *Zimmermann J., Glöckner G., Jahn R., et al.* Metabarcoding vs. morphological identification to assess diatom diversity in environmental studies // Molecular ecology resources. 2015. V.3.

P. 526-542.

17. *Dowle E.J., Pochon X., Banks J., et al.* Targeted gene enrichment and high-throughput sequencing for environmental biomonitoring: A case study using freshwater macroinvertebrates // *Molecular Ecology Resources*. 2016. V. 5. P. 1240-1254.

18. *Elbrecht V., Leese F.* Can DNA-based ecosystem assessments quantify species abundance? Testing primer bias and biomass—sequence relationships with an innovative metabarcoding protocol // *PloS one*. 2015. V. 10, № 7. e0130324.

19. *Brown E.A., Chain F.J., Crease T.J., et al.* Divergence thresholds and divergent biodiversity estimates: can metabarcoding reliably describe zooplankton communities? // *Ecology and evolution*. 2015. V. 11. P. 2234-2251.

20. *Rey A., Corell J., Rodriguez-Ezpeleta N.* Metabarcoding to study zooplankton diversity // *Zooplankton Ecology*. 2020. V. 19. P. 252-263.

*Stupnikova A.<sup>1</sup>, Neretina T.<sup>2</sup>*

**METAGENOMIC ANALYSIS AS A TOOL FOR STUDYING  
AND MONITORING BIOLOGICAL DIVERSITY  
IN THE ARCTIC SEAS**

*<sup>1</sup>Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,  
Russia*

*<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Russia*

The monitoring of the state of the ecosystems of the Arctic seas is both an urgent practical task in the face of ever-increasing anthropogenic pressure on fragile Arctic ecosystems, and a fundamental scientific task, because for its implementation it is necessary to solve a number of important scientific issues. A reliable assessment of the state of biological diversity in marine ecosystems is associated with the need to have accurate data on the species composition of benthic and plankton communities. The development of a method for assessing the biological diversity of marine communities by metagenomic analysis opens up a promising way to solve this problem.

*Сурнина К.В.*

## **ПТИЦЫ – ПОТРЕБИТЕЛИ И РАСПРОСТРАНТЕЛИ СЕМЯН КЕДРА СИБИРСКОГО**

*Западно-Алтайский государственный природный заповедник,*

*Казахстан*

[surnina.kseniya25122009@mail.ru](mailto:surnina.kseniya25122009@mail.ru)

Рассмотрены консортивные связи кедр сибирского на территории РГУ «Западно-Алтайский государственный природный заповедник» и основных представителей орнитологической фауны.

В Восточном Казахстане находится единственный участок естественного ареала произрастания кедр сибирского (*Pinus sibirica* DuTour) в Республике Казахстан, который приурочен к горным системам Рудного Алтая, Южного Алтая. Кедр сибирский является одной из наиболее распространённых хвойных древесных пород РГУ «Западно-Алтайский государственный природный заповедник», произрастающей на общей площади 11313 га, и занимающей второе место по площади после пихтовых насаждений [1].

На территории заповедника кедр сибирский образует смешанные насаждения, произрастая в разнообразных экологических и климатических условиях. Кедровые леса имеют важное почвозащитное и водорегулирующее значение, особенно лиственничники-кедровники, приуроченные к крутым и очень крутым склонам и являющиеся сдерживающим фактором эрозионных процессов в горных условиях.

Кедр (сосна сибирская) растение зоохорное, орешки которого расселяют птицы и млекопитающие.

Изучение трофических связей животных и растений имеет определённое научное и практическое значение и является актуальным направлением в экологии и биоценологии. Задачами моего исследования заключается в выявлении и уточнении видового состава птиц-потребителей и оценка их роли в диссеминации растений семейства сосновых.

**Таблица 1.** Птицы - потребители семян  
кедра сибирского *Pinus sibirica*

<b>Вид птицы</b>	<b><i>P.sibirica</i></b>	<b><i>Семейство</i></b>
Белая куропатка <i>Lagopus lagopus</i> (L.)	Р	Тетеревиные <i>TETRAONIDAE</i>
Тундрная куропатка <i>Lagopus mutus</i> (Montin)	Р	Тетеревиные <i>TETRAONIDAE</i>
Глухарь <i>Tetrao urogallus</i> (L.)	В	Тетеревиные <i>TETRAONIDAE</i>
Рябчик <i>Tetrastes bonasia</i> (L.)	Р	Тетеревиные <i>TETRAONIDAE</i>
Большая горлица <i>Streptopeliaorientalis</i> (Latham)	Р	Голубиные <i>COLUMBIDAE</i>
Белоспинный дятел <i>Dendrocoposleucotos</i> (Bechst.)	О	Дятловые <i>PICIFORMES</i>
Трёхпалый дятел <i>Picoidestridactylus</i> (L.)	Р	Дятловые <i>PICIFORMES</i>
Сойка <i>Garrulus glandarius</i> (L.)	В	Вороновые <i>CORVIDAE</i>
Сорока <i>Pica pica</i> (L.)	Р	Вороновые <i>CORVIDAE</i>
Кедровка <i>Nucifraga caryocatactes</i> (L.)	О	Вороновые <i>CORVIDAE</i>
Чёрная ворона <i>Corvus corone</i> (L.)	В	Вороновые <i>CORVIDAE</i>
Ворон <i>Corvus corax</i> L.	В	Вороновые <i>CORVIDAE</i>
Обыкновенный поползень <i>Sitta europaea</i> L.	О	Поползневые <i>SITTIDAE</i>
Юрок <i>Fringillamonti fringilla</i> L.	В	Вьюрковые <i>FRINGILLIDAE</i>
Обыкновенная чечевица <i>Carpodacus erythrinus</i> (Pall.)	Р	Вьюрковые <i>FRINGILLIDAE</i>
Сибирская чечевица <i>Carpodacus roseus</i> (Pall.)	Р	Вьюрковые <i>FRINGILLIDAE</i>
Щур <i>Pinicolae nucleator</i> (L.)	О	Вьюрковые <i>FRINGILLIDAE</i>

Вид птицы	<i>P.sibirica</i>	Семейство
Клёст-еловик <i>Loxiacurvirostra</i> L.	Р	Вьюрковые <i>FRINGILLIDAE</i>
Обыкновенный дубонос <i>Coccothraustes coccothraustes</i> (L.)	О	Вьюрковые <i>FRINGILLIDAE</i>

Обозначения: О – основные потребители, В – второстепенные, Р – редкие, прочерк – данных нет.

Кедр сибирский – вечнозелёное хвойное дерево высотой 20-25 м (40) и диаметром ствола до 1,7 метров. Зрелые шишки крупные, вытянутые, яйцевидной формы, сначала фиолетовые, а затем коричневые, 5—8 см шириной, в длину до 13 см; чешуи их плотные, прижатые, на поверхности покрыты короткими жёсткими волосками. Щитки утолщённые, широко ромбовидные, крупные, до 2 см шириной с небольшим белым пупком. Шишки вызревают в течение 14—15 месяцев и опадают в сентябре следующего года. Шишки опадают целиком, не раскрываясь. Каждая шишка содержит от 30 до 150 семян — кедровых «орешков». Семена крупные, 10—14 мм длины и 6—10 мм ширины, косообратно-яйцевидные, тёмно-бурые, без крыльев. Масса 1000 семян — 250 граммов. С одного дерева можно получить до 12 кг «орехов» за сезон. Плодоносить сибирский кедр начинает в среднем через 60 лет, иногда и позже. Обильное семяношение повторяется через три — десять лет

Зарегистрировано 19 видов птиц-карпофагов из 6 семейств и 4 отрядов (табл. 1). Из них основные – белоспинный дятел, кедровка, поползень, щур, обыкновенный дубонос [2]. У разных птиц способы поедания семян различаются. Дятлы и поползни, раздалбливая шишки на ветвях или на земле, извлекают орешки и поедают мякоть. Или же уносят их, укрепляя в трещинах коры (поползни) или в «кузницах» (дятлы), кедровки и дубоносы раскалывают семена в клювах и, выбрасывая скорлупу, съедают содержимое.

Второстепенные потребители семян кедрового –

глухарь, сойка, черная ворона, ворон, юрок.

Редко семена едят рябчики [3] и большие горлицы. Эти птицы заглатывают орешки целиком; ядра семян используют в пищу, а кусочки скорлупы – в качестве гастролитов.

Важная роль в распространении орешков и естественного возобновления кедра сибирского в кедрово-еловых лесах, изменённых в результате хозяйственной деятельности человека и пожаров, принадлежит кедровкам. Они начинают разбивать шишки ещё в середине июня и поедают незрелые семена. В сентябре-октябре кедровки активно запасают орешки, которыми наполняют подъязычные мешки, вмещающие 30-36 семян [4]. Птицы устраивают кладовые обычно на южных склонах под кронами деревьев в рыхлом почвенном слое. В лунки помещают 3-6, редко до 20 орешков. Дальность разноса до 100 м от плодоносящих деревьев. Свои запасы кедровки используют зимой, разыскивая под слоем снега, а также весной и в начале лета, когда выкармливают орешками птенцов.

Основную роль в возобновлении кедра сибирского выполняют поползны [5]. Они начинают расклёвывать семена ещё в середине августа. При этом пользуются «услугами» белок и бурундуков, которые обгрызают чешуйки на шишках. Заготовительный сезон птиц – сентябрь-ноябрь, до выпадения снега, а в урожайные годы – даже поздней осенью и зимой. Вначале поползны запасают семена недалеко от места сбора, затем по одному переносят орешки на свои территории [6].

Места запасаения – щели в коре на стволах и ветках деревьев, под корой пней и валежин, редко в листовой подстилке и верхнем слое почвы. Поползны переносят семена на расстояние до 1.5 км от плодоносящего дерева. Кроме того, они устраивают групповые «посадки» из 3-7 орешков. Следует отметить, что птицы зимой и ранней весной не используют свои запасы орешков, спрятанные

в подстилке, сохраняя их до мая-июня, когда самцы очищенными семенами кормят самок на гнёздах, а позднее – и птенцов [6-7]. Так как орешки обычно прорастают на второй год, поползни могут использовать свои запасы в течение двух гнездовых сезонов. В кедрово-еловых лесах в сезон запасаения семян один поползень за день прячет в среднем от 8 до 30 орешков, что в 30 раз меньше кедровки [8].

В результате обзора литературных данных приводится новая и дополнительная информация о птицах-карпофагах и распространителях семян кедра сибирского. Выявлено 19 видов птиц-потребителей. Из них основные потребители семян хвойных – дятлы *Picidae*, врановые *Corvidae*, синицы *Paridae* и вьюрковые *Fringillidae*. Они питаются семенами кедра сибирского по мере их доступности круглый год, с осени до лета следующего года. Кедровки, поползни, шуры, клесты и сибирские чечевицы ядрами семян кормят гнездовых птенцов и слётков. В урожайные годы птицы-семеноеды зимуют в лесах Западного Алтая, в том числе в суровых условиях. В распространении семян зоохорных растений ведущая роль принадлежит кедровкам и поползням. Запасы птиц размещаются как вблизи от деревьев с шишками, так и на расстоянии 6-7 км (кедровка) и до 1.5 км (поползень). Благодаря птицам происходит расселение хвойных на территориях, где они раньше не произрастали или были уничтожены в результате хозяйственной деятельности человека и пожарами. Процесс возобновления кедра сибирского протекает в основном за счёт прорастания не использованных семян в «кладовых» кедровок и поползней; эти «орешки» составляют фактический семенной фонд возобновления кедра [8]. Кроме того, запасающие корм птицы создают трофические ресурсы и для других потребителей семян хвойных – птиц и мелких млекопитающих.

Таким образом, между птицами-карпофагами

и растениями семейства сосновых существуют сложные и многообразные взаимосвязи. Птицы являются важнейшими агентами диссеминации и одним из факторов естественного возобновления хвойных на Западном Алтае.

### *Литература*

1. *Котухов Ю.А., Иващенко А.А.* Флора Западно-Алтайского заповедника // Труды Западно-Алтайского заповедника, Алматы Tethys, 2007

2. *Нечаев В.А., Нечаев А.А.* Птицы - потребители и распространители семян хвойных пород на дальнем востоке // Рус. орнитол. журн. 2020. Том 29. № 2010. С. 5843-5863

3. *Бромлей Г.Ф., Костенко В.А.* Влияние позвоночных животных на возобновление кедра корейского и сибирского // Итоги изучения лесов Дальнего Востока. Владивосток. 1967. С.195-197.

4. *Бромлей Г.Ф., Костенко В.А.* Биоценотические связи птиц, млекопитающих и кедра сибирского // Фауна и экология наземных позвоночных. 1974. С. 5-41.

5. *Омелько А.М., Омелько М.М., Омелько М.М. (мл.)*. Поползень в воспроизводстве кедра сибирского // Биологические исследования на Горнотаёжной станции. 2001. 7. С.260-282.

6. *Иванова Р. Н.* Кедр сибирский. Иркутск: Иркут. кн. изд-во, 1958.

7. *Бутурлин С.А.* Определитель видов птиц СССР, их подвиды, распространение, польза и вред для хозяйства. 1928.

8. *Мензбир М.А.* Птицы России. М., 1: I-CXXXII, 1-836; 2: I-XV, 837-1120. 1895.

9. *Холодковский Н.А., Силантьев А.А.* Птицы Европы. 1901.

### *Surnina Xeniya*

## **NATURAL BIRDS - CONSUMERS AND DISTRIBUTORS OF SIBERIAN STONE PINE SEEDS**

*West Altai Nature Reserve, Kazakhstan*

Consortative relations of the Siberian stone pine on the territory of the Republican State Institution «Western Altai State Nature Reserve» and the main representatives of the ornithological fauna are considered.

*Танцырев Н.В., Иванова Н.С., Петрова И.В.*  
**ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫСОТЫ НАД УРОВНЕМ  
МОРЯ В ГОРАХ СЕВЕРНОГО УРАЛА**

*Ботанический сад УрО РАН, Россия*

[i.n.s@bk.ru](mailto:i.n.s@bk.ru)

В результате целосезонных наблюдений установлены тесные прямолинейные связи температур воздуха на четырех высотных уровнях в горах Северного Урала, включая горно-тундровый пояс с контрольными температурными данными метеостанции г. Карпинск (Свердловская область). С помощью выявленных связей и полученных уравнений регрессии открывается возможность ретроспективного восстановления динамики термического режима для разновысотных горных местообитаний на Северном Урале за многолетний период по данным метеостанции.

В связи с глобальными изменениями климата прогнозируется снижение устойчивости и биоразнообразия горных биогеоценозов [1-3]. Для Урала, в силу его водорегулирующих функций двух крупных водных бассейнов (Волжско-Камского и Обского), данная проблема стоит особенно остро. Наиболее значимым фактором, определяющим структуры и функционирование экосистем в горах Северного Урала, является температурный фактор [4-6]. Однако данные метеостанций, в связи с их удаленностью, не всегда позволяют выявить региональные и ландшафтные особенности климатических условий для горных систем.

Цель исследований – установление регрессионных связей данных термодатологгеров, в четырех высотных поясах Северного Урала, в том числе выше современной верхней границе леса с температурными данными ближайшей метеостанции.

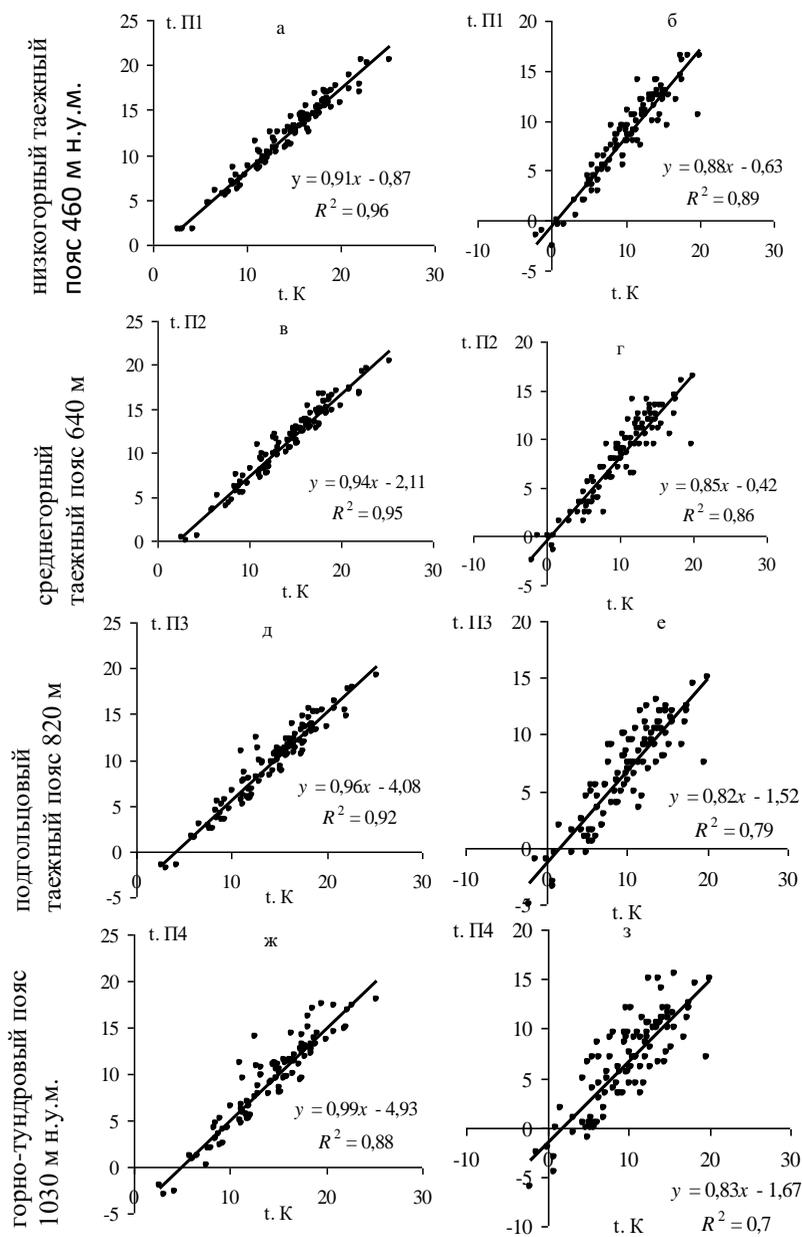
Исследования проводились в течение четырех лет с мая по октябрь в южной части основного водораздела Северного Урала (Свердловская область, 59°30'СШ, 59°15'ВД)

в четырех высотных поясах над уровнем моря (н.у.м.): горно-таежном под пологом кедрового древостоя на высотах 460 м н.у.м. (П1) и 640 м н.у.м. (П2); подгольцовых редкостойных криволесий на высоте 820 м н.у.м. (П3); горной тундры на высоте 1030 м н.у.м. (П4). Запись температур воздуха осуществлялась термодатологгерами на высоте 1,5–2 м от поверхности почвы. Контрольная метеостанция расположена в 60 км от объектов исследования в г. Карпинск (59°46'СШ, 60°00'ВД на высоте 202 м н.у.м.). На основе полученных временных рядов динамики температуры рассчитывалась среднесуточная температура и другие показатели, представленные в таблице 1, где приведены результаты исследований 2019 года. По мере повышения месторасположения проводимых измерений наблюдается снижение среднесуточных температур воздуха, сокращение количества дней со среднесуточной температурой воздуха выше +5 и +10 С° и увеличение разности с данными метеостанции.

**Таблица 1.** Основные температурные параметры на высотных уровнях за летний период с 21 мая по 31 августа 2019 г.

Месторасположение Высота, м н.у.м.	К	П1	П2	П3	П4
Высота, м н.у.м.	202	460	640	820	1030
$N_d$ с $t^\circ > 5\text{ C}^\circ$	100	98	96	88	85
$N_d$ с $t^\circ > 10\text{ C}^\circ$	86	73	67	57	50
$N_d$ с $t^\circ < 0\text{ C}^\circ$	-	-	-	3	3
$\sum(+t^\circ\text{ C})$	1479,1	1249,2	1170,6	1004,2	962,1
$t^\circ$ средняя за летний период	14,8	12,5	11,8	10,1	9,8
$t^\circ$ min	-2,0	-2,5	-3,0	-5,0	-6,0
$t^\circ$ max	+31,4	+25,5	+24,5	+23,5	+23,0
Разность среднесут. температур с К	-	2,2±0,09	3,0±0,01	4,7±0,12	5,1±0,15

Примечание: К – контрольные данные метеостанции г. Карпинск;  $N_d$  – количество дней со среднесуточной температурой;  $t^\circ$  – температура, град. С°;  $\sum(+t^\circ\text{ C})$  – сумма положительных среднесуточных температур



**Рис. 1.** Связь среднесуточных (слева) и минимальных (справа) температур воздуха в горных поясах с данными метеостанции

Для всех высотных уровней, несмотря на проявление резких перепадов температуры, установлена достоверная тесная прямолинейная связь среднесуточных и минимальных температур воздуха, записанных термодатологгерами, с данными метеостанции (рис. 1). Коэффициент детерминации с увеличением высоты местности снижается с 0,96 до 0,88 для средних и с 0,86 до 0,77 для минимальных суточных температур.

Таким образом, с помощью выявленных связей открывается возможность ретроспективного восстановления по данным метеостанции динамики термического режима для разновысотных горных местообитаний Северного Урала за многолетний период, начала и продолжительности вегетационного периода в тот или иной год, летних заморозков и других погодных факторов, определяющих появление и выживание всходов древесных растений.

Работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

#### *Литература*

1. *Shirk A.J., Cushman S.A., Waring K.M., Wehenkel C.A., Leal-Sáenz A., Toney C., Lopez-Sanchez C.A.* Southwestern white pine (*Pinus strobiformis*) species distribution models project a large range shift and contraction due to regional climatic changes // *Forest Ecology and Management*. 2018. Vol. 411. P. 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.01.025>.
2. *Kellomäki S.* Managing Boreal Forests in the Context of Climate Change: Impacts, Adaptation and Climate Change Mitigation. CRC Press, 2016. <https://doi.org/10.1201/9781315166063>
3. *Ivanova N., Fomin V., Kusbach A.* Experience of Forest Ecological Classification in Assessment of Vegetation Dynamics // *Sustainability*. 2022. Vol. 14. № 6. P. 3384. <https://doi.org/10.3390/su14063384>.
4. *Шиятов С.Г., Мазена В.С.* Современная экспансия лиственницы сибирской в горную тундру Полярного Урала // *Экология*. 2015. № 6. С. 403-410.

<https://doi.org/10.1134/s1067413615060168>

5. Санников С.Н., Танцырев Н.В., Петрова И.В. Инвазия популяций сосны сибирской в горную тундру Северного Урала // Сибирский экологический журнал. 2018. № 4. С. 449-461.

<https://doi.org/10.15372/SEJ20180406>

6. Fomin V., Mikhailovich A., Golikov D., Agapitov E. Reconstruction of the expansion of Siberian larch into the mountain tundra in the Polar Urals in the 20th—early 21st centuries // Forests. 2022. Vol. 13. <https://doi.org/10.3390/f13030419>

*N.V. Tantsyrev, N.S. Ivanova, I.V. Petrova*

**AIR TEMPERATURE CHANGES DUE TO ALTITUDE ABOVE  
SEA LEVEL IN THE NORTHERN URALS MOUNTAINS**

*Institute Botanic Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences,  
Russia*

As a result of all-seasonal observations, close linear relationships were established between air temperatures at four altitude levels in the mountains of the Northern Urals, including the mountain-tundra zone, with control temperature data from the meteorological station in Karpinsk town (Sverdlovsk Region). With the help of the identified relationships and the obtained regression equations, it is possible to retrospectively restore the dynamics of the thermal regime for mountain habitats of different altitudes in the Northern Urals over a long period according to the weather station.

**Темирбеков Р.О., Мусаев А.К., Исраилова И.О.**  
**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРПОВЫХ**  
**РЫБ НИЗОВЬЕВ РЕКИ АМУДАРЬИ**

*Каракалпакский научно-исследовательский институт  
естественных наук Академии наук Республики Узбекистан*  
[r.temirbekov@mail.ru](mailto:r.temirbekov@mail.ru)

В данной работе приведены результаты многолетних комплексных научных исследований, проведенных в низовьях реки Амударьи.

Основным материалом исследования послужили собственные сборы ихтиологического материала рыбного населения для определения его современного рыбопромыслового состояния.

Объектом исследования послужили карповые рыбы различных *групп и статуса*. В результате исследований выявлен современный состав фауны карповых рыб низовьев реки Амударьи, их экологические особенности и промысловый статус в связи с антропогенной трансформацией гидрологического режима реки.

Бассейн реки Амударьи – один из крупнейших рек Центральной Азии, который располагается в аридной зоне и находится под интенсивным воздействием, связанным с сельскохозяйственным развитием, изменением климата. Гидрографическая сеть низовьев Амударьи слагается из основного русла реки, дельтовых притоков, многочисленных оросительных каналов и разветвлений, коллекторно-дренажной сети и озер. Сток Амударьи для территории низовьев реки является практически единственным источником воды и главным фактором гидрологического состояния низовьев и дельты реки [1, с.154].

Использованы стандартные методы ихтиологических исследований: натурные наблюдения, наблюдения за размножением ведущих промысловых видов.

Проведен мониторинг и сбор ихтиологического материала рыбного населения для определения его современного рыбопромыслового состояния, а также проведены

наблюдения за водными параметрами озера (температура, кислород, рН), гидробиологические и гидрохимические анализы.

Обработку собранного материала проводили по общепринятой методике [2, с.376].

Изменение гидрорежима Амударьи и разрыв ее связи с Аральским морем особенно негативно отразилось на биоте низовьев Амударьи. Изменения в составе рыбного населения проявились в исчезновении многих аборигенов, их проходных и полупроходных популяций, из 40 видов рыб-аборигенов, обитавших в равнинной части Амударьи [3, с.3-79] практически все 12 видов эндемиков и реликтов Амударьинского бассейна, за исключением одного вида – остролучки *Capoetobrama kuscha-kewitschi* (Kessler, 1872).

В процессе научных исследований выявлен современный состав фауны карповых рыб низовьев реки Амударьи и ее изменения. В настоящее время ихтиофауна низовьев Амударьи насчитывает 37 видов рыб, относящихся к 13 семействам. Из них 23 таксона (62,1%) составляют Семейство Карповые – Cyprinidae. Они являются доминирующими, как по числу видов, так и по размеру популяций и составляют более половины всей ихтиофауны региона.

В составе карповых рыб низовьев Амударьи по образу жизни доминируют туводные лимнофильные виды. Лимнофилов, предпочитающих стоячую воду с зарослями растений, среди карповых низовьев Амударьи 9 (39,13%) видов - это лещ, белый и пестрый толстолобики, красноперка, белый амур, амурский белый лещ, серебряный карась, сазан, амурский чебачок. Реофильных видов, постоянно обитающих в текущих водах (русле Амударьи или в каналах) - 2 (8,7 %) - остролучка и полосатая быстрянка. У большинства видов в той или иной степени часть жизни связана с озерами или их прибрежными мелководьями, омываемых течением. Эти виды входят в группу рео-

лимнофилов, объединяющую пелагические виды, обитающих в верхних слоях воды, их 7 (30,43%) видов: белоглазка, жерех, чехонь, черный амур, глазчатый горчак, речная абботтина и корейская востробрюшка. Лимно-реофилов среди карповых низовьев Амударьи - 5 (21,74%) видов. Они обитают в более разнообразных условиях, сочетающих в себе и быстрое течение, и участки с его отсутствием, и заиленными грунтами – шемай, туркестанский яз, плотва, аральский усач, туркестанский усач.

По типу питания карповые рыбы низовьев Амударьи распределяются так: наибольшее число видов принадлежит к числу эврифагов - 8 (34,8%); далее по убывающей идут фитофаги – 6 (26%); бентофаги – 5 (21,8%); хищники – 2 (8,7%) и планктофаги, также 2 вида (8,7%).

В составе комплекса карповых рыб низовьев Амударьи по особенностям размножения преобладают фитофильные рыбы (10 видов, 43,5%) и пелагофилы (8 видов, 34,8%). На долю литофилов, псаммо-литофилов и видов, нерестящихся на мягком илистом грунте на мелководье приходится 4 вида (17,4%) и вид – глазчатый горчак остракофил (4,3%).

Таким образом, в водоемах и водотоках низовьев Амударьи произошла структурная перестройка сообществ рыб, сопровождающаяся изменением видового состава, образа жизни и экологических групп и, соответственно, продуктивности популяций. Сохранились популяции озерно-речных лимнофильных видов, перешедших к оседлому образу (сазан, плотва и др.), а также экологически пластичного вида - серебряного карася. Благоприятные условия для нереста и формирования промысловых популяций в водоемах низовьев Амударьи сложились для реофильных пелагофильных карповых рыб интродуцентов за счет их поголовья, обитающего в русле Амударьи выше Туямуюнского гидрокompлекса.

### *Литература*

1. *Духовный В.А., Тучин А.И., Таимухамедов Б.А., Курбанбаев Е., де Шуттер Ю., и др.* Южное Приаралье – новые перспективы. Ташкент: НИЦ МКВК, 2003.

2. *Правдин И.В.* Руководство по изучению рыб. Москва: Пищевая промышленность, 1966.

3. *Никольский Г.В., Панкратова В.Я., Ягудина С.И.* Материалы по рыбному хозяйству среднего и нижнего течения Амударьи // Тр. Аральск. науч. рыбохоз. ст. 1933. Т. I. С. 3-79

***Temirbekov R.O., Musaev A.K., Israilova I.O.***

### **ECOLOGICAL FEATURES OF CARP FISHES OF THE LOWER REACHES OF THE AMUDARYA RIVER**

*Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

This paper presents the results of many years of complex scientific research conducted in the lower reaches of the Amudarya River.

The main material of the study was our own collection of ichthyological material of the fish population to determine its current fishing status. The object of the study was carp fish of various groups and status. As a result of the research, the modern composition of the cyprinid fish fauna of the lower reaches of the Amudarya River, their ecological features and commercial status in connection with the anthropogenic transformation of the hydrological regime of the river were revealed.

*Хименес Альварес М.<sup>1</sup>, Реатеги Бетанкур Х.<sup>1</sup>,  
Горецкая М.Я.<sup>2</sup>, Бёме И.Р.<sup>2</sup>*

**СВЯЗЬ АКУСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ  
ВОРОБЬИНООБРАЗНЫХ ПТИЦ  
С ЭКОАКУСТИЧЕСКИМИ ИНДЕКСАМИ**

*<sup>1</sup>Российский Университет Дружбы Народов, Россия*

*<sup>2</sup>Московский Государственный Университет*

*имени М.В. Ломоносова, Россия*

[josereategui7@gmail.com](mailto:josereategui7@gmail.com)

На примере пения воробьинообразных птиц в Московской обл. проведено определение связи акустической активности птиц со значениями пяти эоакустических индексов: индекс акустической сложности (АСИ), биоакустический индекс (БИО), индекс акустического разнообразия (АДИ), индекс акустической однородности (АЕИ) и нормализованный индекс различий звукового ландшафта (NDSI). Запись велась в период с 7 по 19 июня 2020 г., чередуя 30 минут записи и 30 минут перерыва. Чтобы определить акустическую активность птиц, в каждой из записей продолжительностью 30 минут подсчитывалось количество песен для каждого вида птиц, идентифицированного ранее, с помощью программного обеспечения Avisoft-SASLab. Полученные результаты показали, что примененные индексы отражают активность пения птиц.

Исследования в области эоакустики основаны на изучении экологической роли звуков из биологических, геофизических и антропогенных источников. Пассивный акустический мониторинг (РАМ) обычно включает сбор больших объемов акустических данных, которые затем анализируются в эоакустических исследованиях.

Акустические данные используется для решения широкого круга вопросов, касающихся влияния изменений окружающей среды на численность, фенологию, распространение и выживаемость видов. Для анализа данных променяют широко используемые в эоакустике акустические индексы, которые могут использоваться для

количественной оценки, например, акустической сложности, разнообразия или однородности звукового ландшафта в конкретном месте за ограниченный период времени. Несмотря на то, что биоакустические индексы не являются идеальными показателями определения разнообразия птиц, они дают возможность определить, как на акустическое разнообразие влияют различные экологические факторы [1,2]. Целью нашей работы было определить связь акустической активности воробьинообразных птиц со значениями эоакустических индексов.

В задачи входило:

- определение видового состава птиц по их песням;
- определение акустической активности птиц;
- анализ связи акустической активности с показателями эоакустических индексов.

На ЗБС МГУ и в Экопарке «Начинание» были развешены согметры (SongMeter SM4), автоматические записывающие устройства. Запись велась в период с 7 по 19 июня 2020 г., чередуя 30 минут записи и 30 минут перерыва. Чтобы определить акустическую активность птиц, в каждой из записей продолжительностью 30 минут подсчитывалось количество песен для каждого вида птиц, идентифицированного ранее, с помощью программного обеспечения Avisoft-SASLab. По этим же данным были подсчитаны пять эоакустических индексов: индекс акустической сложности (ACI), биоакустический индекс (BIO), индекс акустического разнообразия (ADI), индекс акустической однородности (AEI) и нормализованный индекс различий звукового ландшафта (NDSI).

В процессе работы было выявлено 20 видов птиц (табл.1).

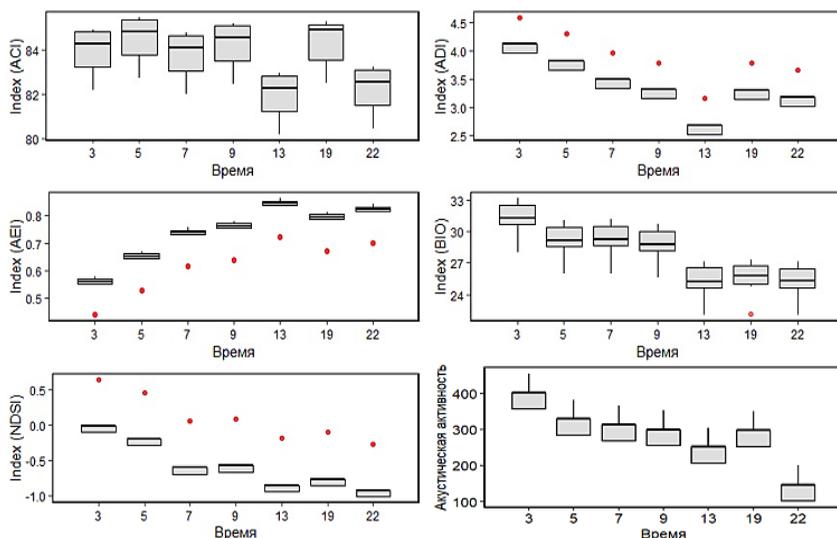
**Таблица 1.** Выявленные виды и их активность пения

<b>Species</b>	<b>Вид</b>	<b>Общее количество песен</b>
<i>Fringilla coelebs</i>	Зяблик	6950
<i>Turdus philomelos</i>	Певчий дрозд	2779
<i>Sylvia atricapilla</i>	Славка черноголовка	1924
<i>Ficedula hypoleuca</i>	Мухоловка-пеструшка	1616
<i>Parus major</i>	Большая синица	1546
<i>Turdus merula</i>	Чёрный дрозд	1446
<i>Erithacus rubecula</i>	Зарянка	1367
<i>Phylloscopus collybita</i>	Пеночка-теньковка	1169
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Пеночка-весничка	1033
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Крапивник	899
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Пеночка-трещотка	584
<i>Regulus regulus</i>	Желтоголовый королек	500
<i>Turdus iliacus</i>	Дрозд белобровик	451
<i>Muscicapa striata</i>	Серая мухоловка	443
<i>Phylloscopus trochiloides</i>	Зеленая пеночка	266
<i>Sylvia borin</i>	Садовая славка	215
<i>Oriolus oriolus</i>	Иволга	116
<i>Aegithalus caudatus</i>	Длиннохвостая синица	98
<i>Pica pica</i>	Сорока	45
<i>Periparus ater</i>	Московка	7

Максимально акустически активным был зяблик, наименьшая активность пения была отмечена у синицы московки.

Характер изменения индексов оказался схожим с изменением активности пения птиц. Максимум акустической активности, как и максимум индексов акустической сложности среды и биоразнообразия

приходилось на утренние часы (рис. 1).



**Рис. 1.** Суточная изменчивость акустических индексов и активности пения птиц

Таким образом, примененные индексы отражают активность пения птиц.

Авторы выражают признательность Экопарку «Начинание» за предоставление приборов и возможности работать на территории парка.

### Литература

1. Farina A. Perspectives in ecoacoustics: A contribution to defining a discipline // Journal of Ecoacoustics. 2018.V. 2. P. 1-19.
2. Pavan G., Favaretto A., Bovelacci B., Scaravelli D., Macchio S., Glotin H. Bioacoustics and ecoacoustics applied to environmental monitoring and management // Rivista Italiana di Acustica. 2015.V. 39. №2. P. 68-74.

*Jiménez Álvarez M.<sup>1</sup>, Reátegui Betancourt J.<sup>1</sup>,  
Goretskaya M. J.<sup>2</sup>, Boehme I.R.<sup>2</sup>*

**RELATIONSHIP BETWEEN ACOUSTIC ACTIVITY  
OF PASSERINE BIRDS AND ECOACOUSTIC INDICES**

*<sup>1</sup> People's Friendship University of Russia*

*<sup>2</sup> Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Russia*

We determined the relationship between the acoustic activity of birds and the values of five ecoacoustic indices: acoustic complexity index (ACI), bioacoustic index (BIO), acoustic diversity index (ADI), acoustic homogeneity index (AEI) and normalized difference index of sound landscape (NDSI) by the example of passerine birds singing in Moscow region. Recordings were made between June 7 and June 19, 2020, alternating 30 minutes of recording and 30 minutes of interruption. To determine the acoustic activity of birds, the number of songs for each bird species previously identified was counted in each of the 30-minute recordings using Avisoft-SASLab software. The results showed that the indices applied reflected the singing activity of birds.

*Цховребова А.И., Дзуцева Р.К.,  
Марышева Д.А., Чочиева Н.Д.*

**ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ ИЗ БЕНТОНИТА  
НА РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ЭМБРИОНАЛЬНОГО  
И ЛИЧИНОЧНОГО РАЗВИТИЯ БЕСХВОСТЫХ  
АМФИБИЙ (ANURA)**

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

Зародыши и личинки бесхвостых амфибий обладают низким уровнем выносливости, они быстрее воспринимают незначительные отклонения факторов окружающей среды, поэтому их используют в качестве тест-систем. Бентонитовые глины нашли широкое применение в сельском хозяйстве в качестве минеральных добавок, однако влияние на развитие бесхвостых амфибий малоизученно. Исследования показали, что кратковременное воздействие вытяжки из бентонита влияет положительно на морфометрические параметры личинок бесхвостых амфибий. Более длительное воздействие вытяжки из бентонита сказывается отрицательно на линейные размеры.

В настоящее время для оценки и прогноза состояния экосистем, подверженных действию различных веществ, используют в качестве биологических индикаторов личинки амфибий. Зародыши и личинки обладают низким уровнем толерантности, они быстрее воспринимают незначительные отклонения факторов окружающей среды [4].

В работе дана оценка последствия влияния вытяжки из бентонита на видовое и внутривидовое разнообразие по показателям реагирования личиночных стадий сибсов бесхвостых амфибий. Бентонитовые глины широко применяются в сельском хозяйстве в качестве минеральной подкормки. Однако их влияние на развитие земноводных практически не изучено. Проведенные нами лабораторные исследования особенно показательны на ранних стадиях онтогенеза в плане воздействия растворов бентонитовой

глины на объекты нашего исследования, и возможности их экстраполяции на аналогичные стадии развития других гидробионтов [1,2,3].

В данной работе обобщены результаты влияния вытяжки из бентонита на эмбриональный и ранний постэмбриональный периоды развития личинок бесхвостых амфибий [5,6].

Для изучения морфометрической изменчивости личинок малоазиатской и озерной лягушек после воздействия водной вытяжки из бентонита на эмбриональный и личиночный периоды были проведены две серии опытов. Каждая серия состояла из четырех опытов, где зародыши развивались в экстракте из бентонита в различные периоды, до воздействия зародыши развивались в отстоянной водопроводной воде. В первом варианте опыта развитие личинок в водной вытяжке из бентонита происходила от стадии бластулы до образования задних конечностей, втором - от стадии гастролы до образования задних конечностей, третьем - нейрулы до образования задних конечностей, четвертом - стадии хвостовой почки до образования задних конечностей. У личинок были измерены длина тела, длина туловища, длина хвоста, высота хвоста у корня, с помощью бинокулярного микроскопа. Результаты измерений были проанализированы с помощью статистической программы «Stadia».

Результаты влияния экстракта из бентонита на эмбриональное и личиночное развитие малоазиатской лягушки *Rana macroscnemis* (Boulenger, 1885) показали следующее. Во всех опытных группах по критерию Стьюдента и критерию Вилкоксона обнаружено достоверное уменьшение всех линейных размеров личинок малоазиатской лягушки по сравнению с контролем. Сравнительный анализ по критериям Фишера и Ансари - Бредли установили достоверные различия между дисперсиями длины тела и длины хвоста, однако по длине туловища и высоте хвоста

у корня различия были не обнаружены. В соответствии с критерием Колмогорова – Смирнова обнаружены интегральные отличия между линейными размерами сравниваемых групп личинок (табл. 1).

В контрольной группе анализируемые признаки варьируют в слабой степени (5-7%), а в опытных группах в слабой степени варьирует только длина туловища (6-10%), а остальные исследуемые параметры изменчивы в средней степени (11-15%).

**Таблица 1.** Статистические сравнения показателей личинок лягушки малоазиатской в контроле и экспериментальных группах под воздействием экстракта из бентонита

Параметр	Критерий	Эксперимент №			
		1	2	3	4
Длина тела	Критерий Фишера	F=0,3654 P<0,01	F=0,3832 P<0,001	F=0,2669 P<0,001	F=0,4718 P<0,01
	Критерий Стьюдента	t=8,754 P<0,001	t=7,106 P<0,001	t=9,653 P<0,001	t=26,46 P<0,001
Длина хвоста	Критерий Фишера	F=0,27, P<0,001	F=0,3332, P<0,001	F=0,203, P<0,001	F=0,412, P<0,01
	Критерий Стьюдента	t= 8,018 P<0,001	t= 6,414 P<0,001	t= 8,973 P<0,001	t= 24,14 P<0,001
Длина туловища	Т-критерий Вилкоксона	T= 339 P<0,001	T =329 P<0,001	T =342 P<0,001	T =363 P<0,001
	Критерий Ансари – Бредли	S =1271, P>0,05	S =1288, P>0,05	S =1318, P>0,05	S =1225, P>0,05
	λ-критерий Колмогорова-Смирнова	λ =0,7, P<0,001	λ =0,6 P<0,001	λ =0,8 P<0,001	λ =1, P<0,001
Высота хвоста у корня	Т-критерий Вилкоксона	T =341 P<0,001	T =3508 P<0,001	T =3528 P<0,001	T =341 P<0,001
	Критерий Ансари – Бредли	S =1265 P>0,05	S =1235 P>0,05	S =1224 P>0,05	S =1265 P>0,05
	λ-критерий Колмогорова-Смирнова	λ =0,74 P<0,001	λ =0,74 P<0,001	λ =0,85 P<0,001	λ =0,74 P<0,001

Сравнительный анализ средних значений по критериям Стьюдента и Вилкоксона во всех экспериментальных группах показал достоверное уменьшение всех сравниваемых параметров у личинок озерной лягушки. По критерию Фишера и критерию Ансари - Бредли сравнительный анализ не установил достоверных различий между дисперсиями анализируемых линейных параметров личинок. В соответствии с критерием Колмогорова – Смирнова обнаружены интегральные отличия между морфометрическими параметрами личинок сравниваемых групп (табл. 2).

**Таблица 2.** Статистические сравнения показателей личинок лягушки озерной в контроле и экспериментальных группах под воздействием экстракта из бентонита

Параметр	Критерий	Эксперимент №			
		1	2	3	4
Длина тела	Критерий Фишера	F=0,69, P>0,05	F=0,86, P>0,05	F=0,869, P>0,05	F=1,09, P>0,05
	Критерий Стьюдента	t= 30,7 P<0,001	t=13,4 P<0,001	t=11,4 P<0,001	t= 57,2 P<0,001
Длина хвоста	Т-критерий Вилкоксона	T =3626, P<0,001	T =3545, P<0,001	T =3626, P<0,001	T =3626, P<0,001
	Критерий Ансари – Бредли	S =1225, P>0,05	S =1217, P>0,05	S =1225, P>0,05	S =1225, P>0,05
	λ-критерий Колмогорова-Смирнова	λ =1, P<0,001	λ =0,8, P<0,001	λ =1, P<0,001	λ =1, P<0,001
Длина туловища	Т-критерий Вилкоксона	T =3626, P<0,001	T =349, P<0,001	T =3626, P<0,001	T =3626, P<0,001
	Критерий Ансари – Бредли	S =1225, P>0,05	Za=1227, P>0,05	S =1225, P>0,05	S =1225, P>0,05
	λ-критерий Колмогорова-Смирнова	λ =1, P<0,001	λ =0,8, P<0,001	λ =1, P<0,001	λ =1, P<0,001
Высота	Т-критерий	T =3626,	T =3403,	T =3626,	T =3626,

хвоста у корня	Вилкоксона	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001
	Критерий Ансари – Бредли	S =1225, P>0,05	S =1292, P>0,05	S =1225, P>0,05	S =1225, P>0,05
	λ-критерий Колмогорова- Смирнова	λ =1, P<0,001	λ =0,72, P<0,001	λ =1, P<0,001	λ =1, P<0,001

Результаты воздействия вытяжки из бентонита на периоды эмбрионального и постэмбриогенного периодов показали, что анализируемые линейные параметры личинок опытных групп достоверно стали меньше по сравнению с контрольными личинками, особенно в период воздействия от образования хвостовой почки до образования задних конечностей. По коэффициенту вариации линейные параметры в опытных группах стали более изменчивы по сравнению с контролем, за исключением длины туловища. То есть, длительное непрерывное воздействие водной вытяжкой из бентонитовой глины в конечном итоге выражается в задержке линейного роста головастиков, а также в увеличении изменчивости линейных параметров личинок. Таким образом, можно предполагать, что морфометрические изменения линейных размеров личинок связаны с изменениями ряда цитологических, морфофизиологических параметров на уровне обмена веществ. Обобщая результаты исследований можно предположить, что длительное воздействие водной вытяжки из бентонитовой глины на ранние стадии развития амфибий приводит к уменьшению линейных размеров головастиков по сравнению с контрольными, а кратковременное воздействие приводит либо к ускорению роста линейных размеров параметров, либо параметры не меняются по сравнению с контролем.

#### *Литература*

1. *Ильяшик А.В., Соловьева Е.В., Локтионова Ю.В., Любченко О.Н., Марцун А.Н., Шама В.В.* Использование бентонитовых глин

при подготовке комбикормового сырья // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2012. №1 (325). С. 64-66.

2. *Кцова З.А., Дзагуров Б.А., Баева З.Т.* Bentonитовая глина - эффективная добавка для повышения качества мяса свиней // Новая наука: Проблемы и перспективы. 2016. № 115-3. С. 254-256.

3. *Петрова Ю.В., Бачинская В.М., Спивак М.А.* Опыт применения сорбентов на основе бентонитовой глины в животноводстве // Инновационная наука. 2020. № 6. С. 164-165.

4. *Пястолова О.А.* Об использовании личинок амфибий в экспериментальных экологических исследованиях Первое всесоюзное совещание по проблемам зоокультуры. Тезисы докладов. Часть 2. Москва, 1986. С. 142-144.

5. *Цховребова А.И., Калабеков А.Л., Чибирова К.Ю., Козаишвили М.В.* Воздействие водной вытяжки из бентонита на эмбриогенез и ранний постэмбриогенез жабы зеленой // В сборнике: Актуальные проблемы химии, биологии и биотехнологии. Материалы XII Всероссийской с международным участием научной конференции. 2019. С. 101-106.

6. *Цховребова А.И.* Влияние факторов среды на развитие бесхвостых амфибий северных склонов Центрального Кавказа: автореф. дисс.канд.биол. наук / ГГАУ. Владикавказ, 2015.

*A. I. Tskhovrebova, R.K. Dzutseva,*

*D. A. Marysheva, N. D. Chochieva*

**INFLUENCE OF BENTONITE WATER EXTRACT  
ON DIFFERENT PERIODS OF EMBRYONIC AND LARVAL  
DEVELOPMENT OF TAILLESS AMPHIBIANS (ANURA)**

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

Embryos and larvae of tailless amphibians bark with a low level of endurance, they perceive minor deviations of environmental factors faster, so they are used as test systems. Bentonite clays are widely used in agriculture as mineral additives, but the effect on the development of tailless amphibians is poorly studied. Studies have shown that short-term exposure to bentonite extract has a positive effect on the morphometric parameters of tailless amphibian larvae. A longer exposure to bentonite extract has a negative effect on linear dimensions.

*Чередниченко О.Г.<sup>1</sup>, Мить Н.В., Магда И.Н.<sup>3</sup>,  
Иanelова З.А.<sup>2</sup>, Пилюгина А.Л.<sup>1</sup>, Бекманов Б.О.<sup>1</sup>, Нигай Н.Л.<sup>1</sup>*

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ТЕРРИТОРИИ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ  
БИОИНДИКАТОРНЫХ ВИДОВ  
В ГОСУДАРСТВЕННОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ  
"АЛТЫН ЭМЕЛЬ", КАЗАХСТАН**

<sup>1</sup>*Институт генетики и физиологии КН МОН РК, Казахстан*

<sup>2</sup>*Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби,  
Казахстан*

<sup>3</sup>*Институт зоологии КН МОН РК, Казахстан*

[cherogen70@mail.ru](mailto:cherogen70@mail.ru)

Для анализа экологического состояния территории Государственного Национального парка «Алтын-Эмель» проведено определение содержания стойких органических загрязнителей и тяжелых металлов в образцах воды, почвы и индикаторных растениях. Осуществлено радиодозиметрическое исследование территории. Представлены результаты исследования видового состава флоры и фауны, цитогенетического и эколого-фаунистического исследования индикаторных растений и животных, обитающих на исследуемой территории. Химический анализ отобранных образцов выявил наличие отдельных загрязнителей из числа СОЗ и ТМ, некоторые из которых превышали ПДК. Сравнительный анализ индикаторных животных показал, что их цитогенетический гомеостаз, морфофункциональные показатели, габитус, метрические и экологические характеристики находятся в пределах нормы для животных, обитающих в Казахстане.

В республике Казахстан широко представлены территории с различными видами и источниками загрязнения окружающей среды (радиационное – естественное и техногенное, химическое – тяжелые металлы, стойкие органические загрязнители). Многими группами ученых Республики проводятся работы по экологическому и генетическому мониторингу этих территорий и обитающей

на них флоры и фауны. В таких исследованиях особо остро встает проблема выбора контрольной территории или территории сравнения. В качестве контрольного участка необходима территория, имеющая сравнительно близкие физико-географические и климатические особенности с похожими флоро-фаунистическими и индикаторными группами. Такой территорией для многих областей является государственный национальный природный парк (ГНПП) «Алтын-Эмель» (Кербулакский р-н Алматинской обл.).

Для общей оценки экологической обстановки территории государственного национального природного парка «Алтын-Эмель» проведены исследования на степень загрязнения воды и почвы стойкими органическими загрязнителями (СОЗ) и тяжелыми металлами [1], радиодозиметрическое исследование территории [2]. С целью оценки экологического благополучия проведены исследования видового состава флоры и фауны, содержания СОЗ и ТМ в доминантных растениях [3], а также цитогенетическое [4] и эколого-фаунистическое изучение индикаторных групп животных [5].

Материалом для исследований явились пробы воды и почвы из ГНПП «Алтын-Эмель». В качестве индикаторных объектов из среды обитания использовали наиболее распространенные природные популяции рыб, амфибий, птиц и мышевидных грызунов. Объектами исследования также явились доминантные дикие и кормовые растения.

Оценка экологического состояния территории ГНПП Алтын Эмель показала наличие в образцах воды, почвы и индикаторных растениях отдельных загрязнителей из числа СОЗ и ТМ. Выявлено наличие следовых количеств ДДТ и его метаболитов ДДЭ и 4,4- ДДД,  $\beta$  ГХЦГ, а также альдрин, дельдрин, превышающих ПДК. На сравниваемых территориях спектр выявленных СОЗ был гораздо выше, и их наименования, превышающие ПДК, составили от 3 до 9. В почве Национального парка выявлено наличие таких

тяжелых металлов, как Ni, Cd и Zn, причем содержание никеля в разных образцах находится практически равно, либо слегка превышает ПДК. На сравниваемых территориях местами наблюдается превышение ПДК кроме никеля еще по цинку, кадмию и меди. Таким образом, по уровню загрязнения почв территория Национального парка является гораздо более благоприятной в экологическом отношении. В природной воде ГНПП «Алтын Эмель» выявлены дибутилэндан и  $\delta$ -ГХЦГ, Zn, Ni, Cu и Cr в концентрациях ниже ПДК. В индикаторных растениях выявлен больший спектр СОЗ, чем в образцах почв. Это может быть вызвано пятнистостью химического загрязнения и/или большей аккумулярующей способностью индикаторных растений. В образцах растений наблюдается превышение допустимой нормы Cd, Zn, Fe. Следует отметить, что наибольший накопительный эффект по СОЗ и ТМ обладают растения *Artemisia annua*, *Trifolium pratense*. При анализе данных химического загрязнения в образцах воды, почвы и индикаторных растениях из ГНПП наблюдается значительно более низкий уровень СОЗ и практически одинаковый уровень ТМ в отношении территорий сравнения.

Анализ радиоэкологической ситуации в Национальном парке «Алтын-Эмель» показал, что принятые характеристики МЭД и радиоактивного загрязнения поверхности земли не выходят за границы нормальных показателей. Исключение составляет локальный участок (7-9 м<sup>2</sup>), где в контуре самоизливающейся скважины («Сулучекинское» урановое месторождение) установлены значения МЭД в диапазоне 0,26–2,99 мкЗв/ч, что превышает допустимые значения (0,57 мкЗв/ч) [6]. Небольшая площадь аномальной зоны не оказывает существенного влияния на объекты окружающей среды на территории ГНПП «Алтын-Эмель».

Видовое разнообразие доминантных и кормовых растений, произрастающих в ГНПП без принципиальных территориальных особенностей. Оценка биоразнообразия

и состояния наземной и водной фауны эндемичных видов и индикаторных групп позвоночных животных показало их значительно больший видовой состав, чем вне территории Национального парка.

Оценка морфо-функциональных характеристик индикаторных животных показала, что их габитус, метрические, функциональные и экологические характеристики находятся в пределах нормы. Аномалий, которые могли бы быть связаны с антропогенными загрязнениями [7] не обнаружено. Оценка цитогенетического гомеостаза также [4] не выявила значительных нарушений генетического аппарата индикаторных животных. За исключением проявления морфо-функциональных изменений и цитогенетических нарушений у рыб *Pseudorasbora parva*, обитающих вблизи радиоактивной скважины, что, вероятно, связано с проявлением локального радиоактивного загрязнения, не имеющего негативного влияния на всю территорию Национального парка «Алтын-Эмель».

#### Литература

1. Ильин Б.В., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях. Новосибирск, 2001.
2. Шишков И.А., Бахур А.Е. Лабораторно-методическое обеспечение радиоэкологических исследований в Республике Казахстан //Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. 2013. №5 (401). С.78-84
3. Lozowicka B., Kaczynski, P., Paritova, A. C., Kuzembekova, G.B., Abzhalieva, A. B., Sarsembayeva, N. B., & Alihan, K. Pesticide residues in grain from Kazakhstan and potential health risks associated with exposure to detected pesticides // Food and Chemical Toxicology. 2013. №64. P. 238–248.
4. Favio E. Pollo, Clarisa L. Bionda Common toad *Rhinella arenarum* (Hensel, 1867) and its importance in assessing environmental health: test of micronuclei and nuclear abnormalities in erythrocytes // Environmental Monitoring and Assessment. 2015. 187:581. P. 2-4.

5. Мамилов Н.Ш., Балабиева Г.К. О пределах изменчивости морфометрических показателей балиторовых рыб (Balitoridae; Surriniformes; Osteichthyes) Балхашского бассейна // Selevinia. Алматы: Союз охраны птиц Казахстана. 2010. С. 34-37

6. Сушко С.М., Шишков И.А., Вершков А.Ф. Уранодобывающая отрасль Казахстана и перспективы ее развития // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. 2013. №5. С.61-69.

7. Боркин Л.Я., Безман-Мосейко О.С., Литвинчук С.Н. Оценка встречаемости аномалий в природных популяциях (на примере амфибий) // Труды Зоологического института РАН. 2012. Т. 316. №4. С. 324-343.

*Cherednichenko O.G.<sup>1</sup>, Mit N.V.<sup>1</sup>, Magda I.N.<sup>3</sup>,*

*Inelova Z.A.<sup>2</sup>, Pilyugina A.L.<sup>1</sup>, Bekmanov B.O.<sup>1</sup>, Nigai N.L.<sup>1</sup>*

**ECOLOGICAL CHARACTERISATION OF THE AREA AND ASSESSMENT OF THE STATUS OF BIOINDICATOR SPECIES IN ALTYN EMEL STATE NATIONAL PARK, KAZAKHSTAN**

*<sup>1</sup>Institute of Genetics and Physiology KN MES RK*

*<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University*

*<sup>3</sup>Institute of Zoology, Kazakhstan*

To analyze the environmental condition of the territory of the Altyn Emel State National Park, the content of persistent organic pollutants and heavy metals was determined in samples of water, soil and indicator plants. Radiodosimetric study of the territory was carried out. The results of the study of the species composition of flora and fauna, cytogenetic and ecological-faunistic study of indicator plants and animals inhabiting the study area are presented. Chemical analysis of selected samples revealed the presence of individual pollutants of POPs and HM, some of which exceeded the MPC. Comparative analysis of indicator animals showed that their cytogenetic homeostasis, morphofunctional indicators, habitus, metric and ecological characteristics are within the norm for animals living in Kazakhstan.

*Черчесова С.К., Мамаев В.И., Джисоева И.Э.,  
Новаторов О.А., Калоева А.С.*

**АМФИБИОТИЧЕСКИЕ НАСЕКОМЫЕ  
ЗРУГСКОГО УЩЕЛЬЯ (РСО-АЛАНИЯ)**

*Северо-Осетинский государственный университет  
имени К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ, Россия  
[cherchesova@yandex.ru](mailto:cherchesova@yandex.ru)*

Основу донных сообществ водотоков Центрального Кавказа (северные склоны) составляют представители литореофильной фауны – преимагинальные стадии развития амфибиотических и водных насекомых (Insecta: Plecoptera, Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera), а также сообщества гидробионтов (ракообразные, планарии, моллюски). Большинство видов – эндемики Кавказа и субэндемики. Стабильность водных экосистем определяется длительным генезом как самого водотока, так и населяющей его амфибионтной фауны. Состояние обитателей дна (биомасса, численность, распределение, биоразнообразие фаунистических групп) служат информацией для определения степени и характера воздействия на водную среду антропогенного фактора.

В настоящее время внимание биологов вновь обращено на изучение фауны беспозвоночных и позвоночных животных быстротекущих рек и ручьев Кавказа [1-3]. Это объясняется тем, что в силу своего ландшафтного размещения пресные водоемы, особенно малые реки и ручьи, являются своего рода коллекторами различных видов загрязнения и подвергаются в селитебных зонах довольно сильному антропогенному воздействию.

Проблема усугубляется и тем, что Северная Осетия, как и все республики Северного Кавказа, испытывает высокое антропогенное давление, что связано с появлением новых зон отдыха и туристических маршрутов; вполне вероятно, что в дальнейшем антропогенная нагрузка на регион только усилится «как результат сужения рекреационной базы страны» [4].

Горные потоки Северного Кавказа до сих пор еще остаются мало изученными. В частности, изученность ряда амфибиотических и водных насекомых в систематическом и экологическом аспектах для рек-притоков Ардона остается критически недостаточной.

Цель работы – изучение видового разнообразия амфибионтной фауны Зругского ущелья и особенностей распространения гидробионтов.

Исследованная нами р. Зругдон является левым притоком реки Нардон (истоки на высоте 3000 м в ледниках горы Халаца-хох и горы Бирагги-хох), относящимся к бассейну реки Ардон.



**Рис. 1.** Река Зругдон (ориг., 2019)

Общая длина водотока около 17 км. Изначально питание реки ледниковое, однако воды реки пополняется невысокими и непротяженными (от 6 до 13 км) притоками грунтовой этиологии, всего таких притоков – 11.

По нашим наблюдениям [5] река Зругдон достаточно полноводна (расход воды –  $3\text{ м}^3/\text{с}$ ; скорость течения - 1,5 м/с, глубина – 0,3 м), правый берег значительно круче левого, обрывистый, покров травянисто-кустарниковый, ширина водотока на обследованном участке 10 м.

Сбор материала проводился экспедиционно весной и

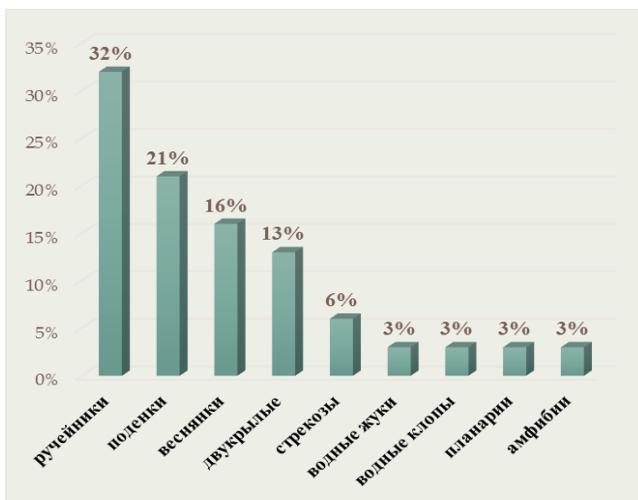
летом, частично осенью. В ходе работы проанализировано более 3000 тыс. экз. гидробионтов, собранных нами на исследуемых водотоках. Всего на водотоках и их притоках установлено 10 станций и взято 68 проб, которые позволили получить данные динамики состава и распределения зообентоса водотоков бассейна р. Зругдон.

Период полевых сборов и камеральной обработки материалов охватывает 2019–2022 гг. Исследования проводилось в основном экспедиционно, в весенне-летний и осенний период, всего отобрана 87 проб, всего собрано и определено 3000 экземпляров личинок, куколок, имаго амфибиотических насекомых: сбор амфибионтной фауны производился согласно унифицированных методик.

Для реки Зругдон установлено 3 класса, 9 отрядов, 22 семейства, 28 родов, 32 вида. Ручейники – 31%, поденки – 21%, веснянки – 16%, двукрылые – 13%, стрекозы – 6%, водные жуки и клопы по 3% каждый, планарии и амфибии – по 3% каждый.

Как видно на рисунке 2 структура гидробионтов исследованных водотоков бассейна практически одинакова, доминируют представители класса насекомых (94–96%), остальные представители гидробионтной фауны, имеют незначительное представительство (4–6%). Таксономический вес отрядов на рис. 2.

Доминируют в составе зообентоса реки Зругдон представители отряда ручейники (Trichoptera): 32%; поденки (Ephemeroptera) – 21%; веснянок (Plecoptera) – 16%; и двукрылых (Diptera) – 11%; причем двукрылые по численному составу зачастую превосходят остальные отряды, плотность их на отдельных участках достигает 200–300 экз./м<sup>2</sup>. Стрекозы (6%), водные жуки и клопы (по 3% каждый), играют в исследованных водотоках второстепенную роль, равно как и сопутствующие им Tricladidae (3%) и Amphibia (3%).



**Рис. 2.** Соотношение отрядов гидробионтов в реке Зрудон.

В ходе проведенных исследований, выявлен видовой состав, экология амфибиотических насекомых водотоков Зрудского ущелья. Выявлено, что для развития водных фаз гидробионтов оптимально благоприятными являются река Зрудон и ее притоки, т.к. антропогенная нагрузка на водотоки незначительна, чего нельзя сказать о большинстве водотоках бассейна Терека. Проводимые исследования позволяют провести мониторинг бассейна с целью предотвращения «кризисного состояния» амфибионтной составляющей водотоков региона в целом.

### Литература

1. *Бекоев А.К., Черчесова С.К.* Амфибиотические насекомые Северо-Осетинского государственного природного заповедника: состав, распространение, экология. Владикавказ, «СОГУ им. К.Л. Хетагурова»: ИП Цопанова А.Ю. 2020.

2. *Черчесова С. К., Койбаев Б. Г., Мукагов М.А., Цибирова Л.Л.* Влияние стихийных бедствий на биоразнообразие малых горных рек на примере реки Геналдон (бассейн реки Терек) // Материалы III Международной конференции "Биологическое разнообразие и проблемы охраны животного мира". Ереван, 2017.

С. 54-58.

3. Якимов А.В., Черчесова С.К., Львов В.Д., Шиолашвили М.Н. Об индикаторной значимости личинок веснянок Центрального Предкавказья // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Болотные экосистемы: охрана и рациональное использование» посвященной 100-летию со дня образования Государственного природного лесомелиоративного заказника республиканского значения «Лебедань». Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. С.275-280.

4. Черчесова С.К. Амфибиотические насекомые (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) рек Северной Осетии. М.: МСХА., 2004.

5. Новаторов О.А., Цховребова А.И., Калабеков А.Л., Гассиева Э.Ю. Зообентос малой горной реки Зругдон // Проблемы водной энтомологии России и сопредельных территорий: Материалы VIII Всероссийского с международным участием научного симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым. Владикавказ: ИПЦ СОГУ. 2021. С. 145–150

***Cherchesova S.K., Mamaev V.I., Dzhioeva I.E., Novatorov O.A.***  
**AMPHIBIOTIC INSECTS OF THE ZRUG GORGE**  
**(THE ARDON RIVER BASIN)**

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

The bottom communities of the watercourses of the Central Caucasus (northern slopes) are based on representatives of the lithorheophilic fauna - the preimaginal stages of development of amphibiotic and aquatic insects (Insecta: Plecoptera, Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera), as well as communities of aquatic organisms (crustaceans, planarians, mollusks). Most species are endemic to the Caucasus and subendemic. The stability of aquatic ecosystems is determined by the long-term genesis of both the watercourse itself and the amphibious fauna inhabiting it. The state of bottom inhabitants (biomass, abundance, distribution, biodiversity of faunistic groups) serve as information for determining the degree and nature of the impact of the anthropogenic factor on the aquatic environment.

**Шелон В.В.**  
**РЕСУРСЫ ВИДОВ РОДА ФИАЛКА (*GENUS VIOLA L.*)**  
**И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**  
**В СРЕДНЕМ ПРИХОПЬЁРЬЕ**

*Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Н.Г. Чернышевского*  
[elenaprentam@mail.ru](mailto:elenaprentam@mail.ru)

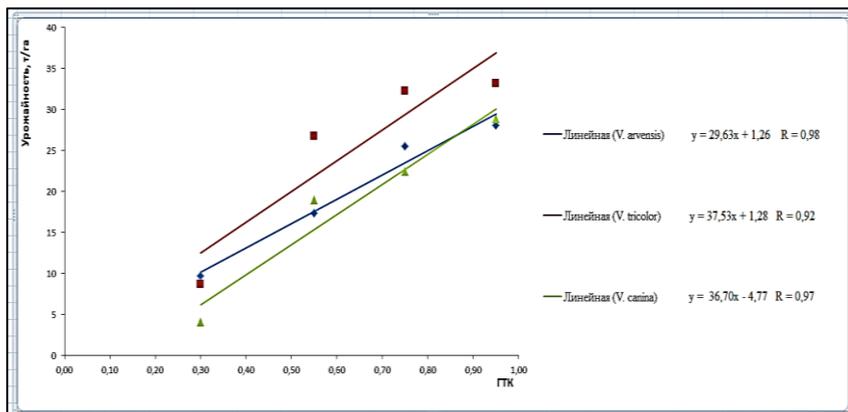
Виды *V. canina*, *V. tricolor*, *V. arvensis* имеют лекарственное, медоносное и декоративное значение. Популяции видов приурочены к лугово-степным злаково-разнотравным фитоценозам. Урожайность видов зависела от степени увлажнения года. В среднем за 5 лет исследования урожайность *V. arvensis* составила 21,51; *V. canina* – 19,09; *V. tricolor* – 27, 2 т/га. С целью возобновления популяций эксплуатацию зарослей всех видов рода *Viola* необходимо проводить 1 раз в три года на 1/3 площади заросли.

В России официальными являются более 350 лекарственных растений. По прогнозам ВОЗ доля фитопрепаратов в общем объеме лекарственных средств будет увеличиваться. Поэтому поиск новых сырьевых источников природных биологически активных соединений является актуальной проблемой современности [1-3].

Район исследований находится на востоке Окско-Донской равнины в зоне богаторазнотравно-типчаково-ковыльной степи в пойме река Ветлянка (приток Хопра третьего порядка). Географические координаты: 51°27'23" с.ш.; 43°11'06" в.д.; высота над уровнем моря 155 м. В Саратовской области встречается 14 видов исследуемого рода. Большинство из них образуют заросли. Род *Viola* хорошо изучен в фитохимическом отношении. Полисахариды и флавоноиды содержат *V. tricolor* L. и *V. arvensis* Murray [4]. В зарубежной литературе приводятся данные по цитотоксичности некоторых видов рода *Viola*. Антибактериальной активностью обладает *V. canina* L. [5-6].

Учитывая фармакогностическую ценность изучаемых видов, изучение ресурсов на территории Саратовской области рода *Viola* является актуальным.

Подсчитаны биоресурсы видов рода *Viola* в пойме реки Ветлянка. Урожайность видов зависела от степени увлажнения года (рис.). Так, 2016 и 2020 годы были острозасушливые (ГТК<0,5); 2018 и 2021 были засушливыми (ГТК =0,65-0,5); 2019 – средnezасушливым (ГТК=0,9-0,65); 2017 – средневлажным (ГТК > 0,9).



**Рис. 1.** Урожайность видов рода *Viola* в зависимости от степени увлажнения года

В среднем за 5 лет исследования урожайность *V. arvensis* составила 21,51; *V. canina* – 19,09; *V. tricolor* – 27, 2 т/га.

Ресурсная значимость данных видов достаточно высокая (от 19 до 27 т/га) и может быть рекомендована для сбора лекарственного растительного сырья лесничествами с целью реализации местной сетью аптек в качестве БАД после соответствующей сертификации. Эксплуатация зарослей всех видов рода фиалка должна производиться не чаще, чем 1 раз в три года на 1/3 площади заросли.

#### Литература

1. Арушанян Г.С., Авдохина А.А., Смирнова Е.Б. Ресурсы

лекарственного растительного сырья *Asparagus officinalis* надпойменных террас притоков реки Хопёр // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. № 58-3.. С. 149-154.

2. Семенова Н.Ю., Смирнова Е.Б. Ресурсная значимость видов семейства Колокольчиковые в западных районах Саратовской области. // Биоразнообразии и антропогенная трансформация природных экосистем. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции, Саратов, 22–23 апреля 2021 года. Саратов: Саратовский источник. 2021. С. 75-78.

3. Смирнова, Е.Б., Занина М.А., Шатаханов Б.Д. Ресурсы лекарственных растений природных урочищ среднего Прихопёрья. Саратов : Саратовский источник, 2020.

4. Блинова О.А., Иванов А.И., Марченко С.Д. Фиалки трехцветная и полевая: химический состав и применение // Фармация. 2005. №6. С.41-43.

5. Бубенчиков Р.А. Фенольные соединения и полисахариды фиалки собачьей // Вестник ВГУ. Серия: Химия, Биология, Фармация. 2004. № 1. С. 156-159.

6. Петрова Н.В., Медведева Н.А. Компонентный состав и биологическая активность видов рода *Viola* (Violaceae) флоры России // Химия растительного сырья. 2020. № 2. С. 19-45.  
DOI 10.14258/jcprm.2020026305.

*Shelop V.V.*

## **RESOURCES OF SPECIES OF THE GENUS *VIOLA* L. AND THEIR RATIONAL USE IN THE MIDDLE PRIKHOPERYE**

*Saratov National Research State University named after N.G.*

*Chernyshevsky*Annotation of speech

The species *V. canina*, *V. tricolor*, *V. arvensis* have medicinal, honey-bearing and decorative significance. The populations of the species are confined to meadow-steppe grass-grass phytocenoses. The yield of the species depended on the degree of moisture of the year. On average, over the 5 years of the study, the yield of *V. arvensis* was 21.51; *V. canina* – 19.09; *V. tricolor* – 27.2 t/ha. In order to restore populations, the exploitation of thickets of all species of the genus *Viola* should be carried out once every three years on 1/3 of the area of the thicket.

## ГЕОЭКОЛОГИЯ

*Bhanwar Vishvendra Raj Singh<sup>1</sup>, Amit Kumar Batar<sup>2</sup>,  
Ravi Mishra<sup>1</sup>, Anjan Sen<sup>3</sup>, Arun Kumar Tripathi<sup>3</sup>,  
Manjit Singh<sup>3</sup>, Ritika Prasad<sup>4</sup>*

### **CHARACTERIZATION OF LAND, WATER, FOREST RESOURCES OF KUTCH BIOSPHERE RESERVE (KBR), GUJARAT, INDIA: IN THE CONTEXT OF LOCAL SUSTAINABILITY INITIATIVES THROUGH GEO SPATIAL MAPPING**

<sup>1</sup> *Mohanlal Sukhadia University, India*

<sup>2</sup> *Hokkaido University, Japan*

<sup>3</sup> *University of Delhi, India*

<sup>4</sup> *University of Lucknow, India*

[bhanwarsa28@gmail.com](mailto:bhanwarsa28@gmail.com)

This research addressed land use change, surface water, and forest resource availability as well as key features that could be assessed for future land tenures in the Kutch Biosphere Reserve, located in the coastal regions of the Rann of Kutch and Little Rann in northern Gujarat. In this research paper, the LULC classes for the years 1990, 2000, 2010, and 2020 were determined using a hybrid classification technique, consisting of pre-classification (band ratio) and post-classification (hybrid classification) procedures. The main objective of the selected years is to emphasize the decadal variability of the reserve. To ensure the reliability of the derived LULC maps, an accuracy assessment was performed using a combination of Google Earth images and other supporting data to the reference base points.

Coastal areas [1] are regions with enormous potential for environmental services and resources connected to social, economic, and cultural activities. Human activities and physical development in coastal areas are currently causing concern since they are unregulated. They expand and alter existing coastal ecosystems without taking into account the suitability and potential of coastal lands. Coastal areas provide vital

environmental services to people both directly and indirectly [2]. These are valuable landscapes that reflect a critical resource base for society, the economy, and human culture. Coastal development activities have put a strain on the coastal environment, resulting in widespread and rapid alterations [3]. Coastal areas sustain more than 60% of the world's population on less than 15% of the planet's land surface [4].

The Biosphere Reserve is meant to preserve the rich flora and fauna in India and to maintain the authentic diversity and integrity of nature. Research about the management effectiveness of biosphere reserves can contribute to a better understanding of the existing gap between the biosphere reserve concept and its implementation. However, India faces a major threat to the functioning of these biosphere reserves. Some of the major causes of crisis around biosphere reserve are climate change, change in LULC trends, human intervention, etc. However, there is still a limited understanding of where and how research can be conducted about the management effectiveness of biosphere reserves and what topics should be achieved. More attention, on how to investigate, and how the findings can be implemented at the grassroots level. The Kachchh Biosphere Reserve in Gujarat, India, is undergoing major environmental issues, owing to anthropogenic influences in particular.

The Kutch Biosphere Reserve (KBR) was designated as India's 15<sup>th</sup> Biosphere Reserve on January 29, 2008, in recognition of the Rann ecosystem's tremendous worth (<http://wiienvis.nic.in/>). KBR is located between 22° 55' N latitude and 69° 05' E 71° 50' East longitude, spanning 12,454 km<sup>2</sup> and encompassing parts of four districts in Gujarat, India: Kutch, Rajkot, Surendra Nagar, and Patan. As a result, the Rann of Kutch is a mix of saline, marshy, and coastal deserts with severely saline water and soil. This makes the Rann distinctive in terms of biodiversity, as it contains its unique kinds of desert flora and wildlife, as well as several endemic species of national and worldwide conservation value. [5,6].

The purpose of the study is to use remote sensing and GIS tools to examine decadal variations and changes in LULC features. For the years 1990, 2000, and 2010, Landsat TM images (30 m) were downloaded via the Earth Explorer online portal (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Landsat 8 OLI data has been used for the year 2020. The combination of bands in Landsat TM and ETM+ pictures is efficiently suitable for the extraction of diverse LULC features, especially from the coastal zone, according to the USGS 2004 study on LULC classification.

This research addressed land-use change, surface water, and forest resource availability as well as key features that could be assessed for future land tenures in the Kutch Biosphere Reserve, located in the coastal regions of the Rann of Kutch and Little Rann in northern Gujarat. In this research paper, the LULC classes for the years 1990, 2001, and 2014 were determined using a hybrid classification technique, consisting of pre-classification (band ratio) and post-classification (hybrid classification) procedures. The main objective of the selected years is to emphasize the decadal variability of the reserve. To ensure the reliability of the derived LULC maps, an accuracy assessment was performed using a combination of Google Earth images and other supporting data to the reference base points.

The pattern of land, water, and forest which is generated through human activities in the study area can be understood through LULC. In addition, research findings can be used to develop coastal zone management plans on future land-use changes and distribution, outline future actions, and lead the processes needed to achieve coastal planning objectives. could. Appropriate land use – Land cover planning is very important for creating a sustainable future in the biosphere areas near the coastal areas. Coastal regions still face a number of issues, including the implementation of policies and the process of putting together a coastal management plan and biosphere reserve. The LULC maps show that the research area has a fragile ecosystem with clay and salt marshes, which means that future

environmental degradation along this biosphere zone could impair the natural functioning of the environment. As a result, advanced remote sensing technology (high-resolution data), GIS, field surveying, and numerical modeling, as well as field survey and numerical modeling, can help build a sound strategy for the conservation and restoration of these natural systems. Finally, recent research of the land, water and forest mapping will help decision-makers identify vulnerable areas and better address existing coastal biosphere reserve issues in these areas.

The results of the study will be published in detail in the journal *Nature Conservation Research*.

### *References*

1. *Rahman, M. A., & Rahman, S.* Natural and traditional defense mechanisms to reduce climate risks in coastal zones of Bangladesh. // *Weather and Climate Extremes*. 2015 №7. P. 84-95.

2. *Barbier E.B., Hacker S.D., Kennedy C., Koch E.W., Stier A.C., & Silliman B.R.* The value of estuarine and coastal ecosystem services. // *Ecological monographs*. 2011. №81(2). P.169-193.

3. *Misra A., & Balaji R.* Decadal changes in the land use/land cover and shoreline along the coastal districts of southern Gujarat, India. // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015. №187(7). P.1-13.

4. *McGranahan G., Balk D., & Anderson B.* The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. // *Environment and urbanization*. 2007. №19(1). P. 17-37.

5. *Reddy C.S., Pasha S.V., & Jha C.S.* Spatio-temporal changes associated with natural and anthropogenic factors in wetlands of Great Rann of Kachchh, India. // *Journal of coastal conservation*. 2016. №20(2). P. 145-155.

6. *Pasha S.V., Satish K.V., Reddy C.S., Prasada Rao P.V.V., & Jha C.S.* Satellite image-based quantification of invasion and patch dynamics of mesquite (*Prosopis juliflora*) in Great Rann of Kachchh, Kachchh Biosphere Reserve, Gujarat, India. // *Journal of earth system science*. 2014. № 23(7). P.1481-1490.

*Бханвар Вишвендра Радж Сингх<sup>1</sup>, Амит Кумар Батар<sup>2</sup>,  
Рави Мишра<sup>1</sup>, Анджан Сен<sup>3</sup>, Арун Кумар Трипатхи<sup>3</sup>,  
Манджит Сингх<sup>3</sup>, Ритика Прасад<sup>4</sup>*

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЕЛЬНЫХ, ВОДНЫХ И ЛЕСНЫХ  
РЕСУРСОВ БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА КУТЧ,  
(ГУДЖАРАТ, ИНДИЯ) В КОНТЕКСТЕ МЕСТНЫХ  
ИНИЦИАТИВ ПО УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ  
С ПОМОЩЬЮ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОГО  
КАРТИРОВАНИЯ**

*<sup>1</sup> Университет Моханлала Сухадия, Индия*

*<sup>2</sup> Университет Хоккайдо, Япония*

*<sup>3</sup> Университет Дели, Индия*

*<sup>4</sup> Университет Лакхнау, Индия*

В данном исследовании рассматриваются изменения в землепользовании, наличие поверхностных вод и лесных ресурсов, а также основные характеристики, которые могут быть оценены для будущих землевладений в биосферном заповеднике Кутч, расположенном в прибрежных районах Ранн оф Кутч и Литтл Ранн в северном Гуджарате. В данной исследовательской работе были определены классы LULC на 1990 2000 2010 и 2020 гг. с использованием гибридного метода классификации. Основная цель выбранных лет - подчеркнуть десятилетнюю изменчивость заповедника. Для обеспечения надежности полученных карт LULC была проведена оценка точности с использованием комбинации изображений Google Earth и других вспомогательных данных для опорных базовых точек.

*Astghik Sukiasyan<sup>1</sup>, Armen Kirakosyan<sup>1</sup>, Alik Hovhannisyan<sup>1,2</sup>,  
Mushegh Aslikyan<sup>3</sup>, Ara Galstyan<sup>3</sup>*

**ASSESSMENT OF POLLUTION BY TRANSITION  
METALS IN THE SECTOR OF ARABLE SOILS  
NEAR THE LAKE SEVAN**

*<sup>1</sup>National Polytechnic University of Armenia*

*<sup>2</sup>Hydrometeorology and Monitoring Centre SNCO of the Ministry  
of Environment, Republic of Armenia*

*<sup>3</sup>RA NAS “National Bureau of Expertises” SNPO, Republic of Armenia  
[sukiasyan.astghik@gmail.com](mailto:sukiasyan.astghik@gmail.com)*

Studies were carried out to identify the spatial migration features of transition metals in the sector of arable soils near the Lake Sevan. The results obtained were not unequivocal. An assessment was made of the degree of danger of soil contamination by the summary complex of metals. The value of the index of pollution of arable soils had a dangerous level, which is fraught with a tendency to increase chronic diseases, caused by migration in the trophic chains of transition metals.

The d-elements form a group (d-block) known as transition metals (TMs). The exact boundaries separating TMs from the other groups of chemical elements have not yet been drawn. However, they can be grouped as the valence electrons with the highest energy, which occupies the d-orbital in the electron shell [1]. TMs occur mainly by trace elements, and their general functions are associated with the process of complexation between amino acids, proteins, nucleic acids, and ions of the respective metals.

Basically, among the most dangerous TMs entering the environment are heavy metals (HMs). That kind of HMs entering the environment as a result of human production activities is a potentially dangerous source of pollution of biota. They are not subject to decomposition processes and can only redistribute between the individual components of the soil and ability accumulates in parts of the trophic chain. In this regard, research to identify the degree of contamination of arable soils with HMs

(especially TMs) is relevant.

Soil samples were taken in dry weather conditions from a depth of up to 20 cm at control points using the envelope method near the towns of Gavar (three points) and Martuni (two points), taking into account the direction of the wind rose for this region [2]. The sample of the explored soil is dried by air, and then spread the sample in a thin layer under a fume hood to a constant dry weight of the sample. The results of the last three weights should not differ from each other by more than the error of the balance. We make an average sampling of the obtained dry mass. The resulting soil sample is crushed in a ceramic mortar to a powdery mass, and transferred to a container closed under special pressure with a diameter of 32mm and "XRF Sample Cups" "XRF Sample Cups" polypropylene film. Soil samples are examined under the direct influence of X-rays using "Termo Scientific™ Niton™ XRF Portable Analyser" X-ray fluorescence analyzer [3]. The examination of each sample is carried out at least 3 times, the results of which are averaged by the law of arithmetic mean. Device data (mg/kg) are considered as the final result for soils. All the experimental data had up to 5 technical replicates and were statistically processed. The results were analyzed and processed taking into account the Student's *t*-criterion [4].

At the first stage of our experiments, changes in the concentration of some of the HMs in soil samples located at different distances from each other were determined. The results obtained were not unequivocal. Based on the results (see table) it will be assume which elements are subject to air migration caused by the action of the wind rose in the region. To interpret the results compared the given total pollution index ( $Z_c$ ), taking into account the concentration of chemical elements by Clark [5, 6].

It should be noted that both cities are located on the left side of the shoreline of the Lake Sevan. Moving further inland from the lake coast line the value of  $Z_c$  increased by 10% on average but stayed within the limits of the dangerous level is evident.

The value of total index of pollution of arable soils near Martuni also had a dangerous level, which is fraught with a tendency to increase chronic diseases, caused by migration in the trophic chains of TMs.

**Table 1.** Concentrations of some transition metals (mg/kg) and value of in arable soil samples near Gavar and Martuni

The elements of the d-block (valence electron configuration)	Code name of the soil sampling point				
	Gavar 1	Gavar 2	Gavar 3	Martuni 1	Martuni 2
Sc (4s23d1)	122.5	145.4	201.5	188.8	166.5
Ti (4s23d2)	4425.1	4510.7	4120.5	3913.5	4086.1
V (4s23d3)	129.3	142.7	131.8	114.2	118.9
Cr (4s13d5)	110.9	127.3	115.7	130.0	140.6
Mn (4s23d5)	834.5	838.1	804.8	704.5	770.3
Fe (4s23d6)	40194.2	39025.8	36835.8	30907.4	32189.5
Co (4s23d7)	103.6	165.4	170.4	75.9	81.7
Ni (4s23d8)	85.9	86.2	75.5	60.6	53.4
Cu (4s13d10)	84.2	79.2	84.6	73.8	69.8
Zn (4s23d10)	88.6	89.8	86.4	84.9	86.0
Total pollution index (Zc)*	66	72	73	64	64

Note: \*the summary pollution level was classified as low with  $Z_c < 16$  contamination is considered as non-dangerous; with  $16 < Z_c < 32$  contamination is moderately dangerous; with  $32 < Z_c < 128$  contamination is dangerous; with  $Z_c > 128$  contamination is extremely dangerous; with a significance level of  $p < 0.05$ .

Assessment of the degree of anthropogenic load of environmental pollution of the territories will be an informative parameter only in case based on the meanings of geocological coefficients.

The work was supported by the Science Committee of MESCS RA, in the frames of the research project № 21T-2H216.

## References

1. *Jensen William B.* The Place of Zinc, Cadmium, and Mercury.// Periodic Journal of Chemical Education Table. 2003. – p. 952-961.
2. *Elliott D., Schwartz M., Scott G., Haymes S., Heimiller D., and George R.* Wind energy resource: Atlas of Armenia. Technical report National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information. 2003. July. Thermo scientific sample collection and preparation tools for exploration and mining [<https://tools.thermofisher.com/content/sfs/brochures/sample-prep-tools-mining-final-2012feb14-specsheet.pdf>]. P. 2-3
3. *Kirakosyan A. and Sukiasyan A.* Using MATLAB as an express method for evaluating experimental results // International Youth Conference: Information Technologies. 2005. Yerevan. P. 34-37.
4. *Kasimov N. and Vlasov D.* Clarkes of chemical elements as reference standards in ecogeochemistry.//Bulletin of the Moscow University. 2015. Ser. 5. Geography. V.2. P.7-17 (in Russian).
5. *Sukiasyan A.* New approach to determining the environmental risk factor by the biogeochemical coefficients of heavy metals. // South of Russia: ecology, development.2018. V. 13(4). P. 108-118 (in Russian). doi: 10.18470/1992-1098-2018-4-108-118.

*Астгик Сукиасян<sup>1</sup>, Армен Киракосян<sup>1</sup>, Алик Оганнисян<sup>1,2</sup>,  
Мушег Асликян<sup>3</sup>, Ара Галстян<sup>3</sup>*

### **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЕРЕХОДНЫМИ МЕТАЛЛАМИ В СЕКТОРЕ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ВБЛИЗИ ОЗЕРА СЕВАН**

<sup>1</sup>*Национальный политехнический университет Армении*

<sup>2</sup>*ГНКО "Центр гидрометеорологии и мониторинга"*

*Министерства окружающей среды, Армения*

<sup>3</sup>*НАН РА "Национальное бюро экспертиз" ГНКО, Армения*

Были проведены исследования по выявлению особенностей пространственной миграции переходных металлов в секторе пахотных почв вблизи озера Севан. Полученные результаты не были однозначными. Проведена оценка степени опасности загрязнения почв суммарным комплексом металлов. Значение индекса загрязнения пахотных почв имело опасный уровень, что чревато тенденцией к увеличению хронических заболеваний, вызванных миграцией в трофических цепях переходных металлов.

*Uspanova D.M.<sup>1</sup>, Nechaeva O.V.<sup>1</sup>, Peterson A.M.<sup>2</sup>,  
Glinskaya E.V.<sup>2</sup>, Tichomirova E.I.<sup>1</sup>, Bepalova N.V.<sup>1</sup>*  
**SCREENING OF NATIVE MICROORGANISMS  
OF SOUTHERN CHERNOZEM CAPABLE OF DIESEL  
FUEL DEGRADATION**

<sup>1</sup> *Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia*

<sup>2</sup> *Saratov State National Research University named*

*after N.G. Chernyshevsky, Russia*

[olgav.nechaeva@rambler.ru](mailto:olgav.nechaeva@rambler.ru)

The authors studied the effect of diesel fuel on soil microorganisms of southern chernozem and isolated native strains of heterotrophic bacteria with hydrocarbon-oxidizing activity. Resistance to contaminants: *Bacillus simplex*, *Bacillus pseudomycoides*, *Kurthia zopfii*, *Rothia kristinae* and *Microbacterium lacticum* was established.

When the isolated strains were cultured on M9 carbohydrate-free medium with 10%, 15%, and 20% diesel fuel added, their ability to use petroleum hydrocarbons as the sole source of carbon was established. The presence of hydrocarbon-oxidizing bacterial strains in soil samples contributed to a 70.3 % decrease in the mass concentration of petroleum products within 180 days.

Oil and oil products are one of the most common pollutants that enter the environment as a result of anthropogenic activities and cause irreparable damage to ecosystems, often leading to environmental disasters [1-3].

Diesel fuel, being a product of oil refining, is actively used both in Russia and abroad. In the Saratov region, diesel fuel is produced at the Saratov refinery, which is then transported by river, rail or road transport in special tanks. During transportation, there is a risk of diesel fuel getting into the soil; therefore, the issue of its impact on soil microbiota is especially relevant in our region.

In this regard, the aim of the work was to screen native strains of southern chernozem polluted with diesel fuel, capable of its biodegradation.

The object of the study was the soil of the southern chernozem

subtype. The extraction was carried out in sterile containers, taking into account the vertical structure, the heterogeneity of the soil cover, the relief and climate of the area, and was delivered to the laboratory within a day. Diesel fuel (PJSC Saratov Oil Refinery, Russian Federation, Saratov) of the EURO type, off-season, grade E, ecological class K5 according to GOST 32511-2013 was used as a pollutant. Diesel fuel was added to containers with an experimental sample in an amount of 10 % of the soil mass and the mass fraction of oil products in the soil extract was measured. Soil without the addition of a pollutant was used as a control. Soil samples were placed in a climate control KS-200 (Russia, Smolensk) at a temperature of +20 °C.

To study the population dynamics of autotrophic nitrifying, heterotrophic bacteria, including actinomycetes, mold fungi we used the methods of sequential dilutions and surface inoculation on dense nutrient media [4]. Inoculation was carried out on the 1st, 10th, 30th, 60th and 180th days after the introduction of the pollutant into the soil. The ability of microorganisms to use diesel fuel hydrocarbons as the only source of carbon was studied on a carbon-free M9 medium, to which 10, 15, and 20 % of the pollutant was added. Determination of the mass fraction of oil products in soil samples was carried out using IR spectrometry (according to PND F 14.1.272-2012 (2017) Methodology (method) for measuring the mass concentration of oil products in wastewater samples by IR spectrophotometry using concentrators of the KN series).

The introduction of diesel fuel had a different effect on the quantitative indicators of representatives of the soil microflora.

On the 1st day of the experiment, a general decrease in the abundance of all groups of the studied microorganisms was revealed. The number of heterotrophic bacteria decreased by 38 %, actinomycetes and mold fungi - by 36 %. The group of nitrifying bacteria turned out to be the most sensitive to the toxic effect of diesel fuel, since their number in the experimental sample decreased by 45 % compared to the control. The decrease

in the number of native microorganisms was probably due to the inability of the soil microbiota to quickly adapt to the content of diesel fuel in the soil.

On the 10th day, significant differences were also revealed in the abundance of the studied groups of microorganisms in the experimental and control soil samples: the number of heterotrophic bacteria in contaminated soil was lower by 31 %, mold fungi - by 37 %, actinomycetes - by 39 %, nitrifying bacteria - by 40 % compared with the control.

On the 30th day of the experiment, a gradual restoration of the soil microbiota occurred. The number of mold fungi increased by 13 % compared to the previous figures, heterotrophic bacteria - by 19 %, actinomycetes - by 20 %. The numbers of nitrifying bacteria recovered the slowest of all, the quantitative indicators of which exceeded the previous values by only 6 %.

On the 60th day of research, further restoration of the quantitative indicators of soil microorganisms took place. The number of heterotrophic bacteria in the soil contaminated with diesel fuel compared to the control sample was 5 % lower, mold fungi – by 8 %, actinomycetes – by 10 %, nitrifying bacteria – by 18 %.

On the 180th day, the number of mold fungi, actinomycetes, and nitrifying bacteria did not differ significantly from the control values. Quantitative indicators of heterotrophic bacteria in the sample contaminated with diesel fuel exceeded the values in the control sample by 17 %.

To select native strains resistant to diesel fuel and capable of its biodegradation, we evaluated the species composition of heterotrophic bacteria in the control and experimental soil samples. In the course of a microbiological study of pure soil of the southern chernozem subtype, 15 genera of heterotrophic bacteria were identified, which were assigned to 24 species. The species diversity of heterotrophic bacteria in the soil contaminated with diesel fuel decreased by 67% by 180 days of the experiment and amounted to 5 species of bacteria belonging

to 4 genera: *Bacillus simplex*, *B. pseudomycooides*, *Kurthia zopfii*, *Rothia kristinae* and *Microbacterium lacticum*.

The introduction of diesel fuel in the concentration range of 10-20 % into GRM-agar did not have an inhibitory effect on the growth and reproduction of isolated bacterial species.

Cultivation of isolated strains of heterotrophic bacteria on a carbon-free M9 medium with the addition of diesel fuel showed that *B. simplex*, *B. pseudomycooides*, *K. zopfii*, *R. kristinae* and *M. lacticum* are able to use it as the only carbon source, regardless of the concentration introduced into soil samples during the experiment.

Evaluation of the efficiency of diesel fuel degradation by native strains of microorganisms in southern chernozem soil was evaluated by the change in the content of the pollutant in the test sample. The initial concentration of the oil product in the contaminated soil was 72.72 g/kg. The analysis of the dynamics of changes in the mass concentration of oil in the soil extract obtained from contaminated soil samples showed that on the 10th day of the experiment there was a decrease in values by 5.9 %, on the 30th day - by 20.8 %, on the 60th day - by 54.5 %, and at the final stage of the experiment on the 180th day - by 70.3 % compared with the initial values.

In the course of the research, the dynamics of the population of the main groups of soil microorganisms in the southern chernozem under conditions of experimental pollution with diesel fuel was investigated. It was found that heterotrophic bacteria are the predominant group in this type of soil. The consortium of heterotrophic hydrocarbon-oxidizing bacteria isolated from the experimental soil sample was represented by 5 species: *Bacillus simplex*, *Bacillus pseudomycooides*, *Rothia kristinae*, *Microbacterium lacticum* and *Kurthia zopfii*, for which the ability to adapt to a high concentration of pollutant in the medium and to use it as the only source of carbon was shown.

The comprehensive study of physiological characteristics of bacteria isolated from a sample of oil-contaminated soil opens up

prospects for the further use of these species as destructor bacteria for the rehabilitation of oil-contaminated soils.

### References

1. *Alimbetova A.V., Sadanova A.K., Mukasheva T.D.* Influence of oil pollution on soil microbiota // Modern trends in the development of science and technology. 2016. 12(1). P. 55-57.
2. *Nikonov A.N., Potapova S.O.* Oil industry as one of the serious environmental pollutants // Fire safety problems and prospects. 2018. 1(9). P. 666-673.
3. *Pikovskiy Yu.I.* Natural and technogenic flows of hydrocarbons in the environment. M.: Publishing House of Moscow State University, 2019.
4. *Netrusov A.I., Egorova M.A.* Workshop on microbiology. M.: Academy, 2005.

*Успанова Д.М.<sup>1</sup>, Нечаева О.В.<sup>1</sup>, Петерсон А.М.<sup>2</sup>,  
Глинская Е.В.<sup>2</sup>, Тихомирова Е.И.<sup>1</sup>, Беспалова Н.В.<sup>1</sup>*  
**СКРИНИНГ АБОРИГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ  
ЮЖНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ, СПОСОБНЫХ РАЗЛАГАТЬ  
ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО**

<sup>1</sup> *Саратовский государственный технический университет  
имени Ю.А. Гагарина, Россия*

<sup>2</sup> *Саратовский государственный национальный исследовательский  
университет им. Н.Г. Чернышевского, Россия*

Авторы изучили влияние дизельного топлива на почвенные микроорганизмы южного чернозема и выделили отечественные штаммы гетеротрофных бактерий с углеводородокисляющей активностью. Была установлена устойчивость к загрязнителям: *Bacillus simplex*, *Bacillus pseudomycoides*, *Kurthia zopfii*, *Rothia kristinae* и *Microbacterium lacticum*. При культивировании выделенных штаммов на безуглеродной среде М9 с добавлением дизельного топлива 10, 15 и 20 % была установлена их способность использовать нефтяные углеводороды в качестве единственного источника углерода.

Присутствие штаммов углеводородокисляющих бактерий в образцах почвы способствовало снижению массовой концентрации нефтепродуктов на 70,3 % в течение 180 дней.

*Абакумова Н.В.*

## **ИСТОЧНИКИ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ОСНОВА ИХ СИСТЕМАТИЗАЦИИ**

*Московский государственный университет имени*

*М.В. Ломоносова, Россия*

[abakumova.nv@mail.ru](mailto:abakumova.nv@mail.ru)

На примере г. Москвы рассмотрены инженерно-строительная, хозяйственно-бытовая и промышленная деятельности человека, которые приводят к образованию разных объемов насыпных грунтов с сильно различающимися инженерно-геологическими характеристиками.

На городских территориях источником насыпных грунтов является хозяйственная деятельность, которая имеет три направленности, определяющие инженерно-геологические особенности таких грунтов: инженерно-строительную, хозяйственно-бытовую и промышленную. Далеко не все существующие классификации техногенных или в более узком рассмотрении насыпных грунтов отражают этот факт [1].

Результатом инженерно-строительной деятельности являются техногенно перемещенные и техногенно образованные насыпные грунты, которые можно разделить на две категории – строительные материалы и отходы строительства.

Первые образуются в ходе целенаправленной добычи грунтов из карьеров с целью использования их в качестве наполнителей бетона, балластного сырья, строительных растворов, а также для возведения дорожных насыпей, песчаных подушек, дамб гидротехнических сооружений, обратных засыпок и т.д.

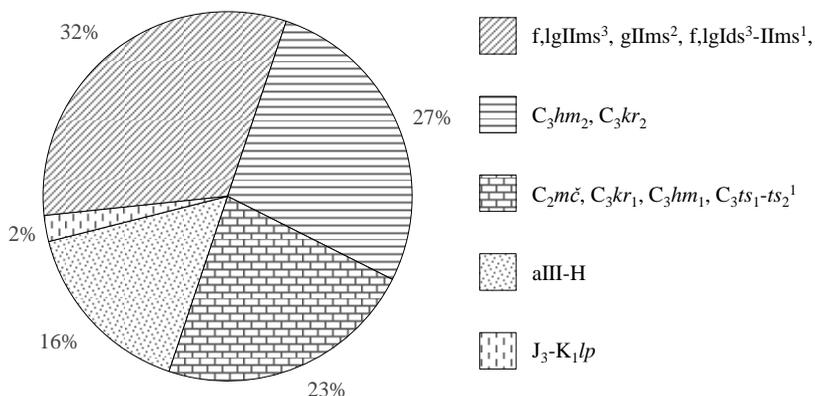
По данным ФГБУ «Росгеолфонд» [2] на территории Московской области и Москвы разведано 907 месторождений неметаллических полезных ископаемых, из которых 476 являются месторождениями строительных песков и песчано-гравийных материалов аллювиального

и флювиогляциального генезиса. Также в строительство могут пойти некондиционные формовочные и стекольные пески.

Обводненные пески добывают гидромеханизированным способом с отделением глинистой фракции. Пески, залегающие выше уровня грунтовых вод, добываются сухим способом и по необходимости проходят через ситас отверстиями разного диаметра.

Проходка транспортных тоннелей и котлованов под здания и сооружения, подрезка рельефа также приводят к образованию колоссальных объемов перемещенных грунтов – отходов строительства. Как правило, между станциями метро ведется проходка двух перегонных тоннелей для движения поездов в обе стороны, а также многочисленных технологических тоннелей и помещений. Зная протяженность ветки и диаметр проходческого щита, можно оценить минимальный объем извлеченного грунта.

Так, только для Люблинско-Дмитровской и Арбатско-Покровской линий при их протяженности 38,3 и 45,3 км соответственно и диаметре тоннелей 6,14 м объемы перемещенных грунтов составили 5 млн. м<sup>3</sup>. По данным анализа геологических карт НПП «Георесурс» [3] 32% станций этих веток (рис. 1) располагаются в толщах моренных, флювиогляциальных и озерно-ледниковых песчаных и глинистых отложений, 27% – в толщах мергелей и глин пестроцветных с прослоями известняков и доломитов, 23% – в известняках, доломитах и мергелях с прослоями глин, 16% – в разновозрастных аллювиальных песчаных и глинистых грунтах с прослоями торфов, 2% – в глинистых глауконитовых песках. Также необходимо учитывать, что при переходе перегонных тоннелей из глубокого заложения в мелкое, они неизбежно пересекли юрские и меловые отложения, которые тоже были перемещены в отвалы.



**Рис. 1.** Соотношение количества станций Арбатско-покровской и Люблинско-Дмитровской линий метро, располагающихся в различных геологических отложениях

Из-за отсутствия нормативных правовых актов грунты из тоннелей и котлованов долгое время стихийно складировались на территории г. Москвы и области, но на сегодняшний день существуют специализированные площадки приема строительных грунтов, оборудованные контрольно-измерительными пунктами [4]. Такие площадки принимают не только грунт, но и разрушенные дорожные покрытия, отходы сноса, которые в ряде случаев перерабатываются на щебень и песок.

Результатом хозяйственно-бытовой деятельности на территории городов являются грунты полигонов и свалок твердых коммунальных отходов (ТКО), представляющие собой техногенно образованные грунты с повышенным содержанием органического вещества, способные к газогенерации. Они условно состоят из двух частей – основная масса и крупнообломочная часть представлены бытовым мусором, а природная песчано-глинистая часть (для предотвращения возгорания ею пересыпают отходы) составляет в среднем 10 %, достигая 40 % в течение длительного существования массива [5].

Снег, собираемый с улиц города, топится канализационными водами в специализированных снегоплавильнях. Он содержит мусор, раздробленные фрагменты бордюра и асфальта, размытые грунты придорожных территорий. По данным АО «Мосводоканал» в 2020 году на 13 млн. м<sup>3</sup> растопленного снега пришлось 97 тыс. м<sup>3</sup> отходов, которые были также отправлены на полигон ТКО.

Грунты культурного слоя – это сильно измененные природные грунты, неконтролируемо формирующиеся на местах длительного поселения человека. Они неоднородны, содержат в большом количестве органическое вещество, включают артефакты, остатки каменных и деревянных строений, обладают дефицитом несущей способности [6].

В ходе промышленной деятельности формируются техногенно образованные грунты с коренным преобразованием исходного материала – золошлаки ТЭЦ и металлургические шлаки заводов «Серп и молот», ЗИЛ, завода им. Войкова и др. Золошлаковые отходы (ЗШО) образуются путем сжигания твердого топлива и представляют собой дисперсный материал схожий по минеральному составу с цементом. ТЭЦ-22 сжигала уголь вплоть до 2020 г. принося ежегодно от 20 до 157 тыс. тонн ЗШО [7]. Сегодня гидроотвал готовится к рекультивации, и разрабатывается проект вторичного использования ЗШО в составе дорожных насыпей.

Металлургические шлаки – это отходы переработки рудного сырья от песчаной до глыбовой размерности, состоящие из оксидов кремния, кальция, магния, алюминия, железа, марганца, сульфидов металлов [5].

Таким образом, переработка природного материала в ходе описанных видов деятельности приводит к существенным различиям в составе и свойствах насыпных грунтов, что необходимо учитывать при составлении их классификации.

### *Литература*

1. *Абакумова Н.В., Николаева С.К., Самарин Е.Н.* Классификации техногенных отложений в инженерной геологии: исторический обзор, современный взгляд на проблему // *Инженерные изыскания*. 2021. Т. 15. № 1-2. С. 28–40.
2. Объекты учета Государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rfgf.ru/gkm/index.php> (дата обращения 15.02.2022)
3. *Инженерные изыскания для строительства: практика и опыт Мосгоргеотреста* // Гл. ред. Антипов А.В., Осипов В.И. М.: ООО Издательство «Перспектив», 2012.
4. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stroi.mos.ru/oss> (дата обращения 04.02.2022)
5. *Огородникова Е.Н., Николаева С.К.* Техногенные грунты: Уч. Пособие. М.: РУДН, 2017.
6. *Пашкин Е.М.* Инженерно-геологическая диагностика памятников архитектуры. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: ПИ «Геореконструкция», 2013.
7. Музей истории Мосэнерго [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.mosenergo-museum.ru/History\\_of\\_Mosenergo/Historical\\_Review/1945\\_2005/](https://www.mosenergo-museum.ru/History_of_Mosenergo/Historical_Review/1945_2005/) (дата обращения 09.01.2022)

*Abakumova N.V.*

### **SOURCES OF FILLED GROUND OF URBAN AREAS AS A BASIS FOR THEIR SYSTEMATIZATION**

*Lomonosov Moscow State University, Russia*

Engineering-structural, household and industrial human activities lead to the formation of filled ground with very different engineering-geological characteristics. The article is devoted to the sources of filled ground on the example of Moscow.

*Аимбетов И.К., Бекимбетов Р.Т.*  
**ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
ГОРОДА НУКУСА**

*Каракалпакский научно-исследовательский институт  
естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук  
Республики Узбекистан*  
[izzet\\_chf@mail.ru](mailto:izzet_chf@mail.ru)

В статье представлены результаты эколого-гидрогеологических исследований города Нукуса. Приведены результаты наблюдений за изменением уровня подземных вод города. Установлено, что повышение уровня подземной воды приводит к дополнительному засолению почв, что ухудшает экологическую обстановку города, негативно сказывается на зеленых насаждениях и снижает долговечность растений. По результатам исследований с применением ГИС технологий были составлены карты-схемы засоления подземных вод города. Исследования показали, что грунтовые воды Нукуса засолены хлоридными и сульфатными солями.

Город Нукус расположен в южной части Каракалпакстана (Узбекистан) на правом берегу Амударьи, в 800 км к северо-западу от Ташкента (1255 км по дороге). Южная и восточная части города окружены пустыней Кызылкум. Северная часть города граничит с дельтой Амударьи. Через город проходят магистральный канал Кызкеткен (Дослык) и канал Тас арна (Каттагар). Площадь территории города составляет 222 кв.км, население – 317,3 тыс.чел.

Одной из экологических особенностей г. Нукуса является засоленность грунтовых вод. Исследования показывают, что повышение засоленности грунтовых вод и грунтов оказывает негативное влияние на экологическую обстановку города и снижает приживаемость саженцев, угнетает рост растительности. Так, например, исследования показывают, что из-за повышения засоленности грунтовых вод и почвогрунтов Каракалпакстана снижается долговечность древесных и кустарниковых растений и нарушается

экологическое равновесие. Это наблюдается по всей территории Каракалпакстана [1,3].

Анализ существующей литературы показывает, что засоленность грунтов городов изучалась в основном применительно к решению задач строительства [1,3-8].

Озеленение Нукуса является одной из злободневных задач, решение которой позволит смягчить влияние жаркого климата. Для повышения приживаемости саженцев и эффективного проведения мероприятий по озеленению территории города необходимо иметь информацию о характере и закономерностях изменения гидрогеологических условий территории Нукуса. Эта информация позволит эффективно применять методы по снижению уровня минерализации и глубины залегания грунтовых вод, выбрать вид растений для озеленения в зависимости от засоления подземных вод и почво-грунтов.

Целью работы является составить серии карт-схем засоления подземных вод Нукуса с применением ГИС технологий, которые необходимы для разработки мероприятий по снижению глубины и уровня минерализации подземных вод города Нукуса.

Анализ показывает, что наблюдается рост уровня подземных вод по годам. Это связано, прежде всего, с орошением этой территории и фильтрацией воды из оросительной системы, магистральных каналов, протекающих через город, а также недостаточностью дренажной системы города.

Анализ архивных материалов местных изыскательских организаций показал, что в 1970 году при уровне подземных вод 2-5м минерализация подземных вод составляла 1,7 г/л. В 1986 году уровень подземных вод поднялся до 0,3-2 м, а минерализация в среднем достигла 18 г/л, в некоторых случаях до 32 г/л. [1].

Данное обстоятельство свидетельствует об увеличении агрессивности подземных вод, что способствует угнетению

зеленых насаждений. При этом город Нукус недостаточно обеспечен дренажной системой.

Для предотвращения агрессивного воздействия солей на зеленые насаждения необходимо оценить закономерности засоления подземных вод города Нукуса.

Для оценки характера распространения солей и определения типов солей в подземных водах, которые оказывают угнетающее действие на зеленые насаждения, были составлены карты засоления грунтовых вод Нукуса. При этом были использованы заключения по оценке инженерно-геологических условий площадки строительства зданий. Как правило, в отчетах инженерно-геологических изысканий приводятся результаты химического анализа подземных вод по оценке засоленности, которые используются для предотвращения разрушающего действия на подземные части зданий и сооружений. Для оценки экологической ситуации по засоленности территории города Нукуса были использованы данные существующих отчетов инженерно-геологических изысканий площадок проектируемых зданий, составленных местными инженерно-геологическими изыскательскими организациями. Для оценки закономерностей распространения солей на оцифрованную карту в масштабе 1:50 000 были нанесены координаты точек, где были определены засоленность подземных вод. Карты составлены с использованием компьютерной программы ArcGIS. При составлении карт были обработаны результаты определений засоленности грунтовых вод 113 выработок. Площадь исследований – 153,6 кв.км.

На рисунке 1 представлена карта-схема засоления подземных вод водорастворимыми солями Нукуса. Как показано на рисунке 1, содержание водорастворимых солей изменяется от 254 мг/л до 32500 мг/л. При этом наибольшая засоленность наблюдается на площади между каналами Дослык и Тас арна. Только небольшая площадь правого

берега канала Дослык имеет засоленность от 5143,6 мг/л до 12215 мг/л. Наибольшая площадь подземных вод города содержит 2677,7-5143,54 мг/л солей. Подземные воды около 20% территории содержат соли 1518-1817 мг/л. Небольшие отдельные участки имеют минимальную засоленность 254-1113 мг/л. Различную засоленность подземных вод можно объяснить различными фильтрационными свойствами, наличием дренажной системы и природного дренажа.

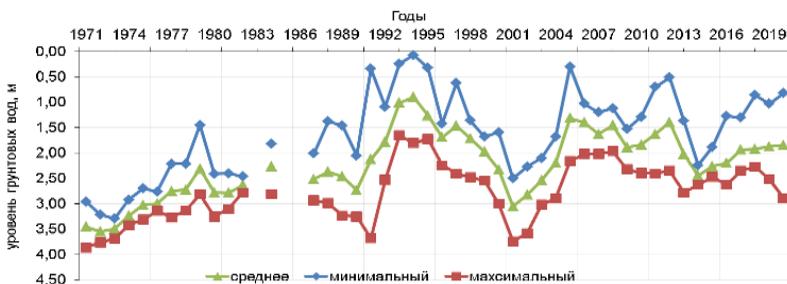
Климат г. Нукуса резко континентальный. Максимальная температура летом достигает 50 С°. Для создания комфортных условий в жаркое время для жителей города необходимо осуществлять озеленение города. Для выбора вида зеленых насаждений необходима информация о содержании различных видов солей в подземных водах. В связи с этим были построены карты-схемы подземных вод по содержанию хлоридных, сульфатных и гидрокарбонатных солей.

В ходе работы были построены карты-схемы засоления подземных вод города Нукуса по содержанию в них хлоридных, сульфатных и гидрокарбонатных солей. Наибольшая засоленность по содержанию хлоридных, сульфатных и гидрокарбонатных ионов наблюдается на правом берегу канала Тас арна. Это связано с особенностью литологического состава и засоленностью грунтов, залегающих на глубине. Эта территория находится в зоне ирригации, где отсутствуют коллекторно-дренажные сети. Из-за миграции солей с более глубоко залегающих меловых отложений при капиллярном поднятии подземных вод происходит дополнительное засоление подземных вод и грунтов.

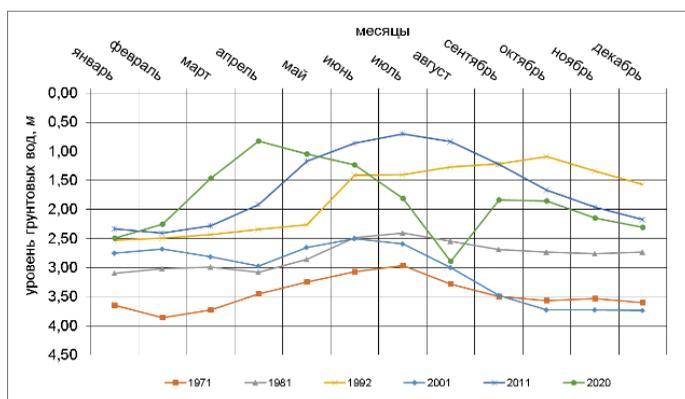
На рис. 1 представлен график, описывающий изменение среднего уровня подземных вод по годам, анализ которого показывает, что наиболее глубокий уровень подземных вод наблюдался в 2001 году, когда в реке Амударье было мало

воды.

На рис.2 представлен график сезонного изменения уровня подземных вод Нукуса в различные годы. Как видно из этого рисунка, максимальный глубокий уровень подземных вод наблюдается в основном в зимнее и осеннее время, минимальный (высокий) уровень подземных вод приходится на вегетационный период с апреля по август. Сезонное изменение уровня подземных вод связано с изменением расхода воды в канале Дослык, который предназначен для доставки поливной воды в северные районы Каракалпакстана, расположенные в правобережье Амударьи.



**Рис. 1.** Динамика изменения глубины подземных вод города Нукуса по годам



**Рис. 2.** Динамика сезонного изменения уровня подземных вод города Нукуса

Результаты исследований показали:

- Подземные воды города Нукуса содержат в основном хлоридные и сульфатные соли, которые оказывают негативное влияние на растительность. Содержание водорастворимых солей изменяется от 254 мг/л до 32500 мг/л. При этом наибольшая засоленность наблюдается между каналами Дослык и Тас арна.

- Анализ многолетних наблюдений гидрогеологических условий города Нукуса показал, что в городе наблюдается рост уровня подземных вод, оказывающих негативное влияние на экологическую обстановку города.

- Для эффективного озеленения города Нукуса необходимо разработать научные рекомендации по выбору и размещению видов деревьев в зависимости от засоленности подземных вод и почв города Нукуса.

- Для улучшения экологическо-гидрогеологической ситуации города Нукуса необходимо провести научно-исследовательские работы, направленные на проектирование новой инновационной дренажной системы.

### *Литература*

1. *Aimbetov I.K., Bekimbetov R.T.* Engineering and geoecological assessment of soils salinity in Nukus using GIS technologies. E3S Web. Conf. 2021. Volume 265. 03006.

2. *Ломтадзе В.Д.* Инженерная геология. Инженерная петрология. М.: Недра, 1985.

3. *Рафииков А.А.* Природные условия ошущающего южного побережья Аральского моря. Ташкент: ФАН.

4. *Agudo E., Mees F., Jacobs P., Rodriguez-Navarro C.* The role of saline solution properties on porous limestone salt weathering by magnesium and sodium sulphates //Environmental geology. 2007. № 52. P. 269-281.

5. *Angeli M., Bigas J.P., Benavente D., Menéndez B., Hébert R., David C.* Salt crystallization in pores: quantification and estimation of damage //Environmental geology. 2007. № 52. P. 205-213.

6. *Li Y.P., Yang C.H., Qian Q.H., Wei D.H., Qu D.A.*

Experimental research on deformation and failure characteristics of laminated salt rock // In Proceedings of the 6th conference on the mechanical behavior of salt «SALTMECH6 – the mechanical behavior of salt-understanding of THMC processes in salt». Hannover. 2007. P. 69-74.

7. *Liang W.G., Yang C.H., Zhao Y.S., Dusseault M.B., Liu J.* Experimental investigation of mechanical properties of bedded salt rock //International Journal Rock Mechanics. Mineral Science. 2007. №44(3). P. 400-411.

8. *Naeyin S.A., Jahanger M.A., Monshi A.* Mechanisms Controlling the Undrained Strength Behavior of Landfill Liner Clay //Proceeding of the 5th International Symposium on deformation characteristics of geomaterials is Seoul. Seul. 2011. Vol. 1. P. 500-505.

*Izzet Aimbetov, Ruslan Bekimbetov*

**ECOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS  
OF THE CITY OF NUKUS**

*Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences  
Karakalpak Branch of the Academy of Sciences  
of the Republic of Uzbekistan*

The article presents the results of ecological and hydrogeological studies of the city of Nukus. The results of observations of changes in the groundwater level of the city are presented. It has been established that an increase in the water level leads to additional salinization of soils, which worsens the ecological situation of the city, negatively affects green spaces and reduces the longevity of plants. Based on the results of research using GIS technologies, maps-schemes of salinization of the groundwater of the city were compiled. Studies have shown that the groundwater of Nukus is salted mainly with chloride and sulfate salts.

*Аимбетов И.К., Искендеров Б.К.*  
**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВО-ГРУНТОВ НУКУССКОГО  
РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН**

*Каракалпакский научно-исследовательский институт  
естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук  
Республики Узбекистан*  
[izzet\\_chf@mail.ru](mailto:izzet_chf@mail.ru)

Представлены результаты инженерно-геоэкологических исследований засоления почво-грунтов Нукусского района Республики Каракалпакстан до уровня подземных вод.

Установлено, что повышение уровня подземных вод приводит к дополнительному засолению почв, что ухудшает экологическую обстановку района, негативно влияет на зеленые насаждения и снижает долговечность растений. По результатам исследований с использованием ГИС технологий составлены карты-схемы засоления почво-грунтов района. Исследования показали, что почвы территории Нукусского района засолены и в основном относятся к сульфатному и хлоридно-сульфатному типам засоления. По степени засоленности почво-грунты относятся к засоленному типу.

Нукусский район является административной единицей в центральной части Республики Каракалпакстана, территория которой охватывает земли вокруг столицы республики города Нукуса. Центром района является посёлок Акмангит. Территория района лежит у самого начала дельты Амударьи, воды которой интенсивно используются для оросительных каналов. Река служит естественной границей края с юга, а на востоке раскинулись пески Таскудык. Несмотря на экологические проблемы, связанные с обмелением Амударьи, сельское хозяйство доминирует в экономике района. В сельскохозяйственном секторе района выращивают фрукты, хлопок, зерновые, бахчевые культуры, а также присутствует мясомолочное животноводство. Площадь территории составляет

287,526 кв.км, население – 53,9 тыс.

Одной из экологических особенностей Нукусского района является засоленность почво-грунтов. Исследования показывают, что повышение засоленности почво-грунтов происходит из-за повышения уровня грунтовых вод [1]. Повышение засоленности почво-грунтов оказывает негативное влияние на экологическую обстановку и снижает приживаемость саженцев для озеленения поселков, угнетает рост растительности, снижает урожайность сельхозкультур. Так, например, исследования показывают, что из-за повышения засоленности в Каракалпакстане снижается долговечность древесных и кустарниковых растений и нарушается экологическое равновесие. Это наблюдается по всей территории Каракалпакстана [1,3].

Наряду с этим следует отметить, что в последние годы происходит расширение города Нукуса, в результате чего на месте сельхоз площадей осуществляется строительство зданий. Анализ существующей литературы показывает, что засоленность грунтов оказывает отрицательное влияние на строительные свойства грунтов и строительных материалов [4-8].

Целью работы являлось составление серии карт-схем засоления почво-грунтов Нукусского района Республики Каракалпакстан, которые необходимы для разработки мероприятий по снижению засоленности почво-грунтов и устойчивого ведения сельского хозяйства.

В работе [1] представлены результаты исследований засоленности почво грунтов города Нукуса, граничащего с исследуемой территорией, где показано, что рост засоленности почво-грунтов происходит из-за повышения уровня подземных вод.

Известно, что засоленность почв связано с повышением уровня минерализованных подземных вод. Режим уровня подземных вод в пределах Нукусского района ирригационный и определяется, в первую очередь, режимом

расходов канала «Дослык» и связанной с ним интенсивностью полива сельскохозяйственных полей. Подъём уровня подземных вод Нукусского района начинается с мая, достигая максимального положения в июне, реже в августе. Минимальное положение отмечается в сентябре-ноябре. В связи с развитием процессов засоления хлопковые поля в январе-феврале промываются. В этот период подземные воды имеют первый максимум, а летом в период вегетации - второй.

По данным режимных наблюдений амплитуда колебания уровня подземных вод по наблюдательным скважинам, расположенным на территории Нукусского района за период с 2000 г. до 2015 г. составила 1,18 м. В наиболее пониженных местах вблизи канала «Дослык» отдельные участки могут быть подтоплены.

Анализ существующих данных Гидромелиоративной экспедиции Каракалпакстана по изучению уровня грунтовых вод Нукусского района показывает, что наиболее высокий уровень подземных вод наблюдается в июле. Анализ показывает, что наиболее высокий уровень грунтовых вод в Нукусском районе в июле месяце был зафиксирован в 2003 году на уровне 1,25 м.

Отметим, что в период максимальных атмосферных осадков и при интенсивном орошении территории и отсутствии дренажа расчётный максимум уровня подземных вод с учетом многолетия следует ожидать выше замеренных, т.е. на глубинах 0,2-0,7 м от поверхности земли.

Для смягчения негативного воздействия солей на окружающую среду необходимо оценить закономерность засоления почво-грунтов Нукусского района.

Для оценки характера распространения солей и определения типов солей, которые оказывают угнетающее воздействие на зеленые насаждения, были составлены карты засоления почво-грунтов Нукусского района. При этом были использованы данные определений засоленности почво-

грунтов, приведенных в отчетах инженерно-геологических изысканий местных организаций и результаты собственных исследований. Как правило, в отчетах инженерно-геологических изысканий приводятся результаты химического анализа грунтов и грунтовых вод по их засоленности, которые используются для предотвращения разрушающего воздействия на подземные части зданий и сооружений [1]. Для оценки закономерностей распространения солей на оцифрованную карту в масштабе 1:50 000 были нанесены координаты точек, где были определены засоленность грунтов до уровня подземных вод. Карты составлены с использованием компьютерной программы ArcGIS по методике, приведенной в работе [1]. При составлении карт были обработаны результаты определений засоленности грунтов 65 выработок, залегающих до уровня подземных вод. Площадь исследований 150 кв.км. При составлении карт в качестве основы была использована карта в масштабе 1:50 000.

В результате были составлены:

- карта-схема засоления почво-грунтов, которая описывает характер засоления почво-грунтов до уровня подземных вод;
- карта засоления почво-грунтов Нукусского района до уровня подземных вод по содержанию водорастворимых солей;
- карты засоления почво-грунтов по содержанию в них ионов хлора, сульфата.

Данные карты можно использовать при выборе вида сельхоз-культур, при озеленении территории поселков, аулов, что позволит улучшить микроклимат, экологическую обстановку и создаст более комфортные условия для жителей.

Анализ результатов исследования показал:

- Засоленность почво-грунтов Нукусского района

и подземных вод в основном относятся к сульфатному и хлоридно-сульфатному типам.

- Для эффективного и устойчивого возделывания сельскохозяйственных культур на территории Нукусского района необходимо разработать научные рекомендации по выбору и размещению сельхоз культур, видов деревьев в зависимости от засоленности почв.

- Для улучшения экологической ситуации Нукусского района необходимо провести научно-исследовательские работы по проектированию новой инновационной дренажной системы. Это позволит более эффективно использовать посевные площади и улучшит экологическую обстановку района по засоленности почво-грунтов.

#### *Литература*

1. *Aimbetov I.K., Bekimbetov R.T.* Engineering and geocological assessment of soils salinity in Nukus using GIS technologies. E3S Web. Conf. 2021. Volume 265. 03006.

2. *Ломтадзе В.Д.* Инженерная геология. Инженерная петрология. М.: Недра, 1985.

3. *Рафииков А.А.* Природные условия ошущающего южного побережья Аральского моря. Ташкент: ФАН, 1982

4. *Agudo E., Mees F., Jacobs P., Rodriguez-Navarro C.* The role of saline solution properties on porous limestone salt weathering by magnesium and sodium sulphates //Environmental geology. 2007. № 52. P. 269-281.

5. *Angeli M., Bigas J.P., Benavente D., Menéndez B., Hébert R., David C.* Salt crystallization in pores: quantification and estimation of damage //Environmental geology. 2007. № 52. P. 205-213.

6. *Li Y.P., Yang C.H., Qian Q.H., Wei D.H., Qu D.A.* Experimental research on deformation and failure characteristics of laminated salt rock // In Proceedings of the 6<sup>th</sup> conference on the mechanical behavior of salt «SALTMech6 – the mechanical behavior of salt-understanding of THMC processes in salt». Hannover. 2007. P. 69-74.

7. *Liang W.G., Yang C.H., Zhao Y.S., Dusseault M.B., Liu J.*

Experimental investigation of mechanical properties of bedded salt rock //International Journal Rock Mechanics. Mineral Science. 2007. № 44(3). P. 400-411.

8. *Naeiny S.A., Jahanger M.A., Monshi A.* Mechanisms Controlling the Undrained Strength Behavior of Landfill Liner Clay //Proceeding of the 5<sup>th</sup> International Symposium on deformation characteristics of geomaterials is Seoul. Seul. 2011. Vol. 1. P. 500-505.

*Izzet Aimbetov, Bahtiyar Iskenderov*  
**ECOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS  
OF THE CITY OF NUKUS**

*Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences  
Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic  
of Uzbekistan*

The results of geoecological engineering studies of salinization of soils of the Nukus district of the Republic of Karakalpakstan to the groundwater level are presented. It has been established that an increase in the level of groundwater leads to additional salinization of soils, which worsens the ecological situation of the area, negatively affects green spaces and reduces the longevity of plants. According to the results of research using GIS technologies, maps-schemes of salinization of the soils of the district have been compiled. Studies have shown that the soils of the territory of the Nukus district are saline and mainly belong to the sulfate and chloride-sulfate types of salinization. According to the degree of salinity, soils belong to the saline type.

*Боброва А.В., Васильев А.А.*  
**МАГНИТНЫЕ ЧАСТИЦЫ В ПРИДОРОЖНЫХ  
ПОЧВАХ И ЭПИФИТАХ-ПЛЕВРОЦИУМ ШРЕБЕРА  
ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ  
ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ  
НА ТЕРРИТОРИИ Г. ПЕРМЬ**

*Пермский государственный аграрно-технологический  
университет имени академика Д.Н. Прянишникова, Россия*

[pet508nas@mail.ru](mailto:pet508nas@mail.ru)

Минералы, содержащие железо, чувствительны к экологическим процессам, что делает актуальным анализ состава магнитных частиц при изучении загрязнения окружающей среды. В работе проанализирована магнитная восприимчивость, морфология и химический состав магнитных частиц урбанозёмов приствольных кругов и мхов-эпифитов тополя чёрного на территории Мотовилихинского района города Пермь. В исследуемых почвах концентрация тяжелых металлов превышает кларковые значения и ПДК по Ni, Cu, Zn, Cr, As. В составе магнитных частиц почв и мхов-эпифитов содержание Fe, Cr, Ni, Ti значительно превышает кларковые значения.

Почвы промышленных городов обогащены техногенными магнитными частицами (ТМЧ), в том числе техногенным магнетитом ( $Fe_3O_4$ ) – оксидом железа, содержание которого в городских почвах достигает 3-4% и больше [1], в то время как в незагрязненных почвах содержание магнетита – не более 1% [2]. Причина аэрального магнитного загрязнения – выбросы заводов черной и цветной металлургии, теплоэнергетических предприятий, выхлопные газы и частицы тормозных элементов автомобилей [3-5]. При проявлении техногенных высокотемпературных процессов часть ионов Fe в решётке техногенного магнетита замещается катионами Zn, Cr, Cu и др., что позволяет отождествлять рост величины МВ почв с увеличением степени их загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) [3-6]. В районе исследования негативное

влияние оказывают выбросы предприятия ПАО «Мотовилихинские заводы» и дорожно-транспортное загрязнение.

Измерение МВ проводилось каппаметром КТ-6 в почвах трансект, заложенных параллельно проезжей части улиц Восстания, Анри Барбюса, Грачева, Смирнова, Ивановская. Магнитная фаза образцов была извлечена постоянным ферритовым магнитом [7]. Пробы эпифитов отбирались с поверхности стволов деревьев *Populus nigra* L. с помощью пластикового ножа на высоте 1,5 м. Одновременно в приствольных кругах отбирались почвенные образцы. Микрозондовый и энергодисперсионный анализ частиц магнитной фазы был проведен с использованием электронного микроскопа. Валовой химический состав определен методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии.

Эколого-геохимическая оценка элементного химического состава почв и частиц магнитной фазы проведена путем сравнения содержания элемента в образце с геохимическими константами: кларк [8, 9], ПДК (в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21). МВ исследованных почв сравнивалась с фоновыми значениями МВ почв для территории г. Пермь –  $0,43-0,62 \times 10^{-3}$  СИ [10].

Высокие значения МВ характерны для почв на улицах с интенсивным дорожным движением, расположенных на расстоянии 500-600 м от ПАО «Мотовилихинские заводы» – МВ почв ул. Восстания варьируют от  $3,13 \times 10^{-3}$  СИ до  $11,2 \times 10^{-3}$  СИ, медиана –  $5,6 \pm 2,3 \times 10^{-3}$  СИ.

МВ почв на улицах с менее интенсивным движением транспорта и более удаленных от ПАО «Мотовилихинские заводы» снижается, но относительно местного фона выше, что говорит о загрязнении почв магнитными частицами. Так, значения МВ почв варьируют в пределах: ул. Анри Барбюса от  $0,66 \times 10^{-3}$  СИ до  $3,44 \times 10^{-3}$  СИ, медиана –  $1,4 \pm 0,7 \times 10^{-3}$  СИ; ул. Грачева от  $0,44 \times 10^{-3}$  СИ до  $5,35 \times 10^{-3}$  СИ, медиана –  $2,4 \pm 1,6 \times 10^{-3}$  СИ; ул. Ивановская от  $0,9 \times 10^{-3}$  СИ до  $7,47 \times 10^{-3}$  СИ, медиана –  $4,2 \pm 2,0 \times 10^{-3}$  СИ; ул. Смирнова от  $2,12 \times 10^{-3}$

СИ до  $6,65 \times 10^{-3}$  СИ, медиана –  $4,0 \pm 1,2 \times 10^{-3}$  СИ.

Концентрация Ni, Cu, Zn, Cr, As в придорожных почвах на улицах Мотовилихинского района превышает кларковые значения и ПДК: Ni – до 26,5 раз, Cu – до 13,2 раз, Zn – до 7,7 раз, As – до 54,5 раз, Cr – до 15,1 раз, что характеризует серьезные экологические проблемы. Категория загрязнения почв – чрезвычайно опасная (в соответствии с МУ 2.1.7.730-99).

В сильномагнитной фазе почв приствольных кругов на ул. Восстания, Анри Барбюса, Ивановская преобладают частицы обломочной формы размером от 1 мкм до 800 мкм. Некоторые частицы имеют сферическую форму.

Варьирование содержания химических элементов почв на ул. Восстания высокое: Fe от 7,7 до 54%, O от 29,8 до 64%, Mg от 2,3 до 9,1%, Al от 1,6 до 8,1%, Si от 1,5 до 12,9%, Ca от 0,6 до 11,9%. Концентрация металлов в составе магнитных частиц превышает кларковые числа по К.Х. Ведеполю [8]: Cr в 286 раз, Mn в 15 раз, Fe в 11 раз, Ti в 4 раза, Mg в 4 раза.

Элементный химический состав частиц магнитной фазы почвы по ул. Анри Барбюса отличается более низким содержанием Fe 0,4-29,5%, но более высоким содержанием Mg 1,8-17,9%, что свидетельствует о присутствии магниевых ферритов, ферритов-шпинели, которые содержатся в составе пылевидных выбросов предприятий черной металлургии. Концентрация Fe и Mg превышает кларковые значения по К.Х. Ведеполю [8] в 3 и 5 раз, соответственно.

Содержание химических элементов в составе частиц почв на ул. Ивановская варьирует в интервале: O от 53 до 69 %, Fe от 3,9 до 25,6%, Mg от 2,8 до 17,7%, Al от 4,1 до 12,1%, Si от 5,5 до 15,1%, Ca от 1,2 до 6,5%. В отдельных частицах содержатся Ti и Ni. Концентрация металлов в составе магнитных частиц выше значений кларков по Ведеполю К.Х. [9]: Ni в 7097 раз, Mg в 5 раз, Ti в 4 раза, Fe в 4 раза.

Использование мхов является эффективным методом биомониторинга [11]. В сильномагнитной фазе образца мха

с ул. Восстания преобладают частицы обломочной и сферической форм размером от 1 мкм до 700 мкм.

Выявлено значительное варьирование концентрации элементов: О от 47 до 73 %, Fe от 5,3 до 41%, Mg от 2,2 до 20%, Al от 2,2 до 10,2%, Si от 3,0 до 15,9%, Ca от 1,0 до 3,4%. В некоторых частицах высокая концентрация Ti и Cr.

Средние концентрации металлов, входящих в состав магнитных частиц, превышают кларковые значения: Cr в 3257 раз, Fe в 8 раз, Ti в 7 раз, Mg в 4 раза. Содержание Si и Al, напротив, ниже кларковых значений в 2-5 и 1,3-3 раза, соответственно, что может привести к деградации почв.

Почвы придорожных территорий улиц Мотовилихинского района, приближенных к территориям промышленных предприятий, концентрируют частицы магнетитоподобного минерального комплекса. Магнитная восприимчивость почв района значительно превышает фоновые значения для почвенного покрова г. Пермь. Категория загрязнения почв – чрезвычайно опасная. Содержание Cr, Fe, Mg, Ni, Ti в составе магнитных частиц почв и эпифитов значительно превышает кларковые значения и ПДК.

### *Литература*

1. *Водяницкий Ю.Н.* Минералы железа в городских почвах // Почвоведение. 2010. №. 12. С. 1519-1526.

2. *Бабанин В.Ф., Трухин В.И., Карпачевский Л.О., Иванов А.В., Морозов В.В.* Магнетизм почв. Ярославль: ЯГТУ. 1995. С.223.

3. *Kapicka A., Petrovsky E., Ustjak S., Nachackova K.* Proxy mapping of fly ash pollution of soils around a coalburning power plant: a case study in the Czech Republic // J. Geo& chim. Explor. 1999. Vol. 66. P. 291-297.

4. *Reshetnikov M.V.* Magnetic Properties and Concentration of Heavy Metals in Soils of the Krasnyi Kut Town (Saratov, Russia) //Recent Advances in Rock Magnetism, Environmental Magnetism and Paleomagnetism. Springer, Cham. 2019. P. 235-244.

5. *Narayana A.C., Ismaiel M., Priju C.P.* An environmental magnetic record of heavy metal pollution in Vembanad lagoon,

southwest coast of India //Marine Pollution Bulletin. 2021. Vol. 167. P. 112-344

6. *Boyko T., Scholger R., Stanjek H.* Topsoil magnetic susceptibility mapping as a tool for pollution monitoring: reputability of in situ measurements // J. Appl. Geophys. 2004. Vol. 55. P. 249-259.

7. *Vasiliev A., Gorokhova S., Razinsky M.* Technogenic magnetic particles in soils and ecological–geochemical assessment of the soil cover of an industrial city in the Ural, Russia //Geosciences (Switzerland). 2020. Vol. 10. № 11. P. 1-34.

8. *Wedepohl K.H.* The composition of the continental crust // Geochim. Cosmochim. Acta. 1995. Vol. 59. N 7. P. 1217-1232.

9. *Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В.* Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1976.

10. *Васильев А.А., Лобанова Е.С.* Картограмма МВ почвенного покрова г. Перми // Пермский аграрный вестник. 2013. №3 (3). С.24-27

11. *Боброва А.В., Васильев А.А.* Тяжёлые металлы в почвах и мхах-эпифитах Ленинского района г. Ижевск // АгроЭкоИнфо. 2021. № 4 (46)

*A.V. Bobrova, A.A. Vasil'ev*

**MAGNETIC PARTICLES IN ROADSIDE SOILS  
AND SCHREBER'S EPIPHYTES-PLEUROCIUM  
OF BLACK POPLAR IN THE IN THE COVERAGE AREA  
OF FERROUS METALLURGY ENTERPRISES IN PERM**

*Perm State Agro-Technological University*

*named after Academician D.N. Pryanishnikov, Russia*

Minerals that contain iron are sensitive to environmental processes, which makes it relevant to analyze the composition of magnetic particles in the study of environmental pollution. The paper analyzes the magnetic susceptibility, morphology, and chemical composition of magnetic particles extracted from urban soils of near-stem circles and epiphytic mosses *Populus nigra* L. in the territory of the Motovilikha district of the city of Perm. In the studied soils, the concentration of heavy metals exceeds several times the clarke values and the maximum permissible concentration for Ni, Cu, Zn, Cr, As. In the composition of magnetic particles of soils and epiphytic mosses, the content of Fe, Cr, Ni, Ti significantly exceeds the clarke values.

*Бушуев Н.Н.<sup>1</sup>, Пивень Е.А.<sup>2</sup>*  
**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ  
МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ  
ОПЫТОВ**

<sup>1</sup>*Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский  
университет), Россия*

<sup>2</sup>*Российский университет дружбы народов, Россия*  
[bnn@bmstu.ru](mailto:bnn@bmstu.ru)

В длительных полевых опытах определено влияние различных вариантов сельскохозяйственного использования на накопление тяжёлых металлов в изучаемых почвах. В поверхностном слое дерново-подзолистой почвы отмечается наибольшее количество тяжелых металлов. Максимальное накопление кадмия отмечается в поверхностном слое при длительном совместном внесении минеральных удобрений, навоза и извести. Внесение удобрений неодинаково влияет на содержание тяжелых металлов в дерново-подзолистой и темно-серой лесной почвах.

В настоящее время с каждым годом обостряется проблема накопления в почвах тяжёлых металлов (ТМ). Оценке содержания ТМ придаётся важное значение в международных программах по защите окружающей среды [1- 4].

Для проведения исследований были отобраны почвенные образцы в длительном полевом опыте Тимирязевской сельскохозяйственной академии (ТСХА), заложенном в 1912 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Были взяты образцы из слоев 0-20 и 20-40 см следующих вариантов: 1. Контроль; 2. Минеральные удобрения (НРК); 3. Навоз; 4. НРК+навоз+известь [5, 6].

Для сравнения была также исследована темно-серая лесная среднесуглинистая почва, из таких же слоев (0-20, 20-40 см). Опыт расположен на опытном поле учебного хозяйства ТСХА “Дружба” Ярославской области в 8-польном полевом севообороте. Почвенные образцы отбирались

из вариантов контроль, NPK, NPK+навоз.

Отбор проб почвы для анализов проводился в соответствии с общепринятыми методиками. Содержание подвижных форм ТМ определялось в 1н НСl и в ацетатно-аммонийном буферном растворе (рН=4,8), а валовых в 6н НСl. Определение тяжелых металлов проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30.

При анализе содержания ТМ в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве было отмечено высокое содержание валовых и подвижных форм кадмия в поверхностном слое всех вариантов опыта (табл. 1). Применение навоза и минеральных удобрений не вызывает увеличения содержания валовых и подвижных форм кадмия в слое 0-20 см. Также в контроле в слое 0-20 см отмечено более высокое содержание валовых форм ТМ по сравнению с вариантом NPK.

**Таблица 1.** Содержание валовых и подвижных форм ТМ в дерново-подзолистой почве (мг/кг).

Вариант опыта и глубина, см		Валовое содержание			Содержание подвижных форм		
		Cd	Zn	Co	Cd	Zn	Co
Контроль	0-20	1,08	66,7	6,6	0,91	20,1	2,4
	20-40	0,10	38,8	5,0	0,015	13,0	1,9
NPK	0-20	0,31	51,4	5,8	0,21	17,6	2,5
	20-40	0,05	44,7	4,8	0,02	16,0	2,2
Навоз	0-20	0,93	85,9	7,9	0,81	22,6	2,8
	20-40	0,04	88,3	5,1	0,035	20,8	2,1
NPK+навоз+ известь	0-20	3,15	94,8	9,1	2,79	24,0	3,1
	20-40	0,05	55,3	5,2	0,03	14,9	2,4
НСР <sub>0,05</sub>		0,03	4,93	1,45	0,03	3,14	0,54

Очень высокое содержание кадмия в пахотном слое варианта извести, навоза и NPK обусловлено процессом перехода поступающего в почву кадмия в карбонатную форму. Длительное применение навоза приводит

к возрастанию содержания валовых форм Zn и Co в пахотном слое, но на содержание подвижных форм оно не оказывает существенного влияния, а содержание валового и подвижного кадмия достоверно снижается.

Сравнение результатов длительных опытов показало, что внесение удобрений неодинаково влияет на содержание Cd, Zn и Co в дерново-подзолистой и тёмно-серой лесной почвах. На тёмно-серой лесной почве внесение NPK и навоза приводит к увеличению содержания валовых форм Cd и Zn. Напротив, на дерново-подзолистой почве применение NPK вызывает снижение содержания валовых форм Cd и Zn, а также подвижных форм Cd, однако при внесении навоза содержание валового Zn возрастает. При длительном совместном внесении NPK, навоза и извести на дерново-подзолистой почве наблюдается увеличение содержания валовых и подвижных форм Cd, Zn и Co. Вместе с тем внесение NPK и навоза на обеих почвах практически не влияет на содержание валовых и подвижных форм кобальта.

### *Литература*

1. *Водяницкий Ю.Н.* Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008.
2. *Сердюкова А.Ф., Барабанчиков Е.А.* Последствия загрязнения почвы тяжелыми металлами [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http:// moluch.ru/archive/185/47382/](http://moluch.ru/archive/185/47382/) (дата обращения 26.02.2022)
3. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987.
4. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989.
5. *Карпухин А.И., Бушуев Н.Н.* Влияние различных вариантов сельскохозяйственного использования дерново-подзолистых и серых лесных почв на состояние тяжёлых металлов в почвах // Современные проблемы загрязнения почв. Международная научно-практическая конференция. Сборник тезисов. М.: МГУ. 24-28 мая 2004 г.. С. 218-219.

6. Бушуев Н.Н. Тяжелые металлы в органическом веществе дерново-подзолистых почв при различном сельскохозяйственном использовании: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. М, 2004.

*Bushuev N.N.<sup>1</sup>, Piven E.A.<sup>2</sup>*

**ECOLOGICAL STATE OF HEAVY METALS IN SOILS  
OF LONG-TERM FIELD EXPERIMENTS**

*<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Russia*

*<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Russia*

In long-term field experiments, the influence of various agricultural use options on the accumulation of heavy metals in the studied soils was determined. The greatest amount of heavy metals is observed in the surface layer of soddy-podzolic soil. The maximum accumulation of cadmium is observed in the surface layer with prolonged joint application of mineral fertilizers, manure and lime. The application of fertilizers has an unequal effect on the content of heavy metals in soddy-podzolic and dark gray forest soils.

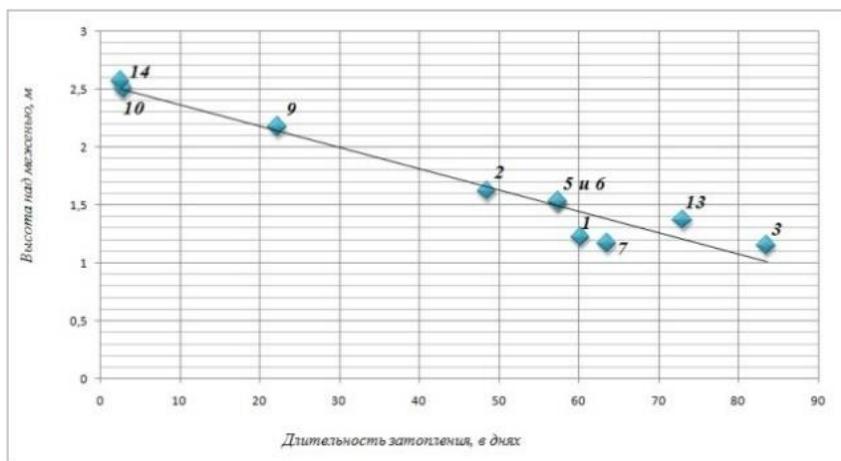
**Валов М.В., Бармин А.Н., Беляев Д.Ю.**  
**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЗМА ПОЧВ**  
**РАЗНОВЫСОТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**  
**ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ**

*Астраханский государственный университет, Россия*  
[m.v.valov@mail.ru](mailto:m.v.valov@mail.ru)

В работе представлены особенности длительности затопления, общего содержания легкорастворимых солей в почвах и показателей токсичности почвенного покрова в зависимости от высотного положения территорий дельты реки Волги.

Процесс почвенного засоления является одним из лимитирующих факторов устойчивого развития и продовольственной безопасности территорий, в связи с чем исследование галогенеза представляет собой важнейший аспект стратегического управления природопользованием. По результатам мониторинга засоления почвенного покрова дельты реки Волги на серии стационарных участков [1-3] были выявлены разнонаправленные зависимости.

Длительность и обеспеченность затопления стационарных участков в дельте р. Волги тесно связана с их высотой над меженью. Чем ниже над меженным уровнем воды находится участок, тем выше вероятность его затопления и тем на более длительный срок он затапливается во время весенне-летних половодий (рис. 1) [1-4]. Наиболее длительно затапливаемыми являются участки №№ 3 и 13 (более 70-ти дней). Участки №№ 7, 1, 5, 6, 2 затапливаются в среднем на срок от 28 (2 участок) до 63 дней (7 участок). Высота данных экотопов над меженью колеблется от 1.62 м до 1.17 м соответственно. По классификации поемности Раменского [5] все названные участки относятся к особо долгопоемным. Ближе к началу оси длительности затопления расположен участок № 9 (относится к среднепоемным) и у самого начала названной оси находятся краткочасовые участки №№ 10 и 14, расположенные в пределах урочищ высокого уровня.



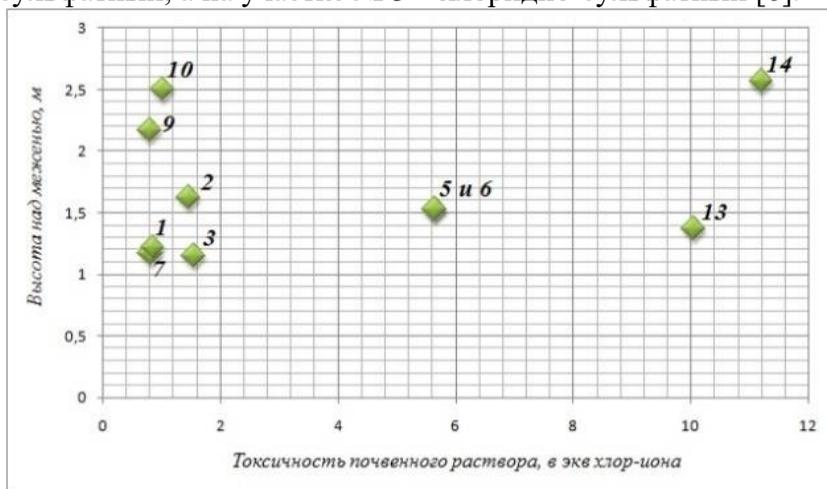
**Рис. 1.** Средняя длительность затопления стационарных участков во время весенне-летних половодий (1978-2020 гг.). \*Арабскими цифрами в поле осей координат обозначены номера стационарных участков

При прямой связи высоты территорий над межею и длительностью затопления, несколько иначе обстоит вопрос зависимости степени засоления почв и токсичности почвенного раствора от высотного фактора.

Так, участки № 10 и 9, относимые к кратко- и среднепоемным соответственно, имеют меньшую степень засоления и более низкие показатели токсичности почвенного раствора, чем участки, относимые к долгопоемным. Также необходимо обратить внимание на то, что положение некоторых участков относительно друг друга вдоль оси общего содержания солей и оси токсичности почвенного раствора неодинаково (рис. 2).

Участок №2 вдоль первой оси находится между участками №№ 1 и 5, а вдоль второй оси – значительно смещается к её началу, занимая место левее участка № 3. Данное явление объясняется неодинаковым типом почвенного засоления стационарных участков. На участке № 2, при общем содержании солей в почве большем, чем на

участке № 3, токсичность почвенного раствора несколько меньше, в связи с тем, что тип засоления на участке № 2 сульфатный, а на участке № 3 – хлоридно-сульфатный [6].



**Рис. 2.** Положение стационарных участков в осях высоты над меженью и показателя токсичности почвенного раствора слоя почвы 0-100 см.

*\*Арабскими цифрами в поле осей координат обозначены номера стационарных участков*

Так же несколько левее на оси показателя токсичности относительно оси общего содержания солей смещается участок № 1 и гораздо правее – участок № 13, в связи с тем, что тип засоления на данном участке сульфатно-хлоридный, который более токсичен, чем преобладающий на остальных участках урочищ среднего уровня хлоридно-сульфатный.

### *Литература*

1. Голуб В.Б., Пилипенко В.Н., Лосев Г.А., Бармин А.Н. Характеристика абиотических факторов на территории ботанических памятников природы в низовьях Волги // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экология». 2011. Выпуск 11. С. 19-43.

2. Valov M.V., Barmin A.N. Natural and anthropogenic factors influence on the botanic natural sanctuary vegetation cover dynamics of the River Volga delta. //E3S Web of Conferences. 2021. V.265. 01022. DOI: [10.1051/e3sconf/202126501022](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126501022)

3. Голуб В.Б., Чувашов А.В., Бондарева В.В., Николайчук Л.Ф. Растительные сообщества низовий Волги на почвах с резко выраженной сезонной динамикой засоления // Аридные экосистемы. 2017. Т. 23. № 1 (70). С. 31-39.

4. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидрологоморфологические процессы и опасные гидрологические явления / МГУ им. М. В. Ломоносова; под ред. В.Н. Михайлова. Москва : ГЕОС, 2013.

5. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938.

6. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. 1968. №11. С. 3–15.

*Mikhail Valov, Alexander Barmin, Daniil Belyaev*  
**CHEMISTRY FEATURES OF THE VOLGA RIVER DELTA  
DIFFERENT-ALTITUDE TERRITORIES SOILS**

*Astrakhan State University, Russia*

The paper presents the features of the duration of flooding, the total content of readily soluble salts in soils, and the indicators of toxicity of the soil cover, depending on the altitudinal position of the territories of the Volga River delta.

*Воробьев А.Ю., Иванов Е.С., Балобина А.А.*  
**МОНИТОРИНГ ПОТЕРЬ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ  
ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ В ОКРЕСТНОСТЯХ УСТЬЯ  
РЕКИ СОЛОТЧИ**

*Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина,  
Россия*

[a.vorobyov90@mail.ru](mailto:a.vorobyov90@mail.ru)

В статье приводятся результаты измерений скорости боковой эрозии, проявляющейся на откосах русла Оки, а также оценка потерь гумусово-аккумулятивного горизонта аллювиальных почв по результатам этих измерений. Рассмотрены факторы, влияющие на потери твердофазного материала древних и современных почв и распределение некоторых физических свойств почвогрунтов по разрезам пойменных отложений в окрестностях устья реки Солотчи.

Русло Оки – крупнейшего правого притока Волги в средней части бассейна зачастую меандрирует, приобретая способность к усиленному размыву берегов и образуя протяженные фронты размыва. Среди участков интенсивной боковой эрозии выделяется фрагмент окского русла в 728-725 км от устья реки, составляющий морфологические части Марковской излучины. Незначительные уклоны потока, равные здесь 0,02-0,03‰, обусловлены разворотом Оки на север, в обратную сторону от основного направления течения. По формулам расчета скорости горизонтальных русловых деформаций, приведенным в работах [1, 4], при небольших уклонах русла следует ожидать незначительной эрозии откосов. Для средней Оки с характерными параметрами  $Q_{ср}=300-500 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $b_p=150-250 \text{ м}$  скорость боковой эрозии по номограммам К.М. Берковича с учетом развития собственно склоновых процессов на фронтах размыва должна находиться в пределах 1,0-2,5 м/год. Однако высокая вариабельность гидрологических параметров Оки, обычная в 2010-е гг., модулирует высокую изменчивость

скорости горизонтальных русловых деформаций, требующую осуществления полевых работ по измерению ее действительных значений.

Проведенные нами ранее [2] ручные измерения динамики боковой эрозии русла средней Оки позволили установить характерные значения данного параметра. Среди экологически значимых последствий упомянутого процесса первоочередную позицию занимает сокращение площади пойменных массивов и, как следствие, - потери плодородных аллювиальных почв. Перераспределение почвенных ресурсов, производимое русловым потоком, нельзя назвать оптимальным с точки зрения сельскохозяйственного использования пойменных земель. При быстром отступании подмываемых берегов велик экспорт гумусово-аккумулятивных горизонтов дневных почв, а эволюция педоседелов на молодых поймах происходит слишком медленно, чтобы компенсировать потери. Стационарные геоморфологические наблюдения за динамикой боковой эрозии речных русел позволяют оценить масштабы почвенной эрозии и определить его пространственные закономерности.

На вогнутом берегу Марковской излучины реки Оки нами в 2016-2021 гг. были проведены измерения скорости отступления пойменной бровки и наклонной плоскости берега с помощью методов сложных и простых реперов. Простые реперы (эрозионные штифты) применяются для оценки скорости горизонтальных русловых деформаций во многих странах мира [6], в том числе, и в России [3]. Сложные реперы – авторская методика определения скорости разрушения берегов рек, позволяющая установить расстояние, пройденное эрозией на различной высоте от уреза Оки. По нашим данным, на всех секторах вогнутого берега Марковской излучины (угол разворота  $60^{\circ}$ - $150^{\circ}$ ) за 6 лет наблюдений пойменная бровка отступила на 4-12 м, что соответствует ожидаемым значениям 1,0-2,5 м/год.

Площадь уничтоженной в ходе рельефообразования поймы на всем фронте размыва оценивается, по меньшей мере, в 1 га. Аналогичных масштабов достигла эрозия берега на глубине 0,5 м от поверхности дневных аллювиальных почв, при этом форма и профиль береговых откосов за 2016-2021 гг. изменились мало. По-прежнему часто встречаются фестончатые участки, а в отдельных местах фиксируется оползание и отседание блоков почвогрунтов.

Высокая сходимость значений боковой эрозии на уровне пойменной бровки и полуметровой глубине (соответствующей максимальной нижней границе гумусо-аккумулятивного горизонта почв) существенно упрощает оценку потерь плодородного слоя. Запасы гумуса в метровом слое почвогрунтов и в слоях 0-20 см, 20-50 см и 50-100 см на нижнем крыле Марковской излучины в 1,2-1,3 раза выше, чем в привершинной части меандра. Кроме того, современная аллювиальная дерновая почва ниже по течению от устья реки Солотчи наследует серой лесной палеопочве, что определяет высокую (до 60 см) мощность прокрашенной гумусом толщи. Между тем, и скорость боковой эрозии здесь выше, чем в привершинной части Марковской излучины. Форма последней в 1980-2010-е гг. стала усложняться в связи с развитием прирусловой отмели на выпуклом берегу нижнего крыла меандра.

Смещение вогнутого берега за 2016-2021 гг. на всем исследованном фронте размыва привело к потере около 110-120 тонн гумуса. Однако наличие в разрезах пойменного аллювия погребенных голоценовых почв, возраст которых может [6] достигать 10-12 тыс. лет, заставляет говорить также об экспорте древнего органического вещества, что никогда не учитывалось нами ранее. Полученные данные в будущем позволят перейти к оценкам соотношения потерь материала современных и древних почв, а также выявлению зависимостей между физическими параметрами почвенных тел и интенсивностью их эрозии.

### *Литература*

1. *Беркович К.М., Власов Б.Н.* Особенности русловых процессов на реках Нечерноземной зоны РФ // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 1982. № 3. С. 28-34.
2. *Воробьев А.Ю., Кадыров А.С.* Полевые исследования отступления берегов русла р. Оки в 2014-2018 гг. с помощью метода простых реперов // Географический вестник. 2020. № 3 (54). С. 30-45.
3. *Егоров И.Е.* Экзогенные геоморфологические процессы и методы их изучения. Ижевск, Изд-во Удмуртского университета, 2017
4. *Камалова Е.В.* О механизме переработки речных берегов // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 1988. № 3. С. 41-47.
5. *Кривоцов В.А., Воробьев А.Ю., Водорезов А.В., Зазовская Э.П.* Особенности формирования поймы реки Оки в ее среднем течении (на примере Спасского расширения) // Геоморфология. 2020. № 3. С. 56-71.
6. *Masoodi A., Noorzad A., Majdzadeh M.R., Samadi T.A.* Application of short-range photogrammetry for monitoring seepage erosion of riverbank by laboratory experiments // Journal of Hydrology. V. 558. 2018. P. 380-391.

*Aleksey Yurievich Vorobyov, Eugeny Sergeevich Ivanov,  
Anna Aleksandrovna Balobina*

### **MONITORING THE LOSS OF THE FERTILIZER LAYER OF FLUVISOLS IN THE SURROUNDINGS OF THE MOUTH OF THE SOLOTCHA RIVER**

*Ryazan State University named after S.A. Yesenin, Russia*

In the article, we present the results of measurements of the lateral erosion rate of the Oka river channel and data on the loss of the humus horizon for the period 2016-2021. We also considered the variability of erosion along the entire riverbank ledge of the river bend, separated by the mouth of the Solotcha river, and the problem of assessing the erosion of ancient paleosoils in riverbed slopes.

*Воробьев А.Ю., Кадыров А.С., Балобина А.А.*  
**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕДИМЕНТАЦИОННЫХ  
ЛОВУШЕК ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАИЛЕНИЯ  
ПРИУСЛОВНОЙ ПОЙМЫ СРЕДНЕЙ ОКИ**

*Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина,  
Россия*

[a.vorobyov90@mail.ru](mailto:a.vorobyov90@mail.ru)

С помощью седиментационных ловушек в пойме реки Оки в ее среднем течении был определен состав свежего половодного наилка, отлагавшегося в приусловной зоне осадконакопления в 2014-2019 гг. Показаны тенденции изменения литологических параметров пойменных наносов. Подчеркивается значение исследований донных отложений для анализа изменчивости и пространственной организации биотопов мелководий средней Оки.

Весенние половодья на реках центра Восточно-Европейской равнины являются главными рельефообразующими событиями в днищах местных речных долин. В данном регионе водотоки с четко выраженной многоводной фазой гидрографа, как, например, река Ока, на спаде половодья производят значительную работу по аккумуляции новейшего аллювия – свежего наилка. В сложении форм руслового рельефа участвуют, главным образом, песчаные наносы, перемещаемые волочением и сальтацией. Обновление поверхности дна и берегов реки происходит ежегодно и отмеченный процесс особенно заметен на литорали и мелководьях окского русла. По нашим наблюдениям, такие участки на средней Оке в последние годы склонны [1, 2] к заилению, хотя еще в середине XX века признавалось [3] резкое доминирование песчаных ареалов аккумуляции.

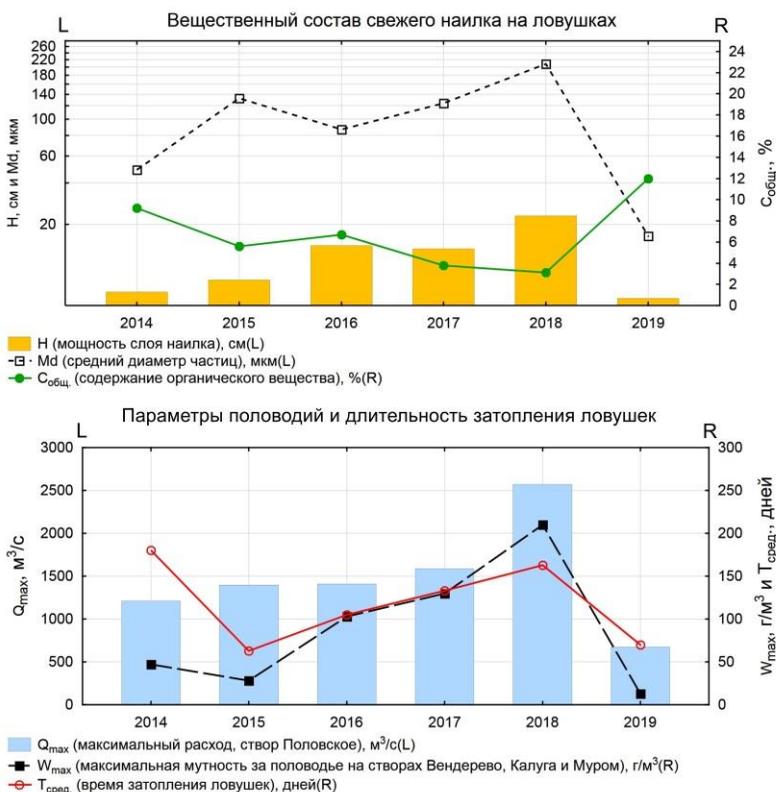
Питающие провинции реки Оки и ее притоков в верхней и средней части окского бассейна частично расположены в пределах Среднерусской возвышенности. Местные водотоки отличаются повышенным среднегодовым твердым стоком и потому можно предположить, что пойма Оки

в средней части речного бассейна может являться областью осаждения тонкодисперсного материала. Известно [4, 5], что осаждение взвесей из речного потока и депонирование минеральных и органических частиц в русловых отложениях является одним из ведущих процессов, регулирующих состояние сообществ донных организмов, и как следствие, определяющих способность данных сообществ к поддержанию стабильного существования вмещающих их экосистем.

Выраженная периодичность аллювиальной аккумуляции в прирусловой, почти гарантированно заливаемой, пойме Оки (обеспеченность по уровням  $p > 95-98\%$ ) предполагает оценку вклада каждого половодья в формирование толщ отложений. Стандартные методы отбора донных осадков направлены на изъятие интегральных слоистых образцов наносов, соответствующих аккумуляции за несколько лет. Мощность отдельных слоев, их вещественный состав и содержание в них органического вещества может резко различаться, особенно на участках с ослабленной литодинамикой. Все перечисленные показатели модулируются гидрологическими параметрами половодья конкретного года, среди которых наиболее существенными являются водность, мутность и продолжительность паводка. Важно, что половодья в 2010-е гг. на средней Оке существенно отличались по данным параметрам (рис. 1), что должно было отразиться в составе руслообразующих наносов, выполняющих субстрат местных сообществ живых организмов, например, фитальных и пелальных [2] сообществ макробентоса.

Начатые нами в 2014 году стационарные наблюдения за скоростью аккумуляции наилка в прирусловой пойме заключались в установке множества ( $>140$  в год) ловушек-ковриков в прирусловой пойме Оки на участке 750-300 км от ее устья. Седиментационные ловушки устанавливались перед каждым половодьем и снимались после спада паводковой волны. Собранный материал высушивался, определялся его объем, мощность слоя на ловушке и гранулометрический

состав наносов пипеточным и ситовым методами. Поскольку одной из главных целей была геологическая классификация отложений, то устанавливалось также содержание органического вещества ( $C_{\text{общ.}}$ ) в свежих наносах. Полученные значения среднего диаметра частиц каждого образца, его сортировки, процентилей обеспеченности гранулометрического состава и содержания  $C_{\text{общ.}}$  представляют собой базу данных о прирусловой аккумуляции. Подобные методы исследования «паттернов пойменного осадконакопления» [6] и «пятен субстрата на низкой пойме и осушках русла» [5] используются во множестве зарубежных работ.



**Рис. 1.** Графики средних значений состава и мощности аллювия на ловушках и параметров половодий 2014-2019 гг.

По нашим данным, рефлекторность (способность отражать в своих признаках внешние воздействия) прирусловой зоны осадконакопления на средней Оке весьма заметна – каждое половодье формирует некий «усредненный осадок». Мощность слоя наносов на ловушке закономерно растет с увеличением мутности потока, влияние водности менее значимо (рис. 1). Еще меньшее значение имеет длительность затопления ловушек (поемность), поскольку даже непродолжительные, но мощные половодья способны обеспечить накопление песчаного или суглинисто-песчаного слоя осадка, который в рипально-литоральных условиях будет выполнен как влекомыми, так и взвешенными наносами. Обогащение аллювия органическим веществом падает с увеличением расходов половодья. Так, в 2018 году затоны, выпуклые берега излучин, осушки прямолинейного русла Оки и пойм ее притоков хорошо промывались от детрита при выходе воды на центральную пойму и формировании автономных от русла пойменных потоков.

Тем не менее, гораздо большее воздействие на механический состав наносов оказывает фациальная обстановка осадконакопления в точке установки той или иной ловушки. Так, в затомах Оки преимущественно отлагаются глинистые суглинки, а заиление прирусловых отмелей на вершинах окских излучин отмечалось лишь в 2014, 2016 и 2019 году. Мониторинг осадконакопления на берегах рек за рубежом свидетельствует [5, 6], что на формах прируслового рельефа существуют дискретные выделы аллювиальной аккумуляции, примерно соответствующие [4, 7] масштабам мезобиотопов. Условия существования и развития сообществ гидробионтов такого пространственного ранга могут быть темой самостоятельного исследования, но, так или иначе, основой подобных работ, особенно при изучении бентосных форм, должно быть выявление литологических признаков субстрата. Помимо гидробиологического значения, полевые исследования аллювиальной аккумуляции с разрешением до одно-

го года, могут использоваться в прогнозировании самоочищения реки, оценках степени загрязнения ее дна и местного биологического разнообразия.

### *Литература*

1. *Воробьев А.Ю., Кадыров А.С.* Аккумуляция аллювиальных отложений в прирусловых поймах // Геология, география и глобальная энергия. 2020. № 3(78). С. 17-27.

2. *Палатов Д.М., Новичкова А.А., Быков А.Д.* Результаты гидробиологических исследований в среднем течении р. Оки // Труды Окского заповедника. 2019. №38. С. 267–292.

3. *Лазаренко А.А.* Литология аллювия равнинных рек гумидной зоны (на примере Днепра, Десны, Оки). Труды ГИН, вып. 120. Москва, «Наука». 1964.

4. *Allan J.D., Castillo M.M.* Stream Ecology. Springer, Dordrecht. 2007

5. *Atkinson C.L., Allen D.C., Davis L., Nickerson Z.L.* Incorporating ecogeomorphic feedbacks to better understand resiliency in streams: A review and directions forward // Geomorphology. 2018. Vol. 305. P. 123-140.

6. *Voss J.C.* Deposition Patterns and Rates of Mining Contaminated Sediment within a Sedimentation Basin System, S.E. Missouri. Springfield: Missouri State University, 2017.

7. *Parasiewicz P.* MesoHABSIM: A concept for application of instream flow models in river restoration planning // Fisheries. 2001. Vol. 26(9). P. 6–13.

*Aleksey Yurievich Vorobyov, Aleksandr Sergeevich Kadyrov,  
Anna Aleksandrovna Balobina*

### **USE OF SEDIMENTATION TRAPS TO ASSESS SILTATION IN THE NEAR-BED FLOODPLAIN OF OKA RIVER**

*Ryazan State University named after S.A. Yesenin*

Using sediment traps in the floodplain of the Oka River in its middle reaches, we determined the composition of fresh flood sediments, deposited in the near-river sedimentation zone in 2014-2019. The article shows trends in the clay and silt content in floodplain sediments and analyzes the possible geocological consequences of possible scenarios of riparian accumulation in the future.

*Гололобова А.Г., Данилов П.П., Петров А.А., Боескоров В.С.*  
**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО  
ПОКРОВА АРКТИЧЕСКИХ И СУБАРКТИЧЕСКИХ  
ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРИ  
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

*Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера  
имени проф. Д.Д. Саввинова Северо-Восточного федерального  
университета имени М.К. Аммосова, Россия*

[nuta0687@mail.ru](mailto:nuta0687@mail.ru)

В настоящей работе проведена оценка современного состояния почвенного покрова арктических и субарктических территорий региона в условиях техногенного воздействия. Исследованы территории трех почвенных провинций региона: лесотундровая равнинная, лесотундровая горная и центрально-верхоянская плоскогорно-таежная. Во всех изученных почвенных провинциях зафиксирована тенденция накопления определенных микроэлементов, а также наличие локальных участков с высокими категориями загрязнения. Выявлено, что наиболее сильно подверженными к химическому загрязнению являются территории лесотундровой равнинной и центрально-верхоянской плоскогорно-таежной почвенных провинций.

В Арктике масштабы деградации окружающей среды, связанные с бурным развитием промышленности, приобретают опасные тенденции, нарушение и уничтожение естественных экосистем которого наносит серьезный экологический ущерб [1, 2]. В связи с этим, проблема оценки экологического состояния окружающей среды Арктики и защиты ее от загрязнений и других негативных воздействий становится приоритетной, по крайней мере, для всех стран, которые относятся к числу арктических [3]. Целью данного исследования является оценка экологического состояния почвенного покрова арктических и субарктических районов Северо-Востока Сибири в условиях техногенного воздействия и степени ее загрязнения тяжелыми металлами.

Район исследования находится на территории северной части Республики Саха (Якутия) на Северо-Востоке России. Почвы арктических и субарктических территорий Якутии входят в состав Евроазиатской полярной области арктической и субарктической зоны арктических и тундровых почв, а также Восточно-Сибирской мерзлотно-таежной области Северотаежной подзоны мерзлотно-таежных почв России [4]. Согласно почвенно-географическому районированию ЯАССР [5], в исследуемые участки входят следующие почвенные провинции, где в настоящее время наблюдаются локальные, но существенные преобразования мерзлотных почв и современного почвенного покрова: лесотундровая равнинная почвенная провинция, лесотундровая горная почвенная провинция, центрально-верхоянская плоскогорно-таежная почвенная провинция.

В рамках данного исследования охвачены зональные и интразональные типы мерзлотных почв Арктики и Субарктики Якутии, где на данной территории сформированы техногенно-поверхностные образования (ТПО) и антропогенно-преобразованные почвы (АПП).

В рамках работы всего заложено 66 прикопок, а также почвенных разрезов с проведением описания их морфологических свойств. Всего было отобрано 147 почвенных образцов.

Химико-аналитические работы выполнены в лаборатории физико-химических методов анализа НИИПЭС СВФУ (Аттестат аккредитации № Аа-358 от 30.11.2020 г.) по принятым в почвоведении методикам. Содержание элементов в образцах почв определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на МГА-915 ГК Льюмэкс. По полученным данным микроэлементов выполнена оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова по показателю суммарного загрязнения ( $Z_c$ ) [6].

*В лесотундровой равнинной почвенной провинции ТПО*

и АПП образованы при проведении геологоразведочных работ (например, как в Томторском месторождении редкоземельных металлов компании ООО «Восток Инжиниринг») и в результате разработок россыпных месторождений алмазов (например, как в объектах компании «Алмазы Анабара»).

В обоих участках ТПО отличаются более широким спектром микроэлементов с высокими значениями в отличие от АПП:

- Томторское месторождение РЗМ:

АПП – Ti > Mn > Cr;

ТПО – Ti > Mn > Zn > Ga > P > Y > Cr > Co(Nb) > Ni(Bi, Sn) > Y;

- Анабарское месторождение россыпных алмазов:

АПП – As > Pb > Cu > Ni > Mn;

ТПО – Cd > Cr > Pb > Mn > Co > Cu > Ni(Zn) > As.

По показателю суммарного загрязнения ( $Z_c$ ) территория исследования характеризуется преимущественно допустимой категории загрязнения ( $Z_c < 16$ ). При этом отмечены локальные точки с умеренно-опасной ( $Z_c = 16-32$ ) и опасной ( $Z_c = 32-128$ ) категориями загрязнения.

*В лесотундровой горной почвенной провинции* находится ключевой промышленный участок «Депутатский», где в середине 20 века в Якутской АССР были открыты и введены в работу несколько групп месторождений олова, построены крупные предприятия, в числе которых Депутатский ГОК. С развалом СССР и переориентацией экономического строя в стране, оловянная промышленность прекратила свое существование, хотя добыча руды на Депутатском ГОКе осуществлялась в незначительных количествах вплоть до 2009 г. [7]. За время функционирования Депутатского ГОК были сформированы техногенные ландшафты, такие как карьеры, отвалы, хвостохранилище, которые негативно воздействуют на окружающую среду.

В почвах и грунтах территории окрестностей

п. Депутатский содержание микроэлементов характеризуется следующим спектром микроэлементов (в порядке убывания):  $Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Co > Cr > Cd$ . Основными Zc-образующими элементами являются Cu, Cd и Pb. По суммарному показателю загрязнения ( $Z_c$ ) исследуемый район характеризуется преимущественно допустимой категорией загрязнения, с локальными точками умеренно-опасной категории загрязнения.

На исследуемой *Центрально-верхоянской плоскогорно-таежной почвенной провинции* преобразование почвенного покрова началось с 1940-х годов прошлого столетия с развитием здесь оловодобывающей промышленности.

По имеющейся информации сотрудников ГУГПП «Янгеология» в исследуемой почвенной провинции образовались техногенные поверхностные образования с повышенными содержаниями ряда опасных элементов-загрязнителей, характерных для первичных руд. Следовательно, за прошедшие более 80 лет на исследуемом участке существенно преобразован естественный почвенный покров.

В почвах и грунтах территории Верхоянского района, среднее содержание подвижных форм микроэлементов характеризуется следующим спектром микроэлементов (в порядке убывания):

- Естественные почвы:  $Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Co > Cr > Cd$ ;
- АПП:  $Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Co > Cr > Cd$ ;
- ТПО:  $Zn > Cu > Mn > Pb > Co > Ni > Cr > Cd$ .

В отличие от естественных почв ненарушенных ландшафтов и антропогенно-преобразованных почв, в техногенных поверхностных образованиях на первые ряды выходят Zn и Cu. При этом наиболее высокие концентрации наблюдаются в техногенных поверхностных образованиях.

По суммарному показателю загрязнения ( $Z_c$ )

характеризуется преимущественно допустимой категорией загрязнения, с локальными точками чрезвычайно опасной категорией загрязнения.

Таким образом, по эколого-геохимическому состоянию, во всех исследованных почвенных провинциях Северной Якутии зафиксирована тенденция накопления микроэлементов, а также наличие локальных участков с высокими категориями загрязнения. Наиболее сильно подверженными химическому загрязнению являются территории лесотундровой равнинной и центрально-верхоянской плоскогорно-таежной почвенных провинций.

На арктических и субарктических территориях Якутии зафиксированы антропогенные преобразования почвенного покрова локального характера, которые наблюдаются в основном тундрово-лесной и северотаежной природных подзонах.

Статья подготовлена в рамках выполнения проекта Государственного задания Минобрнауки РФ FSRG-2020-0018 «Изучение особенностей функционирования арктических и субарктических экосистем Якутии в условиях усиления техногенного воздействия и глобального изменения климата».

#### *Литература*

1. Акбалян Е.В. Состояние окружающей среды в Арктике // Успехи современного естествознания. 2011. №4. С. 74-76.
2. Быков В.Р., Зотов А.М., Чащин В.П. Окружающая среда и оценка риска для здоровья населения Кольского Заполярья // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. 2005. № 4. С. 172–173.
3. Вишнева Ю.С., Попова Л.Ф. Оценка экологического состояния и степени загрязнения тяжелыми металлами почв Арктики // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. 2016. №2. С. 96-104.
4. Почвенно-географическое районирование СССР (в связи с сельскохозяйственным использованием земель). М.: Изд-во АН СССР, 1962.

5. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. М.: ГУГК СССР, 1989.

6. Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990.

7. Свинобоева О.Н., Ноговицын Р.Р. Перспективы возрождения оловянной промышленности в Республике Саха (Якутия) // Проблемы Современной экономики. 2017. № 3(63). С. 183-186.

***Golobova A.G., Danilov P.P., Petrov A.A., Boeskorov V.S.***  
**ECOLOGICAL STATE OF THE SOIL COVER IN THE ARCTIC  
AND SUBARCTIC TERRITORIES OF THE NORTH-EAST  
OF SIBERIA UNDER THE CONDITIONS  
OF TECHNOGENIC IMPACT**

*Research Institute of Applied Ecology of the North named after prof.  
D.D. Savvinov, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University,  
Russia*

In this paper an assessment of the current state of the soil cover of the Arctic and sub-Arctic territories of the region under conditions of technogenic influence has been carried out. The territories of three soil provinces of the region have been studied: forest-tundra plain, forest-tundra mountain and central-upper highland taiga. In all studied soil provinces there is a tendency to accumulate certain microelements, as well as the presence of local sites with high pollution categories.

It has been found that the most highly exposed to chemical contamination are the territories of the wooded plains and central-Verkhoyansk plateau-taiga soil provinces.

*Грищенко М.Ю.<sup>1,2,3</sup>, Мурман А.С.<sup>1</sup>, Тамаровский И.Е.<sup>1</sup>,  
Терехова Д.А.<sup>1</sup>, Сатосина Е.М.<sup>1</sup>, Шелуха В.В.<sup>1</sup>,  
Авчян А.С.<sup>1</sup>, Ушаков Н.В.<sup>1</sup>*

**КОМПЛЕКСНЫЕ ПОЛЕВЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ  
НА ТЯТИНСКОМ УЧАСТКЕ ЗАПОВЕДНИКА  
«КУРИЛЬСКИЙ» (ОСТРОВ КУНАШИР,  
КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)**

<sup>1</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Россия

<sup>2</sup> Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ФГиГТ, Россия

<sup>3</sup> Государственный природный заповедник «Курильский», Россия  
[m.gri@geogr.msu.ru](mailto:m.gri@geogr.msu.ru)

В статье описаны результаты полевых экспедиционных исследований, проведённых авторами на территории Тятинского участка Государственного природного заповедника «Курильский» (остров Кунашир, Большая Курильская гряда). Природа острова отличается ярким своеобразием и интересна для исследования как с точки зрения повышения туристско-рекреационной и эколого-просветительской привлекательности, так и с точки зрения реализации природоохранной деятельности. В рамках исследований проведено изучение почв, растительного покрова и некоторых климатических характеристик территории. Выявлено, что почвенный покров изучаемой территории представляет собой преимущественно почвы, сочетающие в себе признаки бурозёмовидных и вулканических почв; местные растительные сообщества представлены преимущественно темнохвойными лесами с богатой и разнообразной примесью широколиственных пород в древостое, отсутствием выраженного подлеска, разнообразным травяно-кустарничковым ярусом и хорошо развитым мохово-лишайниковым ярусом.

Остров Кунашир – самый южный из островов Большой Курильской гряды, он отличается весьма своеобразными природой и климатом. Для охраны уникальных ландшафтов этого острова в 1984 г. здесь создан Государственный природный заповедник «Курильский». Несмотря на то, что

заповедник существует уже ни один десяток лет, общая труднодоступность района определила крайне низкую степень его изученности, особенно в крупном масштабе. Следует иметь в виду, что детальное изучение заповедных угодий необходимо для реализации заповедником основных функций: природоохранной, научно-исследовательской, эколого-просветительской. Территория заповедника разделена на два участка: Тятинский участок занимает северную часть острова Кунашир и включает массив вулкана Тятя, крупнейшего на Кунашире и второго по высоте в Сахалинской области, а также наиболее гористую часть вулканического хребта Докучаева.

Поскольку конечной целью работы является построение серии тематических карт на исследуемый участок, то основной задачей подготовительного этапа стало выделение предполагаемых почвенных и растительных контуров контуров. Их выделение, в основном, базируется на дешифрировании растительных ассоциаций, с которыми связаны почвенные разности. Произведено дешифрирование космического снимка сверхвысокого пространственного разрешения со спутника Pleiades 1В за 27 сентября 2019 г. В ходе подготовительного этапа также проведено изучение литературы о данной территории, характеризующей растительный покров и его развитие, а так же флору данного региона [1-5]. Исследуемый участок отличается низинным положением в рельефе, значительными по площади ареалами болот, а также морскими террасами разного уровня. Среди растительных ассоциаций выделены: различного типа леса, заболоченные территории, луговые разнотравья и территории, занятые зарослями бамбука. Для каждого выделенного контура определены точки комплексного (почвенного и геоботанического) описания.

Полевой этап состоял из маршрутов в пределах исследуемого участка, в ходе которых проводились составление комплексных описаний.

В ходе полевых обследований выполнена альбедометрическая съёмка в различных ландшафтах с помощью альбедометра N800, предназначенного для измерения в полевых условиях суммарной и рассеянной радиации, приходящей на деятельную поверхность, и радиации, отраженной от деятельной поверхности.

Выявленные в ходе работ почвы можно разделить на 4 группы: типичные автоморфные почвы междуречных поверхностей, гидроморфные торфянистые органогенные почвы, почвы долин ручьёв и малых рек, а также псаммозёмы – почвы низких морских террас. Для группы почв междуречных поверхностей характерно схожее по системе горизонтов строение профиля, выражающееся в наличии погребённого гумусового горизонта, а также его перекрытие материалом, иногда также гумусированным. Такие почвы сочетают признаки бурозёмов и вулканических почв. По сравнению с автоморфными с разной степенью бурозёмовидности почвами торфянистые почвы острова Кунашир изучены слабо – в основном, в силу того, что они занимают специфические позиции на острове: приурочены к долинам ламинарных малых водотоков или к обширным субгоризонтальным позициям с близким залеганием грунтовых вод. Между собой эти почвы различаются степенью разложения органического материала, ботаническим составом растительного покрова, уровнем грунтовых вод и наличием или отсутствием прослоек пеплового минерального материала. Помимо указанных почв, в пределах рассматриваемого участка встречаются также аллювиальные почвы и псаммозёмы.

На примере рассмотренного участка можно заметить, что северная часть Кунашира занята, в основном, темнохвойными лесами. Это заметно по преобладанию растительных сообществ с доминантными хвойными видами в древесном ярусе на междуречьях и надпойменных террасах. Изучаемая нами территория относится к Курило-

Сахалинскому округу Японо-Корейской океанической провинции Дальневосточной хвойно-широколиственной лесной подобласти зоны смешанных хвойно-широколиственных лесов по классификации Д.И. Воробьёва [6]. Д.И. Воробьёв выделяет 2 подрайона в зависимости от распределения растительности: южный – Немуро-Кунаширский и центральный – Кунаширо-Итурупский, в пределах которого расположен рассматриваемый участок. В растительном покрове исследуемого участка преобладает охотоморская флора, а также присутствуют элементы маньчжурского и, особенно, северо-японского флористического комплекса.

В ходе альбедометрической съемки выделены 4 основных типа земной поверхности по различным значениям альбедо. Первый тип – это подстилаящая поверхность различных лесов (смешанных: широколиственно-пихтовых, дубово-пихтовых и широколиственных). Альбедо, измеренное в различных лесных сообществах, ниже, чем на открытых участках с разнотравьем и бамбуком. Ко второму типу исследуемой подстилаящей поверхности можно отнести болотные сообщества. На верховых болотах поверхность занята зарослями багульника, осоки, бамбука и небольшим подростом ели. К третьему типу поверхности можно отнести луга: разнотравные, злаковые, колосняково-полынные, хвощево-злаковые, полынно-осоковые, осоковые луга и заросли: бамбуковые, тростниковые, вейниково-бамбуковые. К четвертому исследуемому типу подстилаящей поверхности можно отнести участки на побережье Тихого океана с чёрным вулканическим песком и валунами. Песок и валуны имеют тёмный цвет (оттенки тёмно-серого, близкого к чёрному), вследствие чего эти площадки характеризуются самой низкой отражательной способностью поверхности среди всех исследуемых.

Почвенный покров изучаемой территории представляет собой преимущественно почвы, сочетающие в себе признаки

бурозёмовидных и вулканических почв. Диагностика этих почв осложнена в связи с тем, что в современной классификации для таких почв место не предусмотрено. Местные растительные сообщества представлены преимущественно темнохвойными лесами с богатой и разнообразной примесью широколиственных пород в древостое, отсутствием выраженного подлеска, разнообразным травяно-кустарничковым ярусом и хорошо развитым мохово-лишайниковым ярусом. Широкое распространение имеют сообщества болот, в первую очередь, верховых, с различной плотностью древостоя.

Авторы выражают благодарность коллективу Государственного природного заповедника «Курильский» за неоценимую помощь в проведении экспедиционных исследований.

#### *Литература*

1. Баркалов В.Ю., Ерёменко Н.А. Флора природного заповедника "Курильский" и заказника "Малые Курилы" (Сахалинская область). Владивосток: Дальнаука, 2003.
2. Баркалов В.Ю. Флора Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2009.
3. Алексеева Л.М. Флора острова Кунашир (сосудистые растения). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983.
4. Ганзей К.С., Иванов А.Н. Ландшафтное разнообразие Курильских островов // География и природные ресурсы. 2012. №2. С 87-94.
5. Журавлёв Ю.Н., Воронкова Н.М., Баркалов В.Ю., Воронков А.А. Лекарственные растения Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2004.
6. Воробьёв Д.И. Растительность Курильских островов. М.-Л.: Издательство АН СССР, 1963.

*Grishchenko M.Y.<sup>1,2,3</sup>, Murman A.S.<sup>1</sup>, Tamarovskiy I.E.<sup>1</sup>,  
Terekhova D.A.<sup>1</sup>, Satosina E.M.<sup>1</sup>, Shelukho V.V.<sup>1</sup>,  
Avchyan A.S.<sup>1</sup>, Ushakov N.V.<sup>1</sup>*

**COMPLEX FIELD SURVEY OF THE TYATYINSKIY PART  
OF THE “KURILSKIY” STATE NATURE RESERVE  
(KUNASHIR ISLAND, KURIL ISLANDS)**

<sup>1</sup> *Lomonosov MSU, Faculty of Geography (Moscow)*

<sup>2</sup> *HSE University, Faculty of Geography and Geoinformatics (Moscow)*

<sup>3</sup> *State nature reserve “Kurilskiy” (Sakhalin oblast, Yuzhno-Kurilsk)*

The paper describes the results of field expeditionary research conducted by the authors on the territory of the Tyatinsky cluster of the Kurilsky State Nature Reserve (Kunashir Island, the Great Kuril Ridge). The nature of the island is distinguished by its bright originality and is interesting for research both from the point of view of increasing the tourist, recreational and education attractiveness, and from the point of view of the implementation of environmental activities. During the research, a study of soils, vegetation cover and some climatic characteristics of the territory was carried out. It was revealed that the soils of the study area are mainly soils that combine the features of brown soils and volcanic soils; local plant communities are represented mainly by dark coniferous forests with a rich and varied admixture of broad-leaved species in the forest stand, the absence of pronounced undergrowth, a diverse grass-shrub canopy and a well-developed moss-lichen layer.

*Гутникова Л.О., Яблонская Д.А.*  
**МАКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД РОДНИКОВ  
ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ПАРКА ЦАРИЦЫНО**  
*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
Россия*  
[\*gutnikovalara@gmail.com\*](mailto:gutnikovalara@gmail.com)

Приведены данные о содержании главных ионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) в водах родников природно-исторического парка «Царицыно».

Цель работы состояла в определении состава вод родников природно-исторического парка Царицыно.

Природно-исторический парк «Царицыно» представляет собой антропогенно преобразованную лесную территорию в южной части г.Москвы площадью около 1280 га. Рельеф характеризуется чередованием речных долин, балок, водоразделов и ровных пространств, образующих бассейн реки Городни, с левым притоком рекой Чертановкой и правым – рекой Язвенкой. На территории парка существует каскад прудов: Борисовский, Нижний, Средний и Верхний Царицынские [1].

По данным [2] на площади парка сформирован комплекс плейстоценовых отложений среднего звена (московский горизонт), представленных суглинками с гравием, галькой и валунами основной морены мощностью до 25 м и водно-ледниковыми песками, супесями и суглинками мощностью до 14 м. Ниже находятся нижнемеловые пески, песчаники и алевролиты готеривского и барремского ярусов, а также верхнеюрские отложения: глины оксфордского яруса, алевролиты и пески с включениями фосфоритов волжского яруса.

Опробование родников было проведено в сентябре 2021 года, отобрано 6 проб воды. В ходе полевых обследований местоположение родников фиксировали с помощью GPS-приемника, измеряли расход родника и определяли

температуру, рН и электропроводность ( $\sigma$ ) с использованием портативных рН-метра и кондуктометра. (табл. 1).

**Таблица 1.** Описание точек отбора образцов воды из родников природно-исторического парка «Царицыно»

№	Коорд., с.ш., в.д.	Описание места отбора	рН	$\sigma$ , мкСм/ см	Т, °С	расход, л/с
1ЛГ	55,62946 37,72464	Каптированный родник в парке Борисовские пруды, на берегу Борисовского пруда	7,4	904	14	0,09
2ЛГ	55,59952 37,70018	Каптированный родник в Бирюлевском лесопарке, на окраине соснового бора	7,2	532	12	0,03
3ЛГ	55,60229 37,67512	Около русла ручья Радиального высачивание воды на поверхность. Вода коричневатая, радужная пленка, вокруг все покрыто налетом рыжего цвета	7,1	393	13	-
4ЛГ	55,60676 37,68719	Два каптированных источника в левом борту русла реки Язвенка	6,9	410	11	0,03
5ЛГ			6,7	386	11	0,11
6ЛГ	55,62332 37,68393	Каптированный источник на берегу Нижнего Царицынского пруда	7,8	847	12	0,03

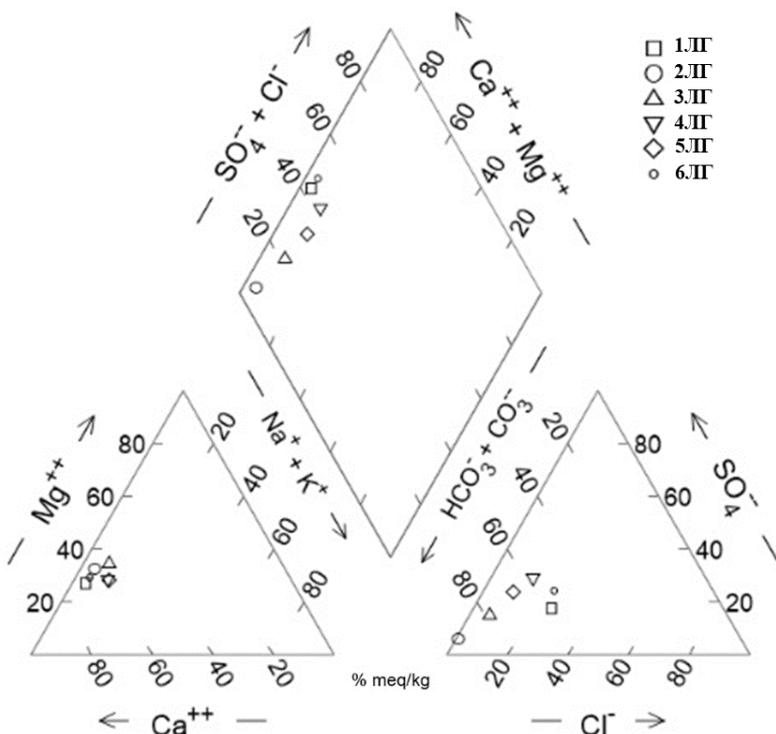
В лабораторных условиях на кафедре геохимии геологического факультета МГУ определяли содержание ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  методами объемного титрования, катионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  методом пламенной фотометрии [3],  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$  методом потенциометрии и анионы  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  методом рентгенофлуоресцентного анализа с предконцентрированием по методу высушенной капли [4].

Результаты определения ионного состава вод исследованных родников приведены в таблице 2, по своему составу и свойствам они соответствуют требованиям к качеству воды нецентрализованного водоснабжения (СанПиН 1.2.3685-21).

**Таблица 2.** Минерализация и ионный состав вод (мг/л) родников природно-исторического парка «Царицыно»

№	М	Са	Mg	Na	К	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
1ЛГ	664	125	30	9,0	1,0	0,4	320	87	77	17
2ЛГ	440	72	22	6,4	0,9	0,4	320	3	15	1,1
3ЛГ	300	45	17	7,2	1,2	0,5	190	9	29	1,1
4ЛГ	293	48	13	9,8	1,1	0,4	138	20	55	6,9
5ЛГ	295	45	13	7,3	4,7	1,8	160	15	45	3,3
6ЛГ	611	114	30	8,6	1,7	0,4	278	73	102	2,5

Графически состав вод родников отображен с помощью диаграммы Пайпера [5] (рис. 1), построенной в модуле GSS Community Edition программного пакета The Geochemist's Workbench (GWB) в варианте бесплатной версии (<https://www.gwb.com>).



**Рис. 1.** Диаграмма Пайпера макрокомпонентного состава вод родников природно-исторического парка Царицыно.

Преобладающим катионом в составе вод для всех родников является кальций. Состав анионов варьирует в зависимости от местонахождения родника в парке. Родники № 2ЛГ и № 3ЛГ, расположенные в лесной части парка, характеризуются гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом. Воды родников № 4ЛГ и № 5ЛГ, расположенных в парковой зоне с частичным благоустройством, отличаются сульфатно-гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом с повышенным содержанием хлорид-иона. Для родников № 1ЛГ и № 6ЛГ, находящихся в благоустроенной зоне парка, вблизи прудов (Борисовского и Нижнего Царицынского соответственно), установлено, что состав вод хлоридно-

сульфатно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый.

### *Литература*

1. *Насимович Ю.А.* Реки, озера и пруды Москвы: [Электронный ресурс]. 2005. Режим доступа: [http://temnyjles.ru/Nasimovich\\_kraevedenie/reki.shtml](http://temnyjles.ru/Nasimovich_kraevedenie/reki.shtml). (Дата обращения: 01.03.2022)
2. *Кузьмин А.Н., Кириков В.П., Лукьянова Н.В., Максимов А.В. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист N-37. Москва. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015.
3. *Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю.* Методы анализа природных вод. Изд. 3-е, переработ. и доп. М.: Недра, 1970.
4. *Лубкова Т.Н., Липатникова О.А., Филатова О.Р., Балыкова И.В.* Рентгенофлуоресцентный анализ сульфат-иона в водных растворах по методу высушенной капли с использованием портативного спектрометра // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2022. № 2. г. (в печати)
5. *Piper A.M.* A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses // Transactions, American Geophysical Union. 1944. Vol. 25. N 6. P. 914–928.

***Skorokhodova E.O., Yablonskaya D.A.***

## **MAJOR IONS IN THE SPRING'S WATERS OF THE NATURAL RESERVE «TSARITSYNO»**

*Lomonosov Moscow State University, Russia*

This study was carried out to evaluate the content of major ions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) in the waters of 6 springs of the natural-historical park «Tsaritsyno»

*Дмитриева Л.А., Липатникова О.А.*  
**МАКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД РОДНИКОВ  
ГОРОДСКОГО ОКРУГА БАЛАШИХА**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Россия*

[lipa1902@yandex.ru](mailto:lipa1902@yandex.ru)

Приведены данные о содержании главных ионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) в водах 13 родников городского округа Балашиха Московской области.

Городской округ Балашиха расположен на реке Пехорка к востоку от г. Москвы. На территории района расположены два крупных полигона ТКО: Пуршево и Кучино, которые в настоящий момент рекультивированы [1, 2]. Качество воды централизованного водоснабжения оставляет желать лучшего, поэтому многие жители исторически используют воду родников для употребления в пищу. Целью нашей работы являлось определение макрокомпонентного состава вод родников южной части городского округа Балашиха.

Опробование было проведено в сентябре 2021 года (всего 13 образцов воды в 9 точках). В ходе полевых обследований местоположение родников фиксировали с помощью GPS-приемника, измеряли расход родника и определяли температуру, pH и электропроводность с использованием портативных pH-метра и кондуктометра (табл. 1). В случае, когда слив в одной точке происходил из нескольких труб, эти измерения позволяли определить количество образцов для детального анализа: если измеренные показатели электропроводности практически не отличались, то отбирали одну пробу, если расхождения оказывались заметны, то образцы отбирали из каждого выхода.

В лабораторных условиях определяли содержание  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  методами объемного титрования [3],  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  методом пламенной фотометрии,  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$  методом потенциометрии [3] и  $\text{SO}_4^{2-}$  методом рентгенофлуоресцент-

ного анализа с предконцентрированием по методу высушенной капли [4].

**Таблица 1.** Описание точек отбора образцов воды из родников городского округа Балашиха

№	Координаты, с.ш., в.д.	Описание места отбора	T, °C	$\sigma$ мкСм ·см <sup>-1</sup>	Расход л/с
1	55,726062 37,954198	Два слабых родника к югу от моста автодороги к д.	12,6	684	0,069
1a	55,726204 37,954284	Фенино в 170 м к западу от Троицкой церкви.	10,6	892	0,071
2	55,732864 37,961184	Группа из 3 родников в 300 м от дороги в Павлинском лесопарке. Образец воды для исследования отобран из среднего выхода	14,1	565	0,015
			13,6	557	0,060
			13,4	553	0,040
3	55,744138 37,966044	Родник в микрорайоне Керамик за памятником Павшим в боях	16,2	1270	0,008
4	55,756003 37,964726	Родник на левом берегу р. Пехорка у станции Кучино	11,5	649	0,370
5	55,779979 37,932122	Родник у плотины-переезда на Разинском шоссе. Слив из старой металлической трубы, сделана беседка	14,2	1250	0,054
5a	55,779986 37,932417	В 10 м от т. 5 выше по склону необлагороженный родник	13,5	1120	0,013
6	55,784061 37,923545	Родник находится в Кучинском лесопарке, у Вишняковского пруда.	12,8	209	0,067
7	55,786510 37,915660	Два слабых родника в Кучинском лесопарке на берегу р. Горенка	11,5	537	0,036
7a			12	355	0,069

№	Координаты, с.ш., в.д.	Описание места отбора	Т, °С	σ мкСм ·см <sup>-1</sup>	Расход л/с
8	55,773900 37,983785	Восходящий родник в Кучинском лесопарке у оз. Заячье. Источник железистый, заключен в бетонные кольца, высотой 1,5 м. Слив из щели между нижним и верхним кольцами.	9,7	196	—
9	55,730202	Два слабых родника у смотровой площадки в Саввино на правом берегу р. Черная	14,4	661	0,017
9а	38,036565		13,2	935	0,067

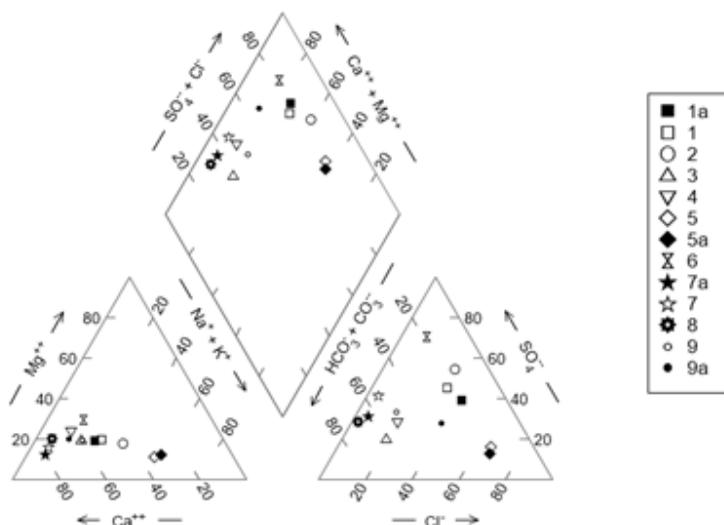
Образцы воды сильно различаются между собой (табл. 2). В первой и второй точках опробования воды хлоридно-сульфатные либо сульфатно-хлоридные натриево-кальциевые; в третьей – гидрокарбонатные кальциевые; в четвертой, седьмой, восьмой и девятой – сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые; образец 9а – сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридный кальциевый; в пятой точке – хлоридные кальциево-натриевые; в шестой – воды ультрапресные, поэтому содержание нитратов на уровне остальных точек опробования (33 мг/л) приводит к тому, что по составу вода здесь нитратно-сульфатная магниево-кальциевая.

**Таблица 2.** Ионный состав вод (мг/л) родников городского округа Балашиха

№	pH	M	Ca	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>
1	6	430	65,6	14,7	37,1	6,5	4,7	80	125	68,7	27,1
1а	6	563	93,4	18,7	47,9	5,1	2,5	93	149	120	33,3
2	5,5	346	42,7	10,2	42	2,5	1,6	42	125	53,8	26,7
3	7,2	846	139	26	43,2	15	5,2	428	107	77,7	4,8
4	6,9	459	79,5	17,9	18,2	2,3	1,1	190	81,4	42	26,8
5	6,3	673	69,1	13,4	126	10	3,7	110	75	233	33
5а	6,3	577	52,8	12,7	113	5,6	3,1	100	47,6	193	49,2

№	pH	M	Ca	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>
6	5,3	130	18,2	5,9	5,4	1,1	0,5	15	45,5	5,4	33,3
7	6,6	414	81,5	9,7	7,7	3,9	1,5	181	107	10,2	11,4
7а	6,6	277	54,5	5	4,8	2,3	0,8	143	54,8	8,3	3,4
8	6,7	155	30,7	5	2,8	1,1	0,4	85	27,4	2,2	0,6
9	6,8	488	80,3	15,1	29,3	3	1,3	173	89,3	34,5	61,8
9а	6,8	614	122	22,1	29	2,3	1,1	176	114	119	29
мин	5,3	130	18,2	5	2,8	1,1	0,4	15	27,4	2,2	0,6
макс	7,2	846	139	26	126	15	5,2	428	149	233	61,8
сред	6,4	459	71,5	13,6	38,9	4,7	2,1	140	88,3	74,4	26,2

Для графического изображения макросостава вод использована диаграмма Пайпера [5] (рис. 1), построенная с помощью модуля GSS программного пакета The Geochemist's Workbench (GWB) в варианте бесплатной версии GWB Community Edition (<https://www.gwb.com>).



**Рис. 1.** Диаграмма Пайпера макрокомпонентного состава (в %мг-экв/л) вод родников городского округа Балашиха

В целом воды пресные с минерализацией 140–850 мг/л (в среднем 450 мг/л), значения рН от слабокислых

до околонеитральных (рН 5,3–7,2). Содержание нитратов от менее 1 мг/л до 62 мг/л (в среднем 26 мг/л), содержание иона аммония от 0,4 до 5,2 мг/л (в среднем 2,1 мг/л).

Питание большинства родников происходит за счет вод, приуроченных к верхней толще четвертичных отложений (Q<sub>I-IV</sub>), наиболее подверженных техногенному воздействию и загрязнению, что сказывается на состоянии вод. Родник в точке 8 около оз. Заячье восходящий, отсутствие нитратов в воде и высокое содержание железа позволяет судить о том, что он дренирует более глубокие защищенные горизонты.

### *Литература*

1. Фисун Н.В. Экологический потенциал эколого-гидрогеологических систем в зоне влияния Кучинского полигона твердых бытовых отходов (Московская область) // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 2018. № 3 . С. 58–64.
2. Официальный сайт Администрации Городского округа Балашиха [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.balashiha.ru/> (дата обращения 10.11.2021).
3. Количественный анализ / Под ред. А.Ю. Золотова. М.: Мир, 1978.
4. Лубкова Т.Н., Липатникова О.А., Филатова О.Р., Балыкова И.В. Рентгенофлуоресцентный анализ сульфат-иона в водных растворах по методу высушенной капли с использованием портативного спектрометра // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2022. № 2.
5. Piper A.M. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses // Transactions, American Geophysical Union. 1944. Vol. 25. N 6. P. 914–928.

*Dmitrieva L.A., Lipatnikova O.A.*

### **MAJOR IONS IN THE SPRING'S WATERS OF THE BALASHIKHA URBAN DISTRICT**

*Lomonosov Moscow State University, Moscow*

This study was carried out to evaluate the content of major ions (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) in the waters of 13 springs in the Balashikha urban district of the Moscow region.

*Ежова М.К.*

*Научный руководитель: к.т.н. Кучер Д.Е.*

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ**

*Российский университет дружбы народов, Россия*

[ezhova\\_mk@pfur.ru](mailto:ezhova_mk@pfur.ru)

Морфологические свойства и химический состав антропогенно трансформированных почв могут значительно отличаться от естественных почв региона. В зависимости от зонирования предопределяется сила воздействия и пути загрязнения почв. Проведено сравнение двух территорий с разным зонированием.

В настоящее время территориальное планирование в нашей стране регулируется Градостроительным кодексом Российской Федерации. В документе закреплены принципы и определения, которым необходимо придерживаться при современном проектировании и градостроительстве.

Согласно кодексу, «территориальное планирование – планирование развития территорий, в том числе для установления функциональных зон, определения планируемого размещения объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения». Также, согласно документу, «функциональные зоны – зоны, для которых документами территориального планирования определены границы и функциональное назначение».

При территориальном планировании производится зонирование территории (то есть закрепление за территорией ее функциональной зоны) и определяются пути ее преобразования. Именно человеком предопределяется развитие территории, в частности, вариантами использования земельных ресурсов.

В зависимости от того, какая функциональная зона была закреплена за той или иной территорией, в дальнейшем будет определяться уровень антропогенной нагрузки (в част-

ности, преобладающие пути загрязнения). Так, в зоне жилой застройки будут преобладать твердые коммунальные отходы, продукты горения от работы двигателей автомобилей, вдоль зон транспортной инфраструктуры – продукты горения от работы двигателей автомобилей. В зависимости от типа производства будут различаться и отходы, производимые ими [1].

Также необходимо учитывать соседство функциональных зон разного назначения. В крупной озелененной зоне, в отдалении от транспортных путей, концентрация ряда химических элементов будет значительно меньше. На периферии же, ближе к линейному объекту, содержание будет выше. Параллельно происходит процесс смешения зоны жилой и транспортной из-за того, что в современном обществе, где крупная доля населения имеет личный автотранспорт, комфортное, близкое расположение автостоянки относительно дома считается важной частью жизни [2,3].

В качестве примера использования территорий с разными назначенными функциональными зонами будет рассмотрено две территории: сельскохозяйственные поля под будущую застройку в Московской области и территория многолетнего проживания в Москве. Пробы образцов почв были проверены на содержание меди, цинка, свинца, кадмия, никеля, ртути, а также мышьяка, нефтепродуктов и 3,4-бенз(а)пирена.

Первая площадка для изучения начала испытывать антропогенную нагрузку примерно с 1972 года, что было определено с помощью архивных карт Московской области [4]. На территории площадью 80 га, принадлежавшая совхозу имени XXI Съезда КПСС, располагалась ферма и возделываемые поля. Уже в 2000-е годы ферма перестала функционировать, поля пришли в запустение. Время активной антропогенной нагрузки на территорию составляет примерно 30 лет, функциональное назначение – сельскохозяйственная территория.

После отбора образцов и последующей проверке почв по ряду элементов и соединений ни по одному показателю не

было выявлено превышения по ОДК или ПДК. Территория по мере своего исторического развития не была подвергнута сильному антропогенному воздействию; естественное природное тело – почва – не было сильно изменено.

Вторая площадка для изучения начала испытывать антропогенную нагрузку примерно с 1915 года (автодорога), что также было определено с помощью архивных карт Москвы [5]. Здесь уже с 1952 года существовало четыре малоэтажных жилых дома [6]. Время активной антропогенной нагрузки на территорию составляет примерно 100 лет, функциональное назначение – жилая территория.

После отбора образцов и последующей проверке почв по ряду элементов и соединений, перечисленных выше, было выявлено превышение по ОДК или ПДК. Территория по мере своего исторического развития была подвергнута очень сильному антропогенному воздействию; естественное природное тело – почва – было сильно изменено. Основным источником загрязнения почв – автомобильный транспорт.

В настоящее время территория сельскохозяйственных полей переведена в фонд жилой застройки, возведены многоэтажные дома, проведены автодороги, построены парковочные места. В будущем, из-за изменения функционального назначения и повышения антропогенной нагрузки, почвы территории преобразуются, будет происходить более активное накопление поллютантов. С ростом количества лет сильной антропогенной нагрузки возрастает суммарное накопление в почвах химических веществ и соединений.

Таким образом, выбор функциональной зоны человеком (и «зон-соседей» иного назначения) в будущем влияет на характер и виды накапливаемого загрязнения. Этим и предопределяется антропогенная нагрузка на те или иные территории и дальнейшее состояние почв.

#### *Литература*

1. *Гарицкая М.Ю., Чекмарева О.В.. Экологическая*

характеристика различных функциональных зон города Оренбурга // Вестник Оренбургского государственного университета. Оренбург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», 2015. №10 (185). с. 371-374

2. Дуванова И.А. Автомобильные стоянки и парковки в мегаполисах // Строительство уникальных зданий и сооружений. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2015. №12 (39). С. 43-56

3. Харченко С.Г., Докукин П.А., Кучер Д.Е. Некоторые опасности электромагнитных полей // Теория и практика гражданской защиты на страже безопасности жизнедеятельности современного общества, Москва, 28 ноября 2021 года. Москва: Объединенная редакция, 2022

4. 1972 Спутниковый снимок Москвы [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://retromap.ru/0519722\\_55.536839,37.636156&leftback\\_ov=100](http://retromap.ru/0519722_55.536839,37.636156&leftback_ov=100) (дата обращения 06.03.2022)  
1915 Издание Суворина 1:21К v.1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://retromap.ru/0719151\\_55.739844,37.736706&leftback\\_ov=100](http://retromap.ru/0719151_55.739844,37.736706&leftback_ov=100) (дата обращения 06.03.2022)

5. 1952 План Москвы 1:10К [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://retromap.ru/051952\\_55.739844,37.736706&leftback\\_ov=100](http://retromap.ru/051952_55.739844,37.736706&leftback_ov=100) (дата обращения 06.03.2022)

*Ezhova Maria Konstantinovna*

*Scientific advisor: D. Kucher*

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC  
FACTOR ON SOIL POLLUTION DURING TERRITORIAL  
PLANNING**

*RUDN University, Russia*

Anthropogenically transformed soils are almost always preserved to the present day, their morphological properties and chemical composition can differ significantly from the natural soils of the region under study. Depending on the territorial planning, the strength of the impact and the ways of soil pollution are predetermined. Author made a comparison of two areas with different zoning.

*Жаргалсайхан Б., Орлова Н.А., Суздалева А.Л.*  
**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В РЕГИОНЕ  
ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА  
«ЭРДЭНЭТ» (МОНГОЛИЯ)**

*Национальный исследовательский*

*Московский государственный строительный университет, Россия*

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

Горно-обогатительный комбинат «Эрдэнэт» (Монголия) осуществляет разработку крупного медно-молибденового месторождения. Объем отходов в хвостохранилище предприятия достигает 600 млн м<sup>3</sup>, а его площадь более 1300 га. Из карьеров и хвостохранилища в окружающую среду поступает значительное количество стойких загрязнителей (Cu, Mo, Zn и др.). Они проникают в подземные и поверхностные воды, а также распространяются в виде пыли. Результаты комплексных геохимических и геоэкологических исследований свидетельствуют о необратимой техногенной трансформации данной территории.

Горно-обогатительный комбинат (далее ГОК) «Эрдэнэт» расположен в центральной части Монголии [1-2]. Для обеспечения предприятия рабочей силой был построен третий по численности населения город страны. За десятилетия эксплуатации ГОК образовалось огромное количество отходов, которые накапливаются в хвостохранилище, площадь которого составляет более 1300 га, а объем накопленных в нем отходов – 600 млн м<sup>3</sup>. Разработка подобных месторождений неизбежно сопровождается поступлением в окружающую среду тяжелых металлов, что оказывает негативное воздействие на биоту и создает угрозу для здоровья населения [3-6].

Максимальный уровень загрязнения поверхностных грунтов и почв отмечен в непосредственной близости от основного источника загрязнения – горных выработок. Содержание Cu в грунтах здесь колебалось от 50,0 до

4410,0 мг/кг. Среднее значение составляло 1257,5 мг/кг, что многократно превышает допустимый уровень (ПДК). Содержание Mo, As и Zn в большинстве проб также превышало ПДК.

Высокий уровень содержания Cu и Mo отмечен в большинстве проб грунта из зоны хвостохранилища, но он был существенно ниже, чем в производственной зоне.

В пробах грунта селитерной зоны средняя концентрация Cu превышала ПДК. Вероятно, это связано с тем, что г. Эрдэнэт расположен на пути распространения преобладающих ветров, приносящих аэрозоли из карьера.

В почвах зоны природных ландшафтов превышение ПДК по Cu, Mo, As, и Zn зафиксировано в ряде точек, находящихся в радиусе 5 км от производственной зоны и хвостохранилища. Большинство из них располагалось на пути распространения ветров преобладающих направлений.

Пробы поверхностных вод отбирались на 12 участках (створах) гидрографической сети, состоящей из притоков р. Хангал – рек Эрдэнэт, Говил, Зуны. Превышение допустимой концентрации Cu отмечено в створах: р. Зуны, нижнего участка р. Эрдэнэт и ниже впадения этих водотоков в р. Хангал. Максимальное значение составляло 0,03 мг/л при ПДК 0,01 мг/л (MNS 4586:1998). Вероятно, источником загрязнения являлись стоки фильтратов дамбы хвостохранилища.

Отбор проб подземных вод осуществлялся из 14 скважин. Высокие концентрации Cu и Mo, многократно превышающие ПДК, постоянно фиксировались на участках, окружающих хвостохранилище и карьер.

Анализ полученных материалов свидетельствует о том, что в регионе ГОК «Эрдэнэт» произошли практически необратимые изменения окружающей среды. Основным источником трансформации геоэкологических условий являются:

- изъятие значительных земельных участков под

открытые горные выработки, сооружения ГОК, хвостохранилище и жилую застройку;

- миграция тяжелых металлов из хвостохранилища и производственной зоны в подземные воды и наземные водотоки;

- распространение этих элементов с пылью, возникающей при экскавации горных пород, проведении взрывов, транспортирования руды, а также дефляции с поверхности горных выработок и хвостохранилища.

Минимизировать негативное воздействие на окружающую среду может:

- совершенствование оборотной системы вод хвостохранилища, а также систем водоотведения и водоочистки на объектах ГОК с целью сокращения миграции загрязнителей через подземные и поверхностные воды;

- меры по пылеподавлению, препятствующие распространению загрязнителей через воздушную среду.

### *Литература*

1. *Потравный И.М., Генгут И.Б., Нямдорж Д.* Возможности использования техногенных месторождений для производства строительных материалов (на примере КОО «Предприятие Эрдэнэт») // Строительные материалы. 2016. № 3. С. 52-55.

2. *Данилов Ю.Г. и др.* ГОК «Эрдэнэт»: история и перспективы развития // Горная Промышленность. 2019. № 5. С. 24-27. DOI:10.30686/1609-9192-2019-05-24-27

3. *Lin Y. et al.* Ecological Restoration of Wetland Polluted by Heavy Metals in Xiangtan Manganese Mine Area // Processes. 2021. Vol. 9. Article 1702. [https:// DOI:10.3390/pr9101702](https://doi.org/10.3390/pr9101702) (дата обращения 02.03.2022).

4. *Liu H. et al.* Environmental Impacts Related to Closed Mines in Inner Mongolia // Sustainability. 2021. Vol. 13. Article 13473. DOI: 10.3390/su132313473 (дата обращения 02.03.2022).

5. *Суздалева А.Л.* Вторая геология – наука о техногенных телах литосферы: монография. М.: РадиоСофт, 2022.

6. Суздалева А.Л., Кучкина М.А., Жаргалсайхан Б. Опасные геологические процессы в условиях техногенеза земной коры: угрозы нарушения жизнедеятельности населения и ухудшения состояния окружающей среды // Вестник Евразийской науки. 2020. № 4. DOI: 10.15862/67SAVN420 (дата обращения 02.03.2022).

*Jargalsaihan B., Orlova N.A. Suzdaleva A.L.*  
**GEOCHEMICAL PROCESSES AND GEOECOLOGICAL  
SITUATION IN THE REGION OF THE ERDENET MINING  
AND PROCESSING FACILITY (MONGOLIA)**

*Moscow State University of Civil Engineering  
(National Research University), Russia*

The Erdenet mining and processing facility (Mongolia) develops a large copper-molybdenum deposit. The volume of waste in the tailings dump of the enterprise reaches 600 mln. m<sup>3</sup> and its area is more than 1300 hectares. Quarries and tailings pits release significant amounts of persistent pollutants (Cu, Mo, Zn, etc.) into the environment. They penetrate groundwater and surface water and also spread as dust. The results of comprehensive geochemical and geocological studies indicate the irreversible anthropogenic transformation of the area.

**Жигалин А.Д.<sup>1,2</sup>, Архипова Е.В.<sup>3</sup>, Анисимова О.В.<sup>3</sup>**

## **БИОГЕОСФЕРА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ**

<sup>1</sup>*Институт физики Земли РАН, Россия*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия*

<sup>3</sup>*Государственный университет «Дубна», Россия*

[zhigalin.alek@yandex.ru](mailto:zhigalin.alek@yandex.ru)

Экологическая функция биосферы может быть определена как свойство направлять и поддерживать эволюцию состоявшегося уникального феномена органической жизни на Земле. Эволюция биосферы демонстрирует повышение уровня ее структурной организации за счет использования энергетических и материальных ресурсов неживой природы, синтеза первичной биомассы и преобразования ее в непрерывном круговороте вещества, энергии и информации.

Экологическая история планеты Земля, единственной, на которой известна жизнь, прослеживается с начала палеозойской эры, наступившей около 500-600 млн лет назад. «Взрыв Жизни» произошел в начале девонского периода (~ 419 млн лет назад), и в дальнейшем наблюдалось возрастающее интенсивное и экстенсивное развитие биосферы [1].

Живые организмы в процессе исторической коэволюции демонстрировали способность адаптации к происходившим на планете изменениям. Прослеживается непрерывная смена видового состава животного и растительного мира, в процессе которой одни виды растительных сообществ и животного мира исчезали, уступая место новым, способным адаптироваться к изменяющимся условиям. Эволюции «помогали» эндогенные и экзогенные процессы, протекавшие в недрах Земли и на ее поверхности (движение литосферных плит, землетрясения, трансгрессии и регрессии морей и др.), а также «вмешательство» внешних космических сил, например, импактные воздействия на поверхность

планеты космических тел, многочисленные следы которых наблюдаются на континентальной поверхности Земли и предполагаются на дне Мирового океана.

Биосфера «умела» противостоять воздействию геологических процессов, сохранилась изменяясь как качественно, так и количественно, и «заслужила» получения статуса **биогеосферы**. Биогеосфере, как и абиотическим сферам, присущи экологические функции, которые формируют и поддерживают благоприятные условия для существования и воспроизведения (!) живого вещества планеты [2].

### **Экологические функции биогеосферы**

Биосфера – сфера жизни на Земле – впервые была обозначена в начале XIX века (Ж.Б. Ламарк, 1802). Примерно через полтора века В.И. Вернадским было создано отвечающее научным требованиям учение о биосфере («Биосфера», 1926). Биогеосфера определяется, как одна из геологических оболочек Земли, заселенная живыми организмами и представляющая собой открытую биологическую систему со своим круговоротом вещества и энергии. Биогеосфера характеризуется высокой степенью проникновения в другие, абиотические, сферы Земли, вследствие чего ее границы трудно определить. Распространение биосферы («поля существования жизни» по определению В.И. Вернадского) охватывает часть атмосферы до высоты озонового слоя (20-25 км), верхнюю часть литосферы и всю гидросферу. Нижняя её граница опускается в среднем на 2-3 км на суше и на 12 км ниже дна океана [3,4].

Энергией биогеосфера, как и все на Земле, обеспечивается Солнцем и теплом недр планеты. В.И. Вернадский назвал биосферу «областью взаимодействия земного и космического, где лучистая энергия Солнца превращается живым веществом Земли (!) в химическую, тепловую, механическую и другие формы».

Экологические функции (абиотических сфер Земли) определены как многообразие «агентов влияния»

на жизнеспособность биоты [2]. Практика реализации концепции экологических функций позволила задаться вопросом, какова роль (каковы экологические функции) самой биосферы в существовании феномена Жизни. Последующее следует считать анонсом «включения» экологических функций биосферы и самой биосферы в ансамбль экологических функций сфер Земли.

*Ресурсная экологическая функция биосферы* определяет размещение в геологическом (и/или географическом) пространстве воспроизводящегося живого вещества (биогеоценозов) на всех иерархических уровнях. Она «отвечает» за обеспечение представителей растительного и животного мира территориальными, акваториальными и атмосферными ресурсами, пресной водой и пищей. Этот вид экологической функции характеризует свойство биоты к воспроизводству живого вещества, накапливающегося и удерживающего энергию. Это свойство биосферы позволяет при наличии абиотических ресурсов (солнечной радиации, географического и геологического пространства и питательных органических и минеральных веществ) поддерживать свое существование на уровне, допускаемом влиянием природных факторов. Указанное свойство присуще всем биотическим компонентам, как в рамках биогеоценозов, так и в конкуренции с другими биогеоценозами.

До появления *Homo habilis* – человека деятельного (примерно 1,7-1,5 млн лет назад) – эволюция растительного и животного мира, а также самой планеты и ее ресурсной базы определялись природными условиями в пределах экологи-чески сбалансированного режима естественного отбора. Это успешно осуществлялось механизмом трофических цепей: созидательной работе живых организмов-продуцентов, пре-имущественно растений, транслирующей функции организ-мов-консументов I группы, травоядных животных, и II-III групп, плотоядных и

всеядных животных, а также редуцирующим возможностям организмов-редуцентов (микроорганизмы и грибы) [5]. Движителем этого механизма является энергия Солнца, которая передается непосредственно объектам живой природы и далее по трофической цепи на всех этапах перемещения, переходя от агента к агенту, частично уменьшаясь количественно за счет поглощения энергии в каждом звене цепочки и выделения тепловой энергии во внешнее пространство.

Существенные изменения в ресурсной экологической функции биосферы начали проявляться тогда, когда в соответствии с предвидением В.И. Вернадского, транслированного академиками А.Л. Яншиным, А.В. Сидоренко и др., «Человек стал геологической силой, способной изменить лик Земли». Влияние антропогенных и техногенных факторов привело к трансформации ресурсной экологической функции биосферы на локальном и/или региональном уровнях. Не ослабевают и дискуссии о возможности глобальных изменений экологического ресурсного функционального потенциала биосферы.

*Динамическая экологическая функция биосферы* определяется как свойство биосферы обеспечивать своим обитателям возможность пространственного перемещения и экспансии как на суше, так и в акватории Мирового океана, атмосфере, а также миграции и приобретения адаптационных «навыков», необходимых для выживания при изменении геологических условий. Динамические процессы, в которых биосфера участвует в разных ипостасях, инициируются и поддерживаются поступлением солнечной энергии и тепловой энергии земных недр. Для реализации динамической функции биогеоценозы располагают двумя механизмами – механизмом экспансии, занятия «свободных» территорий или акваторий и механизмом сукцессии – замещением менее приспособленных представителей животного и растительного мира при существенных

изменениях экологических характеристик мест первоначального обитания [6].

*Геохимическая экологическая функция биосферы* определяет способность живой оболочки Земли обеспечивать и поддерживать необходимое оптимальное состояние природной среды: газового состава атмосферы и гидросферы. К этому следует добавить накопление необходимых для биоты минералов, а также обеспечение геохимического круговорота вещества, усвоения и превращения поступающей солнечной энергии. Химическая работа живого вещества (по В.И. Вернадскому) зависит от движения Земли вокруг Солнца, как зависят от этого все проявления жизни.

Среди геохимических функций живого вещества отмечают следующие:

- концентрационную, выражающуюся в способности живых организмов аккумулировать в своей телесной массе рассеянные элементы из окружающей природной среды, а также обеспечивать миграцию газов и переход через условную границу в атмосферу и обратно;
- транспортную, реализующую перенос и перераспределение вещества и энергии за счет последовательно протекающих физико-химических реакций;
- энергетическую (совместно с геофизической экологической функцией), «ответственную» за связывание и запасание энергии в органическом веществе, распределение ее между компонентами биосферы и диссипацию;
- деструктивную, направленную на преобразование «погибшей» органики и костного вещества остатков живых организмов в минеральную пищевую базу организмов-продуцентов;
- средообразующую, участвующую в изменении физико-химических свойств (характеристик) окружающей среды, трансформирующую в экстремальных условиях

техногенеза природную среду в природно-техническую, антропогенную [7].

*Геофизическая экологическая функция биосферы* представляет собой свойство совокупности природных и техногенных физических (геофизических) полей формировать оптимальную экологическую обстановку в пределах гомеостаза всех форм живого вещества. Особенностью геофизической экологической функции биосферы является наличие у живых организмов энергетического потенциала, который обеспечивает автономность существования биосферы и контролирует ее адаптационные возможности. Геофизическая экологическая роль живого вещества заключается в том, что живое вещество, биота, используя солнечную энергию, создаёт аккумулирующие эту энергию химические соединения, которые потом распадаются, и высвобождающаяся энергия производит химическую работу. Далее эта энергия передаётся по трофическим цепям и высвобождается в процессе разложения органических тканей, частью – в тепловой форме, частично как энергия химических процессов. Способом усвоения солнечной энергии живым веществом является фотосинтез – механизм создания новых, более сложных, органических химических соединений. В итоге, по крайней мере 90% массы вещества земной коры с геохимической и физико-химической точек зрения обусловлено наличием Жизни. К этому необходимо добавить, что с экологических позиций главенствующую роль в существовании живых организмов играют электромагнитное поле солнечного излучения и тепловая энергия, приходящая от Солнца и источников тепла в земных недрах.

### **Заключение**

Биосфера, с которой мы относительно знакомы примерно 600 млн лет и предполагаем, что знакомы гораздо дольше – более 3,5 млрд лет, представляет уникальный феномен нашей Вселенной. Благодаря своим свойствам (функциям) воспроизводиться, поддерживать непрерывный

процесс движения органической материи, химического вещества и энергии, биосфера (сфера Жизни) является единственной надеждой Человечества узнать, какой из ряда возможных катастроф может завершиться эксперимент сосуществования неживого и живого. Это любопытно.

### *Литература*

1. *Монин А.С.* История Земли. Л.: «Наука» Ленингр. отд. 1977.
2. *Трофимов В.Т., Харьковина М.А., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д.* Экологические функции абиотических сфер Земли. М.: «КДУ», «Университетская книга». 2018.
3. *Трофимов В.Т., Королев В.А., Харьковина М.А. и др.* Базовые понятия инженерной геологии и экологической экологии. ООО «Геомаркетинг». 2012.
4. <https://bigenc.ru/biology/text/1867728> обр. 18.03.2020
5. <https://ru-ecology.info/pics/200781800680006/> (Дата обращения 04.04.2020).
6. <https://helpiks.org/4-102745.html> (Дата обращения 04.04.2020).
7. *Перфилова О.Ю., Махлаев М.Л.* Геохимическая роль и основные биогеохимические функции живого вещества. 2009. [http://www.kgau.ru/distance/ebtf\\_01/mahlaev/geohimiya-bad/03\\_01.html#top](http://www.kgau.ru/distance/ebtf_01/mahlaev/geohimiya-bad/03_01.html#top) обр. 05.04.2020

### ***Zhigalin A.D.<sup>1,2</sup>, Arkhipova E.V.<sup>3</sup>, Anisimova O.V.<sup>3</sup>*** **BIOSPHERE: ECOLOGICAL FUNCTIONS**

<sup>1</sup>*Institute of Physics of the Earth RAS, Russia*

<sup>2</sup>*Lomonosov Moscow State University, Russia*

<sup>3</sup>*State University "Dubna", Russia*

The ecological function of the biosphere can be defined as the ability to direct and support the evolution of the existing unique phenomenon of organic life on Earth. The evolution of the biosphere demonstrates an increase in the level of its structural organization through the use of energy and material resources of inanimate nature, the synthesis of primary biomass and its transformation in a continuous circulation of matter, energy and information.

*Зиновьев Е.С., Ардалина А.О., Алексеев Д.К.*  
**ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ  
ОХТЫ В РАЙОНЕ ГОРОДА МУРИНО ПО ДАННЫМ  
ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*Российский государственный гидрометеорологический  
университет, Россия*  
[kafedra\\_pei@rshu.ru](mailto:kafedra_pei@rshu.ru)

Работа выполнена на основе гидрохимических данных за 2020 и 2021 год. Отбор проб выполнен на 5 станциях по стандартным методикам. Рассматривается межгодовая динамика стандартных гидрохимических характеристик. На основе показаний прибора «Биотестер-2» рассчитан индекс токсичности вод. В качестве тест-объекта выступала культура инфузории-туфельки.

Цель работы заключалась в оценке качества вод реки Охты по данным гидрохимических и гидробиологических показателей. Река Охта – крупный приток Невы, относящийся к бассейну Балтийского моря; берет свое начало в 2,5 км северо-восточнее д. Термолово, на Лемболовской возвышенности, и протекает через Санкт-Петербург и Ленинградскую область. Подобные исследования – часть регулярных работ, проводимых с 1997 г. на р. Охта, ее притоках и Охтинском водохранилище кафедрой прикладной и системной экологии РГГМУ [1].

Летом 2020 и 2021 года проводились исследования на пяти станциях, расположенных в районе города Мурино Всеволожского района Ленинградской области [2]. Исследование проб воды р. Охты в лабораторных условиях осуществлялось по стандартным методикам в соответствии с действующими РД и ПНД. Для оценки качества вод использовались показатели предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552). Определение токсичности проводилось в соответствии с ПНД Ф Т 16.3.16-10 «Методика

определения токсичности отходов производства и потребления экспресс-методом с применением прибора серии «Биотестер». На основе показаний прибора рассчитывается индекс токсичности (Т), по величине которого анализируемые пробы классифицируются на три группы:  $0,00 < T \leq 0,40$  – допустимая степень токсичности;  $0,40 < T \leq 0,70$  – умеренная степень токсичности;  $T > 0,70$  – высокая степень токсичности.

В предыдущих исследованиях на основе покомпонентной оценки установлено, что воды реки были подвержены сильной антропогенной нагрузке [3], по результатам биотестирования вод с помощью хемилюминесцентной ферментативной тест-системы из 15 исследуемы рек Охта и ее приток Оккервиль были самыми загрязненными [4].

**Таблица 1.** Результаты химического анализа и биотестирования

Параметр	Объем выбор- ки	макс.	мин.	сред- нее С <sub>ср</sub>	ПДК	Кратность превы- шения С <sub>ср</sub> /ПДК
O <sub>2</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\frac{5}{4}$	$\frac{7,2}{6,9}$	$\frac{4,2}{1,9}$	$\frac{6,4}{4,4}$	6,0	$\frac{0}{0}$
БПК <sub>5</sub> , мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	$\frac{5}{4}$	$\frac{8,4}{8,2}$	$\frac{3,5}{5,5}$	$\frac{6,7}{7,5}$	2,1	$\frac{3}{4}$
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{5}{4}$	$\frac{1,0}{2,1}$	$\frac{0,2}{1,6}$	$\frac{0,6}{1,9}$	0,1	$\frac{6}{19}$
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{5}{4}$	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{2,6}{3,8}$	$\frac{3,9}{4,5}$	0,5	$\frac{8}{9}$
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{5}{4}$	$\frac{5,7}{3,7}$	$\frac{2,1}{3,0}$	$\frac{3,9}{3,3}$	0,2	$\frac{19}{17}$
Токсичность	$\frac{5}{4}$	$\frac{0,29}{0,14}$	$\frac{0,12}{0,014}$	$\frac{0,19}{0,058}$	=	=

Примечание: числитель – 2020 год, знаменатель – 2021 год,

По результатам полевых исследований в указанный период индекс токсичности изменялся от 0,014 до 0,29. Пробы воды на всех 4-х станций относятся к I группе

токсичности – «допустимой». Отмечается превышение ПДК по таким параметрам, как биохимическое потребление кислорода, содержание кислорода, содержание фосфатов и ионов аммония. Подробные статистические характеристики представлены в таблице 1.

В верхнем течении реки в районе города Мурино качество вод не соответствует установленным нормативам по ряду показателей, особое внимание вызывает превышение ПДК по фосфатам и соединениям азотной группы, которые оказывают влияние и на кислородный режим водотока. Отмечается допустимая степень токсичности вод на исследуемом участке.

Авторы выражает благодарность заведующей эколого-аналитической лаборатории ФГБОУ ВО «РГГМУ» Романовой Е.Н. за помощь при проведении гидрохимического анализа.

#### *Литература*

1. *Alekseev D.K., Shelutko V.A., Zueva N.V., Kolesnikova E.V., Urusova E. S., Primak E. A.* Research results in the field of applied and systems ecology at RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya. Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University)*. 2020. 60. P. 306—324. [In Russian]

2. *Ардалина А.О.* Гидрохимическая характеристика реки Охты в районе города Мурина по данным полевых исследований 2021 года// *Геоэкология: теория и практика: сборник научных трудов по материалам Всероссийской студенческой конференции с международным участием 19-20 ноября 2021 г.* / Под общ. ред. к.б.н., доцент Е.А. Парахиной. М.: РУДН. 2021. С. 27-31.

3. *Белякова А.М., Зуева Н.В.* Оценка качества воды городской реки по гидрохимическим индексам (река Охта, Санкт-Петербург) // *Труды КарНЦ РАН*. 2021. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-vody-gorodskoy-reki-po-gidrohimicheskim-indeksam-reka-ohhta-sankt-peterburg>

4. *Калацкий Ю.М., Стефанов В.Е., Агеева О.Г., Васильев В.Ю.* Оценка загрязненности объектов окружающей среды с помощью хемилюминесцентной ферментативной тест-

системы// Biological Communications. 2004. №3. URL:  
<https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zagryaznennosti-obektov-okruzhayushey-sredy-s-pomoschyu-hemilyuminestsentnoy-fermentativnoy-test-sistemy-1>

*Zinovev E., Ardalina A., Alexeev D.*

**HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE OKHTA RIVER NEAR THE MURINO TOWN ACCORDING TO FIELD RESEARCH**

*Russian State Hydrometeorological University, Russia*

The study was carried out on the basis of hydrochemical data for 2020 and 2021. Sampling was carried out at 5 stations in accordance with standard methods. The interannual dynamics of standard hydrochemical characteristics is considered. Based on the readings of the Biotester-2 device, the water toxicity index was calculated. The culture of the infusoria-shoes was used as a test object.

**Каманина И.З.<sup>1,2</sup>, Каплина С.П.<sup>1,2</sup>, Любимова А.В.<sup>1,3</sup>**  
**АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ**  
**КАРТИНЫ ПОЛЕЙ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**  
**ПОЧВ, КАК БАЗОВОГО КОМПОНЕНТА ГОРОДСКИХ**  
**ЭКОСИСТЕМ**

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

<sup>2</sup>*Объединённый институт ядерных исследований, Россия*

<sup>3</sup>*Всероссийский научно-исследовательский геологический  
нефтяной институт, Россия*

[kamanina@uni-dubna.ru](mailto:kamanina@uni-dubna.ru)

Прогноз загрязнения почв г. Кольчугино Владимирской обл. как базового компонента урбозкосистемы с высоким уровнем техногенной нагрузки выполнен с помощью балансовой модели на основе эколого-аналитических данных по результатам площадных съемок почв и снежного покрова. Дана оценка степени накопления тяжелых металлов в почвах и времени достижения критического уровня с учетом аэротехногенного поступления.

В почвах г. Кольчугино выявлено превышение санитарно-гигиенических нормативов (валовых форм) для всех исследованных металлов. Анализ данных пространственно-временных полей показал, что выявленный уровень загрязнения почв, превышающий ПДК, связан в первую очередь с прошлой хозяйственной деятельностью предприятий цветной металлургии и в ближайшей перспективе останется на том же уровне.

Процесс урбанизации сопровождается неизменным увеличением нагрузки на компоненты природной среды [1]. Важную роль в структуре Российской Федерации играют малые и средние города, которые составляют 85 % современных российских городов. В них в значительной степени сосредоточены отечественная история и культура, наука и промышленность. В настоящее время все больше внимания уделяется устойчивому развитию городов с учетом обеспечения экологической безопасности. В связи с этим необходимость изучения современных процессов, происходящих на урбанизированных территориях, неуклонно возрастает.

Городские почвы являются депонирующей средой и индикатором геохимической нагрузки. Основным источником поступления загрязняющих веществ в городские почвы выступают атмосферные выпадения (от стационарных и передвижных источников, в результате денудационных процессов на урбанизированных ландшафтах, за счет трансграничного переноса и др.).

Цель работы: прогноз загрязнения почв как базового компонента городской экосистемы г. Кольчугино Владимирской области с использованием балансового подхода.

Город Кольчугино относится к моногородам. Основные градообразующими предприятиями являются предприятия по обработке цветных металлов: АО «Электрокабель кольчугинский завод», ООО «Кольчугинский мельхиор, АО «Интерсильверлайн» и др. Часть селитебной застройки находится в пределах санитарно-защитной зоны предприятий и испытывает высокий уровень загрязнения [2].

Расчет пространственно-временных полей химического загрязнения городских почв был выполнен с использованием балансовой модели Т.Н. Лубковой [3, 4] на основе эколого-аналитических данных, полученных авторами. Пробы почв и снежного покрова отбирали в соответствии с методическими рекомендациями по случайно упорядоченной сетке с учетом функционального зонирования из расчета 1 проба на 1 кв.км. Содержание тяжелых металлов 1 и 2 классов опасности в пробах почв и снега (твердая и жидкая фазы) определяли атомно-абсорбционным методом по стандартным методикам. Анализ пространственно-временных полей загрязнения почв для каждого тяжелого металла выполнен на основе карта-схем, построенных при помощи программно-технологического комплекса ГИС INTEGR0. В качестве алгоритма интерполяции использована функция «Многоуровневый базисный сплайн».

По результатам исследования превышение санитарно-гигиенических нормативов (валовых форм) в почвах

г. Кольчугино отмечаются для всех исследованных металлов. Среднее содержание свинца, кадмия, цинка и меди превышает ОДК от 1,5 до 2,8 раз.

Ранжирование территории города по уровню загрязнения почв химическими веществами, указанными в [5], выявило «средний» уровень загрязнения по свинцу и меди, ареолы загрязнения находятся в селитебной части и занимают 13% и 17% территории соответственно.

Были проведены в соответствии с [3, с.9]. расчеты нагрузки тяжелых металлов с атмосферными выпадениями по содержанию взвешенных и растворенных форм тяжелых металлов в пробах снега. Более высокая нагрузка поступления тяжелых металлов характерна для восточной и юго-восточной частей города. Интенсивность выпадения меди и цинка убывает при удалении от территории промплощадки, где сосредоточены основные градообразующие предприятия цветной металлургии. Для свинца и кадмия зависимость имеет менее выраженный характер.

Расчет прогнозируемых (на конец расчетного периода  $n$ ) концентраций тяжелых металлов в почвах осуществлялся по формуле (1):

$$C(n) = C(0) + \frac{1}{h \cdot d} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta Q_{ТМ}}{S} \quad (1),$$

где  $C(n)$  и  $C(0)$  – прогнозируемые и текущие концентрации тяжелых металлов в почвах ( $C(0) = Cф$ );  $d$  – плотность почв,  $h$  – высота почвенного слоя.

Анализ карта-схем пространственного распределения тяжелых металлов в почвах г. Кольчугино показал, что в течение 100 лет содержание свинца в почвах остается в пределах уже существующего загрязнения, содержание цинка достигнет «низкого» уровня загрязнения на площади 83% территории города, по содержанию кадмия на площади в 2,6 кв.км с «низким» уровнем загрязнения произойдет ухудшение и будет достигнут второй «допустимый» уровень загрязнения. В течение 100 лет уровни загрязнения почв по

содержанию меди не изменятся и составят: «высокий» уровень загрязнения на 4% территории города, «средний» уровень – 17%, «низкий» уровень – 42% и «допустимый» уровень – 37%.

Прогнозный расчет достижения различных уровней загрязнения почв г. Кольчугино (нижний границы диапазонов значений, характеризующих каждый уровень загрязнения) в соответствии с [6] показал, что среднее время достижения второго «низкого» уровня загрязнения почвами (в том случае, если этот уровень не достигнут) составит для свинца 3074 года, минимальное – 286 лет, для меди среднее время составит 2686 лет, минимальное – 262 года, для кадмия среднее время 228 лет, минимальное – 77 лет. Самый неблагоприятный прогноз отмечается для цинка – минимальное время достижения 2 уровня загрязнения 2 года, среднее время достижения 126 лет.

Таким образом, при современном уровне аэротехногенной нагрузки в ближайшей перспективе уровень загрязнения почв останется в той же категории. Для достижения ПДК в почвах города с содержанием металлов, близким к фоновому, потребуются сотни и тысячи лет. Это указывает на то, что высокий уровень загрязнения почв г. Кольчугино связан в первую очередь с прошлой хозяйственной деятельностью предприятий металлургической промышленности.

### *Литература*

1. Битюкова В.Р. Интегральная оценка экологической ситуации городов России // Региональные исследования. Смоленск. 2014. 4 (46). С. 49-57.

2. Байбакова С.Л., Каманина И.З. Влияние цветной металлургии на состояние почвенного покрова (на примере ЗАО «КОЛЬЧУГЦВЕТМЕТ» г. Кольчугино Владимирской области) // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016022316> Дата обращения:

11.02.2022.

3. *Лубкова Т.Н.* Оценка и прогноз техногенного загрязнения локальных экосистем химическими элементами на основе балансовых расчетов: автореферат диссертации кандидата геолого-минералогических наук 25.00.09 М.: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, 2007.

4. *Макаров О.А., Макаров А.А.* Прогнозирование химического загрязнения почв тяжелыми металлами при помощи балансового метода (на примере локальных участков города Москвы и города Подольска)// *Экология урбанизированных территорий.* 2016. №1. С. 50-58.

5. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. М., 1993, утвержден Минприроды России и Роскомземом.

*I.Z. Kamanina<sup>1,2</sup>, S.P. Kaplina<sup>1,2</sup>, A.V. Lyubimova<sup>1,3</sup>*

**ANALYSIS THE SPATIOTEMPORAL FIELDS OF CHEMICAL  
SOIL POLLUTION AS A BASIC COMPONENT  
OF URBAN ECOSYSTEMS**

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

*<sup>2</sup> Joint Institute for Nuclear Research, Russia*

*<sup>3</sup> All-Russian Research Geological Petroleum Institute, Russia*

Prediction of soil pollution in the city of Kolchugino, Vladimir region as a component of the urban ecosystem with a high level of technogenic load was carried out using a balance model. The ecological and analytical data of areal surveys of soils and snow cover were been used.

The estimation of level accumulation heavy metals in the soils and the time it takes to reach the critical level with considering the aerotechnogenic intake were make. In the soils of the town Kolchugino for all the studied metals an excess of Health and hygiene standards (gross forms) was revealed. An analysis of the data of spatio-temporal fields showed that the identified level of soil pollution, which exceeds the MPC, is primarily associated with the past economic activities of non-ferrous metallurgy enterprises and will remain at the same level in the short term.

**Карманова А.Н.<sup>1,2</sup>, Землянко И.И.<sup>3</sup>, Лу И.<sup>4</sup>, Зимин А.А.<sup>1</sup>**

## **НОВЫЕ ПОЧВЕННЫЕ БАКТЕРИОФАГИ**

### **STREPTOMYCES**

<sup>1</sup>Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Пуцинский научный центр биологических исследований РАН», Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пуцинский государственный естественно-научный институт», Россия

<sup>3</sup>Приокско-террасный государственный биосферный заповедник, Россия

<sup>4</sup>Шанхайский нормальный университет, Китай

[Firetiger2011@yandex.ru](mailto:Firetiger2011@yandex.ru), [dr.zimin8@yandex.ru](mailto:dr.zimin8@yandex.ru)

В работе представлено первое исследование бактериофагов бактерий рода *Streptomyces* из почв Приокско-Террасного государственного природного биосферный заповедника им. М.А. Заблоцкого, в том числе из вольер по содержанию молодняка в зубровом питомнике. Из проб почв удалось несколько несколько бактериофагов *Streptomyces venezuales*. Один из фагов был очищен генетически и получен в высоком титре.

Он образовывал прозрачные бляшки на газоне чувствительно штамма стрептомицет. Удалось также выделить несколько бактериофагов *Streptomyces coelicolor* из почвы г. Пушино и г. Москва. В работе представлены этапы отбора проб почвы и выделения и анализа этих бактериофагов. Дальнейшие исследования актинофагов могут объяснить их роль в формировании почвенного покрова в заповеднике и роли зубров в изменении состава почв в вольерах зубрового питомника.

Бактериофаги – вирусы бактерий – важные участники экосистем, которые оказывают влияние как на развитие сообществ, так и на некоторые биогеохимические процессы. Так, например, было показано, что бактериофаги являются участниками микробных петель, образуя в них так называемый «вирусный шунт» [1]. Микробные петли – трофический путь преобразования растворенного органического вещества с участием бактерий. Вирусы бактерий оказывают прямое

влияние на численность и, соответственно, продукцию бактериопланктона, тем самым они способны изменять потоки вещества и энергии сообществ. В частности, литические фаги, «убивая» бактерии способствуют освобождению соединений основных биогенных элементов, при этом в доступной форме для гетеротрофов. Помимо этого, бактериофаги способны регулировать и разнообразие бактерий в определенных нишах, также они ответственны за приобретения бактериями различных генов, например, устойчивости к антибиотиками или факторов патогенности за счет горизонтального переноса путем трансдукции [2]. В основном, большая часть исследований экологии фагов касается вирусов бактерий водных систем, аналогичных исследований касательно влияния фагов на почвенные экосистемы немного, тем не менее было показано, что фаги почв вечной мерзлоты могут косвенно влиять на цикл углерода, путем инфекции бактерий, непосредственно в нем участвующих [3]. Для лучшего понимания экологии почвенных бактериофагов существует необходимость в выделении и изучении новых вирусов распространенных почвенных бактерий. Например, вирусов – *Streptomyces*, которые достаточно распространены в бурых лесных, дерново-подзолистых почвах [4].

Отбор почвенных проб осуществлялся на территории Приокско-террасного заповедника, в загонах зубров и на территории Павлова пруда. Также отбор был произведен в городе Пущино, на территории зеленой зоны и в г. Москва, ВДНХ. Отбор осуществлялся при помощи стерильных бакпечаток в объеме до 10 мл.

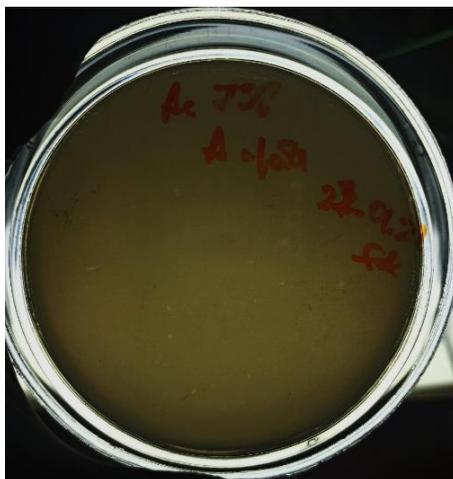
Обработка проб и выделение фагов. К почве в объеме 2 мл добавлялся стерильный фаговый буфер в объеме 10-15 мл. В течение двух часов производилась экстракция на миниротаторе. Почвенный экстракт центрифугировали на максимальной скорости 90 с для осаждения почвенных частиц. Отобранный супернатант пропускали через бактериальный фильтр, к полученному фильтрату добавляли

хлороформ и оставляли на хранение при 5-7 °С. Далее определяли наличие фагов в пробе при помощи метода двойных агаровых дисков. В качестве хозяина для фагов были выбраны *Streptomyces coelicolor* (Ac-738 type VKM) и *Streptomyces venezuales* (Ac-589 type VKM). Далее бляшки бактериофагов вырезаются и помещаются в фаговый буфер. Производится микробиологическая очистка путем трехкратных пересевов и титрования по Грациа.

В результате нам удалось получить несколько бактериофагов *Streptomyces venezuales* из почв Приокско-террасного заповедника. Один из фагов удалось микробиологически очистить и получить в высоком титре. Фотографии бляшек данного вируса представлены на рис.1. Удалось получить несколько бактериофагов *Streptomyces coelicolor* из почвы г. Пушкино и г. Москва. Фотографии бляшек данных фагов представлены на рис. 2 и рис. 3 соответственно. Бактериофаг, выделенный из почв г. Москва поливалентен и способен инфицировать как *Streptomyces coelicolor*, так и *Streptomyces venezuales*. Дальнейшее описание и характеристика новых бактериофагов может пролить свет на их участие в почвенных экосистемах.



**Рис. 1.** Бляшки бактериофага, выделенного из почв Приокско-террасного заповедника.



**Рис. 2.** Бляшки бактериофагов из почвенной пробы г.Пушино



**Рис.3.** Бляшки бактериофага из почвенной пробы г. Москва

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 22-25-00669.

### *Литература*

1. *Steven W. Wilhelm, Curtis A. Suttle. Viruses and Nutrient Cycles in the Sea: Viruses play critical roles in the structure and function of aquatic food webs. // BioScience. Vol. 49. Issue 10, October*

1999. P. 781–788, <https://doi.org/10.2307/1313569>

2. Trubl G, Jang HB, Roux S, Emerson JB, Solonenko N, Vik DR, et al. Soil viruses are underexplored players in ecosystem carbon processing. *mSystems* [Internet]. 2018. 3. Available from: <https://doi.org/10.1128/mSystems.00076-18>.

3. Abedon S.T. Ecology of Viruses Infecting Bacteria. In *Encyclopedia of Virology (Third Edition)* 2008. Pages 71-77 <https://doi.org/10.1016/B978-012374410-4.00745-7>

4. Dobrovolskaya T.G., Zvyagintsev D.G., Chernov I.Y., et al. The role of microorganisms in the ecological functions of soils. *Eurasian Soil Sc.* 2015. Vol.48. P. 959–967.

DOI: 10.1134/S1064229315090033

**Karmanova A.N.<sup>1,2</sup>, Zemlyanko I.I.<sup>2</sup>, Lu. Y.<sup>4</sup>, Zimin A.A.<sup>1</sup>**  
**NEW SOIL BACTERIOPHAGES STREPTOMYCES**

<sup>1</sup>*G.K. Scriabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms RAS, Russia*

<sup>2</sup>*Pushchino State Institute of Natural Science, Russia*

<sup>3</sup>*Prioksko-Terrasny State Biosphere Reserve, Russia*

<sup>4</sup>*College of Life Sciences, Shanghai Normal University, China*

The paper presents the first study of bacteriophages of bacteria of the genus *Streptomyces* from the soils of the Prioksko-Terrasny State Natural Biosphere Reserve named after V.I. M.A. Zablotsky, including from the aviary for the maintenance of young animals in the bison nursery. Several bacteriophages of *Streptomyces venezuales* were found from soil samples. One of the phages was genetically purified and obtained in high titer. It formed transparent plaques on the lawn of a sensitive streptomycete strain. It was also possible to isolate several bacteriophages of *Streptomyces coelicolor* from the soil of Pushchino and Moscow. The paper presents the stages of soil sampling and isolation and analysis of these bacteriophages. Further studies of actinophages can explain their role in the formation of the soil cover in the reserve and the role of bison in changing the composition of soils in the enclosures of the bison nursery.

**Кашутина Е.А., Ясинский С.В., Сидорова М.В.**  
**ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЕНИЙ В РАЗНЫХ ФАЗАХ,**  
**В ТОМ ЧИСЛЕ МИКРОЧАСТИЦАМИ,**  
**В ВОДНОЙ СРЕДЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ**

*Институт географии РАН, Москва, Россия*

[kashutina@igras.ru](mailto:kashutina@igras.ru)

Перенос загрязнений в речном потоке происходит как в растворенных формах, так и со взвесями. Чем меньше частица взвеси, тем выше ее способность к сорбции загрязняющих веществ. Микрочастицы способны к длительной миграции в водной среде и в биоте, для их задержания требуются специальные методы водоподготовки. В городской водной среде Нижнего Новгорода более половины суммарного переноса приоритетных загрязнителей осуществляется взвесями, значительная часть – микрочастицами менее 2 мкм.

Перенос загрязнений в речном потоке происходит как в растворенных формах, так и со взвесями. Разные фазы состояния загрязняющих веществ характеризуются различной токсичностью. Значительная часть загрязняющих веществ, мигрирующих с речным стоком, связана с твердой фазой, представленной взвешенными и влекомыми наносами [1].

Со взвешенными наносами переносятся тяжелые металлы, органические соединения, биологические объекты. При техногенном поступлении в поверхностные воды тяжелых металлов их значительная часть может находиться в форме растворов. Однако на расстоянии первых километров они могут переходить в минеральную и коллоидную формы за счет физико-химических взаимодействий (сорбции, комплексообразования) и уже так продолжают миграцию на расстояния до сотен километров. На определенные временные промежутки миграция элементов может прекращаться, а на отдельных участках при этом возможна существенная концентрация части элементов [2]. С уменьшением размеров частиц взвесей происходит увеличение их удельной

поверхности и, соответственно свободной энергии и усиление их сорбционной способности [3, 4]. Микрочастицы взвеси являются переносчиками других, в том числе загрязняющих веществ, бактерий и вирусов [5, 6]. Частицы субмикронных размеров и менее практически не осаждаются в водных потоках, для их перехвата требуются специальные методы очистки воды. Чем меньше частица, тем длиннее путь ее миграции как в воде, так и в живых организмах при их поглощении. Наиболее вредное воздействие на здоровье оказывают частицы, имеющие размер до 10 мкм и особенно наночастицы [7], причем вред могут нести как сами микрочастицы, так и сорбированные ими поллютанты. Рост производства и использования наноматериалов приводит к росту их содержания в окружающей среде, что может иметь серьезные последствия для здоровья человека и окружающей среды [8]. Наиболее сильной нагрузке и по объемам поступающих загрязняющих веществ, и по их номенклатуре подвержены крупные города [9].

С 2020 г. авторами изучалась роль взвешенных наносов и микрочастиц взвесей в переносе загрязнителей в водной среде Нижнего Новгорода: в снеге, в малых городских реках и подземных водах разного генезиса, в ливневой канализации [10]. Применялись стандартные методики определения химических веществ в водных объектах, в том числе ICP-MS. Анализировались как валовые показатели загрязнения, так и фазовый состав загрязнителей. Взвеси последовательным фильтрованием фракционировались по размерам частиц. Пробы воды последовательно пропускались через фильтр «синяя лента» с диаметром пор 2 мкм, а затем через ацетат-целлюлозный фильтр с порами 0,22 мкм. Анализировались исходные отобранные пробы воды, последовательные фильтраты, а также осадки на фильтрах.

Для города характерно повышенное по сравнению с предельно допустимыми для живых организмов

концентрациями (ПДК) содержание алюминия, цинка, железа, марганца, меди, нефтепродуктов – веществ, переносимых в основном со взвесями. В городском снеге, отобранном рядом с дорогой, отмечено 100-кратное превышение ПДК по алюминию и по железу, 36-кратное по цинку. Очень сильно загрязнен этими веществами талый поверхностный склоновый сток – 50–100 ПДК по алюминию, нефтепродуктами и железу. Через ливневую канализацию и напрямую склоновый сток попадает в реки, а через утечки в ливневой канализации загрязняет подземные воды.

Исследование переноса микрочастиц в водной среде показало, что в разных водных объектах Нижнего Новгорода доля содержания микрочастиц в диапазоне 0.22–2 мкм в общем содержании частиц свыше 0.22 мкм составляет от 0.01 до почти 90%. В целом, просматривается закономерность - чем меньше сток взвешенных веществ, тем больше доля микрочастиц в диапазоне 0.22–2 мкм.

Доля взвесей в суммарном потоке переноса алюминия в водных объектах составляет от 70 до 100%, причем взвесями крупнее 2 мкм. В речной сети около 50% потока цинка переносится со взвесями крупнее 2 мкм, около 30% со взвесью в диапазоне 0.22–2 мкм. В зимнюю межень и в половодье в среднем около 70% железа переносится со взвесями крупнее 2 мкм, около 20% со взвесью в диапазоне 0.22–2 мкм. В зимнюю межень и в половодье почти 100% нефтепродуктов в снеге, в реках, в склоновом стоке ассоциированы со взвесями, обычно размерностью свыше 2 мкм.

Впервые для малых рек и подземных вод крупного города получены оценки вклада микрочастиц в перенос веществ с территории города. Не менее половины суммарного переноса алюминия, цинка, железа, марганца, нефтепродуктов осуществляется взвесями, причем значительная часть – микрочастицами менее 2 мкм. Полученные выводы имеют значение для выбора

водоохранных мероприятий.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-50082.

### Литература

1. *Касимов Н.С., Лычагин М.Ю., Чалов С.Р., Шинкарева Г.Л., Папкина М.П., Романченко А.О., Промахова Е.В.* Бассейновый анализ потоков веществ в системе Селенга-Байкал // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5 География. 2016 № 3 с. 67-81.

2. *Алексеев В.А., Алексеев Л.П.* Геохимические барьеры: Учеб.пособие. М.: Логос, 2003.

3. *Веницианов Е.В., Лепихин А.П.* Физико-химические основы моделирования миграции и трансформации тяжелых металлов в природных водах / Под науч. ред. А.М. Черняева. ФГУП КамНИИВХ. Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, 2002.

4. *Поздняков Ш.Р.* Проблемы расчета и измерения характеристик наносов в водных объектах Санкт-Петербург: ООО "Издательство "ЛЕМА", 2012

5. *Поздняков Ш.Р., Мартинсон К.Д.* Исследование характеристик субмикронных частиц в реках для современного решения проблем их оздоровления // Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения. Сборник научных трудов. Москва: Студия Ф1, 2019. с.26-30.

6. *Янин Е.П.* Химический состав и особенности поставки твердых взвешенных веществ в малую реку с канализационным стоком города // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2013. № 6. с. 2-16.

7. *Голохваст К.С., Козинцев В.В., Памирский И.Э., Чайка В.В., Белоус Р.А.* Микроразмерное загрязнение атмосферы города Благовещенска // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2016. Вып.60. С.52-56.

8. *Anastasio C., Martin S.T.* Atmospheric nanoparticles // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. 2001. Т. 44. №. 1. С. 293-349.

9. *Дрютина Е.Ю., Эйрих А.Н., Эйрих С.С., Папина Т.С.* Влияние крупных городов на качество речных вод (на примере р. Обь в районе г. Барнаула) // Вода: химия и экология. 2014. № 7.

C. 3–9.

10. *Yasinsky S.V., Venitsianov E.V., Kashutina E.A., Cudopova M.B., Ershova A.A., Makeeva I.N.* Contribution of microparticles to the transport of pollution by rivers and groundwaters in a large city // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The VIII All-Russian scientific-practical conference with international participation "Modern problems of reservoirs and their catchments". 2021. P. 012047.

***Kashutina E.A., Yasinsky S.V., Sidorova M.V.***  
**POLLUTION TRANSPORT BY DIFFERENT PHASES**  
**INCLUDING MICROPARTICLES IN THE LARGE CITIES**  
**WATER ENVIRONMENT**

*Institute of Geography RAS, Russia*

The transfer of pollutants in the river flow occurs both in dissolved forms and with suspensions. The smaller the suspension particle, the higher its ability to sorb pollutants. Microparticles are capable of long-term migration in the aquatic environment and biota; their retention requires special water treatment methods. In the urban water environment of Nizhny Novgorod, more than half of the total transfer of priority pollutants is carried out by suspensions, a significant part - by microparticles less than 2 microns.

*Колупаева В.Н., Меркин В.А.*  
**ИЗУЧЕНИЕ МИГРАЦИИ С-МЕТОЛАХЛОРА В ПОЧВЕ**

*Всероссийский научно-исследовательский институт  
фитопатологии, Россия*

[v.kolupaeva@vniif.ru](mailto:v.kolupaeva@vniif.ru)

Изучена миграция С-метолахлора в лизиметрическом эксперименте в условиях г. Москвы. Установлено, что в условиях Нечерноземной зоны РФ С-метолахлор способен мигрировать за пределы почвенного профиля. Выявлены основные факторы, влияющие на его движение в почвенном профиле.

Метолахлор – наиболее широко применяемый гербицид из класса хлорацетанилидов, применяемый на посевах подсолнечника, кукурузы, столовой и сахарной свеклы, рапса и сои. Метолахлор – системный гербицид почвенного действия, который не требует заделки в почву и подавляет однодольные и некоторые двудольные сорняки, например, плевелы, просо куриное, щирицу запрокинутую, виды щетинника, гречишку, марь белую, портулак огородный, просо волосовидное, паслен черный, галинсогу мелкоцветную, яснотку пурпурную, пастушью сумку, звездчатку среднюю, росичку, проростки гумая, горцы, чистец, дымянку.

Метолахлор представляет собой смесь R- и S- изомеров. В настоящее время его биологически активный S- изомер – один из наиболее широко применяемых в мире гербицидов [1], в частности, он применяется в 21-ой стране ЕС [2]. И, также, С-метолахлор входит в пятерку пестицидов, чаще всего обнаруживаемых в грунтовых водах [3-8]. Этому способствует умеренная персистентность (ДТ<sub>50</sub> варьирует от 10 до 221 сут.) и низкая сорбционная способность (K<sub>foc</sub> 112-368 мл/г).

Помимо свойств самого пестицида на миграцию С-метолахлора в почве оказывают влияние почвенные и климатические условия. Так, известно, что транспорт этого

соединения снижается в почвах с высоким содержанием органического вещества и глины [9]. Значительный вынос гербицида с поверхностным стоком происходит в том случае, если в первое время после обработки наблюдаются интенсивные осадки [10], причем чем короче интервал от применения до дождя, тем сильнее транспорт [11]. Величина выноса С-метолахлора с поверхностным стоком также зависит от способа его внесения, так, при заделке в почву наблюдаемые потери пестицида ниже [11].

Миграция С-метолахлора в почвенном профиле коррелирует с объемом осадков и длительностью периода без дождя после обработки, а минимизация предпосевной обработки способствует удерживанию гербицида в верхнем слое почвы и снижает его транспорт [12].

Анализ литературных источников показал, что С-метолахлор часто обнаруживают в грунтовых водах во многих странах. Погодные условия в РФ (низкие температуры и умеренное количество осадков) также способствуют его транспорту в почве. Целью данной работы было изучить поведение С-метолахлора в лизиметрах почвенного стационара МГУ.

Препарат Камелот, СЭ (312,5 г/л С-метолахлора +187,5 г/л тербутилазина) вносили в лизиметр с помощью ранцевого опрыскивателя дважды – в июне 2018 и июне 2019 годов в максимально рекомендованной и пятикратной норме применения, что по действующему веществу С-метолахлору составило 1,25 кг/га (лизиметр № 6) и 6,25 кг/га (лизиметр №5) соответственно. Образцы лизиметрического стока отбирали два раза в месяц. Образцы воды хранили до анализа в холодильнике при температуре  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кроме этого регулярно фиксировали объем водного стока из лизиметра. Количественное определение содержания С-метолахлора в воде проводили в соответствии с методическими указаниями [107]. Предел обнаружения С – метолахлора в воде составляет  $0,5\text{ мкг/дм}^3$ .

Температура воздуха в 2018 и 2019 годах была выше, чем среднемноголетние значения, причем теплее был год в целом и каждый сезон в отдельности. Также годовое количество осадков в 2018 году было на 109 мм ниже, чем среднемноголетнее, а в 2019 – на 212 мм. Таким образом, погодные условия способствовали разложению и препятствовали быстрой миграции С-метолахлора. Несмотря на это, гербицид был обнаружен в 14% образцов при применении в рекомендованной дозе и в 91% образцов – в пятикратной дозе.

### *Литература*

1. *Rivard L.* Environmental Fate of Metolachlor. Environmental Monitoring Branch, Department of Pesticide Regulation. Sacramento, 2003.
2. PPDB: Pesticide Properties DataBase [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/> (дата обращения 28.02.2021).
3. *Gilliom R.J.* Pesticides in U.S. streams and groundwater. // Environmental Science & Technology. 2007. Vol. 4. P.3408–3414.
4. *Batista S., Silva E., Galhardo S., Viana P., Cerejeira M.J.* Evaluation of pesticide contamination of ground water in two agricultural areas of Portugal // International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 2010. V.82 (8-9). P. 601-609.
5. *Santo, E.A., Correia N.M., Silva J.R. M., Velini E.D., Passos A.B.R.J., Durigan J.C.* Herbicide detection in groundwater in Córrego Rico-SP watershed // Planta Daninha, Viçosa-MG. 2015. V.33(1). P. 147-155.
6. Summary Report of Pesticide Sampling Groundwater Monitoring Program [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agriculture.delaware.gov/wpcontent/uploads/sites/108/2018/04/Groundwater-Monitoring-Program-Summary.pdf> (дата обращения 20.10.2020).
7. Sampling for pesticide residues in California well water. 2019 Update. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/ehapreps/report\\_wir19.pdf](https://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/ehapreps/report_wir19.pdf) (дата обращения 20.10.2020).

8. *Mehnert E., Dey W.S., Keefer D.A., Wehrmann H.A., Wilson S.D., Ray C.* Illinois' Statewide Monitoring Well Network for Pesticides in Shallow Groundwater-Network Development and Initial Sampling Results. 2005.

9. *Janaki P., Meena S., Chinnusamy C.* Dynamics of metolachlor in sandy clay loam soil and its residues in maize and soybean // Trends in Biosciences. 2015. No 8 (1). P. 133–137.

10. *Vianello M., Vischetti C., Scarponi L. and Zanin G.* Herbicide losses in runoff events from a field with a low slope: Role of a vegetative filter strip. // Chemosphere. 2005. V. 61. P. 717–725.

11. *Recto R.J., Regehr D.L., Barnes P.L., Loughin M.T.* Atrazine, S-metolachlor and isoxaflutole loss in runoff as affected by rainfall and management. // Weed Science. 2003. V. 51(5). P. 810-816.

12. *Zemolin C.R., Avila L. A., Cassol G.V., Massey J.H., Camargo E.R.* Environmental fate of S-Metolachlor: a review. // Planta Daninha. 2014. V. 32. P. 655-664

13. МУК 4.1.1395-03 “Измерение концентраций метолахлора в корнеплодах сахарной и столовой свеклы, зеленой массе растений, семенах масличных культур и растительном масле методом газожидкостной хроматографии” [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://docs.cntd.ru/search/intellectual?q=%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D1%85%D0%BB%D0%BE%D1%80>

Дата обращения 07.03.2022.

*Kolupaeva V.N., Merkin V.A.*

## **STUDYING THE MIGRATION OF S-METOLACHLOR IN SOIL**

*All-Russian Research Institute of Phytopathology, Russia*

The migration of S-metolachlor was studied in a lysimetric experiment under the conditions of Moscow. It has been established that under the conditions of the Nonchernozem zone of the Russian Federation, S-metolachlor is able to migrate beyond the soil profile. The main factors influencing its movement in the soil profile are revealed.

*Ксенофонтова М.И., Данилов П.П.*  
**ТРАНСФОРМАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ  
ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ  
В СУБАРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РС(Я) (НА ПРИМЕРЕ  
БАТАГАЙСКОЙ ОФ)**

*Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера  
им. проф. Д.Д. Саввинова СВФУ им. М.К. Аммосова, Россия*

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

В работе приведены предварительные результаты гидрохимических исследований водотоков и техногенных водоемов в зоне влияния законсервированного хвостохранилища Батагайской обогатительной фабрики (ОФ) в субарктической зоне Якутии. В ходе исследования выявлено, что техногенные водоемы обладают сильноокислыми водами с высокой минерализацией преимущественно сульфатного класса с экстремально высокими концентрациями ряда загрязняющих веществ, таких как цинк, железо, кобальт, никель, медь, литий, барий, стронций, фенолы, фториды, сульфаты. В донных отложениях техногенных водоемов Батагайской ОФ наблюдается накопление кадмия, цинка, кобальта, никеля и марганца.

Первое оловянное месторождение Эге-Хая было открыто в 1936 г. Порфирием Прокопьевичем Епифановым. Данное месторождение расположено в субарктической зоне Якутии на территории Верхоянского улуса близ п. Батагай. Деятельность Эге-Хайского рудника и Батагайской обогатительной фабрики во время второй мировой войны имело важное значение для оборонной промышленности. В 40-х годах Батагайская обогатительная фабрика являлась одним из важнейших предприятий оловодобывающей промышленности в СССР. В 1966 г. началась разработка Кестерского месторождения. До начала 1970-х годов фабрика обрабатывала руду, содержащие оловянные и танталовые концентраты, в декабре 1973 г. рудник Эге-Хая и Батагайская ОФ были закрыты.

В настоящее время особое опасение местного населения и специалистов вызывает заброшенное хвостохранилище Батагайской обогатительной фабрики №418, функционировавшее в 1941-1973 гг. [1].

Материалом для данной работы являются результаты опробования поверхностных и техногенных вод, а также донных отложений в зоне влияния Батагайской ОФ в период летне-осенней межени в 2020 г. Химико-аналитические исследования проведены в аккредитованной лаборатории физико-химических методов анализа Научно-исследовательского института прикладной экологии Севера им. проф. Д.Д. Саввинова с помощью методов атомно-абсорбционной спектрометрии, капиллярного электрофореза, потенциометрии, флуориметрии.

Основными техногенными водоемами на территории исследования являются водоемы законсервированного хвостохранилища Батагайской обогатительной фабрики (рис. 1-2).

Водоем №1 законсервированного хвостохранилища в период исследования характеризуется высокой минерализацией до 1,9 г/л с сильноокислой средой  $pH=3$ . Ионный состав водоема преимущественно сульфатного класса группы кальция. Превышения нормативов ПДКр/х отмечаются по ХПК до 1,8 раз, по величине минерализации до 1,9 раз, по кальцию до 2 раз, по магнию до 1,8 раз, по сульфатам до 15 раз, по фосфатам до 18 раз, по фторидам до 17 раз, по фенолам до 7,4 раз, по стронцию до 5 раз, по барью до 133 раз, по литию до 3,9 раз, по железу до 111 раз, по меди до 136 раз, по никелю до 17,1 раз, по кобальту до 19,1 раз, по цинку до 523 раз.

Водоем №2 законсервированного хвостохранилища характеризуется также высокой минерализацией до 4,5 г/л с нейтральной средой. Ионный состав воды преимущественно сульфатного класса группы кальция и магния.



**Рис. 1.** Водоем 1 законсервированного хвостохранилища



**Рис. 2.** Водоем 3 законсервированного хвостохранилища

Превышения нормативов ПДКр/х зафиксированы по величине минерализации до 4,5 раз, по ХПК до 5,2 раз, по кальцию до 2 раз, по магнию до 3,5 раз, по натрию до 1,3 раз, по сульфатам до 35 раз, по фторидам до 198 раз, по фенолам до 8 раз, по стронцию до 14 раз, по литию до 7,8 раз, по железу до 1,8 раз, по молибдену до 1,5 раз, по меди до 9,5 раз, по марганцу до 2,9 раз.

Водоем №3 законсервированного хвостохранилища из всех исследованных вод имеет максимальное значение величины минерализации до 14,3 г/л со сильноокислой средой рН=2. Ионный состав воды преимущественно сульфатно-гидрокарбонатного класса группы кальция и магния.

Содержание взвеси выше 50 мг/л, показатель мутности достигает до 45 ЕМФ и показатель цветности выше 400 град, таким образом, данные воды очень мутные и сильно окрашены. Превышения нормативов ПДКр/х зафиксированы по величине минерализации до 14 раз, по ХПК до 5,6 раз, по кальцию до 2,8 раз, по магнию до 10 раз, по сульфатам до 135 раз, по фторидам до 375 раз. по фенолам до 53 раз, по стронцию до 17 раз, по барии до 332 раз. по литию до 33 раз, по молибдену до 1,4 раз.

Вблизи с законсервированным хвостохранилищем протекает старица р. Яна – Поселковое. В точке наблюдения выше сульфидки (хвостохранилища) в период исследования характеризуется малой минерализацией с нейтральной средой, ионный состав воды преимущественно сульфатно-гидрокарбонатного класса группы кальция и магния. Превышения нормативов ПДКр/х характерны по фторидам до 1,4 раз, по фенолам до 7,9 раз, по алюминию до 1,7 раз, по железу до 10,3 раз, по меди 2,6 раз. По остальным показателям превышений не наблюдается.

Ниже водоема законсервированного хвостохранилища, вода старицы Поселковое характеризуется малой минерализацией с нейтральной средой, ионный состав – сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевый. Превышения нормативов ПДКр/х наблюдаются по фенолам до 8,7 раз, по алюминию до 2,2 раз, по железу до 11,8 раз и по меди до 1,5 раз.

Кроме поверхностных вод, исследованы донные отложения исследованных водных объектов. По результатам исследования выявлено, что все исследованные донные отложения имеют сильноокислую среду. В водной вытяжке донных отложений преобладают сульфаты, кальций и магний.

Наибольшая вариация накопительного ряда по коэффициентам концентрации подвижных форм микроэлементов, экстрагированных ацетатно-аммонийным

буферным раствором при  $pH=4$ , выявлена в осадках водоемов законсервированного хвостохранилища и в искусственных курьях:

- Водоем 1 х/х:  $Cd_{110}>Cu_{25.6}>Zn_{16.7}>Co_{3.1}>Mn_{2.3}>Pb_{2.1}>Ni_{1.8}$
- Водоем 2 х/х:  $Zn_{213}>Cd_{51}>Co_{33.8}>Ni_{19.8}>Mn_{3.2}$
- Водоем 3 х/х:  $Zn_{50.7}>Cd_{3.9}>Co_{2.5}>Ni_{2.2}$
- Старица Поселковое ниже х/х:  $Cd_{5.9}>Zn_{1.5}>(Co-Mn)_{1.2}$ .

По результатам исследования 2020 г. выявлено, что водоемы законсервированного хвостохранилища Батагайской обогатительной фабрики представляют собой сильноокислые высокоминерализованные воды преимущественно сульфатного класса с экстремально высокими концентрациями ряда загрязняющих веществ, таких как цинк, железо, кобальт, никель, медь, литий, барий, стронций, фенолы, фториды, сульфаты. В старице Поселковое ниже хвостохранилища по сравнению с точкой выше сульфидки наблюдаются увеличение превышений ПДК по фенолам, по алюминию, по железу. Наибольшие коэффициенты концентрации характерны в водоемах 1 и 2, в старице ниже хвостохранилища значения коэффициентов снижаются. В целом, в донных отложениях техногенных водоемов Батагайской ОФ наблюдается накопление кадмия, цинка, кобальта, никеля и марганца.

В целом, необходимо продолжение мониторинговых исследований на данном объекте, так как воды и донные отложения водоемов законсервированного хвостохранилища Батагайской ОФ несут потенциальную угрозу загрязнения водных и наземных экосистем при аварийных ситуациях. Следует отметить, что природа субарктической зоны является наиболее уязвимой с низким потенциалом самоочищаемой способности водных объектов, поэтому для минимизации воздействия законсервированного хвостохранилища на водные объекты требуются дальнейшие мероприятия по ликвидации потенциально опасного объекта размещения отхода производства.

*Литература*

1. Саввинов Г.Н., Данилов П.П., Петров А.А., Макаров В.С., Боескоров В.С., Григорьев С.Е. Экологические проблемы Верхоянского района // Вестник СВФУ, 2018. №6(68). С.18-32.

***Ksenofontova Marta Ivanovna, Danilov Petr Petrovich***  
**TRANSFORMATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF  
SURFACE WATER IN THE ZONE OF INFLUENCE OF THE  
MOTHBALLED TAILINGS FACILITY IN THE SUBARCTIC  
ZONE OF YAKUTIA (ON THE EXAMPLE OF THE BATAGAY  
CONCENTRATION PLANT)**

*Institute of Applied Ecology of the North NEFU, Russia*

The paper presents preliminary results of hydrochemical studies of watercourses and technogenic reservoirs in the zone of influence of the mothballed tailings of the Batagay Concentration Plant in the subarctic zone of Yakutia. The study revealed that technogenic reservoirs have strongly acidic waters with high salinity of predominantly sulfate class with extremely high concentrations of a number of pollutants, such as zinc, iron, cobalt, nickel, copper, lithium, barium, strontium, phenols, fluorides, sulfates. The accumulation of cadmium, zinc, cobalt, nickel, and manganese is observed in the bottom sediments of technogenic reservoirs of the Batagai Concentration Plant.

*Курочкина В.А.<sup>1</sup>, Хлебников С.К.<sup>1</sup>, Мельникова М.Д.<sup>2</sup>*  
**ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАЛЫХ РЕК  
И РУСЛОВЫХ ВОДОЕМОВ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ  
ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

*<sup>1</sup>Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет, Россия*

*<sup>2</sup>Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,  
Россия*

[kurochkina.mgsu.ru@yandex.ru](mailto:kurochkina.mgsu.ru@yandex.ru)

В настоящее время общество приходит к осознанию необходимости экологической реабилитации малых рек городов. Большинство рек на территории городов находится в техногенно трансформированном состоянии, их русла частично или полностью канализированы. В статье приведены результаты проведенного авторами обследования территории участка реки Лихоборки (г. Москва). Участок реки расположен в Северо-Восточном административном округе Москвы. Общее состояние исследуемой территории реки Лихоборки предварительно оценено как неудовлетворительное и требующее реабилитации. Авторами предлагаются мероприятия по реабилитации реки Лихоборки.

Реки играют важную роль в жизни городов. Они выполняют градообразующие, инженерные, экологические и рекреационные функции, осуществляют отвод поверхностного и дренажного стока [1]. В настоящее время общество приходит к осознанию необходимости природоприближенного восстановления, экологической реабилитации и поддержания максимально естественного состояния малых рек и их долин, особенно в таких больших городах, как Москва [2,3]. Москва обладает достаточно развитой речной сетью, значительная часть которой канализирована (рис.1).

На стоимость проекта по восстановлению значительно влияют характеристики реки. Например, минимальный, средний годовой и максимальный расходы, а также степень техногенной трансформации. По степени техногенной трансформации реки делятся на 4 класса:

- I класс – более 90 % реки сохранилось в открытом русле;
- II класс – русло умеренно трансформировано, открыто 50—90 % водотока;
- III класс – русло сильно трансформировано, открыто 10—49 % водотока;
- IV класс – поверхностный водоток утрачен, открыто менее 10 % водотока.



**Рис. 1.** Степень техногенной трансформации рек г. Москвы

Причинами для техногенной трансформации являются зачастую борьба с подтоплениями, получение новых полезных площадей для города и особенности систем городского водоотведения. Но далеко не всегда заключение русла реки в коллектор является оправданным. Такие преобразования оставляют необратимые последствия для окружающей среды:

- нарушается естественное самоочищение водотоков;
- нарушаются дренажные функции прилегающих территорий, т.к. бетонные трубы коллекторов практически водонепроницаемы в отличие от естественных берегов русел рек;
- создаются условия для подтопления прилегающих территорий при заиливании коллекторов, требующем их затратной очистки, или при поступлении объема поступления сточных вод свыше расчетного для коллектора.

В результате канализирования водотоков частично или полностью утрачиваются многие экологические функции водных экосистем и прилегающих территорий, например, сохранение устойчивого биоразнообразия, водоохранная функция. Ландшафтно-рекреационные функции оказываются в градостроительной практике задействованы недостаточно.

Освобождение рек из коллекторов и преобразование берегов открытых русел в общественные пространства оказывают позитивное воздействие экологическое состояние города за счет создания «зеленых коридоров» и изменения микроклиматических условий вследствие развития системы зелёных насаждений и водного объекта. Кроме того, наблюдается и положительное влияние на экономическое развитие города.

Наибольшим потенциалом для реабилитации обладают водные объекты, расположенные на территории или рядом с неэксплуатируемыми промзонами, которые относятся к так называемым депрессивным пространствам. На их территории возможно проведение мероприятий по организации зеленых общественных пространств, при этом проведение работ не будет затруднять привычную жизнь города. При разработке проектов по восстановлению малых рек на территории города можно выделить три основные задачи:

- очистка русла и прибрежной территории, очистка воды (размещение очистных сооружений в условиях плотной городской застройки);
- восстановление или перепланировка рельефа местности;
- обеспечение постоянного минимального необходимого расхода в новом открытом русле для сохранения эстетического и экологического функционала водного объекта.

С целью разработки концепции реабилитации малой реки Лихоборки авторами было проведено рекогносцировочное обследование русла и пойменной территории. Обследования проводились на участках от Онежской улицы до Сигнального проезда. Исследуемая территория реки находится

в СВАО г. Москвы. Общее состояние реки Лихоборки предварительно оценено как неудовлетворительное и требующее реабилитации.

Один из выбранных для разработки мероприятий участков - участок с закрытым руслом, потенциально пригодный для реабилитации (рис. 2).



**Рис. 2.** Участок с закрытым руслом, потенциально пригодный для реабилитации

К мероприятиям по реабилитации и благоустройству территории можно отнести перенос или интеграцию в окружающую среду ЛЭП и прочих инженерных сетей, проведение работ по очистке русла и пойменных территорий, а также дноуглубительные и берегоукрепительные работы.

Помимо этого необходимо строительство сооружений для очистки поверхностного стока или прокладка перехватывающих коллекторов для его отведения от каждого берега. Перечисленные мероприятия значительно повысят качество воды в реке и повысят привлекательность природной территории у населения прилегающих районов [4].

Разрабатываемая авторами концепция по реабилитации реки Лихоборки предусматривает организацию на прибрежных территориях открытых общественных пространств с различным функционалом [5-7], например, организацию на его территории экотропы и парковой зоны. Частичная визуализация концепции по реабилитации экологического парка Лихоборка представлена на рисунке 3.



**Рис. 3.** Экологический парк Лихоборка. Слева – до реабилитации, справа – после (рисунок авторов)

Однако такие преобразования потребуют рационального решения проблемы с нехваткой парковочных мест (например, путем строительства многоуровневого паркинга).

Таким образом, высвобождение рек из коллекторов и преобразование прилегающих территорий в качественные общественные пространства оказывают позитивное воздействие на развитие городской среды, однако требует затрат и продуманной концепции по реабилитации.

### *Литература*

1. Янковская Ю.С., Андреева Ю.К. Кострома – формирование градостроительной идентичности: город и река, история и современность. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2018. №4(45). С. 314–328.

2. Курочкина В.А. Водные объекты как основа организации открытых общественных пространств и инструмент трансформации урбосистем // *Вестник Евразийской науки*. 2020. №5. <https://esj.today/PDF/63SAVN520.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/63SAVN520

3. Попов А.Н., Оболдина Г.А., Прохорова Н.Б. Концептуальные основы реабилитации поверхностных водных объектов // *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*. 2017. № 4. С. 4-17.

4. Курочкина В.А., Хлебников С.К., Мельникова М.Д.,

Сметанин И.А. Влияние городских водных объектов на структуру открытых общественных пространств. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 5. URL: <https://esj.today/PDF/18NZVN521.pdf> DOI: 10.15862/18NZVN521.

5. Smetanin I., Khlebnikov S., Kurochkina V.V. and Ratnikova K. Role of water bodies in the structure of open public spaces of cities (Chermyanka river) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) 042017 doi:10.1088/1755-1315/937/4/042017

6. Воинов М.А. Особенности формирования общественных пространств в городской среде // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. 2014. № 4. С. 36-40.

7. Зазуля В.С. Проблематика и тенденции развития общественных пространств: отечественный и зарубежный опыт // Урбанистика. 2021. № 1. С. 56-72. DOI: 10.7256/2310-8673.2021.1.34516

***Valentina Kurochkina<sup>1</sup>, Sergey Khlebnikov<sup>1</sup>, Margarita Melnikova<sup>2</sup>***  
**PROBLEMS OF REHABILITATION OF SMALL RIVERS AND CHANNEL WATER BODIES OF VARYING DEGREES OF TECHNOGENIC TRANSFORMATION**

*<sup>1</sup>National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia*

*<sup>2</sup>Plekhanov Russian University of Economics, Russia.*

Currently, society is coming to realization of the need for ecological rehabilitation of small rivers in cities. Nowadays most of the rivers on the territory of cities are in a technogenically transformed state, and their beds are partially or completely removed underground. The article presents results of a survey of the Likhoborka River section (Moscow) conducted by the authors. The section of the river is located in the North-Eastern Administrative District of Moscow. General condition of the territory of the Likhoborka River was preliminarily assessed as unsatisfactory and requiring rehabilitation. The article suggests a possible option of rehabilitation of the Likhoborka River and also presents a number of positive effects observed after rehabilitation of water bodies.

*Моргач Ю.Р.<sup>1</sup>, Сухачева Е.Ю.<sup>2</sup>*  
**ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ТЕХНОГЕННОГО  
ЛАНДШАФТА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ  
В РЕЗУЛЬТАТЕ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВ**

<sup>1</sup>*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет, Россия*  
[tima204@yandex.ru](mailto:tima204@yandex.ru)

Изучен почвенный покров территории техногенных насыпных форм и отстойника, образованных в результате добычи горючих сланцев в Ленинградской области. Установлено, что в условиях техногенного ландшафта формируются различные почвы и структуры почвенного покрова, не характерные для естественных ландшафтов моренных равнин. На территории террикона и отвала образование почв в основном связано с проведенной биологической рекультивации и техногенными формами рельефа. На территории отстойника доминируют аллювиальные почвы.

Экологические проблемы наиболее остро проявляются в границах горнодобывающих предприятий, где антропогенное воздействие кардинально изменяет все ландшафтные составляющие – растительность, почвенный покров (ПП), рельеф, гидрологию и породы. В результате образуется техногенный ландшафт с отрицательными (карьеры, карстовые воронки) и положительными (отвалы вскрышных пород, терриконы, хвостохранилища и другие) формами рельефа, новыми почвами и растительностью. В результате добычи полезных ископаемых в мире нарушено более 20 млн. га земель. Из них около 60% площади это горные выработки, 40% находятся под отвалами породы или отходов обогащения, а 3% представляют собой места оседания, провалов и нарушений поверхности, связанных с подземными разработками [1].

В Ленинградской области одним из примеров коренного преобразования ландшафта в результате горнодобывающих работ является территория добычи горючих сланцев в Сланцевском районе. Рельеф моренной равнины под влиянием антропогенного фактора [2] кардинально изменился. В насто-

ящее время здесь расположены отвалы и терриконы пустой породы, достигающие в высоту более 50 м и занимающие площадь более 15 га. Естественный почвенный покров на значительной территории полностью был уничтожен, на его месте идет формирование новых почв, не характерных для естественных ландшафтов моренных равнин.

Добыча на Ленинградском месторождении горючих сланцев началась в 1930-х годах. В структуру горнодобывающего предприятия ОАО «Ленинградсланец» входили 4 шахты с прилегающей инфраструктурой (в настоящий момент полностью прекратившие работу) и территория хранилищ твердых отходов, занимающая около половины от всей площади промышленного предприятия (терриконы, золоотвалы котельных, открытые склады щебня и сланца) [3].

В ходе полевых работ был обследован ПП трех участков: территории террикона «Шахта №3», отвала «Шахта №2» и отстойника. Террикон и отвал имеют аналогичное строение – конусообразные образования, сложенные пустой породой, верхняя часть которых может быть платообразной, а нижняя часть террасирована. Террасы достигают в ширину 5–7 м.

Техногенный рельеф на вершине и склонах террикона и отвала представлен возвышениями и воронками глубиной 0,5–5 м и шириной до 4 м. Их образование связано как с технологическим процессом складирования породы, так и с эрозионными процессами.

По рядовой посадке деревьев – облепихи крушиновидной и березы повислой – диагностируется проведённая рекультивация. На склонах произрастает в основном облепиха, корневая система которой закрепляет поверхность [4] и создает условия для формирования псаммоземов. В небольших седловинах и эрозионных ложбинах в результате смыва происходит скопление опада, что приводит к формированию слабобразвитых почв с более мощным гумусовым горизонтом.

В воронкообразных понижениях за 19 лет с момента закрытия шахты почвы не сформировались. Поверхность таких

понижений разбита трещинами на систему полигонов, образующих регулярно-циклические комплексы и практически лишена растительности. В результате эрозионных процессов трещины заполняются тонкодисперсным материалом, приносимым с вышележащих позиций. Таким образом, происходит образование неоднородных по гранулометрическому составу полигональных комбинаций, которые станут основой для формирования мозаичного ПП.

В непосредственной близости от террикона «Шахта №3» в южном направлении расположен отстойник площадью около 8 га, в котором ранее накапливалась водная смесь твёрдых частиц со смолой [5]. Территория отстойника разбита на ячейки глубиной 1,5-2 м и площадью от 0,2 га до 1 га. На территории отстойника доминируют аллювиальные серогумусовые почвы с системой погребенных горизонтов, показывающих, что процесс почвообразования протекал одновременно с аккумуляцией свежего привнесенного минерального материала. Помимо ареалов аллювиальных почв выявлены ареалы темногумусовых почв на известняке. Параллельно дорогам, подводящим к отстойнику, проходят осушительные каналы, на дне которых формируются пелоземы [6].

Таким образом, формирование ПП на территории заброшенного горнодобывающего производства по добыче сланцев имеет следующие закономерности:

- структура ПП территории террикона и отвала представлена мозаикой непочвенных образований и псаммоземов;
- псаммоземы, образующиеся под растительностью в небольших седловинах, имеют максимальную мощность гумусового горизонта;
- в техногенных воронкообразных понижениях отвалов и терриконов в будущем прогнозируется формирование мозаичного ПП, связанного с неоднородностью почвообразующей породы по гранулометрическому составу;
- от 50 до 70% площади исследуемых терриконов и отвалов

занимают территории без растительности и почвы, представленные выходами пород (непочвенные образования);  
- на территории отстойника ПП представлен регулярно-ячеистой формой с доминированием аллювиальных серогумусовых почв.

### *Литература*

1. *Комащенко В.И., Голик В.И., Дребенштедт К.* Влияние деятельности геологоразведочной и горнодобывающей промышленности на окружающую среду. М.: КДУ, 2010.
2. *Малаховский Д.Б.* Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада Европейской части СССР (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). Л.: Наука, 1969.
3. *Зеленин Н. И., Озеров И. М.* Справочник по горючим сланцам. Л.: Недра, 1983.
4. *Колесников Б. П., Терехова Э. Б.* Облепиха на промышленных отвалах. //Растения и промышленная среда. 1978. Вып. 5. С.61-67.
5. *Зубова Л.Г., Зубов А.Р., Зубов А.А. и др.* Терриконы. Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2015.
6. Государственная геологическая карта России (ГГК-1000, ГГК-200), ВСЕГЕИ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.geolkart.ru/> (дата обращения 25.02.2022)

*Morgach Y.R.<sup>1</sup>, Sukhacheva E.Y.<sup>2</sup>*

### **THE SOIL COVER OF TECHNOGENIC LANDSCAPE, RESULTING FROM SHALE MINING**

<sup>1</sup>*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Russia*

<sup>2</sup>*St. Petersburg University, Russia*

The soil cover of the territory of technogenic bulk forms and settling pond formed as a result of oil shale mining in the Leningrad region has been studied. It has been established that different soils and soil cover structures, not typical for natural landscapes of moraine plains, are formed in the conditions of a technogenic landscape. On the territory of the waste heap and dump the formation of soils is mainly connected with the performed biological reclamation and technogenic forms of relief. Alluvial soils dominate on the territory of the waste dump.

*Мурадов Ш.О., Ражабова Д.А.*  
**СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРИИ  
МЕТАМОРФИЗАЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД**

*Каршинский инженерно-экономический институт, Узбекистан*  
[m.oikos@mail.ru](mailto:m.oikos@mail.ru), [dilya0886@mail.ru](mailto:dilya0886@mail.ru)

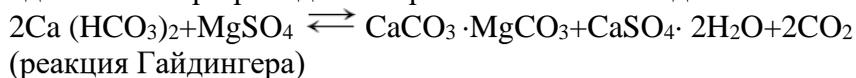
В условиях орошения особенности и механизмы привноса солей из подземных вод изучены недостаточно из-за трудоемкости и несовершенства методик изучения этих процессов. Необходимо проанализировать и выявить закономерности изменения химического состава природных вод при хозяйственном освоении земель, что позволит составить прогнозы гипотетического химического состава и соотношения ионов в природных водах Узбекистана, а также разработать комплекс инновационных технических решений по улучшению качества вод.

Идею о единстве развития системы «почва – грунтовая вода» неоднократно высказывали многие ученые, занимающиеся проблемами борьбы с засолением на орошаемых землях. В.А.Ковда отмечал, что главным источником солей в почвах (если не применяются минерализованные поливные воды) являются близкие к поверхности грунтовые воды.... [1]. Из сказанного ясно, что процесс засоления верхней части почвы, необходимой для растений, происходит под действием физического испарения в основном минерализованных грунтовых вод. Поэтому для оценки данного процесса требуется анализ метаморфизации солевого состава и режима уровня грунтовых вод. Надо отметить, что проблема метаморфизации химического состава природных вод далеко не нова. Однако в гидрологии орошаемых земель методика анализа метаморфизации еще не нашла широкого применения. Поэтому на некоторых аспектах этой проблемы следует остановиться более подробно.

А.А.Вериго [2] и Н.С. Курнаков [3] впервые указали на реакции двойного обмена между сульфатами вод

морского бассейна и выносимыми реками с суши растворенными карбонатами и бикарбонатами. Первым ученым, экспериментально и теоретически ставившим вопрос о метаморфизации рассолов, был проф. А.А. Вериго, объяснивший в 1880 г. этим процессом потерю иона  $\text{SO}_4$  рапой Куяльницкого лимана [4].

Н.С. Курнаков в докладе на Чрезвычайном заседании Петербургского минералогического общества 10 декабря 1896 г. эти процессы назвал метаморфизацией. Вместе с С.Ф. Жемчужным опытным путем доказал, что взаимодействие раствора бикарбоната кальция с рапой одного из озер приводит к образованию гипса и доломита:



Большая вероятность течения реакций указанного типа обусловлена образованием стойкого нерастворимого соединения доломита. Широкое распространение в осадочных породах доломита и энергетическая «выгодность» реакции ставят ее в ряд важнейших реакций обессульфачивания [5].

В 1932 г. М.Г. Валяшко, рассматривая химический состав рассолов соляных озер, вводит три основных типа: карбонатный, сульфатный и хлоридный, устанавливает между ними генетическую связь и переход одного типа рассола в другой под влиянием процессов метаморфизации [6]. Позже им же предложено различать прямой и обратный ход метаморфизации [7].

Несколько позже М.Г. Валяшко дополнил свою классификацию естественных химических типов природных вод, введя еще один тип кислых вод. Однако в настоящее время имеются основания считать этот тип надтипом, объединяющим несколько самостоятельных типов.

К несомненным достижениям теории метаморфизации природных вод следует отнести установление общих закономерностей развития системы вода – порода – газ –

органическое вещество, выявление гидрохимической зональности и связи минерализованных природных вод с галогенезом.

Реакции метаморфизации, описанные Н.С.Курнаковым, в настоящее время общепризнаны и сомнений не вызывают.

Дело, конечно, не только в приоритетности термина. Любой термин можно признавать или не признавать, можно подменять другим, более привычным. Дело в том, что сущность термина «метаморфизация» полностью удовлетворяет основным принципам физико – химического анализа, принципам непрерывности и соответствия Н.С.Курнакова.

В эколого-гидрогеологическом словаре дается такая трактовка метаморфизации вод: Направленное изменение состава подземных вод. Если состав вод изменяется от гидрокарбонатного к сульфатному, а затем к хлоридному, то такую М.п.в. называют прямой. Изменение состава в обратном направлении называют обратной М.п.в [8].

Однако такие определения метаморфизации не соответствуют первоначальному содержанию этого понятия, так как метаморфизации состава присуща не только подземным, но и поверхностным водам и зависит не только от физико-географических факторов. Подтверждая это, В.С.Самарина и др.отмечают, что установлен факт метаморфизации (естественной и техногенной) поверхностных и подземных вод активного водообмена. Кроме того, метаморфизация обуславливает не только накопление компонентов, но и рассеивание их, особенно в зоне гипергенеза [9].

Химический состав природных вод не остается постоянным. Природные воды, взаимодействуя с породами, водами иного состава, газами, минерализованным органическим веществом и живыми организмами, изменяют как свою минерализацию, так и содержание химических элементов. Эти изменения, обуславливающие переход

от одного химического типа вод к другому, и составляют сущность процессов метаморфизации.

Циклические процессы, связанные с выпадением солей, не относятся к числу метаморфизационных по той причине, что они не способны изменить химический тип воды, например, не могут перевести воду хлор-магниевого типа в хлор-кальциевый; хлор-магниевый тип сохраняется даже при садке карналлита ( $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) и бишофита ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).

В этом одно из отличий термина «метаморфизация» от более распространенного термина «формирование состава природных вод». Другое отличие состоит в том, что теория формирования природных вод рассматривает конкретную воду как конечный результат, а не как звено в цепочке прошлых и будущих изменений. Теория метаморфизации природных вод является частью таких дисциплин, как гидрохимия и гидрогеохимия. Однако при этом следует учесть, что эти термины в литературе появились сравнительно недавно – в 20-е и 40-е годы XX столетия.

Иногда высказываются мнения, что термин «метаморфизация» вносит терминологическую путаницу. В действительности ничего подобного не происходит. Фонетически наиболее близким к термину «метаморфизация» является термин «метаморфизм». Однако, во-первых, он относится не к водам, а к породам, и, во-вторых, характеризует лишь определенную стадию изменения горных пород под воздействием высоких давлений, температур и гидротермальных растворов.

В гидрологической и гидрогеологической литературе в настоящее время существуют лишь отрывочные, фрагментарные сведения о метаморфизации природных, в том числе поверхностных вод (учитывая то обстоятельство, что многие работы Н.С.Курнакова и М.Г.Валяшко стали библиографической редкостью). Однако, как отмечают известные гидрохимики А.М.Никаноров и Е.В.Посохов

(Никанаров, 1985), следует подчеркнуть особую роль в области формирования химического состава природных вод теории метаморфизации, разработанной Н.С.Курнаковым и М.Г. Валяшко [10].

Резюмируя отметим, что теория метаморфизации имеет некоторые специфические особенности к изучаемому объекту – воде:

1. Теория формирования природных вод их особенности рассматривает, в первую очередь, как функцию от таких факторов как климат, гидрология, геоморфология, геологические и гидроэкологические условия и т. п. Теория метаморфизации не исключает такого подхода, однако главный упор делает на взаимодействия в системе вода – порода – растение.

2. Теория метаморфизации устанавливает внутренние связи между характеристиками самой воды, прежде всего минерализацией и содержанием различных компонентов.

3. С позиций теории метаморфизации, гидрология не может рассматриваться только как наука о поверхностных водах (наземной гидросфере). Вода – неотъемлемая часть многокомпонентной системы, включающей почвы, породы, газы, органическое вещество, следовательно, объектом гидрологии в известной мере должны быть и эти составляющие.

### *Литература*

1. *Ковда В.А.* Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. М.: Наука, 2008.

2. *Вериго А.А.* О характере соленой массы в рапе Куяльницкого и Хаджибейского лиманов содового производства // Горный журнал. М. 1880. Т.3. С. 95

3. *Курнаков Н.С.* Метаморфизация рассолов крымских соленых озер. // Записки Всерос.минер.об-ва. 1896.Т.34(2). С.7-15.

4. *Валяшко М.Г., Пельш Г.К.* Метаморфизация насыщенных сульфатных растворов бикарбонатом кальция. // Тр.ВНИИ галургии.М. 1952. Вып.23. С.177-200.

5. *Валуконис Г.Ю., Ходьков А.Е.* Роль подземных вод в формировании месторождений полезных ископаемых. Л.: Недра, 1978.

6. *Валяшко М.Г.* Методика физико-химического исследования соляных озер. // Доклады VI Менделеевского съезда в Харькове в 1932г. Вып.1. 1935. Т.2.

7. *Валяшко М.Г.* Методика физико-химических закономерностей в развитии соляных озер. // Докл.АН СССР, 1939. Т.18. №7. 688 с.

8. *Воронов А.Н., Бохенка Т., Бродский А.К., Козлова Э.Л., Крыза Ю., Виноград Н.А., Стасько С.* Эколого-гидрогеологический словарь/Под ред. Воронова А.Н. 2-е изд., испр. и доп. СПб: Изд-во.Петерб.ун-та, 2001.

9. *Самарина В.С., Гаев А.Я., Нестеренко Ю. М., Захаров В.Я., Мусихин Г.Д., Бутолин А.П.* Техногенная метаморфизация химического состава природных вод. Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 1999.

10. *Никаноров А.М., Посохов Е.В.* Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1985.

***Muradov Shukhrat Odilovich, Razhabova Dilfuza Alisherovna***  
**THE ESSENCE AND VALUE OF THE THEORY**  
**OF METAMORPHIZATION NATURAL WATERS**

*Department "Ecology and labor protection" of the Karshi Engineering and Economic Institute, Uzbekistan*

In conditions of irrigation, features and mechanisms bringing the groundwater salts are insufficient due to the complexity and imperfection of methods for studying these processes. It is envisaged to analyze and identify the patterns of changes in the chemical composition of natural waters in the economic development of land, which will make it possible to draw up forecasts of the hypothetical chemical composition and the ratio of ions in the natural waters of Uzbekistan, as well as to develop a complex of innovative technical solutions to improve the quality of water.

*Неведров Н.П.*  
**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЭМИССИИ CO<sub>2</sub>  
ИЗ АЛЬФЕГУМУСОВЫХ ПОЧВ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ  
КУРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

*Курский государственный университет, Россия*

[9202635354@mail.ru](mailto:9202635354@mail.ru)

В статье приведены данные о скорости потоков диоксида углерода из альфегумусовых подзолов песчаных сосновых лесонасаждений Курской агломерации в разрезе сезонной многолетней динамики.

Отмечено, что скорость потоков CO<sub>2</sub> тесно коррелирует  
с количеством выпадающих осадков в течение  
вегетационного сезона.

На песчаных древнеаллювиальных и флювиогляциальных отложениях в надпойменно-террасных ландшафтах реки Сейм сформированы подзолы и дерново-подзолы песчаные. Эти альфегумусовые почвы приурочены к разновозрастным сосновым лесонасаждениям в надпойменных террасах. Сосновые насаждения создавались в конце XIX, а также в начале и середине XX века [1, 2]. Сосновые лесонасаждения на территории Курской области покрывают площадь в 26 тысяч гектаров. Это составляет 11,9 % лесного фонда региона [3]. В рамках стремления к переходу экономики Российской Федерации на низкоуглеродный тренд критически необходимо получать максимальное количество экспериментальных данных о потоках углерода из почв, так как они определяют до 80% экосистемной эмиссии [4]. Крайне высокую значимость в вопросах количественной оценки углеродного цикла имеют исследования баланса углерода в лесных экосистемах [5].

Цель работы состояла в оценке сезонной динамики эмиссии CO<sub>2</sub> из подзолов иллювиально-железистых песчаных сосновых лесов Курской агломерации.

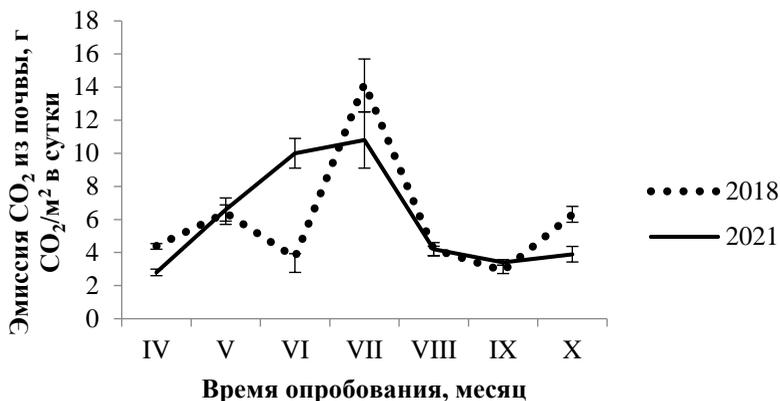
Почвенный экологический мониторинг проводился на пяти репрезентативных участках, расположенных

в урочище «Горелый лес» в восточной части Курской агломерации. Мониторинговые участки располагались в монодоминантных насаждениях сосны обыкновенной, представленной сосняками мохово-лишайниковыми и сосняками мертвопокровными. Почвенный покров представлен подзолами иллювиально-железистыми песчаными (строение профиля: O (0-3 см) – E (3-14 см) – Bf (14-78 см) – C(78-100 см) [5]. На всех пяти участках почвенного экологического мониторинга было установлено стационарное оборудование для измерения почвенных потоков диоксида углерода. Методика замеров скорости потока CO<sub>2</sub> подробно описана в работе [4]. Измерения осуществлялись ежемесячно с апреля по октябрь в 2018 и 2021 годах. Измерения проводились один раз в сутки с 9.00 до 13.00 часов. Одновременно с измерением эмиссии CO<sub>2</sub> в каждой точке определяли температуру (термометром Checktemp) и влажность почвы (датчик SM300 Eijkelkamp) внутри и снаружи основания в трех повторениях, температура воздуха снаружи и внутри камеры.

Полученные результаты о скорости потоков CO<sub>2</sub> указывают на значимые изменения этого показателя в течение вегетационного сезона. Минимальные значения фиксировались в апреле, что обусловлено фенологическими аспектами вегетации растений, т.е. низкой интенсивностью автотрофного дыхания (Рис. 1).

Максимальная скорость потока диоксида углерода из почвы отмечалась в июле, что объясняется пиком вегетационной и микробиологической активности. Конфигурации кривых сезонного хода эмиссии CO<sub>2</sub> из исследуемых подзолов песчаных в 2018 и 2021 годах, в целом, схожи. Усредненные за вегетационные сезоны скорости эмиссии CO<sub>2</sub> составляют около 6 г CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> в сутки как для 2018 года, так и для 2021 года. Суммарное количество эмитированного диоксида углерода также сопоставимо, 1,3 кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> за сезон в 2018 году и 1,2 кг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> за сезон в 2021 году. Однако по

отдельным месяцам наблюдались существенные различия, например в апреле и июне и октябре, что, в большей степени, связано с количеством выпадающих осадков, которое значительно различается в рассматриваемых нами годах (Табл. 1).



**Рис. 1.** Сезонная динамика эмиссии CO<sub>2</sub> из подзолов иллювиально-железистых песчаных, функционирующих в сосновых лесонасаждениях Курской агломерации (вегетационные сезоны 2018 и 2021 годов)

**Таблица 1.** Сезонная динамика климатических и гидротермических параметров на исследуемых участках сосновых лесонасаждений Курской агломерации (вегетационные сезоны 2018 и 2021 годов)

Месяц	Количество осадком, мм		Влажность почвы, %		Температура почвы, °С	
	2018	2021	2018	2021	2018	2021
IV	13,7	64	13,7±2,8	8,5±0,4	6,0±0,1	6,5±0,2
V	43,7	91,2	5,5±1,6	10,2±0,9	12,3±0,2	9,5±0,1
VI	23,7	63,9	1,3±0,8	16,4±0,7	13,6±0,2	13,6±0,2
VII	176,9	64	13,1±3,1	8,5±0,3	17,3±0,3	18,8±0,1
VIII	2,8	40,4	1,4±0,9	8,5±0,4	16,3±0,1	19,0±0,1
IX	41,6	75,7	3,5±0,2	7,3±0,3	15,3±0,3	11,2±0,1
X	43,5	4,2	7,4±0,8	10,1±0,9	9,1±0,1	8,2±0,1

Суммарное количество осадков с апреля по октябрь в 2018 году составило 345,9 мм, а в 2021 году – 403,4 мм. Коэффициент корреляции между скоростью потока диоксида углерода из подзолов песчаных и количеством осадков составил 0,71. Объемная влажность подзолов песчаных также значительно различалась в исследуемые годы и, как правило, была выше в 2021 году. Установлен средний уровень корреляции показателей влажности и скорости эмиссии:  $r = 0,51$ . Температура почвы в исследуемые годы в большинстве месяцев вегетационного сезона имела сопоставимые значения ( $r=0,41$ ).

В целом, стоит отметить, что усредненная скорость эмиссии  $\text{CO}_2$  и суммарная эмиссия  $\text{CO}_2$  из подзолов иллювиально-железистых песчаных Курской агломерации в вегетационные сезоны 2018 и 2021 годов имели сопоставимые значения несмотря на отмеченные значимые различия водного режима почв. Скорость эмиссии  $\text{CO}_2$  из подзолов иллювиально-железистых песчаных во многом обуславливается количеством и, по-видимому, частотой выпадающих осадков ( $r=0,71$ ).

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (проект - МК-416.2021.1.4).

### *Литература*

1. *Лобынцев Н. А.* Становление и развитие лесного хозяйства на территории Курской области в 1990-е гг. XX в. // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2016. № 2 (38) [Электронный ресурс. Режим доступа URL: <https://api-mag.kursksu.ru/media/pdf/043-008.pdf> ].
2. *Рубцов В. И. и др.* Лесное хозяйство СССР за 50 лет. Государственный комитет лесного хозяйства Совета Министров СССР. М., изд-во «Лесная промышленность». 1967. 312 с.
3. Лесной фонд Курской области. Администрация Курской

области официальный сайт. Режим доступа:  
[https://adm.rkursk.ru/index.php?id=137&mat\\_id=543](https://adm.rkursk.ru/index.php?id=137&mat_id=543) Дата обращения  
03.02.2021 г.

4. *Nevedrov N. P., Sarzhanov D. A., Protsenko E. P., and Vasenev I. I.* Seasonal Dynamics of CO<sub>2</sub> Emission from Soils of Kursk // *Eurasian Soil Sci.*, 2021, vol. 54, pp. 80–88

5. *Лискинен П., Линднер М., Веркерк П.Й., Набуурс Г.Я., Ван Брусселен Й., Куликова Е., Хассегава М. и Ленринк Б. (ред.)* Леса России и изменения климата. Что нам может сказать наука. Европейский институт леса. 2020. 140 с.

*Nevedrov N.P.*

**SEASONAL DYNAMICS OF CO<sub>2</sub> EMISSION FROM  
AL-FE-HUMUS SANDY SOILS IN PINE FORESTS  
OF THE KURSK AGGLOMERATION**

*Kursk State University, Russia*

The article presents data on the rate of carbon dioxide fluxes from alpha-humus podzols of sandy pine forest plantations of the Kursk agglomeration in the context of seasonal long-term dynamics. It is noted that the rate of CO<sub>2</sub> fluxes closely correlates with the amount of precipitation during the growing season.

*Никулинская М.А., Маркова Л.М.*  
**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

*Челябинский государственный университет, Россия*

[odou@csu.ru](mailto:odou@csu.ru)

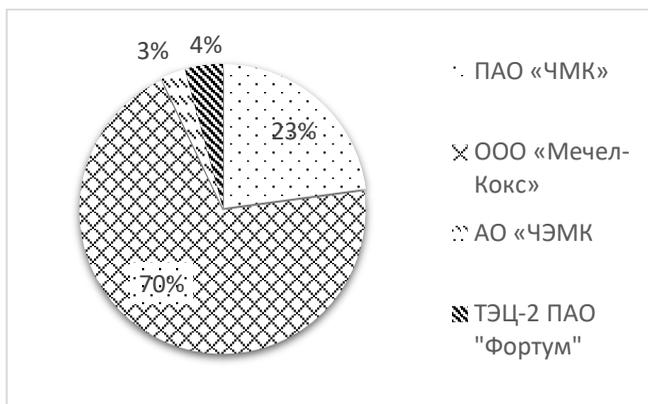
В статье приводятся результаты почвенно-геохимических исследований в Калининском и Курчатовском районах города Челябинска. Выявлены аномально высокие концентрации металлов на территории, примыкающей к Челябинскому цинковому заводу и ближайших к нему жилых кварталах.

Челябинск является городом с миллионным населением, активно пользующимся личным, общественным и грузовым автотранспортом. В городе также находится большое количество промышленных предприятий. В том числе и первого класса опасности. В результате аэрогенного переноса выбросы накапливаются в верхнем слое почв и образуют техногенную геохимическую аномалию. Как известно, почвы являются долговременно депонирующей средой и могут служить индикатором загрязнения воздуха городских агломераций.

Целью данной работы является выявление уровня загрязнения почв в северо-западной части г. Челябинска.

Значительный вклад, помимо атмосферного переноса, в поступление поллютантов вносят дождевые воды и талые снеговые воды, в составе которых загрязнители поступают в почвы в растворенной и коллоидной формах [1, 2].

Основными загрязнителями атмосферного воздуха по Челябинску согласно докладу об экологической ситуации в Челябинской области в 2019 [3] году являются: ООО «Мечел-Кокс выбросил 199 тысяч тонн; ПАО «ЧМК» – 65 тысяч тонн; а также Челябинская ТЭЦ-2 ПАО "Фортум" и АО «ЧЭМК», суммарный выброс которых составил 20 тыс. тонн (Рис.1).



**Рис. 1.** Соотношение выбросов крупнейших предприятий города Челябинска, %

Объектом данного исследования стала территория северо-запада г. Челябинска, которая является более благополучной в экологическом плане по сравнению с другими частями города.

Пробы отбирались по регулярной сетке методом конверта с глубины 0-5 см почвенным буром БП-1. После отбора пробы были доставлены в лабораторию экологического мониторинга факультета экологии ЧелГУ, где производилась пробоподготовка. Далее проводили кислотную экстракцию навесок согласно общепринятой методике [4]. В полученном экстракте определяли содержание тяжелых металлов методом атомной абсорбции на приборе Квант-2М.

Кроме того, были проведены исследования кислотности водной вытяжки почвенной суспензии с помощью рН-метра иономера Экотест 2000 (в соответствии с ГОСТ 26423-85 «Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки»).

По результатам исследования рН почв большинства проб почвы в Калининском и Курчатовском районах находятся в диапазоне 6-7, что говорит о переходном типе кислотности – близкой к нейтральной реакции почвенной среды. Также

присутствуют незначительное количество образцов со слабокислой (вблизи Челябинского цинкового завода) и слабощелочной (недалеко от жилых застроек) реакцией.

Как видно из таблицы 1, в исследуемых почвах наблюдаются высокие концентрации свинца, цинка и кадмия, почти в 10 раз превышающие ОДК. Статистическая обработка показала, что распределение металлов происходит по логнормальному закону, поэтому для его характеристики было использовано среднее геометрическое.

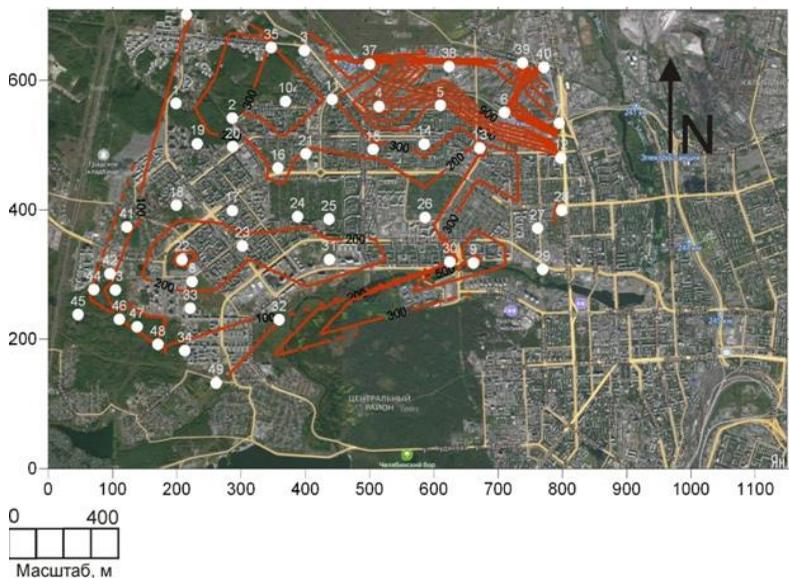
**Таблица 1.** Вариационно-статистические показатели концентраций тяжелых металлов в почвах северо-запада г. Челябинск, мг/кг

Показатель	Pb	Zn	Ni	Cd	Cu
Максимум	1130,26	2490,72	78,24	30,82	431,07
Минимум	14,59	61,24	0,08	0,14	16,28
Среднее геометрическое	40,39	218,43	25,11	0,69	35,72
ОДК*	130	220	80	2	132

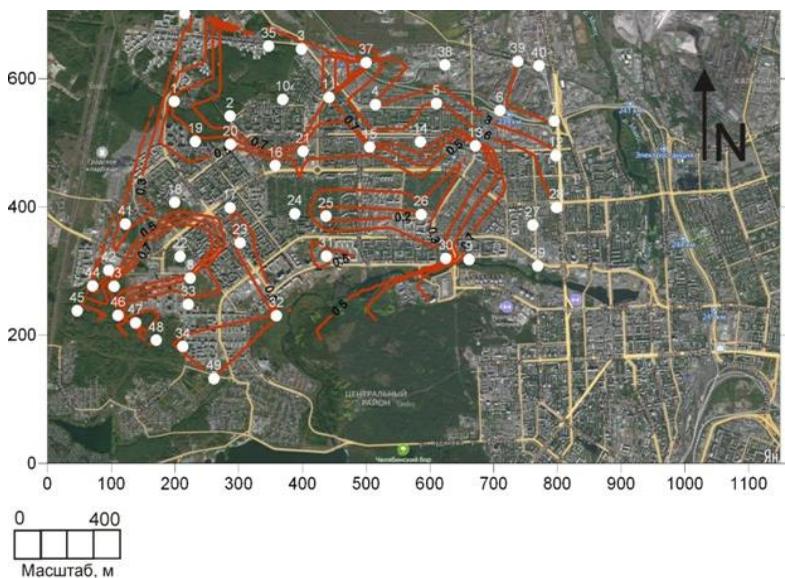
\*В соответствии с ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почвах. Режим доступа

Почвенно-геохимическая аномалия цинка находится в северо-восточной части исследуемой территории, абсолютный максимум концентраций выявлен в районе улиц Куйбышева и Автодорожная, а также на территории, примыкающей к Челябинскому цинковому заводу (рис.2).

Содержание кадмия в пробах не превышает допустимую норму, кроме аномалии, приуроченную к улице Куйбышева и цинковому заводу. Здесь концентрации Cd превышают ОДК более чем в 10 раз. Высокое содержание поллютанта в почвах связано с деятельностью ОАО ЧЦЗ, который в качестве товарной продукции выпускает и металлический кадмий (Рис.3).



**Рис. 2.** Карта–схема концентрации цинка (мг/кг) в пробах почв северо-запада г. Челябинска



**Рис. 3.** Карта–схема концентрации кадмия (мг/кг) в пробах почв северо-запада г. Челябинска

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. На большей территории северо-запада г. Челябинска содержание тяжелых металлов в почвах не превышает допустимых значений.

2. Наиболее масштабная почвенно-геохимическая аномалия выявлена в районе улиц Куйбышева и Автодорожная. Радиус геохимической аномалии вокруг предприятия составляет около 2 км.

3. В районе цинкового завода почвы имеют более кислую реакцию по сравнению с другими участками исследуемой территории.

#### *Литература*

1. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001.

2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. Москва: Мир, 1989

3. Доклад об экологической ситуации в Челябинской области в 2019 году / Министерство экологии Челябинской области. Челябинск, 2020.

4. РД 52.18.191-89 Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом. М.: Гидрометеоиздат. 1990

*M. A. Nikulinskaya, L. M. Markova*  
**SOIL-GEOCHEMICAL RESEARCH IN THE NORTH-  
WESTERN PART OF CHELYABINSK**

*Chelyabinsk State University, Russia*

The article presents the results of soil-geochemical studies in the Kalininsky and Kurchatovsky districts of Chelyabinsk. Abnormally high concentrations of metals in the area adjacent to the Chelyabinsk zinc plant and the nearby residential areas were revealed.

*Озиев М.А., Станис Е.В.*  
**ЗАГРЯЗНЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ МЫШЬЯКОМ**

*Российский Университет Дружбы Народов, Россия*  
[oziev\\_magomed@mail.ru](mailto:oziev_magomed@mail.ru)

Данная обзорная статья посвящена проблеме загрязнения компонентов окружающей среды мышьяком и его соединениями на таких промышленных площадках как горно-обогатительный комбинат (ГОК) «Тувакобальт», площадки на территории г. Свирск и поселков Вершино-Дарасунский и Запокровский в Забайкалье. Также рассмотрено биологическое влияние мышьяка на человека в результате загрязнения питьевой воды и пищи.

Целью данной работы было обобщение и анализ данных по попаданию мышьяка в окружающую среду в силу различных, не связанных друг с другом причин. Невзирая на достаточно многочисленные исследования по теме загрязнения мышьяком, вопрос снижения его вредного влияния на живые организмы остаётся нерешённым, вследствие разнообразия путей попадания его в окружающую среду и невозможности дать универсальный рецепт, по предотвращению загрязнения мышьяком. А поскольку мышьяк и все его соединения ядовиты и канцерогенны, решение проблемы мышьяка остаётся весьма актуальным.

Экологическая роль мышьяка в окружающей среде неоднозначна. С одной стороны мышьяк и его соединения ядовиты и канцерогенны, с другой мышьяк, как микроэлемент необходим живым организмам. Превалирующей проблемой является загрязнение. Загрязнение мышьяком различных компонент окружающей среды зачастую связано как с добычей мышьяка, так и с разработкой полиметаллических руд, содержащих медь, кобальт, олово и другие металлы. Так Хову-Аксынское месторождение, являвшееся ресурсной базой ГОК

«Тувакобальт», было богато кобальт-медно-никель-серебряными арсенидными рудами. Известны золото-мышьяковые месторождения. В ряде месторождений Саксонии (Фрейберг, Шнееберг, Аннаберг и др.) самородный мышьяк наблюдался в ассоциации с мышьяковистыми соединениями кобальта, никеля, серебра, самородным висмутом и др. [1]. Основной минерал для его промышленной добычи – арсенопирит. Мышьяк попадает в окружающую среду при сжигании угля и нефти, использовании мышьяк-содержащих пестицидов. В результате извержения вулканов в воздух выделяется около 3 тыс. т мышьяка в год, микроорганизмы образуют 20 тыс. т летучего метиларсина в год, а в результате сжигания ископаемого топлива за тот же период выделяется 80 тыс. т. [1]. Зачастую повышенное содержание мышьяка в воде, почве имеет естественные причины. Но поскольку мышьяк является канцерогенным веществом, рассмотрение данной проблемы весьма актуально.

Неорганические соединения мышьяка относятся к 1 категории канцерогенов по МАИР, арсенобетаин и другие органические соединения, не метаболизируемые в организме человека – к 3 группе. Смертельная доза мышьяка для человека составляет 50-170 мг (1,4 мг/кг массы тела) [2].

Основным источником попадания мышьяка в организм человека является пища и вода. Существует огромная проблема загрязнения питьевых вод мышьяком. В мире данная проблема особо остро стоит в таких странах как Индия, Бангладеш, Камбоджа и Вьетнам. В данных странах загрязненность подземных вод связана как с природными факторами, так и с антропогенным загрязнением источников водоснабжения. Повышенные концентрации мышьяка могут также быть в продуктах питания, таких как мясо, рис, картофель, пшеница и тд [3-5]. На тех территориях, где в почве и воде существует избыток мышьяка, он

накапливается в щитовидной железе у людей и вызывает эндемический зоб.

В живых организмах мышьяк играет важную роль во взаимодействии с тиоловыми группами белков, глутатином, липоевой кислотой. Помимо этого, он участвует в ряде ферментативных реакций. Мышьяк реагирует с сульфгидрильными группами ферментов, выступая в роли ингибитора. Также мышьяк важен в процессе клеточного дыхания и участвует во многих биохимических процессах [6,7].

При отравлениях мышьяком у людей развивается дерматит, снижение интенсивности процессов образования, созревания и развития клеток крови, проблемами с печенью, периферическим нефритом, анериксией, развитие рака кожи (рак Боуэна), меланоз, кератоз, болезнь Лайма и др [6, 8]. Исследования по определению влияния повышенных концентраций мышьяка в питьевой воде показали, что у детей нарушаются метаболические и биохимические процессы, влияющие в основном на функции печени и почек [9, 10].

При дефиците мышьяка у людей наблюдается повышенная перинатальная смертность, снижение концентрации триглицеридов сыворотки крови [6].

Для определения содержания мышьяка в различных средах используются разные методы. Анализ литературных источников показал, что для определения концентрации мышьяка в различных компонентах используют отличные методы. Для определения концентрации мышьяка в пробах почвенного покрова используют методики атомно-адсорбционной спектрометрии (ААС), атомно-эмиссионная спектрометрии, фотометрический метод, ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98, ПНД Ф 16.1:2.3:3.50-08, рентгенофлуоресцентный метод [3, 11-15].

Определение концентрации мышьяка в поверхностных и подземных водах, а также в растительности проводят,

используя атомно-абсорбционный метод [16-18].

*Загрязнение компонентов окружающей среды мышьяком*

Загрязнение компонентов окружающей среды мышьяком и тяжелыми металлами является распространённой экологической проблемой. В основном, загрязнения тяжелыми металлами приурочены к крупным центрам металлургии либо к естественным геохимическим аномалиям отдельных территорий. Также распространено загрязнение в районе крупных городов и городских агломераций. Повышенные концентрации мышьяка также подчиняются данной зависимости и распространены, в основном, в тех же местах.

Основные месторождения арсенопиритов расположены на территории Забайкальского края, Иркутской области, территории северного и центрального Урала. Соответствующие горно-обогатительные комплексы располагаются также на указанных территориях, поэтому, распространены работы по изучению концентраций мышьяка в компонентах экосистем как на территории промышленных площадок, так и на прилегающей к заводам территории. Исследование концентрации мышьяка в почво-грунтах и техногенных смесях, проведенное группой авторов во главе с Качор О. Л. (2019), в таких населенных пунктах как г. Свирск (Иркутская область), поселках Вершино-Дарасунский и Запокровский в Забайкалье установило, что валовое содержание мышьяка в пробах почв находится на уровне 4910 мг/кг, 6080 мг/кг и 3031 мг/кг соответственно. Превышение ПДК составило 72,7 ПДК для проб с территории завода в г. Свирск, для проб с промплощадки в поселке Вершино-Дарасунский 78,7 ПДК, для проб с промплощадки на территории поселка Запокровский 55 ПДК [14]. В самом городе Свирск, в ходе дополнительных исследований, концентрация мышьяка в пробах почв превышала ПДК в 9 раз. Также были превышения по содержанию меди (2,7 ПДК), цинка (2 ПДК)

и свинца (3 ПДК) [3].

Изучение таких компонентов окружающей среды как почвы, природные воды и растительный покров вблизи картохранилищ с мышьякосодержащим шламом от деятельности ГОК «Тувакобальт» (Рисунок 1) показало, что непосредственно на прилегающих территориях, концентрация мышьяка в почвах варьирует от 10 мг/кг до 160 мг/кг, что превосходит ПДК (2 мг/кг) соответственно от 5 до 80 раз. В растительном покрове концентрации варьировали от 140 мг/кг до 410 мг/кг. По мере удаления от картохранилищ концентрация мышьяка в пробах почв снижалась, достигая 5 мг/кг, что превышает ПДК в 2,5 раза. В пробах растительного покрова концентрации составили 1 мг/кг. В водах реки Элегест, протекающей неподалеку от места исследований, превышений концентрации мышьяка не зафиксировано [9].



**Рис. 1.** Расположение карт шламохранилищ ГОК «Тувакобальт» [9]

Наблюдения за подземными водами, проведенные в период с 1991 по 2003 на расстоянии 1 и 2 км от мест накопления шламов, показали, что концентрация мышьяка в пробах подземных вод не превышает ПДК [19, 20,21]. В донных осадках ручья, дренирующего долину

и впадающего в р. Элегест, максимальное содержание кислорастворимых и водорастворимых соединений мышьяка зафиксировано в 250 метрах ниже по течению от места накопления отходов №3. Концентрация кислорастворимых и водорастворимых соединений мышьяка составила 290 мг/кг и 227 мг/кг соответственно. Ниже по течению наблюдается снижение концентрации мышьяка до фоновых значений [12].

Исследования почв городов Владимир, Муром, Судогда, Киржач, Меленки, Кольчугино на содержание ТМ и мышьяка показали, что наибольшая концентрация мышьяка характерна для проб, отобранных в городе Судогда, среднее значение составило 16,1 мг/кг.

Проведенные исследования качества грунтовых вод на территории Бангладеш показали, что средняя концентрация мышьяка в грунтовых водах была установлена на уровне 0,055 мг/л. Концентрация в почвах варьировала от 1,5 до 19 мг/кг. В поверхностных водах реки Ганг концентрация мышьяка находилась на уровне от <0,5 мкг/л до 2,7 мкг/л, в то время как в донных отложениях концентрация варьировала от 1,2 до 2,6 мг/кг. В донных отложениях из рек Брахмапутра и Мегхна концентрации варьировали от 1,4 мг/кг до 5,9 мг/кг и от 1,3 мг/кг до 5,6 мг/кг соответственно [8].

Ряд исследований связаны с изучением поведения мышьяка в пищевой цепи. Так в образцах животной ткани (кусках мяса и образцах внутренних органов домашних животных), выращенных на территории, прилегающей к шламонакопителям ГОК «Тувакобальт» обнаружено, что в мясе животных превышение ПДК мышьяка для пищевых продуктов (0,1-1 мг/кг) составило 7,3 раза, в почечном жире превышение составило 4,5ПДК, в печени и легких концентрация находится на уровне ПДК [9, 18]. Изучение концентрации мышьяка в рисе было произведено в статье М.А. Rahman и др (2014), авторы сопоставили концентрации

мышьяка в рисе из различных стран, таких как Бангладеш, Канада, Китай, Индия, Италия, Испания, Тайвань и США. Наибольшие концентрации были получены в рисе из Испании, тут концентрация мышьяка варьировала от 1,21 мкг/г сухого веса до 2,36 мкг/г сухого веса. В остальных пробах концентрации не превышали 0,3 мкг/г сухого веса. Одними из причин повышенного содержания мышьяка в рисе авторы называют полив загрязненной водой и повышенные концентрации мышьяка в почвах [5].

Таким образом, как показал анализ исследований, выполненных авторами на различных территориях, загрязнение компонентов окружающей среды мышьяком распространено не только на территориях, где ведется разработка мышьяк содержащих руд (ГОК «Тувакобальт»), но и на территориях городов (г. Свирск), в районах распространения, содержащих мышьяк, подземных вод. В животной и растительной пище, выращенной на территории с повышенным содержанием мышьяка в почвах и воде, также наблюдается повышенное содержание этого канцерогена. Мониторинг содержания мышьяка в компонентах экосистем необходим и особенно важен, так как соединения мышьяка способны мигрировать по пищевой цепочке, попадать в организм человека и становиться причиной развитию летальных болезней.

### *Литература*

1. Электронный ресурс: Мышьяк. Описание, свойства, происхождение. <https://mineralpro.ru/minerals/arsenic/>. Дата обращения 27.03.2022.
2. Электронный ресурс: Мышьяк (Химический портал №1 в России - CHEM.RU) <https://chem.ru/myshjak.html>. Дата обращения 27.03.2022.
3. Качор О.Л. Разработка модели миграции мышьяка по почвенному профилю из накопленных отходов горно-перерабатывающей промышленности // Науки о Земле и недропользование. 2019. №42(2). С.144-150.

4. *Ahuja Satinder*. Evaluating water quality to prevent future disasters // Separation and Technology. 2019. Volume 11. P. 1-12.

5. *Mohammad Azizur Rahman, M.M. Rahman, Ravi Naidu*. Arsenic in rice: sources and human health risk // Wheat and Rice in Disease Prevention and Health. 2014. P. 365-375.

6. *Барабаш А.Л., Булгаков Н.Г.* Влияние химико-микробиологического состава подземных питьевых вод на здоровье человека // Успехи современной биологии. 2015. С. 480-495.

7. *Дускаев Г. К., Мирошников С.А., Сизова Е.А., Лебедев С.В., Нотова С.В.* Влияние тяжелых металлов на организм животных и окружающую среду обитания (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2014. С. 7-12.

8. *Manzurul Haque Khan*. Ground water arsenic contamination and its health effects in Bangladesh // Handbook of Arsenic Toxicology. 2015. p. 51-72.

9. *Ондар У.В., Лосев В.Н., Очур-оол А.О., Ондар С.О., Шыырапай У.В., Смагунова А.Н.* «Загрязнение мышьяком природных объектов в районе комбината «ГУВАКОБАЛЫТ» // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2010. С. 15-21.

10. *Andrew Davenport*. Trace elements in patients with chronic kidney disease // Chronic renal disease. 2015. P. 429-439.

11. *Архипов И.А.* Распределение микроэлементов в почвах районов естественных геохимических аномалий (на примере Каракульского месторождения полиметаллов) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. №2(160). С. 53-58.

12. *Гуркова Е.А., Ялышева Е.Н.* Мышьяк в почвах Тувы // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура. 2019. С. 402-410.

13. *Ланина Д.В., Долгиха О.В., Лихачев К.Н.* Особенности эндокринного и биохимического статуса населения геохимической провинции с повышенным содержанием мышьяка в питьевой воде // Вестник Пермского Университета. 2020. Вып. 3. С. 247-254.

14. *Качор О.Л., Саранулова Г.И., Богданов А.В.* Исследование возможности иммобилизации подвижных форм мышьяка в техногенных субстратах // Записки горного института. 2019.

Т. 239. С.596-602.

15. *Чеснокова С.М., Савельев О.В.* Эколого-геохимическая оценка загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком почв городов Владимирской области с различной спецификой промышленного производства // *Экология урбанизированных территорий.* 2019. №1. С.43-49.

16. *Аль Сабунчи А.А.* Экология и здоровье сельского населения в странах Азии // *Актуальные проблемы медицины.* 2011. С. 35-41.

17. *Кирайчева Л.В., Московкина Л.И.* Мелиорация почв, загрязненных мышьяком // *Плодородие* № 4, 2011. С. 98-104.

18. *Кудинова А.А., Ткачева А.Е., Бородин В.А.* Содержание металлов в продуктах питания и их влияние на организм // *Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.* 2018. С. 361-365.

19. *Андрейчик М.Ф.* Эколого-геохимическая оценка района депонированных отходов комбината «Тувакобальт» республики Тыва // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки.* 2010. С. 21-28.

20. *Воробьев С.В., Кужугет Р.В., Ондар Х.Х.* Оценка техногенного загрязнения района горно-обогатительного комбината «Тувакобальт» (Республика Тыва) // *Природные ресурсы, среда и общество,* №3, 2021. С. 6-17.

21. *Кальная О.И., Монгуш С.П.* Отходы комбината «Тувакобальт» как источник экологической напряженности в Республике Тыва // *Экологический вестник Северного Кавказа.* 2018. С. 52-59.

***Oziev M.A., Stanis E.V.***

***Arsenic pollution***

*People's Friendship University of Russia (RUDN University)*

This review article is devoted to the problem of pollution of environmental components by arsenic and its compounds at such industrial sites as the mining and processing plant "Tuvakobalt", sites in the city of Svirsk and the villages of Vershino-Darasunsky and Zapokrovsky in Transbaikalia. The biological effect of arsenic on humans because of contamination of drinking water and food is also considered.

*Платова А.С., Логинова А.Г.*  
*Научный руководитель: доцент Извекова Т.В.*  
**ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ  
ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ  
УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ  
И ПРИДОРОЖНОЙ ПЫЛИ (Г. ИВАНОВО)**

*Ивановский государственный химико-технологический  
университет, Россия*  
[platova.alyon@yandex.ru](mailto:platova.alyon@yandex.ru)

В работе приведены результаты исследования содержания приоритетных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в почвенном покрове и придорожной пыли г. Иваново. Выявлены основные соединения, формирующие загрязнение почвы и придорожной пыли – нафталин, антрацен, фенантрен, флуорантен, бенз[b]флуорантен и бенз[k]флуорантен. Установлено, что основной вклад в загрязнение придорожной пыли вносят ПАУ с низкой молекулярной массой – нафталин и аценафтилен, доля которых в суммарном вкладе составляет 97%, а в почвенном покрове антрацен и фенантрен, доля которых в суммарном вкладе составляет 74%. Статистический анализ данных позволил установить, что основными каналами поступления ПАУ являются локальные источники выброса.

В настоящее время в окружающей среде находится большое количество различных химических загрязнителей, представляющие опасность для здоровья населения и состояния природных городских систем. К наиболее опасным относят полициклические ароматические углеводороды (ПАУ).

ПАУ – стойкие органические загрязнители, состоящие из двух или более конденсированных ароматических колец. Особую опасность этот класс веществ представляет потому, что все ПАУ устойчивы в окружающей среде, обладают канцерогенным, мутагенным, тератогенным и гепатотоксическим действием. Они способны аккумулироваться в липидных тканях живых организмов и вызывать различные тяжелые заболевания [1]. Агентство по охране окружающей

среды США (US Environmental Protection Agency, US EPA) выделило 16 ПАУ, которые наиболее распространены в ОС и обладают высокой токсичностью, среди которых без[а]антрацен, бенз[а]пирен (БП), бензо[к]флуорантен, бензо[б]флуорантен, хризен, дибензо[а]антрацен и индо[1,2,3-с,d]пирен были классифицированы как канцерогены [2].

Большая часть ПАУ находится в нижних слоях атмосферы в виде аэрозольных частиц, способных проникать в органы дыхания. Будучи химически сравнительно устойчивыми, они могут переноситься на большие расстояния. Таким образом, экологический контроль ПАУ в объектах окружающей среды, а также выявление основных каналов их поступления и выведения, является актуальной задачей.

Основными источниками поступления ПАУ в городской среде являются продукты неполного сгорания топлива [3, 4]. Поступая в атмосферу, ПАУ сорбируются частицами пыли и оседают на поверхности почвы.

Наиболее опасным соединением среди ПАУ является БП, который обладает выраженным канцерогенным действием и принят как индикатор для всего класса ПАУ. Будучи химически сравнительно устойчивым, БП может переноситься на большие расстояния и долго мигрировать в окружающей среде [5].

Для оценки уровня содержания ПАУ в почвенном покрове территория г. Иваново была поделена на 10 квадратов с различной антропогенной нагрузкой, в которых осуществлялся пробоотбор. В пробах почвы с территории города из 16 приоритетных ПАУ было выявлено 13 соединений, включая 6 канцерогенных. В пробах придорожной пыли, отобранных на территории города, было идентифицировано 15 ПАУ из 16 рекомендованных к контролю списком ЕРА и оценены их концентрации. Следует отметить, что не все приоритетные ПАУ были обнаружены в анализируемых пробах, а их концентрации имеют большой разброс значений

в зависимости от мест пробоотбора.

Максимальный вклад в сумму ПАУ для пыли и почвы вносят различные индивидуальные соединения ПАУ. В почвах наибольшие концентрации были отмечены для антрацена (3798,9 мкг/кг) и фенантрена (3019,2 мкг/кг), а для пыли – нафталина (436,9 мкг/кг). Несмотря на то, что антрацен, фенантрен и нафталин не относятся к группе канцерогенных веществ, они могут приводить к синергетическим эффектам с ПАУ, обладающими канцерогенными свойствами.

В России обязательному контролю в почве из числа ПАУ подлежит лишь БП, значение предельно-допустимой концентрации (ПДК) в почве для которого принято на уровне 20 мкг/кг. Среднее значение концентрации БП в почве по городу составляет 64 мкг/кг, что 3 раза превышает значения ПДК (превышение ПДК наблюдается в 75 % пробах почвы). Вклад канцерогенных ПАУ в почвах города составляет около 12 % от их суммарного содержания. Максимальная доля канцерогенов приходится на бенз(b)флуорантен и составляет ~ 85 %, доля БП не превышает 12,5 %.

В придорожной пыли среднее содержание БП в исследуемых пробах составляет 19,5 мкг/кг. Анализируя полученные данные можно видеть, содержание ВаР в пыли варьирует от 0,4 до 102,3 мкг/кг. Суммарное содержание ПАУ в пыли варьирует от 25,3 до 1158,4 мкг/кг, максимальное значение отмечено в западной части города, минимальное в северной.

Вклад ВаР в сумму канцерогенных ПАУ незначителен и составляет менее 1%. Было обнаружено, что в более чем в половине точек пробоотбора доля канцерогенных ПАУ составляла более 90 % от суммарного содержания, причем большинство контрольных точек были расположены у автомобильных дорог.

#### *Литература*

1. *Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К.* Экологи-

аналитический мониторинг суперэкотоксикантов. Москва: Химия, 1996.

2. *Morillo E., Romero A., Maqueda C., Madrid L., Ajmone Marsan F., Grman H., et al.* Soil pollution by PAHs in urban soils: a comparison of three European cities // *Journal of Environmental Monitoring*. 2007. Т. 9. № 9. С. 1001–1008.

3. *Zhang X., et al.* Source diagnostics of polycyclic aromatic hydrocarbons based on species ratios: a multimedia approach // *Environmental science & technology*. 2005. Т. 39. № 23. С. 9109–9114.

4. *Izvekova T.V. [et al]* Distribution of Polycyclic aromatic hydrocarbons in a snow cover in the territory of Ivanovo city, Russia // *Chemosphere*. 2020. Т. 242. С. 125–150.

5. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России? 1999.

***Platova A.S., Loginova A.G.***

***Scientific advisor: Associate Professor Izvekova. T.V.***

**DETECTION OF PRIORITY POLYCYCLIC AROMATIC  
HYDROCARBONS IN SOIL AND ROADSIDE DUST  
(IVANOVO)**

*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Russia*

The paper presents the results of the study of the content of priority polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the soil cover and roadside dust of the city of Ivanovo. The main compounds forming the pollution of soil and roadside dust have been identified - naphthalene, anthracene, phenanthrene, fluoranthene, benz[b]fluoranthene and benz[k]fluoranthene. It has been established that the main contribution to the pollution of roadside dust is made by PAHs with low molecular weight - naphthalene and acenaphthylene, whose share in the total contribution is 97 %, and in the soil cover by anthracene and phenanthrene, whose share in the total contribution is 74 %. Statistical analysis of the data allowed us to establish that the main channels of PAHs entry are local emission sources.

*Плахотин А.С., Анищенко Л.Н.*  
**ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ  
РЕКИ ДЕСНЫ ПО ДОННЫМ ОТЛОЖЕНИЯМ  
(НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ РФ, БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

*Брянский государственный университет имени академика*

*И.Г. Петровского, Россия*

[eco\\_egf@mail.ru](mailto:eco_egf@mail.ru)

Проведены исследования состояния донных грунтов городской реки Десны (Брянск) в рамках рекомендуемых исследований государственного экомониторинга. Цель работы – выявить современное состояние городского водотока на основе эколого-аналитических показателей донных грунтов для диагностики состояния поверхностных вод реки Десна. Исследование донных отложений реки Десны на реперных участках (створах) показало, что содержание тяжелых металлов находятся в пределах нормы. Исключение составляет участок реки в фоновом районе. Превышение концентраций по кобальту и хрому составляет в 8,0 и 1,1 раза от установленных нормативов. Самое высокое содержание оксида титана, хрома и кобальта было отмечено в пробах на правом берегу реки Десна фонового участка, что указывает на заиленность участка. Впервые обобщены данные трёхлетних исследований по состоянию донных отложений, позволяющие разрабатывать эффективные природоохранные программы, создать постоянно обновляемую мониторинговую базу.

Развитие экологического мониторинга позволит создавать прогнозы изменений обширной речной сети в пределах Брянской области (Нечерноземье РФ) и формировать базу комплексной оценки экологического состояния реки Десны и её притоков в среднем течении. Следует отметить, что объективную информацию об интенсивности загрязнения водотоков можно получить, изучая и анализируя состояние донных сообществ и грунтов. Оценка современного экологического состояния бассейна реки Десны, находящегося под влиянием длительного, интенсивного антропогенного воздействия – важная задача, позволяющая

разработать эффективные природоохранные программы, впервые создать постоянно обновляемые мониторинговые данные [1]. Базовые сведения о содержания ионов в речных грунтах весьма актуальны, так как в современном мониторинге поверхностных вод не разработаны критерии оценки качества донных отложений, что не позволяет прогнозировать развитие процессов, изменяющих качество вод, планировать мероприятия по экомониторингу и экоконтролю в системе охраны и использования водных объектов.

В работе использовались гидрохимические методы исследования: отбор проб донных отложений на водотоках проводили в период, который обеспечивает возможность оценки степени загрязненности ДО в характерные фазы гидрологического режима [3, 4]. Валовое содержание тяжелых металлов в донных отложениях определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием спектрометра «Спектроскан Макс-GV» [2]. Для расчета показателя удельного комбинаторного индекса загрязненности вод (УКИЗВ) были использованы 18 определённых веществ в водах р. Десны на территории г. Брянска и Брянского района Брянской области.

Исходя из полученных результатов, высокое содержание оксида титана, хрома и кобальта было отмечено в пробах на правом берегу реки Десна (фоновая реперная точка), что указывает на заиленность участка. Причина заиленности речного русла – крупные разливы реки на пойменные луга, где в течение всего весенне-летнего периода происходил процесс гниения травяного покрова при высокой температуре воздуха. В среднем превышение по хрому весной было отмечено в 7,5 раза, а летом – в 8 раз. По кобальту превышение показателя по сравнению с предельно-допустимым составило 1,1 раза на протяжении всего весенне-летнего периода.

У донных отложений р. Десны заметно превышение

концентрации в ДО цинка, свинца весной, по сравнению с летним периодом, а концентрация меди выше в летних пробах, по сравнению с весенними. По имеющимся данным для цинка и меди наиболее значимым является период половодья: концентрации этих ионов выше в весенний период. Для ионов меди с повышением концентрации в летний период можно предположить о существовании недостаточного разбавления вод и поступление с поверхностным стоком этих ионов.

Также отмечено превышение содержания кобальта, никеля и других ТМ; в некоторых объектах выявлено превышение марганца как основного загрязнителя, особенно ниже по течению для крупных городов. Для рек дельты Дона отмечено повышенные концентрации цинка и марганца в весеннее-летний период. Такие данные объясняются хорошей миграцией марганца, как элемента с переменной валентностью в восстановительной среде, стимулируемые низкими скоростями течения. Эти данные, как и полученные для реки Десны, протекающей в черте крупного города, дают возможность рассматривать их результатом возможного вторичного загрязнения. Превышение ПДК для свинца не было зарегистрировано ни в одной из исследуемых рек, так же как и для железа: эти два элемента повторяют ход сезонной динамики друг друга.

В воде створов определяли комплексный показатель УКИЗВ, значения которого показали превышение показателей предельно-допустимых концентраций (ПДК). В створе р. Десны на ул. Речной было отмечено превышение этих значений по 5 веществам из 18 определяемых. Среди них высокие показатели имели  $Fe_{\text{общ}}$ , БПК<sub>5</sub>, ХПК,  $N/NH_4^+$ ,  $N/NO_2^-$ . Значение УКИЗВ показывает, что вода в течение исследуемого периода была грязной, что подтверждается высокими показателями загрязнения частных оценочных баллов по повторяемости ( $S_a > 4$ ). Согласно классификации вод по повторяемости случаев загрязненности,

загрязненность воды: «характерная». Низкие показатели были выявлены по  $N/NO_3^-$ , F,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cr^{6+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $PO_4^-$ , нефтепродуктам, фенолам и формальдегидам. Степень загрязненности воды участка реки – грязная (4а).

Превышение значений ПДК в створе отбора проб района очистных сооружений (пр. Московский) было отмечено по 7 веществам из 18 определяемых: среди них высокие показатели имели  $Fe_{общ}$ , БПК<sub>5</sub>, ХПК,  $N/NH_4^+$ ,  $N/NO_2^-$ , фенолам и нефтепродуктам. Значение УКИЗВ на участке реки также показывает, что вода исследуемого периода была грязной, что подтверждается высокими показателями загрязнения частных оценочных баллов по повторяемости ( $S_a > 4$ ). Согласно классификации вод по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды: «характерная».

Превышение значений ПДК в створе отбора проб в фоновом створе лесопарка «Роща Соловьи» было отмечено по 7 веществам из 18 определяемых. Среди них высокие показатели имели  $Fe_{общ}$ , БПК<sub>5</sub>, ХПК,  $N/NH_4^+$ ,  $N/NO_2^-$ , фенолы и нефтепродукты. Значение УКИЗВ показывает, что вода в течение данного периода была грязной, что подтверждается высокими показателями загрязнения частных оценочных баллов по повторяемости ( $S_a > 4$ ). Согласно классификации вод по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды: «характерная». Низкие показатели были выявлены по  $N/NO_3^-$ , F,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cr^{6+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $PO_4^-$ , формальдегидам. Степень загрязненности воды на участке реки – грязная (4а). Таким образом вода во всех трёх обследуемых створах по индексу УКИЗВ характеризуется как «грязная», 4 а группы. Вероятно, кумулирующая способность донных отложений р. Десны по отношению к спектру загрязняющих агентов средняя и низкая, что снижает самоочищающую способность водного объекта. Также нарушена способность ТМ к миграциям и, соответственно, к накоплению в грунтах реки.

Итак, исследование донных отложений реки Десны на реперных участках (створах) показала, что содержание тяжелых металлов находятся в пределах нормы. Исключение составляет участок реки в фоновом районе. Превышение концентраций по кобальту и хрому составляет в 8,0 и 1,1 раза от установленных нормативов. Самое высокое содержание оксида титана, хрома и кобальта было отмечено в пробах на правом берегу реки Десна фонового участка, что указывает на заиленность участка. В среднем превышение по хрому весной было отмечено в 7,5 раза, а летом – в 8 раз. По кобальту превышение показателя по сравнению с предельно-допустимым составило 1,1 раза на протяжении всего весенне-летнего периода.

Вода, отобранная из р. Десны, имеет показателя УКИЗВ, соответствующая классу 4а: наиболее часто встречающимися веществами, превышающие установленные нормы были железо, ХПК, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, азот нитритный и нитратный, фенолы.

### *Литература*

1. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации. Центральный Федеральный округ: Брянская область / Под ред. Н. Г. Рыбальского, Е. Д. Самотесова и А. Г. Митюкова. М.: НИИ Природа, 2007

2. ПНД Ф 14.1:2:4.208-04 «Методика выполнения измерений для определения массовой концентрации Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Cr, V, Bi, Cd, Se, As в питьевых, природных и сточных водах рентгенофлуоресцентным методом после концентрирования их пирролидиндитиокарбаминатных комплексов на фильтрах».

3. РД 52.24.309-2016. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши / ФГБУ «ГХИ». Ростов-на-Дону, 2016

4. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям / Росгидромет. Ростов-на-Дону, 2002

*A.S. Plakhotin, L.N. Anischenko.*  
**ECOLOGICAL AND CHEMICAL ASSESSMENT  
OF THE RIVER DESNA BY BOTTOM SEDIMENTS  
(NON-BLACK EARTH REGION OF THE RUSSIAN  
FEDERATION, BRYANSK REGION)**

*Academician I.G. Petrovsky Bryansk State University, Russia*

The state of the bottom sediments of the urban river Desna (Bryansk) has been studied within the framework of the recommended state ecomonitoring studies. The goal of the work is to reveal the current state of the urban watercourse on the basis of ecological-analytical indicators of bottom soils to diagnose the state of surface waters of the Desna River. Examination of bottom sediments of the Desna River at reference sites (alignments) showed that the content of heavy metals is within normal limits. The exception is the river section in the background area. Concentrations of cobalt and chromium exceeded 8.0 and 1.1 times the established limits. The highest content of titanium oxide, chromium and cobalt was noted in the samples on the right bank of the Desna River in the background area, indicating siltation of the area. For the first time the data of three-year research on the condition of bottom sediments are generalized, allowing to develop effective nature protection programs, to create a constantly updated monitoring base.

*Попова Г.И., Неведров Н.П.*  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ  
ВНУТРИПОЧВЕННОЙ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ  
МЕТАЛЛОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНЫХ ОПЫТОВ**

*Курский государственный университет, Россия*

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

В статье сообщаются данные об оценке интенсивности вертикальной внутрипочвенной миграции тяжелых металлов (Pb и Cd) в моделируемых почвенных конструкциях. Отмечено, что создание сорбционного горизонта резко снижает мобильность свинца и кадмия, препятствуя их дальнейшей вертикальной миграции в субэлювиальный горизонт.

Почвы современных городов в большинстве своем загрязнены тяжелыми металлами. Приоритетность загрязнения тем или иным элементом варьирует в зависимости от вида хозяйственной деятельности. Такие тяжелые металлы, как кадмий и свинец достаточно часто загрязняют почвы городов [1-3]. Эмиссия Cd и Pb обуславливается стремительным ростом количества автомобилей, использованием и производством гальванических элементов, развитием машино- и приборостроительной отрасли промышленности и т.д.

Экологически безопасными и перспективными в аспекте снижения токсичности загрязненных почв являются сорбенты на основе природных материалов. Использование природных органических и минеральных сорбентов способствует снижению подвижных форм ТМ в почве. Тяжелые металлы при взаимодействии с сорбционными материалами образуют слаборастворимые комплексы, что резко снижает их токсический эффект, за счет уменьшения миграции и транслокации ТМ в другие компоненты окружающей среды [4]. Целью работы было исследование вертикальной внутрипочвенной миграции свинца и кадмия в условиях модельных опытов.

Опыт проводился в вегетационный сезон 2021 года на агробиостанции КГУ с мая по сентябрь. В полевых условиях

моделировалась почвенная конструкция. Для этого снимался гумусово-аккумулятивный горизонт темно-серой типичной почвы (AU) и субэлювиальный горизонт (BEL) общей мощностью 50 см. Изъятие производилось буром диаметром 20 см, площадь изъятия составляла 314 см<sup>2</sup>. В образованные скважины помещалась канализационная труба диаметром 200 см (для исключения латеральной миграции растворов), в которую послойно помещалась почвенная конструкция, состоящая из гумусового слоя и сорбционного слоя.

В качестве сорбционного горизонта использовалась глина келловея – вскрышная порода морского происхождения Михайловского железорудного бассейна КМА, имеющую слабощелочную реакцию среды, содержащую до 4% органического вещества, богатую калием и микроэлементами [5; 6].

С целью создания благоприятного корнеобитаемого слоя для нормальной вегетации растений мощность гумусового (гумусово-аккумулятивного) горизонта конструируемых почвенных профилей составляла 25 см. Использовался горизонт AU темно-серой почвы. Мощность сорбционного горизонта (глина келловея + речной кварцевый песок 1:1), закладываемого сразу под гумусовым горизонтом, была соразмерной – 25 см. В натуральных условиях почвенные конструкции состояли из равных по мощности гумусовых и сорбционных горизонтов, аналогично изложенным выше лабораторным испытаниям. После создания почвенных конструкций проводилось искусственное моноэлементное загрязнение почв растворами нитратов свинца и кадмия. Загрязнение почвы проводилось в дозах соответствующих 5, 10 и 20 ПДК по каждому металлу. В качестве контроля использовалась незагрязненная почвенная конструкция. Повторность опыта – трехкратная.

По результатам исследования констатировали, что более 94% свинца и кадмия было сорбировано в гумусовом горизонте исследуемых почвенных конструкций. Однако высокая подвижность свинца и кадмия (27,3 – 58,3%) позволяет прогнозировать активную вертикальную миграцию вниз по про-

филю в последующие годы. Отмечено снижение мобильности свинца на 16,5 – 20,1% в вариантах опыта с высокой и очень высокой дозами загрязнения (10 и 20 ПДК). В течение вегетационного сезона исследуемые ТМ активно мигрировали вниз по профилю и депонировались в сорбционном горизонте. Содержание свинца в сорбционном горизонте возрастало в 1,3–2,3 раза, кадмия – в 1,9-12,0 раз, относительно контрольных вариантов почвенных конструкций без внесения загрязняющих веществ (табл. 1).

**Таблица 1.** Вертикальное распределение свинца и кадмия в модельных почвенных профилях (полевой опыт)

Горизонт	Вариант опыта, содержание ТМ, мг/кг (числитель – валовая форма, знаменатель – подвижная форма)							
	Конт роль	Pb			Конт роль	Cd		
		5 ПДК	10 ПДК	20 ПДК		5 ПДК	10 ПДК	20 ПДК
Гумусо- вый	9,8	156,7	221,1	668,5	0,31	7,7	34,7	45,5
	1,2	42,8	85,5	390,5	0,10	2,6	12,3	15,4
Сорбци- онный	7,3	9,6	13,5	16,5	0,26	0,49	0,76	3,13
	0,9	2,7	3,0	6,3	0,09	0,24	0,31	2,0
Vt	11,1	11,6	10,8	11,2	0,31	0,27	0,30	0,29
	1,0	0,9	0,9	0,9	0,08	0,09	0,11	0,09

Создание сорбционного горизонта из смеси глины келловея и речного кварцевого песка в соотношении 1:1 мощностью 25 см способствовало препятствию миграции свинца и кадмия в субэлювиальный горизонт (Vt). Содержание валовых и подвижных форм свинца и кадмия в Vt горизонте исследуемой темно-серой типичной почвы в вариантах почвенных конструкций с искусственным загрязнением существенно не различалось со значениями, полученными в контрольных (незагрязненных) почвенных конструкциях (табл. 1).

Работа выполнена при поддержке гранта Фонда содействия инновациям, программа «УМНИК», договор (соглашение) №15096ГУ/2020.

### *Литература*

1. *Неведров Н.П., Проценко Е.П., Фомина М.Ю.* Экологическая оценка почв ландшафтно-геохимических катен Сеймского округа г. Курска // *Экология урбанизированных территорий.* 2017. №3. С. 18-26.
2. *Неведров Н.П., Проценко Е.П., Глебова И.В.* Соотношение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах Курска // *Почвоведение.* 2018. №1 С. 111-117.
3. *Федорова А.И., Шунелько Е.В.* Загрязнение поверхностных горизонтов почв г. Воронежа тяжелыми металлами // *Вестник ВГУ, серия география и геоэкология.* 2003. №1. С. 74-82.
4. *Фомина М.Ю., Неведров Н.П., Окунева А.А.* Влияние сорбента тяжёлых металлов на некоторые свойства загрязнённых почв // *Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения. Материалы Междунар. науч.-практич. конф., посвященной памяти ученых: Анны Ивановны Горбылевой, Юрия Павловича Сиротина и Вадима Ивановича Тюльпанова.* Горки: БГСХА. 2019. С. 173–175.
5. *Неведров Н.П., Смицкая Г.И.* Имобилизующая способность глины келловея по отношению к свинцу в загрязненном урбаноземе собственно // *Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета.* 2019. №4 (24). Режим доступа: [https://api-mag.kursksu.ru/media/pdf/Smitskaya\\_Nevedrov\\_STAT\\_Ya\\_glina\\_kelloveya\\_1.pdf](https://api-mag.kursksu.ru/media/pdf/Smitskaya_Nevedrov_STAT_Ya_glina_kelloveya_1.pdf).
6. Патент РФ № 2738129. С.1. 2738129. RU от 18.12.2020. *Неведров Н.П., Смицкая Г.И., Проценко Е.П.* Способ иммобилизации свинца в гумусово-аккумулятивном горизонте урбаноземов. Изобретения (заявки и патенты). 2020.

***Popova G.I., Nevedrov N.P.***

### **INVESTIGATION OF VERTICAL INTRA-SOIL MIGRATION OF HEAVY METALS IN THE CONDITIONS OF MODEL EXPERIMENTS**

*Kursk State University, Russia*

The intensity of vertical intra-soil migration of heavy metals (Pb and Cd) in the simulated soil structures has been evaluated. The creation of sorption horizon sharply reduces the mobility of lead and cadmium, preventing their further vertical migration into the sub-alluvial horizon.

*Савельев П.М.*

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА  
ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА  
СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

*Российский Государственный Геологоразведочный Университет  
имени Серго Орджоникидзе, Россия*

[pivpav\\_sav@mail.ru](mailto:pivpav_sav@mail.ru)

Обеспечение экологической безопасности городов в первую очередь связано с качеством атмосферного воздуха.

Для эффективного функционирования системы экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха важно определять приоритетные места для расположения постов мониторинга. Авторами разрабатывается универсальная методика модернизации муниципального экологического мониторинга, в том числе в части состояния атмосферного воздуха. В данной работе изложены частичные результаты, связанные с анализом функционального зонирования территории, существующей мониторинговой сети и метеорологических характеристик.

Городские территории выделяются, как территории повышенного антропогенного воздействия и, как следствие, высокого уровня загрязнения окружающей среды. Остро проявляется проблема загрязненного атмосферного воздуха городов. По состоянию на 2020 год около 35% городского населения России проживает на территориях, где уровень загрязнения атмосферы не оценивался из-за отсутствия наблюдений, недостаточного их количества или некачественных данных. Дополнительно можно отметить, что мониторинг состояния атмосферного воздуха осуществляется лишь в 221 городе, что составляет лишь 70% городов с населением более 50 тысяч человек и 20% всех городов страны (данные 2017-2020 гг.) [1]. При этом по данным ежегодного отчета о состоянии и загрязнении атмосферного воздуха 2020 года на территории России 15 городов входят в приоритетный список с наибольшим уровнем загрязнения

атмосферного воздуха. Отдельно стоит заострить внимание на том факте, что список сократился на 5 городов по сравнению с 2019 годом, однако пополнился двумя новыми городами, в которых были начаты новые виды наблюдений (например, в Вихоревке за концентрациями бенз(а)пирена), что является одним из фактов, доказывающих необходимость модернизации муниципального экологического мониторинга. Также 19 городов отмечены, как города с высоким уровнем загрязнения, а за последние 20 лет около 40% городов (только в которых проводятся исследования) имеют ИЗА выше среднего [2].

Одним из инструментов обеспечения экологической безопасности города может быть экологический мониторинг состояния атмосферного воздуха [3]. В настоящее время подсистема мониторинга состояния атмосферного воздуха находится в ведении Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Мониторинг городов, как и в целом весь мониторинг, осуществляется силами территориальных органов службы путем построения региональных сетей и ведением отдельных постов на территории городов.

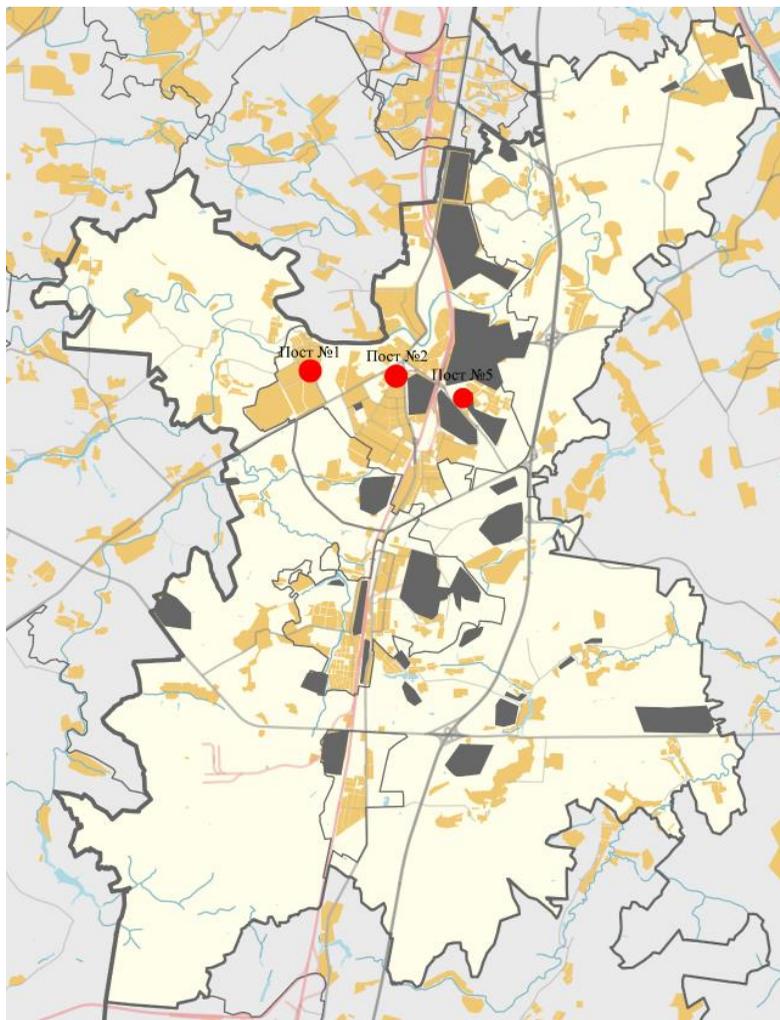
Анализ эффективности реализуемой системы экологического мониторинга в г. о. Подольск дал следующие результаты. Посты мониторинга состояния атмосферного воздуха расположены в пределах города Подольск, т.е. не включает всю территорию городского округа. Загрязняющие вещества, по которым ведется мониторинг состояния воздуха включает в свой перечень 13 наименований [4], а приведенная нормативная документация не отвечает современному законодательству (аналитика ведется по отмененному СанПиН 2.1.6.1032-01). В разрезе состава выбросов крупнейших предприятий-загрязнителей выявлена проблема несоответствия перечня выбросов и веществ из перечня мониторинга, т.е. не все, в том числе I и II классов опасностей, выбрасываемые

вещества могут быть зарегистрированы постами мониторинга [5]. Данные, поступающие по пробам на бенз(а)пирен, отстают на месяц. Ближайший пункт наблюдения за метеорологическими характеристиками, включенный в единую государственную метеорологическую сеть станций ФГБУ «Центральное УГМС», к Подольску находится поселке Голохвастово (агрометеорологическая станция «Михайловское»), расположенного в 20км в юго-западном направлении, что в условиях «острова тепла» [6] Московской агломерации может давать погрешности.

Была составлена схема расположения этих производственных зон и расположения постов мониторинга за состоянием атмосферного воздуха, представленная на рисунке 1.

При анализе экологического бюллетеня городского округа Подольск за 2021 год было отмечено повторение превышений ПДК (со схожими значениями превышениями в долях к ПДК) по формальдегиду. Превышения происходили в мае, июне, августе. Стоит отметить расположение постов относительно производственных площадей – основные предприятия находятся преимущественно к северо-востоку от постов мониторинга.

Также был проведен анализ метеорологических факторов, в частности данные о розе ветров по месяцам за 2021 год. Можно сделать вывод, что при преобладающих северо-восточных или восточных ветрах (август и июнь), а также при отмечаемых НМУ (май и февраль) для рассеивания загрязняющих веществ, выявляются повышенные концентрации загрязняющих веществ, в том числе превышения ПДК по формальдегиду.



**Рис. 1.** Схема расположения производственных зон и постов осуществления мониторинга состояния атмосферного воздуха в городском округе Подольск в 2021г

Проведенная работа показывает возможность оценки территории на основе корреляции метеохарактеристик территории и функционального зонирования. Такой подход позволяет проводить разработку мониторинговой сети

по приоритетным зонам, в случае невозможности оперативной организации мониторинга (например, по причине нехватки бюджета) на всей территории. Дополнительно стоит отметить высокую эффективность и полноту данных мониторинга при таком подходе, т.к. исключает недочеты при рассеивании выбросов. Метод позволяет расположить точки мониторинга в тех местах, где требуется повышенный уровень контроля экологической обстановки, а также выявить участки, на которых требуется приоритетная организация экологического мониторинга.

Выражаю благодарность заведующему кафедрой экологии и природопользования, доктору геолого-минералогических наук, профессору Экзарьяну Владимиру Нишановичу за всестороннюю поддержку в ходе проведения исследования.

#### *Литература*

1. Ежегодники о загрязнении окружающей среды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/ezhegodniki/> Дата обращения 01.02.2022
2. *Савельев П.М., Экзарьян В.Н.* Особенности организации экологического мониторинга городских территорий // Геоэкологические проблемы техногенного этапа истории Земли – 2021. Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2021. С. 122-125
3. *Никитин Е.В.* Мониторинг окружающей среды как система обеспечения экологической безопасности // Правопорядок: история, теория, практика. 2021. №3 (30). С. 27-31
4. Экологический бюллетень г.о.Подольск [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://подольск-администрация.рф/ekologicheskij-byulleten/> Дата обращения 01.02.2022
5. *Савельев П.М.* Основы оптимизации систем экологического мониторинга городов (на примере г. О. Подольск) // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник научных трудов XXII международной научно-практической конференции. Москва: РУДН. 2021. С. 388-393
6. *Кислов А.В., Варенцов М.И., Горлач И.А., Алексеева Л.И.* «Остров тепла» московской агломерации и урбанистическое

усиление глобального потепления // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2017. №4. С. 12-19

*Savelev P.M.*

**METHODOLOGY FOR ASSESSING THE CITY TERRITORY  
DURING THE MODERNIZATION OF THE MONITORING  
OF THE ATMOSPHERIC AIR**

*Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological  
Prospecting, Russia*

Ensuring the environmental safety of cities is primarily linked to the quality of atmospheric air. For the effective functioning of the system of environmental monitoring of the state of atmospheric air, it is important to determine the priority places for the location of monitoring posts. Due to the fact that at the moment the air monitoring network does not cover most of the urban areas, the authors are developing a universal methodology for modernizing municipal environmental monitoring, including in terms of the state of atmospheric air. This paper presents partial results related to the analysis of the functional zoning of the territory, the existing monitoring network and meteorological characteristics.

*Сангаджиева О.С., Манжикова А.В., Бочкаев С.Л.,  
Сангаджиева Л.Х., Кикильдеев Л.Е.*  
**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ЛЫСЫЙ ЛИМАН**

*Калмыцкий государственный университет  
имени Б.Б. Городовикова, Россия*  
[chalga\\_ls@mail.ru](mailto:chalga_ls@mail.ru)

Процессы в озере Лысый Лиман характеризуются значительными изменениями в минерализации, в ионном составе, в накоплении органических и биогенных веществ на всей территории озера. По солевому составу вода озера характеризуется преобладанием сульфатов, хлоридов и карбонатов солей кальция, магния и натрия. Основные загрязняющие вещества озера Лысый Лиман - соединения азота (особенно нитратный и аммонийный азот), фенолы, соединения железа, тяжелые металлы, которые образуют концентрационный ряд Fe > Mn > Al > Zn > Cu > Pb > Cd. Водная вытяжка свидетельствует о высокой степени засоленности донных отложений, тип засоления гидрокарбонатно - сульфатно натриевый. Усилению перехода валовых форм тяжелых металлов в подвижные формы способствует высокая минерализация вод.

Регулярный эколого-геохимический мониторинг состояния окружающей природной среды на территории Приютненского района Республики Калмыкии не проводится [1-4].

Целью работы является изучение особенностей гидрохимического состава озера Лысый Лиман. Для достижения цели были решены следующие задачи: определен ионный состав воды и донных отложений озера; дана сравнительная характеристика изменений проходящих на озере.

Озеро Лысый Лиман длиной 8 км, площадь акватории составляет в среднем 800 га. Исследование участков озера проводилось в 2020-2021 гг. Пробы воды, взвешенных

веществ и донных отложений отбирались в 8 точках озера: 12 проб воды с глубины 0,5 м и 10 проб донных отложений.

Определение рН, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub> проводилось потенциометрическим методом на приборе «Иономер И-130» с ион-селективными электродами, тяжелые металлы определены атомно-абсорбционным методом [5, 6]. Проведена комплексная оценка качества воды [5, 7].

Результаты изучения нескольких озер, пруда, канала показали, что общая минерализация находилась в пределах 660-2258 мг/л, жесткость – 3,1-16,50 мэкв/л, величина рН изменялась в пределах 6,58-8,1. Полученные результаты сравнивали с гигиеническим нормативом. Тип воды по О.А. Алекину [5]- гидрокарбонатный класс, магниевое-кальциевой группа, II типа HCO<sub>3</sub>-Cl-Mg-Ca.

По всему периметру озера Л. Лиман преобладающими компонентами солевого состава являются ионы HCO<sub>3</sub><sup>-1</sup> (335,5 мэкв/л), ионы Ca<sup>+2</sup> (862,6 мэкв/л) и Mg<sup>+2</sup> (1615,0 мэкв/л). Близлежащие озера (Долгонькое, Цаган-Хаг, Маныч-Гудило), пруды (пос. Воробьево, Первомайское), Чограйского водохранилища отличаются меньшей засоленностью и более благоприятным солевым составом. Все водоемы имеют превышение нормативов для вод санитарно-хозяйственного назначения. Водная вытяжка из донных отложений озера Л.Лиман свидетельствует о высокой степени их засоления, отмечается высокое содержание натрия, сульфатов и гидрокарбонатов.

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в поверхностных водах обусловлено природными условиями [1, 6, 7], превышений концентраций относительно ПДК в воде отмечается по железу и марганцу, которое наследуется водой от почвообразующих пород. Образуется концентрационный ряд Fe>Mn>Al>Zn>Cu>Pb>As>Cd>Hg. Концентрация Fe меньше ПДК в 2-2,7 раз, Al – в 5 раз, Pb

– в 1.5 раза, Cd – в 4 раза. Высокое содержание железа общего обусловлено интенсивными процессами вымывания из грунтов в летне-осенний период. Детальное изучение отложений озер показало, что существует значительная неоднородность распределения ТМ. Для металлов найдены высокие концентрации в донных отложениях оз. Лысый Лиман с превышением ПДК по Pb, Cd, Cu, Zn, Ni. Таким образом, имеющаяся минеральная матрица способствует сорбции металлов на нее в виде органоминеральных комплексов и переходу в подвижные формы. Усилению перехода валовых форм ТМ в подвижные формы способствует и высокая минерализация вод [4, 8].

Расчет индекса загрязненности вод (ИЗВ) для поверхностных вод проводится только по строго ограниченному количеству ингредиентов [7]. Расчет ИЗВ по 6 показателям показал, что вода озер Маныч Гудило (ИЗВ 24,5) и Лысый Лиман (ИЗВ 16,6) характеризуются как умеренно грязные, но воды озер имеют тенденцию улучшения качества (изменение по сравнению с водой весной  $\Delta$ ИЗВ=28,4%), что позволит в дальнейшем использовать ее для поения скота.

Большую известность минеральным водам Приютненского района придает наличие в них солей брома, йода и бора. Вода озера относится к йодобромному типу: бромида натрия 32.96 мг/л, иодида натрия – 9,0 мг/л, борной кислоты – 131 мг/л.

Показано, что в отложениях органического типа присутствуют примерно равные количества гуминовых и фульвокислот (12,9 и 28,2%), их количество снижается в 2-6 раз в отложениях минерального типа по сравнению с органическими отложениями (1,1 и 7,3%).

#### Выводы

1. По озеру Лысый Лиман отмечены значительные изменения минерализации, ионного состава, органических

и биогенных веществ. По солевому составу вода озера характеризуется преобладанием сульфатов, хлоридов и карбонатов солей кальция, магния и натрия.

2. Определены микрокомпоненты озера Лысый Лиман – соединения железа, тяжелые металлы. Образуется концентрационный ряд  $Fe > Mn > Al > Zn > Cu > Pb > Cd$ .

3. Водная вытяжка свидетельствует о высокой степени засоленности донных отложений, отмечено высокое содержание натрия, сульфатов и гидрокарбонатов.

### *Литература*

1. *Абушинова Н.Н.* Медико-биологическое обоснование эффективности курортных факторов грязевого месторождения озера Большое Яшалтинское республики Калмыкия. Элиста: Джангр, 2000. 192 с.

2. *Доскач А.Г.* Основные черты природных условий Северного Прикаспия // Природное районирование Прикаспийской низменности и ее сельскохозяйственное использование. Тр. почв, ин-та им. В.В. Докучаева. М.: Наука. 1990. С. 10-18.

3. *Рахманин Ю.А.* Качество и безопасность воды различных видов водопользования // Экологический вестник России. 2008. №3. С.24-28.

4. *Сангаджиев М.М., Онкаев В.А.* Экологические проблемы водоснабжения Республики Калмыкия // Охрана окружающей среды и природопользование. Изд.: ЦОЭК. СПб: 2013. № 4. С. 48-52.

5. *Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А.* Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1989.

6. *Mendiguchia C.* Using chemometric tools to assess antropogenic effects in river water. A case study: Guadalquivir River (Spain)/ *Mendiguchia C., Moreno C., Galindo-Riano D.M., Arcia-Vargas M.* // *Anal. Chim. Acta.* 2004. V.515. P.143-149.

7. *Оксиук О.П., Жукинский В.Н, Брагинский Л.П. и др.* Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29. № 4. С. 62-76.

8. *Сангаджиева Л.Х.* Миграция микроэлементов в питьевых

и минеральных водах Калмыкии // Известия вузов Сев.-Кавк. Регион. Естеств. науки, 2006. №1. С. 98-103.

*Sangadzhieva O.S., Manzhikova A.V., Bochkaev S.L.,  
Sangadzhieva L.Ch., Kikildeev L.E.*

**FEATURES OF THE CHEMICAL COMPOSITION  
OF BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE BALD ESTUARY**

*B.B.Gorodovikov Kalmyk State University, Russia*

The processes in Lake Bald Estuary are characterized by significant changes in mineralization, in ionic composition, in the accumulation of organic and biogenic substances throughout the lake. According to the salt composition, the lake water is characterized by a predominance of sulfates, chlorides and carbonates of calcium, magnesium and sodium salts. The main pollutants of Lake Bald Estuary are nitrogen compounds (especially nitrate and ammonium nitrogen), phenols, iron compounds, heavy metals. A concentration series of Fe> Mn> Al> Zn> Cu> Pb> Cd is formed. The water extraction of bottom sediments indicates a high degree of salinity of bottom sediments, the type of salinity is bicarbonate - sulfate sodium. The high mineralization of waters contributes to the strengthening of the transition of gross forms of heavy metals into mobile forms.

*Сивцов А.В.<sup>1</sup>, Шадин А.Е.<sup>1</sup>, Каменев О.В.<sup>1</sup>,  
Ревнищев И.С.<sup>1</sup>, Бураева Е.А.<sup>2</sup>*

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

<sup>1</sup>*Физический факультет Южного федерального университета,  
Россия*

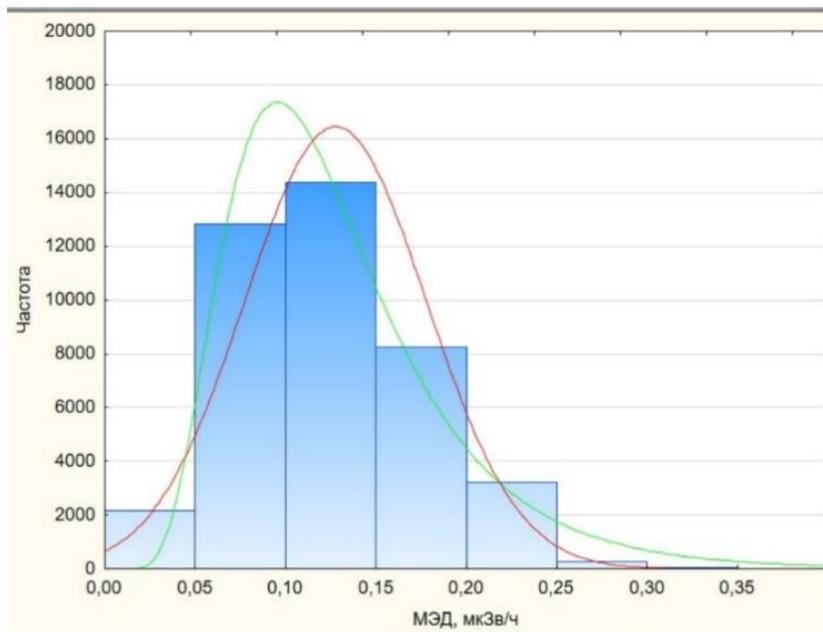
<sup>2</sup>*НИИ физики Южного федерального университета, Россия*  
[Sivtsov1999@list.ru](mailto:Sivtsov1999@list.ru)

В работе представлены результаты измерений мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД) на территории городов и сельских поселений Ростовской области. Показано, что на территории области со средней МЭД варьируется в диапазоне 0.10 – 0,13 мкЗв/ч и не превышает допустимого значения установленного нормами радиационной безопасности Российской Федерации (НРБ 99/2009). Технические предприятия города оказывают минимальное воздействие на радиоэкологическую обстановку Ростовской области.

На территории Ростовской области находятся десятки крупных промышленных предприятий, а также Ростовская АЭС с четырьмя действующими энергоблоками [1] и Новочеркасская ГРЭС, установленная электрическая мощность которой – 2258 МВт. На территории региона с таким большим населением и высоким уровнем развития промышленности важно поддерживать высокий уровень радиационной безопасности. Для этого необходимо регулярно проводить мониторинг ситуации как в окрестности потенциальных источников опасности, так и в жилых районах. Цель исследования заключается в оценке распределения МЭД на территории городов и сельских поселений Ростовской области. Полученные результаты могут использоваться при оценке уровня загрязненности территорий в независимых экологических мониторингах. Измерение МЭД проводилось методом пешеходной гамма-съемки на высоте 1 м над землей при помощи

дозиметра-радиометра «ДКС-96» с блоком детектирования «БДКС-96с», а также дозиметра – радиометра «ДРБП-03» со встроенным блоком детектирования «СБМ-20».

На рисунке 1 представлены результаты статистической обработки измерений МЭД в Ростовской области.



**Рис. 1.** Диаграмма распределения МЭД в Ростовской области.

В таблице 1 приведена описательная статистика данного распределения.

**Таблица 1.** Описательная статистика МЭД в Ростовской области.

Параметр	Значение
Среднее, мкЗв/ч	0,13
Медиана, мкЗв/ч	0,12
Мода, мкЗв/ч	0,12
Минимум, мкЗв/ч	0,01
Максимум, мкЗв/ч	0,51
Стандартная ошибка, мкЗв/ч	0,0002

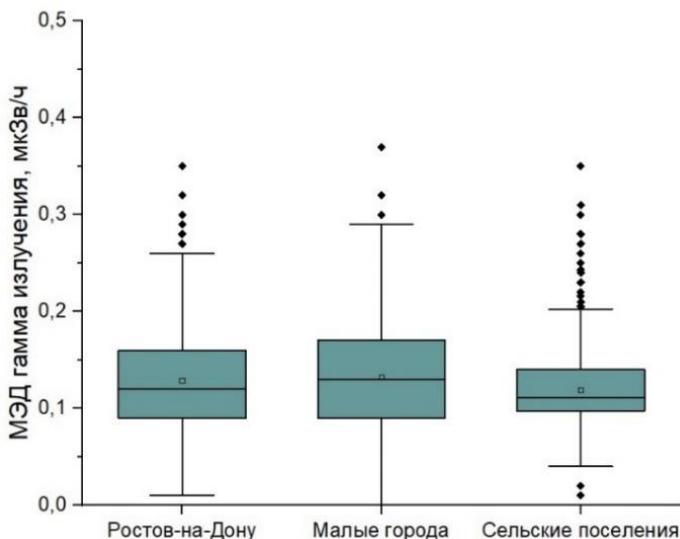
<b>Параметр</b>	<b>Значение</b>
Стандартное отклонение, мкЗв/ч	0,05
Эксцесс	0,40
Асимметричность	0,55
Количество измерений, шт	41125

Анализируя диаграмму распределения, представленную на рис.1 и описательную статистику, представленную в таблице 1, можно сделать вывод о близости данного распределения к логнормальному и анализируя средние и модальные значения, которые варьируются в диапазоне 0,12 – 0,13 мкЗв/ч , соотносится с литературными данными[2,3] и не превышает МЭД гамма – излучения установленных в НРБ-99/2009 для населения[4].

Для более точной оценки все данные МЭД в Ростовской области были разделены на МЭД, измеренную в малых городах, в сельских поселениях и в г.Ростове-на-Дону. Такая группировка данных, в зависимости от места их получения, позволяет оценить влияние автомобильного транспорта и объектов промышленности и т.д. на общую радиозокологическую картину Ростовской области. Результаты анализа по группам приведены в таблице 2 и на рис.2.

**Таблица 2.** Средние и модальные значения МЭД в различных группах населенных пунктов

<b>Параметр</b>	<b>г. Ростов-на-Дону</b>	<b>Малые города</b>	<b>Сельские поселения</b>
Среднее, мкЗв/ч	0,13	0,13	0,12
Минимальное, мкЗв/ч	0,01	0,01	0,01
Максимальное, мкЗв/ч	0,35	0,51	0,4
Медиана, мкЗв/ч	0,12	0,13	0,11
Мода, мкЗв/ч	0,12	0,12	0,10



**Рис. 2.** МЭД в различных группах населенных пунктов Ростовской области

Анализируя ящичную диаграмму, представленную на рис.2 и средние и модальные значения, представленные в таблице 2 можно сделать вывод о том, что в соответствии с приложением 5 НРБ-99/2009 территория Ростовской области не относится к зонам радиоактивного загрязнения, проживание и хозяйственная деятельность населения по радиационному фактору не ограничивается.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032) / (БА30110/20-3-07ИФ)

### *Литература*

1. Сайт РОСЭНЕРГОАТОМ [Электронный ресурс] -.- Режим доступа: [https://www.rosenergoatom.ru/stations\\_projects/sayt-rostovskoy-aes/](https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-rostovskoy-aes/). Дата обращения 27.02.22 г.

2. Каменев О.В., Шадин А.Е., Ерчихин А.Д., Бураева Е.А. Распределение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения

в г. Ростове-на-Дону. // В сборнике трудов XVII Ежегодной молодежной научной конференции "Наука и технологии Юга России", г. Ростов-на-Дону, 15-30 апреля. 2021 г.

3. Антонова Е.Ю., Огиенко А.В., Буряева Е.А. Дозовые нагрузки на территориях сельских поселений Ростовской области. // В сб. материалов IV Международной (XVII региональной) научной конференции «Техногенные системы и экологический риск», 19-20 апреля 2021 года, Обнинск. 2021.

4. СанПин 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации Г.Г. Онищенко от 7 июля 2009 г № 47 с 01 сентября 2009 г.

*Sivtsov A.V.<sup>1</sup>, Shadin A.E.<sup>1</sup>, Kamenev O.V.<sup>1</sup>,  
Revnitsev I.S.<sup>1</sup>, Buraeva E.A.<sup>2</sup>*

**DOSE RATE CHARACTERISTICS OF GAMMA RADIATION  
IN THE TERRITORY OF THE ROSTOV REGION**

*<sup>1</sup>Physics Faculty, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*

*<sup>2</sup>Research Institute of Physics, Southern Federal University,  
Rostov-on-Don, Russia*

The paper presents the results of measurements of the equivalent dose rate of gamma radiation (EDR) on the territory of cities and rural settlements of the Rostov region. It is shown that in the territory of the region with an average EDR varies in the range of 0.10 - 0.13  $\mu\text{Sv/h}$  and does not exceed the permissible value established by the radiation safety standards of the Russian Federation (NRB 99/2009). Technical enterprises of the city have minimal impact on the radioecological situation of the Rostov district.

*Скорородова Е.О., Яблонская Д. А.*  
**МАКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД РОДНИКОВ  
ВОДОСБОРА РЕКИ ГОРЕТОВКА**

*Московский государственный университет  
имени М. В. Ломоносова, Россия*  
[katrinskor17@mail.ru](mailto:katrinskor17@mail.ru)

Приведены данные о содержании главных ионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) в водах десяти родников водосбора реки Горетовка.

Река Горетовка является рекой равнинного типа, расположена в Московской области. Течение реки направлено с северо-запада на юго-восток, река преимущественно протекает по густонаселенной местности с плотной застройкой и впадает в реку Сходня. Длина реки составляет 27 км, площадь бассейна 95 кв. км [1].

По данным [2] площадь водосбора реки находится в области развития плейстоценовых отложений среднего звена, представленных суглинками с гравием, галькой и валунами основной морены мощностью 5-25 м. Они перекрывают верхнеюрские отложения: глины оксфордского яруса, алевролиты и пески с включениями фосфоритов волжского яруса.

Питание осуществляется в основном за счёт талых снеговых вод (до 60 % годового стока), на долю дождевых вод приходится 12-20 %, остальную часть составляют родники [3], большинство из которых приурочены к высокому правому берегу реки.

С целью определения состава вод родников в августе 2021 года было проведено их опробование, отобрано 10 проб воды (табл. 1). В ходе полевых обследований местоположение родников фиксировали с помощью GPS-приемника, определяли температуру, рН и электропроводность воды с использованием портативных рН-метра и кондуктометра.

В лабораторных условиях на кафедре геохимии

геологического факультета МГУ определяли содержание  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  методами объемного титрования,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  методом пламенной фотометрии [4],  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$  методом потенциометрии,  $\text{SO}_4^{2-}$  методом рентгенофлуоресцентного анализа с предконцентрированием по методу высушенной капли [5].

**Таблица 1.** Описание точек отбора проб воды из родников водосбора реки Горетовка

№	Коорд., с.ш., в.д.	Описание места отбора	T, °C	$\sigma$ мкСм/ см	pH
1	55.929338 37.238404	Родник в лесопарке усадыбы Середниково, тер. управление Кутузовское	15	582	6,9
2	55.93318 37.22758	Родник в дер. Середниково	21	1307	6,9
3	55.94850 37.217101	Родник Рожковский ключ, район Крюково	21	735	7,4
4	55.958508 37.166098	Родник, крутой правый берег р.Горетовка, южная граница г.Зеленоград	17	527	7,2
5	55.966255 37.159719	Ключ во имя Андрея Рублева, г. Зеленоград	15	708	6,9
6	55.959443 37.146642	Родник, оборудованный в лесной зоне отдыха, тер. управление Андреевка	15	534	7,7
7	55.987117 37.096248	Родник в лесной зоне, дер.Голубое.	21	583	7,3
8	55.983972 37.094796	Родник на берегу пруда, дер.Голубое	15	506	7,5
9	55.935794 37.284843	Родник, дер.Голиково	15	924	7,2
10	55.940289 37.282087	Родник, мкр.Сходня	15	1039	6,8

Все родники каптированы, находятся в пределах

населенных пунктов. Результаты определения ионного состава вод исследованных родников приведены в таблице 2, по своему составу и свойствам они соответствуют требованиям к качеству воды нецентрализованного водоснабжения [6]. Близкое к нормативному (45 мг/л) содержание нитратов в воде родников 9 и 10 предположительно связано с их локацией внутри населенных пунктов со сплошным земледельческим освоением.

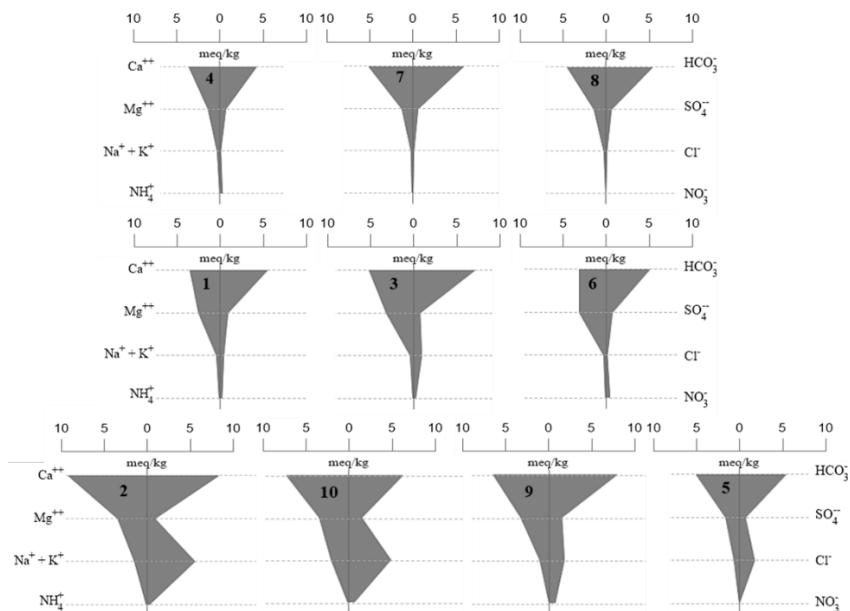
**Таблица 2.** Ионный состав вод (мг/л) родников водосбора реки Горетовка

№	M	Ca	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
1	465	65	28	8	0,8	1,8	306	11	36	9
2	981	173	39	31	1,1	1,4	484	188	42	21
3	613	95	36	7	0,8	1,0	403	31	30	10
4	388	69	16	5	0,8	0,6	246	4	31	16
5	523	95	18	13	0,8	0,8	310	56	30	1,0
6	452	59	35	6	0,4	0,5	288	3	34	27
7	496	97	14	4	0,8	0,6	347	3	28	1,0
8	424	80	15	4	0,8	0,4	295	2	27	1,0
9	804	124	39	23	1,1	0,9	456	57	66	37
10	789	125	35	40	0,4	0,7	336	152	62	39

Графически состав вод родников отображен с помощью диаграмм Стиффа (рис. 1), построенных в модуле GSS Community Edition программного пакета The Geochemist's Workbench (GWB) в варианте бесплатной версии [7].

По составу вод исследованные родники можно разделить на три группы. Родники первой и второй групп расположены в естественном ландшафте, на удалении от жилых застроек и городских территорий. К первой группе отнесены родники №№ 4, 7 и 8, воды которых относятся к гидрокарбонатным кальциевым, с подчиненным содержанием остальных катионов и анионов. Состав вод второй группы (№№ 1, 3, 6) гидрокарбонатный, магниево-кальциевый. Родники третьей группы (№№ 2, 10, 9, 5)

расположены непосредственно в населенных пунктах, воды гидрокарбонатные, магниево-кальциевые, отличаются повышенным содержанием натрия и хлорид-иона.



**Рис. 1.** Диаграммы Стиффа макрокомпонентного состава вод родников водосбора реки Горетовка (жирным шрифтом на диаграммах подписаны номера точек отбора проб воды)

### Литература

1. *Насимович Ю.А.* Реки, озера и пруды Москвы: [Электронный ресурс]. 2005 г. Режим доступа: <http://temnyjles.narod.ru/Reki.htm> . Дата обращения 01.03.2022
2. URL: [http://temnyjles.ru/Nasimovich\\_kraevedenie/reki.shtml](http://temnyjles.ru/Nasimovich_kraevedenie/reki.shtml). Дата обращения: 01.03.2022
3. *Кузьмин А.Н., Кириков В.П., Лукьянова Н.В., Максимов А.В., и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист N-37 Москва.

Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015 г.

4. Вагнер Б.Б. Реки и озёра Подмоскovie (Исторический путеводитель). М.: Вече, 2007 г.

5. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. Изд. 3-е, переработ. и доп. М.: изд-во Недрa, 1970.

6. Лубкова Т.Н., Липатникова О.А., Филатова О.Р., Балыкова И.В. Рентгенофлуоресцентный анализ сульфат-иона в водных растворах по методу высушенной капли с использованием портативного спектрометра // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. № 2. 2022 г. (в печати)

7. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

8. Программный пакет The Geochemist's Workbench (GWB) [Электронный ресурс] URL: <https://www.gwb.com>. Дата обращения 03.02.2021.

*Skorokhodova E.O., Yablonskaya D.A.*  
**MAJOR IONS IN THE SPRING'S WATERS OF THE  
GORETOVKA RIVER CATCHMENT**  
*Lomonosov Moscow State University, Russia*

This study was carried out to evaluate the content of major ions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) in the waters of 10 springs of the Goretovka river catchment.

*Соловьев Д.А.<sup>1</sup>, Нефедова Л.В.<sup>2</sup>*  
**ПРОГНОЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ  
В АРКТИКЕ НА БАЗЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА  
ИНДИКАТОРОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ**

<sup>1</sup>*Институт океанологии имени П.П. Ширинова РАН, Россия*

<sup>2</sup>*Московский государственный университет*

*имени М.В. Ломоносова, Россия*

[solovev@ocean.ru](mailto:solovev@ocean.ru)

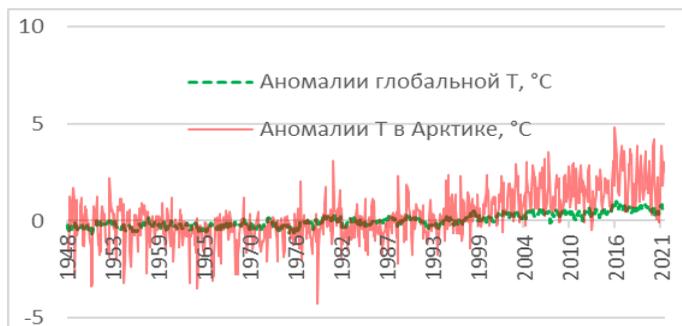
В работе рассмотрены отдельные аспекты проблематики мониторинга климатических аномалий в Арктическом регионе с оценкой их воздействия на природные экосистемы. Исследование причин и возможных последствий аномальных климатических условий является одной из главнейших задач современной климатологии.

Проанализированы результаты многолетнего мониторинга климатических изменений в Арктическом регионе и результаты расчетов физико-математических моделей климата. На основе выполненного вейвлет-анализа анализа характерных индикаторов климатических колебаний сделан прогноз, показывающий, что в ближайшие годы могут наблюдаться значительные колебания температуры с высокой вероятностью ее повышения в различных регионах Арктики. Прогнозные оценки базируются на выполненных исследованиях характеристики цикличности таяния и увеличения морских льдов, идущей на фоне общего сокращения площади льдов и их связь с другими циклическими природными процессами.

Арктический регион оказывает существенное влияние на климатические процессы Земли, поскольку воды Северного Ледовитого океана во многом определяют циркуляцию вод Мирового океана и движение воздушных масс [1].

Процессы потепления климата на планете идут уже на протяжении трёхсот лет. Наблюдаемые глобальные изменения климата связывают с ростом концентрации в атмосфере парниковых газов: углекислого газа, метана, закиси азота. По мнению учёных, это началось с середины XVIII в., вместе с индустриальной эпохой, которая сопровождалась

сжиганием углеводородов и сокращением лесов – естественных поглотителей углекислого газа из атмосферы.



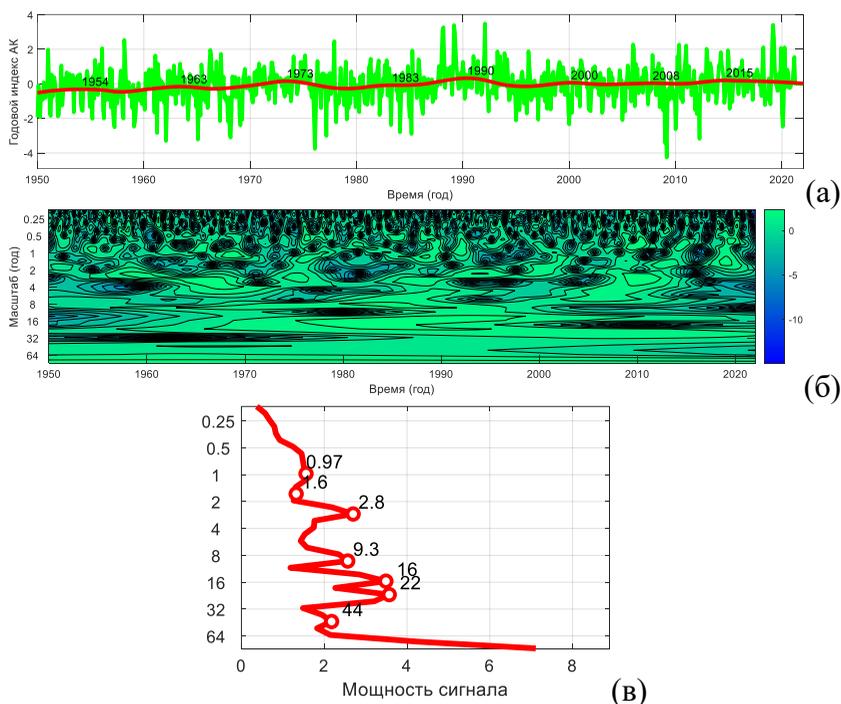
**Рис. 1.** Динамика ежегодного отклонения от средней (1979-2000) температуры воздуха (регион Арктики; глобальная температура). Источник: NCEP/NCAR Reanalysis V1, [2].

Считается, что наблюдаемое в последние десятилетия ускорение процесса потепления тоже связано с деятельностью человека. При этом ожидаемая скорость потепления в Арктике будет в два раза выше по сравнению со среднемировой [2]. Согласно расчетам физико-математических моделей климата СМIP3 (эти модели создали основу для 4-го оценочного доклада МГЭИК [3]), в XXI в. рост температуры в Арктике будет более чем вдвое превосходить среднее глобальное потепление. Например, в случае реализации «умеренного» сценария в конце XXI в., по сравнению с концом XX в., средняя глобальная температура может увеличиться на  $2.8^{\circ}\text{C}$ , при этом на большей части суши – примерно на  $3.5^{\circ}\text{C}$ , тогда как в Арктике – на  $7^{\circ}\text{C}$ .

График, показанный на рис.1. позволяет отследить величину отклонения от средней температуры за каждый год начиная с 1948 по 2022 гг.. Сплошная линия указывает на арктические аномалии температуры, а пунктирная линия – на глобальные аномалии температуры. На протяжении большей части наблюдений арктические аномалии колебались как выше, так и ниже среднего глобального значения из-за естест-

венной изменчивости, но после 2000 года арктические температуры остаются неизменно выше среднего глобального значения. Многолетняя повторяемость аномального потепления в Арктическом регионе начиная с 2014 года не похожа ни на один другой зарегистрированный период.

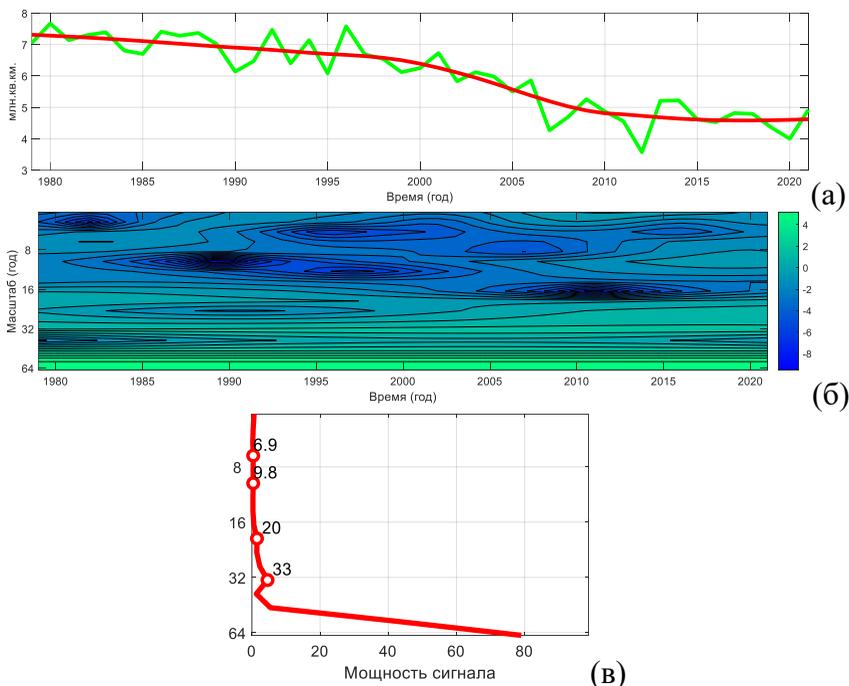
Климатические аномалии в Арктическом регионе можно исследовать, анализируя характерные климатические колебания. Арктическое колебание (АК) (осцилляция) считается одним из основных климатических индексов, характеризующих несезонные вариации атмосферного давления над уровнем моря севернее  $20^{\circ}$  с.ш. Для спектрального анализа временного ряда АК использовались метод скользящих средних (сглаживания) и метод вейвлет – анализа [4-6] (рис.2).



**Рис.2.** Ряды данных (а) и вейвлет-преобразование (б) и глобальный вейвлет спектр (в) АК (1950 -2022 гг.).

Источник: расчеты авторов, [6].

Спектральный анализ индекса АК (1950-2022) представлен на рис. 2, а-в. На всем промежутке времени хорошо прослеживаются доминирующие гармоники с периодом повторяющихся максимумов  $7 \sim 10$  лет. Глобальный вейвлет спектр (рис.2, в) позволяет выделить характерные периоды колебаний положительных и отрицательных фаз АК  $\sim 3, 9, 16$  и  $22$  года на рассматриваемом промежутке времени. В феврале 2020 года индекс арктического колебания достиг рекордного значения (3,417). Предыдущий рекорд (3,495) был установлен 30 лет назад в январе 1993 года, что подтверждает квазидесятилетний характер повторяемости положительных фаз АК, отмечаемый на рис.2,а. Индекс АК показывает, во сколько раз разница давления выше нормы. Это приводит к интенсивным циклонам над Северной Атлантикой и сильным струйным течениям над Северным полушарием, включая Арктический регион. Результаты вейвлет-анализа АК, позволяют прогнозировать характерные периоды повторяемости интенсивного циклоногенеза над Северной Атлантикой, что в свою очередь будет способствовать росту аномалий температуры с высокой вероятностью ее повышения в различных регионах Арктики и снижению уровня концентрации морского льда. На рис.3, а-в, показан спектральный анализ минимальной протяженности морского льда в Арктике в сентябре месяце, когда он достигает своего минимума каждый год с 1979 по 2021 гг. Сравнивая данные спектрального анализа временного ряда АК и межгодового таяния и увеличения морских льдов в сентябре, идущей на фоне общего сокращения площади льдов, можно отметить общий характерный период  $10 \sim 20$  лет [7].



**Рис.3.** Минимальная протяженность морского льда в Арктике в сентябре (1979 -2021 гг.). - ряды данных (а) и вейвлет-преобразование (б) и глобальный вейвлет спектр (в).  
 Источник: [7].

Цикличность этих процессов указывает на их общие естественные причины. Тем не менее, гипотеза о наличии цикла в изменении аномалий климата Арктики не противоречит антропогенной теории происходящих в настоящее время глобальных климатических изменений. По данным МГЭИК, существование циклических процессов неоспоримо, но в последние 10-20 лет на них накладывается воздействие относительно краткосрочного антропогенного усиления парникового эффекта.

Во всяком случае, необходимо учитывать последствия ожидаемого потепления для России, потому что значительная часть её территории находится в области

максимального прогнозируемого потепления Арктики. Эти последствия не носят однозначного характера и будут иметь и положительные, и отрицательные стороны.

С одной стороны, смягчение климата способно расширить к северу границу зоны комфортного проживания человека, сократить расходы электроэнергии во время отопительного сезона, наращивать перевозки грузов в арктических морях, облегчить экономическое освоение ресурсов арктического шельфа.

С другой стороны, потепление связано с неопределёнными и негативными последствиями. Оно приведёт к вытеснению одних биологических видов другими, что неоднозначно скажется на растительном и животном мире региона и негативно отразится на жизни традиционных народов Севера. Таяние вечной мерзлоты может нанести серьёзный ущерб строениям и коммуникациям.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-27-00655).

#### *Литература.*

1. Добролюбов С.А. Глобальная циркуляция вод океанов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2005. № 1. С. 33–41.

2. Соловьев Д.А. Анализ климатических изменений в Арктике: характеристика и последствия // Физика окружающей среды: материалы XIV Международной Школы молодых ученых «Физика окружающей среды» им. А.Г. Колесника. 2020. С. 94–97.

3. IPCC. IPCC Fourth Assessment Report (AR4) // IPCC. 2007. Vol.1. P. 976. DOI:ISSN: 02767783.

4. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук. 1996. № 11(166). С. 1145–1170.

5. Соловьев Д.А. Локальные механизмы климатической изменчивости и их влияние на социально-экономическую инфраструктуру арктического региона // Всероссийская конференция с международным участием «Глобальные проблемы

Арктики и Антарктики», Архангельск 2 – 5 ноября 2020 г. 2020. С. 163–167.

6. Arctic Oscillation (AO) [Электронный ресурс]. . 2022URL: <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/ao/>. Дата обращения: 20.03.2022.

7. Arctic Sea Ice Extent [Электронный ресурс]. . 2022URL: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/>. Дата обращения: 20.03.2022.

*Solovyev D.A.<sup>1</sup>, Nefedova L.V.<sup>2</sup>*

## **THE PROBLEMS OF MONITORING CLIMATIC ANOMALIES AND THEIR IMPACT ON ARCTIC ECOSYSTEMS**

*<sup>1</sup>Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,  
Russia*

*<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Russia*

The paper considers certain aspects of the monitoring of climatic anomalies in the Arctic region with an assessment of their impact on natural ecosystems. It is shown that the study of the causes and possible consequences of abnormal climatic conditions is one of the main tasks of modern climatology. Authors analyze the results of long-term monitoring of climate change in the Arctic region and the results of calculations of physical and mathematical climate models.

Based on the performed wavelet analysis of the analysis of characteristic indicators of climatic fluctuations, a forecast is made showing that in the coming years there may be significant temperature fluctuations with a high probability of its increase in various regions of the Arctic. The forecast estimates are based on the performed studies of the characteristics of the cyclical melting and increase of sea ice, going against the background of a general reduction in the area of ice and their relationship with other cyclical natural processes.

*Стурман В.И., Логиновская А.Н.*  
**ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАРТОВОГО СОСТОЯНИЯ  
ПОЧВ ОСВАИВАЕМЫХ НЕФТЯНЫХ  
И НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

*Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Россия*  
[st@izh.com](mailto:st@izh.com)

Представлены данные о фоновых концентрациях тяжелых и токсичных металлов в почвах месторождений углеводородов Восточной Сибири по материалам инженерно-экологических изысканий. Определены фоновые концентрации для наиболее распространенных типов почв. В ряде случаев выявлены превышения фоновыми концентрациями гигиенических нормативов по никелю, мышьяку, меди и цинку. Установлены ассоциации химических элементов, обусловленные геохимическими особенностями региона.

Фоновые концентрации химических элементов относятся к числу важных характеристик исходного состояния среды на территориях хозяйственного освоения. В этой связи представляют интерес обобщение материалов инженерно-экологических изысканий по расположенным в Восточной Сибири объектам нефтедобычи, для которых при участии автора разрабатывались разделы проектной документации «Перечень мероприятий по охране окружающей среды».

Всего было проанализировано 189 образцов почв, отобранных в 2008-2021 гг. на нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождениях, расположенных в таежной зоне Средне-Сибирского плоскогорья, в восточной части Красноярского края, северной части Иркутской области и на юго-западе Республики Якутия-Саха: Ангаро-Илимском, Верхне-Джукунском, Верхненепском участке недр, Верхнетирском участке недр, Даниловском, Иктехском, Кийском участке недр, Марковском,

Мундукшинском участке недр, Мунтульском участке недр, Нарьягинском, Северо-Могдинском, Ялыкском участке недр, Ярактинском.

Литогенную основу ландшафтов территорий месторождений составляют терригенные отложения и карбонатные породы кембрийской и ордовикской систем, а также их юрские и четвертичные дериваты. В четвертичное время территория не подвергалась оледенениям. Распространение многолетней мерзлоты в современных условиях имеет островной характер. В почвенном покрове месторождений преобладают дерново-подзолистые, мерзлотно-таежные, дерновые лесные, дерново-карбонатные и торфянистые почвы.

Отбор проб производился на площадках размещения промысловых объектов, до снятия плодородного слоя и начала строительных работ. Отбор производился согласно ГОСТ 17.4.3.01—83 и ГОСТ 17.4.3.01—2017. Анализы выполнены в аккредитованных лабораториях, с определением валовых форм. В целях анализа взаимосвязей между концентрациями элементов использован Ward's method [1].

Средние концентрации химических элементов по типам почв представлены в таблице 1. Как видно из неё, различия между почвенными типами по концентрациям элементов относительно невелики, что отражает сходство состава общего источника элементов – подстилающих горных пород. Несколько выделяется повышенными концентрациями меди и никеля торфяно-подзолистая иллювиально-железистая почва. Также закономерно резко пониженное содержание в торфянистых почвах токсичных элементов, не участвующих в биологическом круговороте. Технозем, т.е. минеральные грунты, вышедшие на поверхность после снятия плодородного слоя, тоже отличаются незначительно, что отражает слабость биоаккумуляции в почвах в условиях холодного климата восточносибирской тайги. Средние концентрации свинца, цинка и меди по дерновым лесным почвам несколько выделяются из общего ряда; в этом,

вероятно, сказывается эффект малой выборки.

**Таблица 1.** Средние концентрации химических элементов по типам почв

Почвенные разности	Число проб	Элементы						
		Pb	Zn	Cu	Ni	Cd	Hg	As
Дерново-подзолистые	69	10,5	42,4	30,3	34,3	0,42	0,036	2,62
Дерново-карбонатные	33	9,1	43,7	35,4	27,0	0,143	0,094	2,30
Дерновые лесные	9	15,7	49,7	6,7	30,1	0,29	0,044	3,37
Мерзлотно-таежные	17	11,5	41,9	24,4	29,0	0,33	0,023	2,58
Торфянистые	12	11,1	31,2	28,6	26,5	<0,05	<0,005	<0,005
Технозем	9	5,21	20,5	34,1	15,3	0,21	0,01	0,18

В 22,2% проб выявлены концентрации тех или иных элементов, превышающие значения ОДК согласно СанПиН 1.2.3685-21 [2]. В том числе превышения отмечены в 60,4% проб супесчаных почв, 25,0% кислых суглинистых и глинистых почв и 3,8% близких к нейтральным и нейтральных суглинистых и глинистых почв. Превышения ОДК наблюдались по никелю (6,9% проб, кратность до 2,95 раз), мышьяку (6,3% проб, кратность до 2,2 раз), меди (3,2%, кратность до 2 раз), цинку (2,6%, кратность до 1,75 раз), т.е. чем тяжелее состав почв и выше значения рН, тем реже встречаются превышения гигиенических нормативов и меньше кратность их превышения. В целом, такой набор элементов с превышениями фоновых концентраций над ОДК и кратностью превышений достаточно близок к обобщающим данным согласно [3, 4].

В целях выявления ассоциаций элементов в рассматриваемых почвах были определены коэффициенты корреляции и построены дендрограммы взаимосвязей

содержания химических элементов. Из глинистых и суглинистых почв с показателем рН <5,5 было отобрано 36 проб. Наиболее тесные связи были выявлены для Ni и Zn (0,83), Ni и Pb (0,52); Hg и Cd (связь обратная -0,76). Из глинистых и суглинистых почв с показателем рН >5,5 было отобрано 105 проб. Наиболее тесные связи оказались характерны для Ni и Zn (0,86), Ni и Pb (0,52), As и Pb (0,58). Из супесчаных и песчаных почв было отобрано 48 проб. Наиболее тесными оказались связи Cu и Ni (0,68), As и Cd (обратная связь -0,72), Ni и Zn (0,60). В целом, для всех трех группировок почв оказались свойственны одни и те же ассоциации металлов: никель, цинк и медь; кадмий, ртуть, мышьяк и свинец. Это отражает геохимическую общность исходных пород; для всего региона ими являются нижнепалеозойские отложения.

Представленные средние концентрации металлов для изученных ассоциаций почв в случаях, когда они определены на основе достаточно представительных выборок, по результатам анализов, выполненных с соблюдением метрологических требований, могут приниматься за фоновые при последующих инженерно-экологических изысканиях в регионе.

### *Литература*

1. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Академия, 2004

2. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/400274954/> Дата обращения 21.01.2022.

3. Мотузова Г.В., Карпова Е.А., Барсова Н.Ю. Марганец, медь, цинк в почвах // Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: Астрель, 2011. С. 220-225.

4. Савичев О.Г., Копылова Ю.Г., Хващевская А.А. Эколого-геохимическое состояние окружающей среды в Северном

Приангарье (Восточная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 316. № 1. С. 129-136.

*Sturman V.I., Loginovskaya A.N.*

**CHARACTERISTICS OF THE STARTING CONDITION  
OF SOILS OF THE DEVELOPED OIL AND OIL-GAS  
CONDENSATE FIELDS OF EASTERN SIBERIA**

*The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University  
of Telecommunications, Russia*

Data on background concentration of heavy and toxic metals in soils of oil and oil-gas condensate fields of Eastern Siberia on materials of engineering-ecological researches are submitted. Background concentration for the most widespread types of soils are defined.

In some cases excesses by background concentration of hygienic standards for nickel, arsenic, copper and zinc are revealed.

The associations of chemical elements caused by geochemical features of the region are established.

*Сулаева О.Ю.*  
**СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ  
АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ  
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ**

*Ивановский государственный химико-технологический  
университет, Россия*  
[sulaevaolia@yandex.ru](mailto:sulaevaolia@yandex.ru)

В работе приводятся результаты измерений содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях (Уводьское водохранилище) на территории г. Иваново. По результатам исследования был произведен сравнительный анализ полученных концентраций ПАУ за период «зима – лето» 2021 года, выявлены вероятные каналы поступления загрязнителя в окружающую среду. Полученные данные позволили оценить суммарные концентрации ПАУ в отобранных пробах.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются известными загрязнителями окружающей среды при низких концентрациях, а 17 из них включены Агентством по охране окружающей среды США в список приоритетных загрязнителей [1]. Основным каналом их образования является неполное сгорание органических материалов, включая не только хозяйственную деятельность человека, но также естественные процессы, такие как лесные пожары и извержения вулканов [2]. В процессах сухого и мокрого осаждения из атмосферы и вследствие высокой устойчивости к окислительным процессам, они распространяются во всех объектах окружающей среды [3]. Повсеместная распространённость и высокая токсичность делает эту группу соединений опасной для здоровья населения, даже при низких дозах воздействия на организм человека. Почва и донные отложения являются конечным объектом накопления ПАУ (за счет их высокой гидрофобности и способности агрегироваться на твердых частицах), в которых

они могут находиться достаточно длительное время, поэтому содержание в них токсикантов считают одним из наиболее объективных критериев состояния загрязнения окружающей среды. Поэтому контроль ПАУ в почвах и донных отложениях должен являться неотъемлемой частью экологического мониторинга окружающей среды [4].

Группа ПАУ включает в себя более 100 соединений, однако лишь для некоторых из них установлены предельно-допустимые концентрации в почве (нафталин, антрацен, флуорантен, бенз[а]антрацен, хризен, бенз[ghi]перилен, бенз[k]-флуорантен, бенз[b]флуорантен). Принято, что из всех ПАУ общепринятым маркером загрязнения окружающей среды является бенз[а]пирен, предельно допустимая концентрация (ПДК) которого в почве установлена на уровне 20 мкг/кг в России (в соответствии с СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, ...»). Целью исследования являлся контроль уровня загрязнения ПАУ донных отложений Уводьского водохранилища, являющегося источником питьевой воды для г. Иваново.

Для оценки содержания ПАУ в объекте исследования было выбрано 7 контрольных точек, в которых осуществлялся отбор донных отложений: 1. Авдотьино, 2. Худынино, 3. Егорий, 4. Рожново, 5. Конохово, 6. Лесная зона, 7. Крюково, расположенных по периметру водного объекта. Большая часть точек отбора проб находится вблизи населённых пунктов и мест отдыха людей, что позволит оценить вклад антропогенных каналов поступления ПАУ.

Пробы массой 200 г отбирали из поверхностного слоя донных отложений (в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80. «Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность»). Для предварительной подготовки влажные образцы высушивали при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния в течение 5 – 7 суток. Ме-

год извлечения ПАУ из донных отложений - экстракция по Сокслету. Полученные элюаты концентрируют на роторном испарителе, после чего проводят идентификацию ПАУ методом ВЭЖХ на приборе марки Fluorat-02М (Россия) в качестве флуориметрического детектора с колонкой «Supelcosil® LC РАН» с обращенно-фазовым сорбентом «Kromasil C18». Оптический сигнал регистрировался в диапазоне длин волн возбуждения 270–360 нм и детектировался при 390–450 нм, что обеспечивало максимальную чувствительность и селективность (в соответствии с ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.62-09. «Количественный химический анализ почв. Методика ... методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.»).

**Таблица 1.** Суммарные концентрации ПАУ

<b>Место отбора проб</b>	<b>Зима</b>	<b>Весна</b>	<b>Лето</b>
1	237,2	396,6	272,2
2	534,5	233,5	351,1
3	94,5	112,6	96,0
4	538,7	526,5	480,8
5	334,3	223,1	293,6
6	409,6	343,3	284,2
7	348,6	516,2	419,4

В периоды с зимы 2021 года и до лета 2021 года (табл.1) суммарное содержание ПАУ в донных отложениях варьировалось в диапазоне от 94,5 до 538,7 мкг/кг. Максимальные концентрации суммы ПАУ (538,7 мкг/кг) наблюдались в пробах донных отложений, отобранных в точке №4 – Рожново. Данный факт связан с источниками поступления ПАУ в водный объект – интенсивное движение автотранспорта, так как место отбора проб находится вблизи моста (проезжей части). Наиболее благоприятная обстановка в Уводьском водохранилище наблюдается в точке №3 – деревня Егорий. Содержание канцерогенных ПАУ составляет 14-16%. Наибольшее содержание канцерогенных ПАУ

замечено в пробах, отобранных в зимний период.

**Таблица 2.** Содержание ПАУ в Увдовском водохранилище

ПАУ	АВДОТЬИНО	ХУДЬНИНО	ЕГОРИЙ	РОЖНОВО	КОНОХОВО	Лесная зона	Крюково
Нафталин	17,7	26,3	15,4	10,1	16,8	96	82,8
Аценафтилен	8,4	1,7	11,1	64,1	10,6	37,7	30,2
Аценафтен	0,9	0,8	3,7	4,5	4,0	1,1	2,6
Фенантрен	48,5	23,1	17,7	59,0	60,0	25,0	58,4
Антрацен	202,2	253,2	37,5	339,3	157,8	116,1	178,4
Флуорен	2,0	1,6	4,6	4,2	3,7	2,4	3,1
Флуорантен	1,2	7,2	1,1	5,3	3,8	6,4	7,2
Бенз(а)-антрацен	5,8	2,8	1,5	8,8	3,9	11,2	7,3
Хризен-	3,1	4,4	3,3	4,7	5,1	6,1	12,3
Бенз(б) флуорантен	1,7	14,6	0,6	3,1	6,2	15,4	1,8
Бенз(к)-флуорантен	0,1	9,3	0,6	0,8	1,2	2,1	3,8
БП	2,2	16,4	1,2	3,3	7,1	16,1	10,3
1,2,5,6 ДБА	4,1	1	1,2	0,5	1,7	8,6	11,7
Бенз(ghi)-перилен	7,4	14,1	2,2	12,6	5,8	15,4	27,2

Анализируя компонентный состав смеси ПАУ, можно сделать вывод, что максимальный вклад в сумму ПАУ вносят 2 индивидуальных ПАУ. В пробах донных отложений наибольшие концентрации были отмечены для антрацена (339,3 мкг/кг) и нафталина (96,0 мкг/кг), что обусловлено высокой, по сравнению с другими соединениями, растворимостью в воде, а также с интенсивным поступлением нефтепродуктов в реку. Можно предположить, что именно локальные источники ответственны за формирование качества воды в Увдовском водохранилище, что подтверждают результаты

проведенных исследований. Это позволяет сделать вывод о необходимости постоянного контроля за их содержанием, что позволит оценить возможные механизмы трансформации и выведения ПАУ из объектов окружающей среды.

### *Литература*

1. *Tsapakisa M., Stephanoua E.G., Karakassis I.* Evaluation of atmospheric transport as a nonpoint source of polycyclic aromatic hydrocarbons in marine sediments of the Eastern Mediterranean. // *Mar Chem.* 2003. Vol. 80. P. 283 – 298.

2. *Wang Z., Fingas M., Shy Y.Y., Sigouin L., Landriault M., Lambert P., Turpin R., Campagna P., Mullin J.* Quantitative characterization of PAHs in burn residue and soot samples and differentiation of pyrogenic PAHs from petrogenic PAHs – the 1994 mobile burn study. // *Environ Sci Technol.* 1999. 33. P. 3100 – 3109.

3. International Agency for Research on Cancer (1983): Polynuclear aromatic compounds: Part 1. Chemical, environmental and experimental data. Lyon, IARC (IARC monograph Vol. 32), Updating of IARC monographs (1987), vol 1-42, suppl 6, 7. Lyon, IARC.

4. *Prabhukumar G, Pagilla K.* Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Urban Runoff—Sources, Sinks and Treatment: A Review. DuPage River Salt Creek Workgroup [Internet]. 2010. Available from: <http://drscw.org/dissolvedoxygen/DPAH1>.

*Sulaeva O. Yu .*

## **THE CONTENT OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN BOTTOM SEDIMENTS**

*Ivanovo State University of Chemical Technology, Russia*

The paper presents the results of measurements of the content of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in bottom sediments (Uvod reservoir) on the territory of Ivanovo. According to the results of the study, a comparative analysis of the obtained concentrations of PAHs for the period "winter – summer" 2021 was carried out, probable channels of the pollutant's entry into the environment were identified. The data obtained made it possible to estimate the total concentrations of PAHs in the selected samples.

**Тихонов В.В., Корийтчук Д.Р., Якушев А.В., Чепцов В.С.,  
Карпухин М.М., Аймалетдинов Р.А., Дроздова О.Ю.**  
**СРАВНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО  
СОСТАВОВ РЕК МЕЖА И ДОН В ПЕРИОД МЕЖЕНИ**

МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия

[yvt1985@gmail.com](mailto:yvt1985@gmail.com)

Исследованы гидрохимические и бактериальные свойства поверхностных вод трёх водоёмов: река Межа, пруд в пос. Заповедный (Тверская обл.) и низовье реки Дон (Ростовская обл.). Среди бактериопланктона, способного расти на растворённом органическом веществе в качестве единственного источника углерода, в р. Дон преобладали *Pseudomonas* sp. и *Deinococcus* sp., в р. Меже - *Pseudomonas* sp. и *Janthinobacterium* sp., в пруду – *Arcicella* sp. Содержание большинства исследованных элементов в воде стоячих водоёмов было ниже, чем в проточных водотоках. Концентрация и активность гетеротрофных бактерий в исследуемых водах положительно коррелировала с содержанием в них биофильных элементов и отрицательно с отсутствием течения. Выявлена тесная корреляция между бактериальными и химическими показателями, обусловленная общими причинами: эвтрофикацией, особенностями физико-географических условий территории, наличием течения и продуктами жизнедеятельности животных.

Имеется множество работ, посвященных изучению санитарно-микробиологических показателей [1,2] и геохимических характеристик [3,4] вод равнинных рек России. Работ по поиску связи между количеством и свойствами микроорганизмов, их активностью и химическим составом воды мало [5,6]. Несмотря на постоянный мониторинг санитарного состояния водоемов, мало данных об автохтонном микробиоме пресноводных водоемов, роль которого чрезвычайно высока [7,8]. Целью работы было выявление взаимосвязей между концентрацией и активностью различных групп гетеротрофных бактерий и химическим составом воды рек таёжной и степной зон Восточно-Европейской равнины, а также идентификация бактериальных доминантов,

способных использовать РОВ в качестве единственного источника углерода.

Отбор воды проводили в середине августа 2021 года в четырех точках: река Дон (47.55898 с.ш., 41.99808 в.д.), река Межа (2 точки: 56.45525 с.ш., 32.96316 в.д. и 56.45006 с.ш., 32.98901 в.д.) и пруд в поселке Заповедный (56.45637 с.ш., 32.97012 в.д.). Выделение бактерий проводили на агаризованные среды (табл.1). Идентификация бактерий проводили путем анализа 16 S рРНК [9]. Для изучения функционирования бактериального комплекса водоёмов применяли комплексный структурно-функциональный метод [10]. Определение содержания анионов проводилось методом ионной хроматографии, содержания металлов и металлоидов – методом оптико-эмиссионной спектрометрии, определение иона аммония – спектрофотометрически с помощью красителя индофенолового синего, содержание растворенного органического углерода и общего азота – на анализаторе LiquiTOCtrace. Статистическую обработку выполняли в программе Statistica 8. Для первичного установления взаимосвязи между химическими и бактериальными показателями водоёмов был проведён корреляционный анализ. Для выявления самых значимых корреляций был проведён множественный линейный регрессионный анализ между показателями, сильно и достоверно коррелирующими по данным корреляционного анализа. Метод главных компонент был применён, чтобы определить степень связи в целом между химическими и бактериальными показателями водоёмов. Решение о достоверности главных компонент принималось по данным кросс-валидации, значениям критерия Кайзера и по графику «Каменной осыпи».

Количество КОЕ бактерий в стоячей воде (р. Межа в районе дамбы и пруд) было ниже, чем в проточных практически на всех средах (табл.1)

**Таблица 1.** Концентрация культивируемых бактерий

Среда	Концентрация бактерий в водоёмах, КОЕ/мл			
	р. Дон	Дамба на р. Меже	р. Межа	Пруд
ГПД	1150±321	1133±44	9166±833	1233±120
Среда Эшби (Himedia, M706)	5000±243	783±142	3800±120 0	1066±384
Питательный агар 37°C (Himedia, M001)	1733±233	61±6	1500±75	71±3
Питательный агар 22°C (Himedia, M001)	1250±230	1133±44	9166±833	506±29
Среда Макконки (Himedia, M081)	266±66	2.0±0.5	199±73	14±3
Олиготрофная среда	933±381	1866±550	3333±763	2033±450
Копиотрофная среда	<b>783±202</b>	883±600	1666±288	1333±288
РОВ (стер. вода+мин. основа Чапека Докса)	108000±80804	63000±30512	143000±39887	41000±34394
Среда для железобактерий (Himedia, M622)	124000±27184	70333±65574	163330±73050	11800±6557
Желчно эскулиновый агар (Himedia, M493)	18±0.6	0.6±0.6	14±5	1.6±1.3

Большая концентрация автохтонного микробиома в р. Межа по сравнению с р. Дон четко прослеживается при росте бактерий на полимерах (табл. 2): во всех вариантах, кроме твин 20, рост более интенсивный в р. Меже, чем в р. Дон. Также сохраняется тенденция более слабого роста бактериальных комплексов в условно застойных водоёмах, по сравнению с проточными водотоками (хитин, целлюлоза, агароза, твин 20).

**Таблица 2.** Рост бактериопланктона на полимерах

Полимер	Площадь, оптических единиц×ч			
	р. Дон	Дамба на р. Меже	р. Межа	Пруд
Кератин	2340±780	1820±260	4160±1300	2600±260
Хитин	4160±1560	2340±1040	5980±520	2600±260
Целлюлоза	598±208	390±208	1742±234	702±104
Агароза	192±78	75±26	465±156	286±78
Инулин	3900±780	2080±1040	5200±260	4618±780
Ксилан	2912±624	2418±780	2418±520	1924±520
Твин 20	7124±520	2080±520	6214±520	5200±780
Декстран-500	208±130	468±104	1716±442	598±156

Доминирующими бактериями, утилизирующими РОВ в реке Дон были *Pseudomonas* sp. и *Deinococcus* sp., в реке Межа - *Pseudomonas* sp. и *Janthinobacterium* sp., а в пруду – *Arcicella* sp. Прослеживается химическая специфика воды более южного региона (табл.3): содержания основных неорганических анионов и катионов в его водах Дона значительно выше, чем в водах Тверской области. Большое содержание биофильных элементов и лучшая аэрация кислородом воды р. Дон способствует интенсивной минерализации органического вещества. В водах реки Межа и пруда содержание органического углерода в 2.3 – 2.9 раза выше, чем в водах Дона. Более низкие значения показателя C/N в р. Дон говорят о большем преобладании в её водах автохтонного органического вещества по сравнению с водами р. Межа. На гидрологический режим территории заповедника ЦЛГПБЗ существенно влияют болота, что приводит к повышенному содержанию в поверхностных водах Fe, Mn и C<sub>орг</sub>. Увеличение концентраций NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> указывает на более интенсивную эвтрофикацию реки Межи по сравнению с Доном и стоячими водоёмами из-за деятельности животных. Таким образом, по взаимосвязанным химическим и бактериальным показателям можно

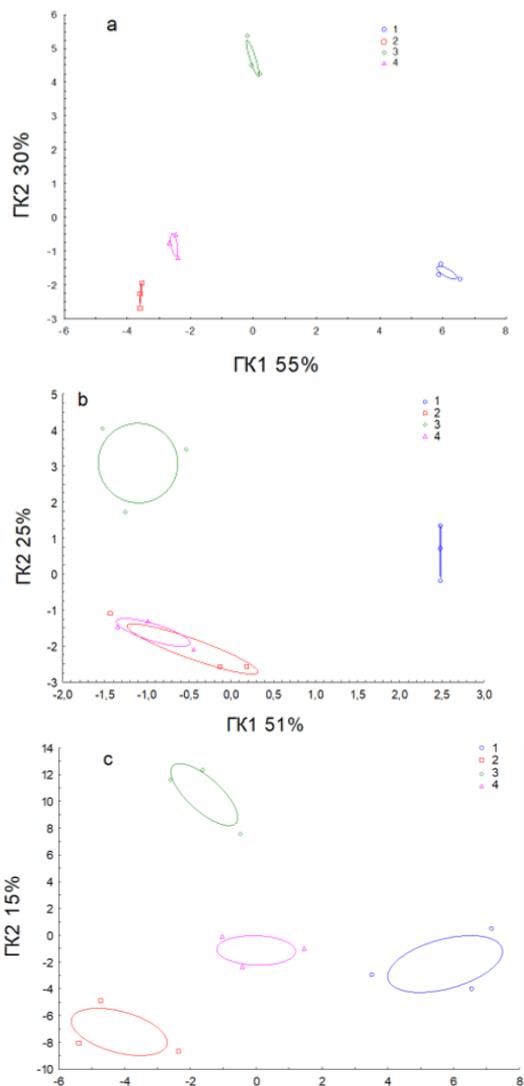
выделить различия исследуемых объектов: особенности физико-географических условий территории, наличие течения и эвтрофикация.

**Таблицы 3.** Концентрация химических элементов и ионов

Элемент /Ион	Концентрация, мг/л			
	р. Дон	Дамба на р. Меже	р. Межа	Пруд
Al	0	0.082 ±0.005	0.026 ±0.007	0.052 ±0.006
B	0.103 ±0.001	0.003 ±0.001	0.016 ±0.0001	0.010 ±0.0001
Ba	0.0250 ±0.0002	0.0100 ±0.0002	0.107 ±0.005	0.0250 ±0.0003
Ca	32.8±0.2	9.1±0.2	37.6±0,05	17.2±0.1
Co	0	0	0.0035 ±0.0001	0
Fe	0.028 ±0.003	0.88±0.02	3.0±0.1	1.84 ±0.06
Cu	0	0.0006 ±0.0001	0	0.014 ±0.002
K	4.99±0.05	0.18±0.07	1.79±0.01	0.747 ±0,007
Li	0.0250 ±0,0001	0	0	0
Mg	28.1±0,1	1.7±0,3	9.51±0,04	3.19±0,02
Mn	0.059 ±0.007	0.213 ±0.009	5.5±0.3	0.79±0.03
Na	77.4±0.2	2±1	4.27±0.02	1.32±0.02
P	0.068 ±0.006	0.032 ±0.002	0.047 ±0.003	0.052 ±0.001
Si	2.70±0.02	0.49±0.01	3.64±0.01	1.081 ±0.02
Sr	0.690 ±0.005	0.041 ±0.009	0.385 ±0.002	0.065 ±0.001
F	0.340 ±0.002	0.052 ±0.001	0.182 ±0.002	0.040 ±0.001
Ti	0	0.002 ±0.001	0	0

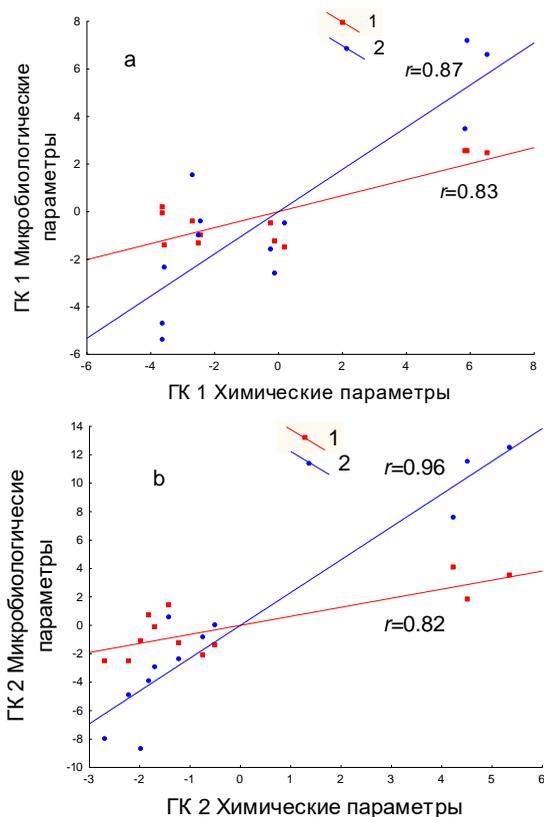
Элемент /Ион	Концентрация, мг/л			
	р. Дон	Дамба на р. Меже	р. Межа	Пруд
Zn	0.005 ±0.002	0.01 ±0.001	0.002 ±0.001	0.006 ±0.005
Cl	94±1	0.4±0.2	1.91±0.02	0.83±0.03
NO <sub>2</sub>	0	0	0.17±0.02	0.01±0.01
NO <sub>3</sub>	0	0	0.34±0.07	0.09±0.05
SO <sub>4</sub>	131.9 ±0.6	0.8±0.3	2.56±0.03	0.32±0.03
NH <sub>4</sub>	0.35±0.04	0.19±0.04	0.510 ±0.006	0.217 ±0.009
C <sub>org</sub>	6.2±0.5	17.85 ±0.09	14.1±0.1	18.2±0.2
N <sub>org</sub>	1.6±0.1	1.2±0.1	1.1±0.1	1.3±0.1
C/N	3.8±0.2	15±1	13±1	14±1

Обнаружена прямая корреляция между численностью КОЕ бактерий и содержанием биофильных элементов (Ca, Fe, K, Mg, P, S, N) и отрицательная с содержанием органического вещества. Возможно, содержание биофильных элементов в воде лимитирует численность и активность бактерий, а РОВ, как основной источник питания для бактерий, подвергается быстрой минерализации. Множественный корреляционный анализ, показал, что в наибольшей степени бактериальные показатели связаны с содержанием биофильных элементов (Mg, Mn, Fe) и макроэлементов (N, C<sub>орг</sub>). Метод главных компонент показал, что взаиморасположение вод исследованных водоёмов в пространстве ГК1 и ГК2, посчитанные по химическим и бактериальным показателям сходно (рис 1).



**Рис. 1.** Взаиморасположение вод исследуемых водоёмов в факторном пространстве ГК 1 и ГК 2, построенном по химическим показателям (а), по данным микробиологического посева (б) и комплексного метода (с). Корреляционные эллипсы ограничивают область с  $r=0.95$ . 1-бактериальный комплекс воды р. Дон, 2- дамба на р. Меже, 3-р. Межа, 4-Пруд

Наблюдается сильная корреляция между ГК, посчитанным по химическим и микробиологическим показателям (рис.2).



**Рис. 2.** Корреляция между ГК 1 (а) и ГК 2 (б), построенными по химическим и микробиологическим показателям. а- посев в комплексный метод

Таким образом, существует либо причинно-следственная связь между бактериальными и химическими показателями или одни и те же факторы среды влияют как на химические, так и бактериальные показатели.

Работа по отбору воды и химическому анализу проведена при поддержке РНФ проект № 21-77-10028.

Работа по идентификации микроорганизмов выполнена в рамках темы государственного задания «Почвенные микробиомы: геномное разнообразие, функциональная активность, география и биотехнологический потенциал», № 121040800174-6

Авторы выражают благодарность сотрудникам АзНИИРХ и лично Барабашину Т.О

### Литература

1. *Obukhova O., Lartseva L., Volodina V., Vasilyeva L.* Dynamics of potentially pathogenic microflora of the water and pike perch in the Volga Delta // Contemporary Problems of Ecology. 2017. V.10(5). P.563-574.

2. *Lartseva L., Obuhova O., Istelueva A.* The geocological aspects of bacteriocoenosis in Volga delta in conditions of anthropogenic load// South of Russia: ecology, development. 2015. V.4(4). P.170-173. (In Russian)

3. *Lobbés J., Fitznar H., Kattner G.* Biogeochemical characteristics of dissolved and particulate organic matter in Russian rivers entering the Arctic Ocean//Geochimica et Cosmochimica Acta. 2000. V.64(17). P.2973-2983.

4. *Pakusina A., Tsarkova M., Platonova T., Kolesnikova T.* Characteristics of the Zavityaya River in terms of hydrochemical and microbiological indicators during the flood of 2021.// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V.981. I.4. P.042068

5. *Judd K., Crump B., Kling G.* Variation in dissolved organic matter controls bacterial production and community composition // Ecology. 2006. V.87. P.2068–2079.

6. *Tanentzap A., Fitch A., Orland C., Emilson E., Yakimovich K., Osterholz H., Dittmar T.* Chemical and microbial diversity covary in fresh water to influence ecosystem functioning//Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2019. V.116. P. 24689–24695.

7. *Cai W., Li Y., Hu J., Cheng H.* Exploring the Microbial Ecological Functions in Response to Vertical Gradients in a Polluted Urban River//CLEAN–Soil, Air, Water.2021.V. 49(9), 2100004.

8. *Yang N., Zhang C., Wang L., Li Y., Zhang W., Niu L., et al.* Nitrogen cycling processes and the role of multi-trophic microbiota in dam-induced river-reservoir systems // Water Research. 2021. V.206. P.117730.

9. *Belov A., Cheptsov V., Vorobyova E.* Soil bacterial communities of Sahara and Gibson deserts: Physiological and taxonomical characteristics// *AIMS microbiology*.2018.V. 4(4).P. 685

10. *Yakushev A.* Integral structural–functional method for characterizing microbial populations//*Eurasian Soil Science*. 2015. V.48(4). P.378–394.

***Tikhonov V.V., Koriytschuk D.R., Yakushev A.V., Cheptsov V.S.,  
Karpukhin M.M., Aimaletdinov R.A., Drozdova O.Yu.***

**COMPARISON OF BACTERIAL AND CHEMICAL  
COMPOSITIONS OF MEZHA AND DON RIVERS DURING  
LOW WATER PERIOD**

*Lomonosov Moscow State University, Russia*

We examined the hydrochemical and bacterial properties of surface waters of 3 waterbodies: the Mezha River, a pond in the village of Zapovedny (Central Forest Nature Reserve, Tver Oblast) and the lower reaches of the Don River (Rostov Oblast). Among bacterioplankton capable of growing on dissolved organic matter as the only source of carbon, the predominant species in the Don River were *Pseudomonas* sp. and *Deinococcus* sp., in the Mezha River – *Pseudomonas* sp. and *Janthinobacterium* sp., in the pond – *Arcicella* sp. The content of most of the studied elements in stagnant waterbodies was lower than in flowing streams. The concentration and activity of heterotrophic bacteria in the studied waters correlated positively with the content of biophilic elements in them and negatively with the absence of a current.

We showed that there is a strong correlation between bacterial and chemical indicators due to common causes: eutrophication, specifics of the physical and geographical conditions of the territory, presence of a current or animal waste products.

**Фам К.Н.<sup>1,4</sup>, Лебедев Я.О.<sup>2,3,5</sup>, Дрыгваль А.В.<sup>1,3,5</sup>,  
Горбунов Р.В.<sup>1,3,5</sup>, Горбунова Т.Ю.<sup>1,3,5,6</sup>,  
Кузнецов А.Н.<sup>3,5</sup>, Кузнецова С.П.<sup>3,5</sup>**

**ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ  
В СИСТЕМЕ «ПОЧВА – РАСТЕНИЕ»  
В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ БИДУП НУЙБА  
(ВЬЕТНАМ)**

<sup>1</sup>ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей  
имени А.О. Ковалевского РАН», Россия

<sup>2</sup>Московское представительство ФГБУН ФИЦ «Институт  
биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Россия

<sup>3</sup> Совместный Российско-Вьетнамский Тропический научно-  
исследовательский и технологический центр, Социалистическая  
Республика Вьетнам

<sup>4</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический  
университет, Россия

<sup>5</sup>ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции  
имени А.Н. Северцова РАН», Россия

<sup>6</sup>Российский университет дружбы народов, Россия  
[famkn@ibss-ras.ru](mailto:famkn@ibss-ras.ru)

В статье приведены результаты лабораторных исследований  
биогеохимической миграции микроэлементов в природных  
ландшафтах Национального парка Бидуп-Нуйба (Вьетнам).

Выявлены основные особенности содержания и миграции  
элементов в почвах и растениях.

Комплексное изучение миграции элементов играет  
важную роль в исследовании ландшафтно-геохимического  
состояния природных систем. Также содержание элементов  
в почвах и растениях является одним из важных  
экологических показателей [1]. Целью данной работы  
является изучение особенностей биогеохимической  
миграции микроэлементов в системе «почва - растение»  
на территории национального парка Бидуп-Нуйба  
(Центральный Вьетнам) [2] в разных ландшафтных фациях  
(элювиальной (автономной), транс-элювиальной и транс-

аккумулятивной) [3] - точки 1, 2 и 3, соответственно.

Определение элементов в отобранных образцах почв и растений производилось на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой PlasmaQuant MS Elite S-NR:11- 6000ST043 на базе ЦКП ФИЦ ИнБЮМ. Степень доступности элементов в почве в разных геохимических оценивалась по биогеохимическим показателям: коэффициент биологического поглощения ( $K_b$ ) и коэффициент биогеохимической подвижности ( $K_p$ ) [4].

Для выявления региональных закономерностей биогеохимической миграции микроэлементов [5] был исследован химический состав почв и злаковых растений парка Бидуп-Нуйба (на примере бамбука). Ряд убывания содержания валовых и подвижных форм изучаемых элементов [6] в гумусных горизонтах почв исследуемой территории к началу влажного сезона представлен:

- Cu > Mn > Zn > V > Mo > Co для точек 1 и 3,
- Zn > Cu > Mn > V > Mo > Co - для точки 2.

Различия в накоплении исследуемых элементов в бамбуке зависят как от их содержания в почвах ландшафтных фаций, так и от органа растения. Преобладающее накопление Cu в листьях и стеблях бамбука соответствует его высокому содержанию в почвах исследованных фаций. Zn и Mn соревнуются в процессе биологической аккумуляции и не имеют прямой зависимости от их содержания в почвах. Несмотря на содержание в почве V > Mo, оба элемента активно накапливаются в органах бамбука. Содержание в почвах Co обратно пропорционально его накоплению в органах бамбука.

Полученные коэффициенты биологического поглощения ( $K_b$ ) указывают на потенциальную возможность поглощения элементов и их аккумуляцию в органах бамбука, произрастающего в разных ландшафтных фациях. Так в автономной фации  $K_b$  листьев выше  $K_b$  стеблей по отношению ко всем элементам, кроме Zn. В транс-

элювиальной фации  $K_6$  листьев для всех исследованных элементов выше, чем  $K_6$  стеблей. В транс-аккумулятивной фации, наоборот,  $K_6$  стеблей выше для всех исследованных элементов, чем  $K_6$  листьев. Отмечено, что значение  $K_6$  листьев (для Mn и Zn) и  $K_6$  стеблей (для Cu) последовательно снижается от автономной к транс-аккумулятивной фации. В целом, в автономной фации отмечено накопление ( $K_6 > 1$ ) Mn в листьях, Mn и Zn – в стеблях; в транс-элювиальной фации: В, Mn – в листьях, в стеблях – накопление не выявлено; в транс-аккумулятивной фации: в листьях – накопление не выявлено, Mn – в стеблях. На актуальную интенсивность биопоглощения элементов указывает коэффициент биогеохимической подвижности. Бамбук, как и многие растения, является активным биоаккумулятором подвижных В, Mn, Co, Cu, Zn, Mo ( $K_p > 1$ ).  $K_p$  листьев и стеблей бамбука по отношению к фациям соответствуют значениям  $K_6$  кроме транс-элювиальной фации, где  $K_6$  и  $K_p$  листьев и стеблей имеют обратное накопление Cu и Zn. В автономной фации отмечено накопление ( $K_p > 1$ ) всех элементов в листьях и стеблях; в транс-элювиальной фации: В, Mn, Cu, Zn, Mo - в листьях и стеблях; в транс-аккумулятивной фации: В, Mn, Cu, Zn, Mo - в листьях и всех элементов - в стеблях бамбука. Отмечено, что значение  $K_p$  листьев (для Mn, Zn, Mo) и  $K_p$  стеблей (для Cu, Zn и Mo) последовательно снижается от автономной к транс-аккумулятивной фации.

Полученные результаты исследования могут быть использованы для оценки биогеохимического круговорота в зависимости от физико-химических свойств почв и видового состава растений.

Работа выполнена в рамках НИР Тропического центра ЭКОЛАН Э-1.2 «Сохранение, восстановление и устойчивое использование тропических лесных экосистем на основе изучения их структурно-функциональной организации», раздел «Изучение особенностей структуры и функционирования равнинных и горных экосистем

Вьетнама (национальные парки Кон Тю Ранг, Бидуп-Нуйба, Кат Тьен)», а также в рамках НИР ФИЦ ИнБЮМ «Изучение пространственно-временной организации водных и сухопутных экосистем с целью развития системы оперативного мониторинга на основе данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий» № 121040100327-3

### Литература

1. *Ермаков В.В., Тютиков С.Ф.* Геохимическая экология животных. М.: Наука, 2008.
2. *Горбунов Р.В., Кузнецов А.Н., Лебедев Я.О., Горбунова Т.Ю., Котлов И.П., Хой Н.Д.* О некоторых особенностях структуры и функционирования горных тропических лесных ландшафтов Центрального Вьетнама и необходимости создания ландшафтно-экологического стационара// В сборнике: Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН. серия 3(7). г. Феодосия. с. 43-67
3. *Глазовская М.А.,* Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов, Изд. 2. Смоленск: Ойкумена. 2002 г.
4. *Авессаломова И.А.* Биогеохимия ландшафтов. М.:Географический факультет МГУ. 2007.
5. *Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Лебедевский И.А., Осипов М.А.* Агрохимия биогенных элементов: учеб. пособие / Краснодар: КубГАУ. 2020.
6. *Лебедев Я.О., Дрыгваль А.В., Фам К.Н., Горбунов Р.В., Горбунова Т.Ю., Кузнецов А.Н., Кузнецова С.П., Нгуен В.Т.* Миграция рассеянных элементов (и некоторых редкоземельных металлов) в соподчиненных ландшафтах среднегорных туманных лесов Центрального Вьетнама // *Kỷ yếu hội nghị khoa học. Kỷ niệm 30 năm ngày truyền thống chi nhánh phía Nam (20/02/1992-20/02/2022) Hà Nội – Nha Trang - tp. Hồ Chí Minh, Tháng 12 năm 2021* с. 417-437.

*Pham C.N.<sup>1,4</sup>, Lebedev Ya.O.<sup>2,3,5</sup>, Drygval A.V.<sup>1,3,5</sup>,  
Gorbunov R.V.<sup>1,3,5</sup>, Gorbunova T.Yu.<sup>1,3,5</sup>,  
Kuznetsov A.N.<sup>3,5</sup>, Kuznetsova S.P.<sup>3,5</sup>*

**FEATURES OF MIGRATION OF MICROELEMENTS  
IN THE "SOIL - PLANTS" SYSTEM IN BIDUP NUIBA  
NATIONAL PARK (VIET NAM)**

<sup>1</sup> *A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS,  
Russia*

<sup>2</sup> *Moscow office of A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern  
Seas of RAS, Russia*

<sup>3</sup> *Joint Russian-Vietnamese Tropical Research and Technology Center,  
Vietnam*

<sup>4</sup> *National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk,*

<sup>5</sup> *Institute for Problems of Ecology and Evolution named after A.I. A.N.  
Severtsov RAS, Russia*

<sup>6</sup> *Peoples' Friendship University of Russia, Russia*

The article considers the results of studies of biogenic migration of microelements in the natural landscapes of Bidup Nuiba National Park (Vietnam). The main features of the content and migration of elements in soils and plant material are revealed.

*Филатова О.Р., Лубкова Т.Н.*  
**ПРОГНОЗ СОСТАВА ДРЕНАЖНЫХ ВОД  
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ  
СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

*Московский Государственный Университет  
имени М.В.Ломоносова, Россия*  
[orlova8313@yandex.ru](mailto:orlova8313@yandex.ru)

В работе приведена прогнозная оценка состава дренажных вод из отвалов вмещающих пород сульфидсодержащих золоторудных объектов Северо-Востока России. На начальном этапе складирования пород в отвалы ожидается появление вод сульфатно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого состава. Превышения предельно допустимых концентраций элементов в дренажных водах могут быть установлены для Mo, As, Al, Cu, V.

Освоение сульфидных месторождений приводит к образованию отвалов вмещающих пород и бедных руд. Под воздействием факторов окружающей среды (атмосферные осадки, кислород и т.д.) происходит окисление сульфидных минералов с последующим формированием кислых вод с высокой минерализацией и сверхнормативным содержанием сульфат-иона и металлов [1, 2], которые, однако, могут быть частично нейтрализованы в теле отвала. Поэтому для релевантной оценки следует уделять повышенное внимание выявлению реальных рисков формирования кислотного стока.

Прогнозная оценка состава дренажных вод золоторудных месторождений проводилась для вмещающих пород Водораздельной и Кричальской площадей (Чукотский автономный округ). Для исследования были выбраны 41 образец вмещающих пород Водораздельной площади и 20 образцов пород Кричальской площади (андезиты, брекчии, дациты, диориты, риолиты, преимущественно гидротермально измененные).

На начальном этапе исследований были проведены

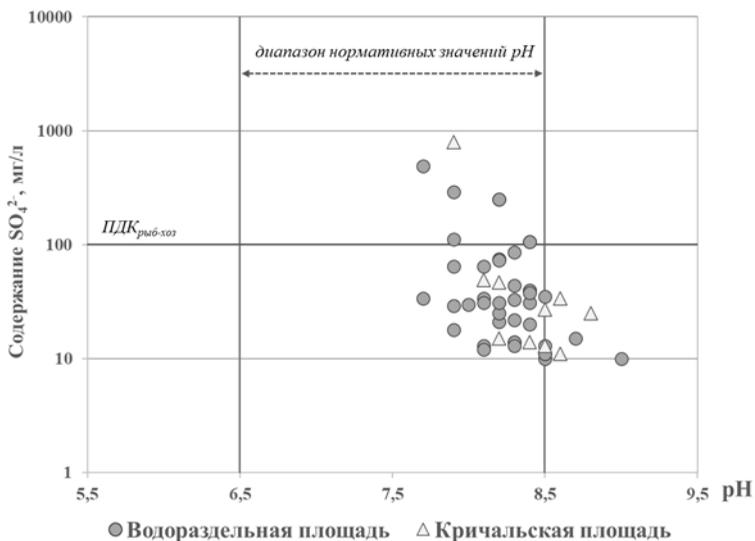
статические геохимические тесты [3], позволившие оценить потенциал кислотообразования геологических материалов. В целом изученные вмещающие породы обладают низкой склонностью к генерации кислого стока: только 5% от общего количества образцов вмещающих пород относятся к категории кислотопродуцирующих (андезиты и брекчии Водораздельной площади) [4].

Прогноз состава дренажных вод в краткосрочном периоде хранения геологических материалов в отвалах проводили с помощью однократных водных вытяжек. В долгосрочном периоде потенциальный состав вод оценивали в ходе кинетического тестирования – моделировали взаимодействие образцов сульфидсодержащих пород Водораздельной площади ( $n=5$ ) с водой в соответствии с [5]. Анализ полученных фильтратов выполняли с привлечением комплекса методов (потенциометрия, кондуктометрия, методы объемного титрования, ААС, ИСП-МС).

Полученные данные свидетельствуют о том, что потенциальные дренажные воды вмещающих пород Водораздельной и Кричальской площадей в краткосрочном периоде маломинерализованные (0,11 – 0,77 г/л), преимущественно слабощелочные (рН 7,7 – 9,0 ед.), что обусловлено гидролизом альбита и растворением карбонатных минералов. Основными катионами будут являться натрий (в среднем 50 экв% от суммы катионов) и кальций (20-30 экв%), доля гидрокарбонат-иона будет варьировать от 40 до 80 экв% от суммы анионов, а доля сульфат-иона – от 20 до 60 экв%. В отдельных фильтраатах может быть повышена доля магния (до 46 экв%), что связано с растворением доломита. В основном состав вод сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-натриевый.

По водородному показателю и содержанию сульфат-иона дренажные воды преимущественно будут соответствовать нормативам вод рыбохозяйственного значения [6]. Однако за счет растворения включений гипса может наблюдаться

превышение ПДК<sub>рыб-хоз</sub> по сульфат-иону (рис.1).

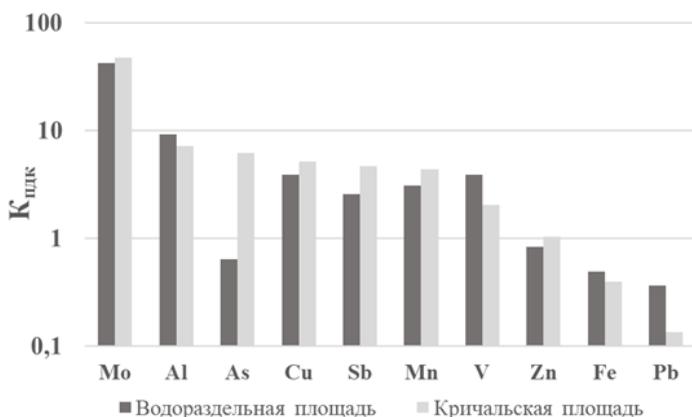


**Рис. 1.** Содержание сульфат-иона и водородный показатель дренажных вод золоторудных месторождений

Дренажные воды вмещающих оруденение пород могут поступать в природные поверхностные водотоки и трансформировать их состав. Поэтому целесообразно сравнить содержание микроэлементов в водной вытяжке с предельно допустимыми концентрациями элементов в водах рыбохозяйственного значения. Превышение ПДК<sub>рыб-хоз</sub> в дренажных водах вмещающих пород исследуемых площадей наблюдается для Mo, Al, As, Cu, Mn, V, Sb, причем содержание некоторых элементов в  $n \cdot 10$  превышает нормативные значения (рис.2).

В долгосрочном периоде складирования вмещающих пород Водораздельной площади не прогнозируется формирования кислых дренажных вод. Ежедневные фильтраты околонеутральные ( $\text{pH}=7,0-8,0$  ед.) с невысокой удельной электропроводностью (300 мкСм/см). Состав вод преимущественно сульфатно-гидрокарбонатный магниевो-

кальциевый; на начальном этапе тестирования за счет выноса легкорастворимых солей и гидролиза Na-силикатов в отдельных фильтрах преобладали сульфат-ион и ион натрия. Содержание микроэлементов в дренажных водах в целом соответствует составу природных фоновых водотоков территории.



**Рис.2.** Средние значения  $K_{\text{пдк}}$  микроэлементов в дренажных водах вмещающих пород золоторудных месторождений

Таким образом, сульфидсодержащие вмещающие породы золоторудных месторождений Северо-Востока России обладают невысокой способностью к генерации кислого стока. В краткосрочном периоде складирования пород в отвалы прогнозируется формирование нейтральных и слабощелочных дренажных вод сульфатно-гидрокарбонатного кальциево-натриевого состава. В долгосрочном периоде состав вод меняется на сульфатно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый. При этом из пород могут выщелачиваться подвижные в щелочной среде элементы (Al, As, Mo, V), содержание которых в  $n \cdot 10$  раз превышает  $\text{ПДК}_{\text{рыб-хоз}}$ .

### Литература

1. Dold B. Evolution of Acid Mine Drainage Formation in

Sulphidic Mine Tailings. Minerals, 2014. Vol.4. P. 621-641

2. *Lottermoser B.G.* Mine Wastes. Characterization, Treatment and Environmental Impacts. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.

3. *Price W.A.* Prediction manual for drainage chemistry from sulphidic geologic materials. CANMET, Mining and Mineral Sciences Laboratories, 2009.

4. *Филатова О.Р.* Проблемы прогноза развития кислотного дренажа при освоении сульфидсодержащих месторождений (на примере Чукотки) // Новое в познании процессов рудообразования: Труды молодых учёных, посвящённые 90-летию ИГЕМ РАН. ИГЕМ РАН Москва. 2020. С. 148–151.

5. ASTM D5744 – 13. Standard Test Method for Laboratory Weathering of Solid Materials Using a Humidity Cell1. Copyright by ASTM International, United States, 2013.

6. Приказ Минсельхоза от 13.12.2016 N 552 "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 13.01.2017 Регистрационный N 45203).

*Filatova O.R., Lubkova T.N.*

**Prediction of the drainage water composition of gold deposits in the conditions of the North-East of Russia**

*Moscow State University*

The predictive assessment of the drainage water composition of host rocks of sulfide-containing gold ore objects in the North-East of Russia is presented in the paper. At the initial stage of storing rocks in dumps, the appearance of sulfate-bicarbonate calcium-sodium waters is expected. Exceeding the maximum permissible concentrations of elements in drainage waters can be establish for Mo, As, Al, Cu, V.

**Фомина А.А., Шеина К.В., Абросимова О.В.**  
**ВЛИЯНИЕ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА  
НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДЫ  
МАЛЫХ РЕК НА ПРИМЕРЕ Р. ТЕПЛАЯ  
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия*  
[fomina-aa@mail.ru](mailto:fomina-aa@mail.ru)

При анализе гидрохимических показателей реки Теплая Саратовской области, зарегулированной плотиной, установлена важная роль азотсодержащих соединений и хлоридов. Чрезмерное накопление биогенных соединений связано как с зарегулированием стока, так и с их поступлением в результате хозяйственной деятельности.

Малые реки чрезвычайно чувствительны к любой антропогенной деятельности, в том числе зарегулированию стока, и выполняют роль своеобразных индикаторов экологического состояния природных комплексов [1]. Целью исследования являлось изучение влияния зарегулирования стока на гидрохимические показатели качества воды реки Теплая, являющейся притоком реки Чардым в Саратовской области.

Отбор проб воды проводился в октябре 2019 года на реке Теплая ниже села Тепловка Саратовской области. Земляная плотина на реке установлена для создания сети проточных прудов и разведения рыб. При изучении воды реки определяли ряд гидрохимических параметров стандартными методиками [2], проводили биотестирование воды с помощью дафний (*Daphnia magna* Straus). Сравнительный анализ качества воды выполняли, используя показатели из нормативных документов [3,4].

В ходе исследований установлено, что температура природной воды в реке Теплая до зарегулирования стока была постоянной величиной, а после плотины увеличивалась

к последнему по течению месту отбора. Выявлено, что общая минерализация воды последовательно повышалась на исследованном участке реки вниз по течению (0.66-1.08 г/дм<sup>3</sup>). До и после зарегулирования стока водородный показатель мало изменялся (8.0-8.4). Величина окисляемости природной воды варьировалась в пределах 0.8-3.1 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Биотестирование речной воды показало, что все пробы не обладали острой токсичностью.

Показано, что содержание ионов аммония и нитритов в воде значительно выше санитарно-гигиенических нормативов. Содержание нитратов в воде в пределах нормативов и после плотины изменялось к третьему пруду из каскада: концентрация уменьшалась практически в 2 раза. Содержание фосфатов в воде было постоянной величиной. Установлено повышение концентрации хлоридов в последнем из каскада прудов, что однако не превысило нормативные значения. Значения содержания хлоридов достаточно большие (110-246 мг/дм<sup>3</sup>) по сравнению с данными других исследователей [5,6] по реке Чардым и его притокам.

Таким образом, установлена важная роль соединений азота и хлорид-анионов при зарегулировании стока малой реки. Высокая степень насыщенности воды биогенными элементами может привести к качественной деградации водного объекта.

### *Литература*

1. *Ткачев Б.П., Булатов В.И.* Малые реки: современное состояние и экологические проблемы: Аналит. обзор. ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, 2002.

2. *Пименова Е.В.* Химические методы анализа в мониторинге водных объектов. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011.

3. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе

нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»  
Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_211155/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/) Дата обращения 21.01.2022.

4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Режим доступа: <https://base.garant.ru/400274954/> Дата обращения 21.01.2022.

5. Бочкарева Е.А., Беляченко А.А. Пространственная изменчивость химического состава воды реки Чардым // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2013. № 03. С. 12-17.

6. Чумаченко А.В., Гусев В.А., Данилов В.З., Макаров В.А., Затонский В.А., Пичугина Н.В., и др. Геоэкологическая оценка качества поверхностных вод бассейна реки Чардым Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия науки о Земле. 2016. 16(2). С. 93-98. DOI: 10.18500/1819-7663-2016-16-2-93-97

*Alla A. Fomina, Kristina V. Sheina, Olga V. Abrosimova*  
**INFLUENCE OF RUNOFF REGULATION  
ON HYDROCHEMICAL INDICATORS OF WATER IN SMALL  
RIVERS ON THE EXAMPLE OF THE TEPLAYA RIVER  
IN THE SARATOV REGION**

*Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia*

When analyzing the hydrochemical parameters of the Teplaya River in the Saratov Region, which is regulated by a dam, an important role of nitrogen-containing compounds and chlorides has been established. Excessive accumulation of biogenic compounds is associated with both the regulation of runoff and their entry as a result of economic activity.

*Черных В.Н., Аюржанаев А.А., Содномов Б.В.*  
**НАЛЕДИ КАК ФАКТОР РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ  
РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. СЕЛЕНГА)**

*Байкальский институт природопользования СО РАН, Россия*  
[geosibir@yandex.ru](mailto:geosibir@yandex.ru)

В работе представлены результаты оценки вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с интенсивным развитием наледей в российской части бассейна р. Селенга. С применением данных космической съемки со спутников Landsat и Sentinel выявлены наледы, потенциально опасные для населенных пунктов и объектов инфраструктуры. Установлено, что в условиях многоводного климатического цикла не менее 65 населенных пунктов на территории Республики Бурятия находятся в зоне риска. Обозначены основные направления и проблемы борьбы с наледными угрозами.

Наледи, образующиеся в зимний период в долинах малых рек и ручьев, в зонах разгрузки подземных вод, не только имеют важное геоэкологическое значение, но и представляют угрозу для населенных пунктов и объектов инфраструктуры [1], если таковые располагаются рядом. Так, на территории Республики Бурятия в 2021 г. наблюдалось 7 случаев подтопления наледями населенных пунктов, в 2022 г. их было уже 12, при этом значительно увеличились площади подтопления, а значит ущерб и затраты на ликвидацию последствий.

Картографирование наледей, выполненное на основе анализа данных космической съемки спутников Landsat (10 сцен) и Sentinel (15 сцен) с использованием алгоритма выделения снежно-ледовых объектов по значению нормализованного индекса NDSI [2] показало, что к настоящему времени (2020-2021 гг.) в зимний период в российской части бассейна р. Селенга формируется до 15 тыс. наледей, размером от 0,002 до 3 км<sup>2</sup>. Большинство

наледей располагаются в долинах небольших рек и ручьев, вместе с тем, часть наледей формируется либо в непосредственной близости от населенных пунктов, либо в их черте, что определяет потенциальные риски подтоплений в зимний период.

Под потенциальными угрозами подтопления в данном случае следует понимать вероятность чрезмерного развития ледяного поля наледи, при которой в зоне действия природного процесса оказываются жилые дома, постройки на приусадебных участках, объекты инфраструктуры и др. На территории российской части бассейна р. Селенга, включая Республику Бурятия (РБ) и Забайкальский край, рассматривались 350 населенных пунктов, в т.ч. города, села, крупные летники (фермы), входящие в состав муниципальных образований. При выявлении наледных угроз учитывалась не только территория, входящая в черту поселения, но и прилегающие к населенному пункту объекты инфраструктуры, фермы, автомобильные и железные дороги, линии электропередач и др. В ходе работы риск определялся по фактической близости, или наличию в черте населенного пункта наледи.

В пределах бассейна р. Селенга, потенциальные угрозы подтопления наледями установлены для 65 населенных пунктов (рис. 1), из них 51 на территории РБ, в том числе 2 города (Улан-Удэ и Кяхта) и 14 в Забайкальском крае. Изучение динамики отдельных наледей за период с 2000 по 2020 гг. в малых водосборных бассейнах в пределах российской части территории, показало, что в зависимости от климатического цикла площади наледей могут различаться в 6 раз [3]. Таким образом, современное расположение потенциально опасных наледей определяет риски подтоплений как в текущей природно-климатической обстановке, так и при дальнейшем увеличении общей водности.



**Рис.1.** Потенциально опасные для населенных пунктов и объектов инфраструктуры наледи (русская часть бассейна р. Селенга)

Борьба с наледями и защита населенных пунктов от подтоплений становится все более актуальной задачей в регионе в связи с началом многоводного климатического цикла. Длительный период засухи в Забайкалье привел к обветшанию и частичному разрушению многих противоналедных защитных сооружений (дамбы со шлюзами), в связи с чем требуется их инвентаризация, ремонт и восстановление, строительство новых. Опыт 2022 года показал, что необходимо приобретение специальной техники, которая позволяет снизить риски подтопления там, где наледи уже достигли значительных объемов. В этих случаях распиловка льда для создания канав, по которым отводится вода, является чуть ли не единственным способом защиты от подтоплений (рис. 2) и делать это нужно вплоть до начала таяния ледяных полей.



**Рис.2.** Динамика наледи в черте с. Тарбагатай (в центре – распиловка льда)

Основная опасность наледей заключается также в том, что прогнозирование интенсивности их развития и расположения по отношению к населенным пунктам и объектам инфраструктуры чрезвычайно сложная задача, поскольку необходим учет большого количества факторов, от осадков до тектоники [4]. Как показывают исследования, пространственно-временная динамика наледей выражается в их чрезвычайной изменчивости [5]. Поэтому необходимо научное обоснование и создание современной системы мониторинга потенциально опасных для населенных пунктов и объектов инфраструктуры наледей.

Работа выполнена в рамках государственного задания БИП СО РАН и проекта РФФ № 20-17-00207.

### *Литература*

1. *Алексеев В.Р.* Наледеведение: словарь-справочник. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2007.
2. *Макарьева О.М., Шихов А.Н, Осташов А.А., Нестерова Н.В.* Наледи бассейна реки Индигирка по современным снимкам Landsat и историческим данным // Лёд и снег. 2019. Т. 59. № 2. с. 201-212.
3. *Черных В.Н., Аюржанаев А.А., Содномов Б.В., Дабаева Д.Б.* Наледи на малых реках и ручьях Селенгинского среднегорья: динамика, современное состояние и геоэкология // Актуальные

проблемы экологии и природопользования. Сборник трудов XXII Международной научно-практической конференции: в 3 т. Москва, 22-24 апреля 2021 г. Москва: РУДН, 2021. С. 416-421

4. *Достовалова М.С., Шитов А.В.* Влияние метеорологических характеристик и геодинамической активности на режим образования гидрогенных наледей Горного Алтая // ГеоРиск. 2011. № 4. С. 36-43.

5. *Черных В.Н., Содномов Б.В., Гуржапов Б.О.* Использование данных ДЗЗ при изучении многолетней динамики наледей на малых реках центральной части Селенгинского среднегорья. // Материалы Восемнадцатой Всероссийской Открытой конференции с международным участием «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 16–20 ноября. 2020. М.: ИКИ РАН, 2020. с. 264 – 266

*Chernykh V.N., Ayurzhanayev A.A., Sodnomov B.V.*

**ICINGS AS A RISK FACTOR OF EMERGENCY SITUATIONS  
(BY THE EXAMPLE OF THE RUSSIAN PART  
OF THE SELENGA RIVER BASIN)**

*Baikal Institute of Nature Management, Siberian Branch  
of the Russian Academy of Sciences, Russia  
[geosibir@yandex.ru](mailto:geosibir@yandex.ru)*

The paper presents the results of assessing the risks associated with the intensive development of icings in the Russian part of the Selenga river basin. With the use of imagery from Landsat and Sentinel satellites, icings potentially dangerous for settlements and infrastructure facilities were identified. It has been established that in the conditions of a high-water climatic cycle, at least 65 settlements on the territory of the Republic of Buryatia are at risk. The main directions and problems of combating icings threats are outlined.

*Чулкова А.И., Липатникова О.А.*  
**МАКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД РОДНИКОВ  
ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКОГО ПАРКА  
МОСКВОРЕЦКИЙ**

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
Россия*

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

Приведены данные о содержании главных ионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) в водах семи родников природно-исторического парка Москворецкий.

Природно-исторический парк (ПИП) Москворецкий представляет собой антропогенно-преобразованный живописный участок долины реки Москвы. Парк расположен на северо-западе и западе столицы, в центральной части Восточно-Европейской равнины, на Смоленско-Московской возвышенности. Парк занимает незастроенную территорию вдоль Москвы-реки, протянувшуюся по обоим берегам от МКАД до Филевской поймы (районы Щукино, Покровское-Стрешнево, Хорошево-Мневники, Строгино, Фили-Давыдково, Филевский парк, Крылатское, Кунцево). Границы ПИП Москворецкий включают в себя водоохранную зону Строгинского затона и реки Москвы. Общая площадь данной территории 3332 га [1]. Согласно кадастровому паспорту, родники являются памятниками природы регионального значения.

Целью нашей работы являлось определение макрокомпонентного состава вод родников ПИП Москворецкий. Родники, расположенные на территории Западного административного округа, питаются водами мезокайнозойского водоносного комплекса [2].

Опробование было проведено в сентябре 2021 года (всего 7 образцов). В ходе полевых обследований местоположение родников фиксировали с помощью GPS-приемника, измеряли расход родника и определяли температуру, рН и электропроводность (табл. 1).

**Таблица 1.** Описание точек отбора образцов воды из родников  
ПИП Москворецкий

№	Координаты точки	Описание родника	$\sigma$ мкСм · см <sup>-1</sup>	Т, °С	Расход л/с
1	55.75365; 37.423763	240 м на юго-запад от церкви Рождества Пресвятой Богородицы в тальвеге оврага Каменная Клетва на абс. отм. 150 м.	763	9,3	1,25
2	55.754826; 37.429306	200 м на юго-восток от церкви Рождества Пресвятой Богородицы, 500 м на юго-запад от трибуны канала в правом борту оврага на абс. отм. 140 м.	1002	10	0,045
3	55.754841; 37.429121	200 м на юго-восток от церкви Рождества Пресвятой Богородицы, 500 м на юго-запад от трибуны канала в правом борту оврага на абс. отметке 130 м. Правая труба.	915	9,6	0,13
4	55.746011, 37.435700	450 м вниз по теч. р. Москвы от Крылатского моста, 100 м от уреза воды в реке в подножье оползневого склона. На абс. отм. около 140 м.	1412	10,2	2
5	55.741475, 37.444985	800 м выше по течению р. Москвы от пристани Кунцево, 150 м вверх по оврагу от уреза воды в реке на абс.отм. ок.140м	919	9,8	2

№	Координаты точки	Описание родника	$\sigma$ мкСм · см <sup>-1</sup>	T, °C	Расход л/с
6	55.768733, 37.490352	200 м ниже по теч. р. Москвы от Карамышевского моста, 5 м от уреза воды, в тыловом шве поймы на абс. отм. 120м. Черная труба.	1950	14,9	0,14
7	55.768674, 37.490517	200 м ниже по теч. р. Москвы от Карамышевского моста, 5 м от уреза воды, в тыловом шве поймы на абс. отм. 130м. Белая т.	2050	14,7	

В лабораторных условиях на кафедре геохимии геологического факультета МГУ определяли содержание  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  методами объемного титрования,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  методом пламенной фотометрии,  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$  методом потенциометрии и  $\text{SO}_4^{2-}$  методом рентгенофлуоресцентного анализа с предконцентрированием по методу высушенной капли [3]. Результаты приведены в таблице 2.

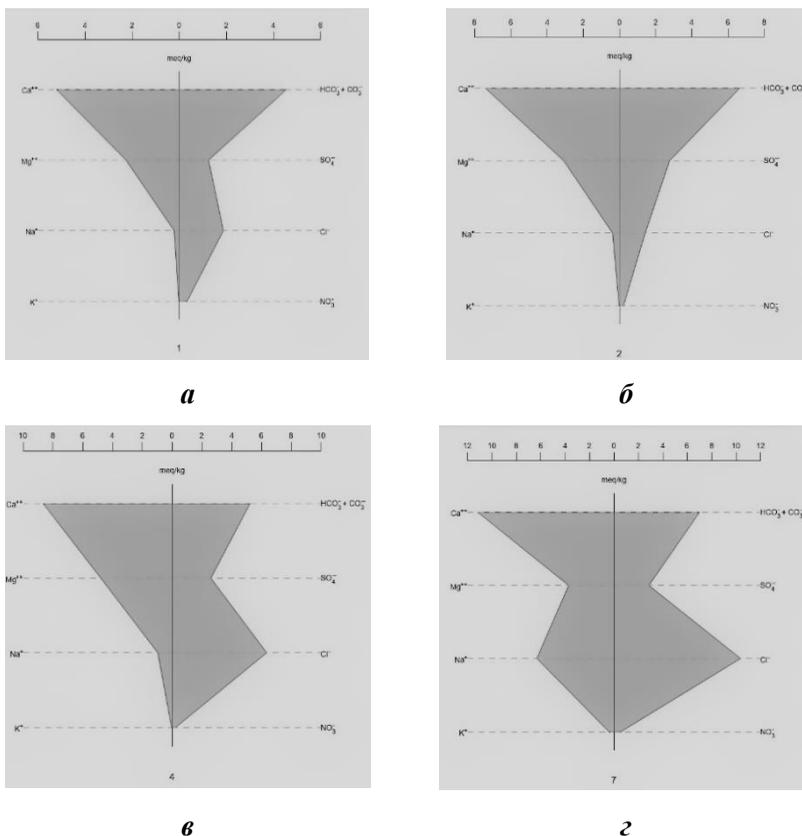
**Таблица 2.** Ионный состав вод, минерализации, pH (мг/л) родников ПИП Москворецкий

№	pH	M	Ca	Mg	Na	K	$\text{NH}_4$	$\text{HCO}_3$	$\text{SO}_4$	Cl	$\text{NO}_3$
1	6,9	0,56	104	28	5	0,9	1,2	276	59	66	20
2	7,0	0,80	148	37	9	0,9	0,8	404	132	50	13
3	7,3	0,67	125	33	7	1,0	0,7	316	126	48	12
4	7,0	0,93	173	58	22	1,4	0,9	316	124	224	11
5	8,0	0,72	121	34	6	1,2	0,7	384	90	78	6
6	6,8	1,38	227	43	123	9	2,6	392	217	351	13
7	8,5	1,39	223	45	146	15	4,3	426	135	366	32

Минерализация вод родников ПИП Москворецкий варьируется от 560 до 1391 мг/л, в среднем составляет

примерно 970 мг/л. Показатель кислотности рН для исследуемых вод 6,9 – 8,5 рН.

Для графического изображения макросостава вод использована диаграмма Стиффа [4] (рис. 1), построенная с помощью модуля GSS программного пакета The Geochemist's Workbench (GWB) в варианте бесплатной версии GWB Community Edition (<https://www.gwb.com>).



**Рис. 1.** Диаграммы Стиффа макрокомпонентного состава (в %мг-экв/л) вод родников ПИП Москворецкий: *а* – родник №1; *б* – родник №2; *в* – родник №4; *г* – родник №7

На первом рисунке показаны диаграммы состава вод четырех родников. В точке наблюдения 1 воды магниево-кальциевые хлоридно-гидрокарбонатные, такой же состав имеют воды из 5-ой точки. Во 2-ой точке – магниево-кальциевые сульфатно-гидрокарбонатные воды, как и в 3-ей точке наблюдения. В 4-ом источнике магниево-кальциевые гидрокарбонатно-хлоридные воды. А воды в 6-ой и 7-ой точках являются натриево-кальциевыми гидрокарбонатно-хлоридными. В точках 6 и 7 самые высокие значения минерализации. Это связано с близостью источников к дороге, которую во время заморозков посыпают реагентами, которые проникают в глубь массива и загрязняют воду.

#### *Литература*

1. Кадастровое дело № 006, особо охраняемая природная территория регионального значения «Природно-исторический парк «Москворецкий».
2. *Швец В.М., Лисенков А.Б., Попов Е.В.* Родники Москвы. М.: Научный мир. 2002.
3. *Лубкова Т.Н., Липатникова О.А., Филатова О.Р., Балыкова И.В.* Рентгенофлуоресцентный анализ сульфат-иона в водных растворах по методу высушенной капли с использованием портативного спектрометра // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2022. № 2.
4. *Stiff H.A.* The interpretation of chemical water analysis by means of patterns // Journal of Petroleum Technology. 1951. Vol. 3. I. 10. P. 15-17.

*Chulckova A.I., Lipatnikova O.A.*

### **MAJOR IONS IN THE SPRING'S WATERS OF THE NATURAL - HISTORICAL PARK MOSKVORETSKY**

*Lomonosov Moscow State University, Russia*

This study was carried out to evaluated the content of major ions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) in the waters of 7 springs in the Natural - historical park «Moskvoretsky»

*Шерстобитов Д.Н., Ермаков В.В.,  
Пыстин В.Н., Тупицына О.В.*

**МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ  
ВОДОРΟΣЛЕЙ В КУЙБЫШЕВСКОМ  
ВОДОХРАНИЛИЩЕ ПРИ ПОМОЩИ ИНДЕКСОВ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

*Самарский государственный технический университет, Россия*  
[sherstobitovdn@gmail.com](mailto:sherstobitovdn@gmail.com)

В статье представлены результаты дистанционного мониторинга сине-зеленых водорослей Куйбышевского водохранилища, приводящих к эвтрофикации водоема. Использование обработанных снимков позволило более четко определить границы распространения сине-зеленых водорослей, а также зоны наиболее интенсивного развития биомассы. Применение нескольких спектральных индексов позволило определить наиболее подходящие для использования данных при неблагоприятных метеорологических условиях. Анализ обработанных спутниковых снимков даёт возможность оценивать интенсивность развития сине-зеленых водорослей. Это является основой для разработки прогнозной модели изменения биомассы в водоемах средней полосы Российской Федерации.

Интенсивное развитие сине-зеленых водорослей стало актуальной проблемой для рек и пресных водоёмов средней полосы в связи с климатическими изменениями, в частности повышением температуры на поверхности земли, и активным антропогенным воздействием.

В последние годы данная проблема стала характерна также и для Куйбышевского водохранилища реки Волга. Низкая скорость течения, повышающаяся температура [1], стоки богатые питательными веществами способствуют размножению сине-зелёных водорослей. Сине-зеленые водоросли при благоприятных для них условиях интенсивно размножаются в поверхностном слое и ограничивают насыщение водоема кислородом.

Основной угрозой кроме сокращения количества

кислорода в водоемах, является также способность сине-зеленых водорослей продуцировать токсичные метаболиты (цианотоксины) [2], представляющие опасность жизни и здоровью людей [3]. Интенсивное размножение сине-зеленых водорослей ведет к эвтрофированию водоемов [4], «цветение» водоемов признано ООН как одной из важных проблем современного мира [5].

Для решения проблемы увеличения количества сине-зелёных водорослей в настоящее время разработано множество различных способов их сбора при помощи мобильных установок [6-8]. Для оперативной корректировки их положения в пространстве и выбора участков для наиболее эффективного сбора водорослей, в первую очередь, необходимо проводить мониторинг состояния водоемов. Актуальным способом ведения мониторинга является анализ данных аэрофотосъемки, в тоже время для определения различных характеристик сине-зеленых водорослей недостаточно использования снимков видимого спектра, необходима их предварительная обработка при помощи индексов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В результате анализа спектральных индексов, которые применимы к решению поставленной задачи оценки и прогноза состояния водных объектов, были выбраны 3 наиболее релевантных: NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - Нормализованный разностный вегетационный индекс), NDWI (Normalized difference water index - Нормализованный разностный водный индекс) и SIPI (Structure Intensive Pigment Index - Структурный индекс интенсивности пигмента). Использование NDVI обусловлено детектированием отражения хлорофилла, который содержится в сине-зеленых водорослях [9]. Авторами настоящей работы этот индекс использовался для уточнения границ распространения водорослей и более подробной оценки количества биомассы. SIPI применяется в основном для определения эффективности использования растениями

поступающего света для фотосинтеза и помогает оценивать их здоровье. SIPI рассматривается как индекс для наблюдения за циклами развития сине-зеленых водорослей, включающими: раннее развитие, полноценную деятельность, угасание развития и отмирание.

Анализ данных, полученных при помощи различных индексов ДЗЗ, позволяет более комплексно подойти к мониторингу водохранилища. Наблюдение за ростом цианобактерий в течение летнего сезона может помочь для поиска основных источников сбросов питательных веществ (сточных вод) в поверхностный водоем.

Многопараметрический анализ развития сине-зеленых водорослей в Куйбышевском водохранилище при помощи индексов дистанционного зондирования может использоваться для принятия решений по своевременной защите водоема. Наиболее доступный для пользователей NDVI показывает наличие биомассы и ее перемещение, и в общем виде может применяться для корректировки положений установок сбора сине-зеленых водорослей. NDWI имеет более высокую точность по сравнению с NDVI за счет атмосферной коррекции.

Снимки высокого разрешения с данной обработкой могут быть использованы для поиска участков несанкционированного сброса сточных вод по наличию интенсивного развития водорослей.

SIPI позволяет оценить жизненный цикл водорослей и создает возможность прогноза изменения количества биомассы в ближайшие несколько дней.

В перспективе разработки темы планируется совместный анализ данных дистанционного зондирования Земли и лабораторного изучения состояния воды и биомассы. Подобные исследования позволят достоверно соотнести значения индексов с состоянием объектов, а также разработать собственные индексы, наиболее подходящие под решаемую задачу.

## Литература

1. *Davis T.W., Berry D.L., Boyer G.L., Gobler C.J.* The effects of temperature and nutrients on the growth and dynamics of toxic and non-toxic strains of *Microcystis* during cyanobacteria blooms // *Harmful Algae*. 2009. Vol. 8. P. 715–725.
2. *Apeldoorn M.E., Egmond H.P., Speijers G.J.A., Bakker G.J.I.* Toxins of cyanobacteria // *Mol. Nutr. Food Res*. 2007. Vol. 51. P. 7–60. <http://dx.doi.org/10.5935/0103-5053.20160191>.
3. *Codd G.A., Morrison L.F., Metcalf J.S.* Cyanobacterial toxins: risk management for health protection // *Toxicol. Appl. Pharmacol*. 2005. Vol. 203. P. 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2004.02.016>.
4. *Paerl H.W., Huisman J.* Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms // *Environ. Microbiol. Rep*. 2009. Vol. 1. P. 27–37. <https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2008.00004.x>.
5. *Pearson L., Mihali T., Moffitt M., Kellmann R., Neilan B.* On the chemistry, toxicology and genetics of the cyanobacterial toxins, microcystin, nodularin, saxitoxin and cylindrospermopsin // *Mar. Drugs*. 2010. Vol. 8. P. 1650–1680. <https://doi.org/10.3390/md8051650>.
6. *Бородулин И.В., Милюткин В.А., Розенберг Г.С.* Разработка технологий и технических средств для сбора и утилизации сине зеленых водорослей // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Т. 25, № 4. С. 123-129.
7. Пат. 2068053 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> E 02 В 15/00. *Борунов И.И., Борунов О.Н., Муров В.М., Ихсанов Д.Ф., Карамышев В.Г., Фатхутдинов Л.Ф.* Способ очистки водоема от водорослей и устройство для его осуществления. 20.10.1996.
8. Пат. 2454504 Российская Федерация, МПК В02В 15/04, В02В 15/10, А01D 44/00, В04В 5/00, В04В 15/00, С12N 1/12. *Грачёв В.И., Грачёв А.В., Тихонова Н.В., Пустоветова М.Г.* Способ и система получения массы сухих сине-зеленых водорослей из водоемов для нужд человека. 27.06.2012.
9. *Hu C., He M.-X.* Origin and offshore extent of floating algae in Olympic sailing area. // *EOS, Trans. Am. Geophys*. 2008. Vol. 89 (33), P. 302–303.

*Danil N. Sherstobitov, Vasiliy V. Ermakov,  
Vitaliy N. Pystin, Olga V. Tupitsyna*

**MONITORING OF THE DEVELOPMENT OF BLUE-GREEN  
ALGAE IN THE KUIBYSHEV RESERVOIR USING REMOTE  
SENSING INDICES OF THE EARTH**

*Samara State Technical University, Russia*

The article presents the results of remote monitoring of blue-green algae of the Kuibyshev reservoir, leading to eutrophication of the reservoir. The use of processed images made it possible to more clearly define the boundaries of the distribution of blue-green algae, as well as the zones of the most intensive development of biomass. The use of several spectral indices made it possible to determine the most suitable data for use under adverse meteorological conditions.

The analysis of the processed satellite images makes it possible to assess the intensity of the development of blue-green algae.

This is the basis for the development of a forecast model of biomass changes in the reservoirs of the middle zone of the Russian Federation.

*Шишкина Д.Ю.*  
**ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ГОРОДОВ  
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Южный федеральный университет, Россия*

[diana@sfedu.ru](mailto:diana@sfedu.ru)

Изучено распределение тяжелых металлов в почвах городов Ростов-на-Дону, Таганрог и Азов. Установлено, что приоритетными загрязнителями городских почв являются цинк, свинец, медь и кадмий; концентрации ртути, мышьяка и никеля не достигают санитарно-гигиенических нормативов. Загрязнение почвенного покрова урболандшафтов, в основном, оценивается как допустимое, в редких случаях – как умеренно опасное и опасное.

Распределение и миграция тяжёлых металлов (ТМ) в почвах городов Ростовской области достаточно хорошо изучено и освещено в ряде публикаций последних лет [1–3]. В то же время, такие вопросы как распределение ТМ в почвах различных функциональных зон (урболандшафтов) и содержание элементов первого класса опасности (As, Cd, Hg) требуют дальнейшего изучения.

В настоящей работе рассмотрены результаты эколого-геохимических исследований, проведенных в 2012–2020 гг. на территории городов Ростов-на-Дону, Таганрог и Азов. В ходе работ было отобрано 240 почвенных проб, в которых содержания ТМ и мышьяка определялись, в основном, с помощью атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии (М–МВИ-80-2008), атомно-абсорбционного анализа (РД 52.18.191-89), реже полуколичественным спектральным анализом.

Основные социально-экономические и экологические характеристики городов приведены в табл. 1.

**Таблица 1.** Общие сведения о городах по состоянию на 2020 г.  
(составлено по [4, 5])

Город	Площадь, км <sup>2</sup>	Численность населения, тыс. чел.	Плотность населения, чел./км <sup>2</sup>	Выбросы в атмосферу стационарными источниками загрязняющих веществ, тыс. т	ИЗА <sub>5</sub>
Азов	66,2	80,4	1214,5	1,745	5
Ростов-на-Дону	349	1137,7	3259,9	7,852	7
Таганрог	83,1	248,4	2989,2	4,497	5

Техногенная нагрузка на территорию изучаемых городов весьма высока. В Азове работают предприятия машиностроительной (Азовский оптико-механический завод, электротехнический завод «БНК») и химической промышленности («РТ-Эпафлекс», группа компаний «Алеко полимеры», «Ай-Пласт»). Таганрог является центром металлургии (Таганрогский металлургический завод «ТАГМЕТ») и машиностроения (ТАНТК им. Г.М. Бериева, «Красный котельщик», «Красный гидропресс», «Прибой»). В Ростове-на-Дону работают один из крупнейших разработчиков и производителей сельхозтехники мира ГК «Ростсельмаш», приборостроительные предприятия «Алмаз» и «Горизонт», производитель вертолетов «Роствертол», а также крупнейший отечественный производитель цинковых белил «Эмпилс». Во всех городах функционируют морские порты.

Рассматривалось содержание ТМ и мышьяка в почвах селитебных, промышленных, рекреационных и придорожных ландшафтов. В качестве регионального фона использовались концентрации химических элементов в почвах охраняемого природного объекта «Персиановская заповедная степь» [6].

Распределение свинца отличается высокой вариабельностью: концентрации варьируют от 1,03 до

400 мг/кг, минимальное из средних содержаний (2,4 мг/кг) в 39 раз ниже максимального – 94,1 мг/кг (табл. 2). Наибольшими концентрациями отличаются промышленные ландшафты Ростова-на-Дону, на территории лакокрасочного завода «Эмпилс», что обусловлено использованием в производственном процессе пигментов, содержащих тяжелые металлы: свинец, цинк и кадмий [7].

**Таблица 2.** Среднее содержание ТМ в почвах урболандшафтов, мг/кг

Города	Pb	Zn	Cd	As	Hg	Ni	Cu
Селитебные ландшафты							
Азов	80	91	н.опр.	5,3	н.опр.	27	35,5
Ростов-на-Дону	45,4	171,8	0,25	8,5	0,19	29,5	29,4
Таганрог	25,7	148,6	0,32	3,0	0,023	35	67,1
Рекреационные ландшафты							
Азов	26,5	133	н.опр.	2,95	н.опр.	28,5	29
Ростов-на-Дону	42	195,5	0,37	1,74	0,031	47,5	89,5
Промышленные ландшафты							
Азов	2,4	9	0,05	0,61	0,005	10,7	4,4
Ростов-на-Дону	58,9	326,8	0,68	2,9	0,013	42,3	50,8
Таганрог	94,1	382,1	0,77	5,9	0,025	33,5	78,9
Таганрог, свалка	15,1	34,4	0,23	3,6	0,07	21,4	27,9
Придорожные ландшафты							
Азов	16,9	109,7	н.опр.	3,9	н.опр.	31,7	24
Ростов-на-Дону	19,4	72,5	н.опр.	н.опр.	н.опр.	42,3	53,6
Региональный фон	11,2	50	0,06	6,3	0,027	36,4	23,1

н.опр. – содержание элемента не определялось

Почвы городских ландшафтов отличаются повышенным содержанием цинка. Исключение составляют промышленные ландшафты Азова, представленные участком под строительство зернового терминала в Азовском морском порту. Это обусловлено гранулометрическим составом почвообразующих пород – донских аллювиальных кварцевых песков, резко обеднённых ТМ и мышьяком.

Наибольшие средние концентрации Zn выявлены в почвах промышленных ландшафтов Ростова-на-Дону и Таганрога (табл. 2). При этом максимальное содержание металла – 3858 мг/кг – установлено на территории селитебной зоны в Ростове-на-Дону, неподалеку от завода «Ростсельмаш».

Концентрации кадмия варьируют от 0,05 мг/кг в песчаных почвах донского берега до 2,2 мг/кг в почвах на территории завода «Эмпилс». Максимальные средние концентрации Cd характерны для промышленных ландшафтов. Наиболее высокие средние концентрации мышьяка и ртути установлены в почвах ростовских селитебных ландшафтов. Максимальное содержание Hg, в 50 раз превосходящее региональный педогеохимический фон, обнаружено в почве на окраине несанкционированной свалки в Таганроге.

Среди изученных элементов наиболее равномерным распределением отличается никель. Его средние концентрации близки в почвах всех ландшафтов и лежат, в основном, в диапазоне 20–40 мг/кг. Максимальные концентрации меди – 300 мг/кг – выявлены в почвах ростовских парков. Возможно, это связано с применением медьсодержащих пестицидов при выращивании парковых культур.

В ходе эколого-геохимической оценки установлено, что превышения санитарно-гигиенических нормативов характерны лишь для четырёх из восьми изученных элементов: свинца, цинка, кадмия и меди. По степени химического загрязнения в соответствии с величиной Zc почвы всех урболодшафтов Азова и значительной части Таганрога и Ростова-на-Дону относятся к допустимой категории загрязнения. Для почв промышленных ландшафтов Таганрога и Ростова-на-Дону категория загрязнения, в основном, оценивается как умеренно опасная, в трёх случаях – опасная.

### *Литература*

2. Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Дерябкина Л.А., Синельникова Ю.А. Химическое загрязнение почв города Таганрога как фактор риска для здоровья населения // Анализ риска здоровью. 2017. № 1. С. 13–20.

3. Горбов С.Н., Безуглова О.С. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах Ростовской агломерации. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020.

4. Налета Е.В., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв городов Ростовской области. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015.

5. Ростовская область в цифрах 2020: Стат.сб. Ростов-на-Дону: Ростовстат, 2020.

6. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2020 году» / под общ. ред. М.В. Фишкина. Ростов-на-Дону, 2021.

7. Шишкина Д.Ю. Аналитическая база изучения химического загрязнения почв при инженерно-экологических изысканиях // Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база, современные методы и оборудование: материалы Общероссийской научно-практической конференции. М.: ООО «Геомаркетинг», 2021. С. 72–74.

8. Шишкина Д.Ю. Химическое загрязнение почв промышленных урболандшафтов Юга России // Успехи современного естествознания. 2017. № 3. С. 133–137.

***Shishkina D.Y.***

### **HEAVY METALS IN SOILS OF ROSTOV REGION CITIES**

*Southern Federal University*

The distribution of heavy metals in the soils of the cities of Rostov-on-Don, Taganrog and Azov was studied. It has been established that the priority pollutants of urban soils are zinc, lead, cadmium and copper; concentrations of mercury, arsenic and nickel do not reach sanitary and hygienic standards. Pollution of the soil cover of urban landscapes is generally assessed as acceptable, in rare cases – as moderately dangerous and dangerous.

*Яковлева И.Ю., Суздалева А.Л.*  
**ОБЪЕКТЫ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА  
КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ  
ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

*Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет, Россия*

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

Термин «объекты незавершенного строительства» включает широкий спектр различных зданий и сооружений. К ним относят как объекты, на которых в текущий момент продолжаются строительные работы, так и объекты, на которых эти работы прекращены. Вне зависимости от своего состояния любые виды незавершенного строительства оказывают значимое влияние на качество жизни городского населения. На этих участках формируются заросли из деревьев и кустарников, и поселяются различные животные, некоторые виды которых представляют угрозу для здоровья человека. Источником опасности является обрушение ветшающих строительных конструкций. Весьма часто заброшенные строения становятся местом нелегального проживания маргинальных элементов социума.

Исследованию проблемы объектов незавершенного строительства посвящено достаточно большое количество работ [1-3]. Но в большинстве случаев они касаются лишь отдельных сторон данного вопроса (правового статуса, технического состояния конструкций и др.). Вместе с тем многоплановость негативных процессов и явлений, связанных с наличием в городе объектов незавершенного строительства, требует выработки единого подхода к решению данной проблемы.

Фактической основой для работы послужили результаты изучения 46 объектов незавершенного строительства на территории Москвы, а также Московской и Калужской областей, проведенные в 2016-2021 гг. Предметом исследования являлись не только здания и сооружения, но и отведенный под их строительство земельные участки,

на которых со временем происходит закономерное развитие растительности и появляются различные животные. В результате формируется природно-техническая систем (ПТС) [4]. Важность подобного методологического подхода заключается в том, что многие негативные процессы и явления, обусловленные существованием объектов незавершенного строительства, связаны с условиями, формирующимися на прилегающих к ним территориях. Некоторые из них превращаются в источник угроз для здоровья человека. Так, городские ПТС являются местообитанием агрессивных стай одичавших собак. Затопленные подземные помещения становятся благоприятной средой для массового размножения кровососущих насекомых.

На основании обобщения материалов исследования разработана следующая классификация объектов незавершенного строительства:

1. Незавершенные объекты с нулевой степенью деградации – функционирующие строительные площадки или участки, отведенные под здания и сооружения, работы по возведению которых остановлены на непродолжительный срок (до 6 месяцев).

2. Незавершенные объекты со слабой степенью деградации – оставленные здания и сооружения (на срок до 3 лет), на которых появляются первые признаки разрушения целостности конструкции в виде небольших деформаций, устранение которых не требуют капитального ремонта.

3. Незавершенные объекты со средней степенью деградации – оставленные здания и сооружения (на срок до 5 лет), на которых имеются разрушения целостности конструкции, для восстановления которых требуется проведение капитального ремонта. На окружающей территории наблюдается формирование кустарниковых зарослей.

4. Незавершенные объекты с сильной степенью деградации – оставленные здания и сооружения (на срок до 25 лет), у которых произошло разрушение отдельных частей. Наблюдаются затопленные подземные помещения, развитие опасных явлений экзогенной геодинамики, образование сильно замусоренных зарослей древесной растительности. Какие-либо меры по контролю за состоянием долгостроя отсутствуют.

5. Незавершенные объекты с весьма сильной деградацией. Оставленные здания и сооружения (на срок свыше 25 лет) со значительным разрушением всей их конструкции или ее крупных частей (полное или частичное руинирование). Характерно распространение опасных геодинамических процессов за пределы участка, возможно заболачивание понижений рельефа.

Существование долгостроев приводит к возникновению вокруг них так называемых депрессивных пространств, проживание в которых становится непрестижным. В некоторых странах эти районы превращаются в городские трущобы, заселенные различными маргинальными элементами социума [5, 6]. При этом площадь внутригородских депрессивных территорий, триггером возникновения которой стал долгострой, может закономерно расширяться в результате ухудшения экологической и криминогенной обстановки вокруг него.

Таким образом, неконтролируемые объекты незавершенного строительства оказывают многоплановое негативное влияние на условия жизни в городах и могут стать фактором, определяющим перспективы развития их районов.

#### *Литература*

1. Батуева Э.Ц. Момент возникновения объектов незавершенного строительства как недвижимого имущества // Вестник СГЮА. 2017. № 3(116). С. 135-142.

2. Стафеев В.А. Обследование технического состояния строительных конструкций на объектах незавершенного строительства // Научный альманах. 2019. № 5-1(55). С. 72-78.

3. Семенова Е.Г. Особенности правового регулирования объектов незавершенного строительства // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. № 3. С. 147-151.

4. Суздалева А.Л. Системная техноэкология и управляемые природно-технические системы // Безопасность в техносфере. 2016. Т. 5 № 3. С. 6-14. DOI: 10.12737/21718.

5. Spelman W. Abandoned buildings: magnets for crime? // J. Crim. Justice. 1993. No. 21. P. 481-495.

6. Shane J.M. Abandoned Buildings and Lots // Problem-Oriented Guides for Police. Problem-Specific Guides Series. 2012. No. 64. P.69.

*Yakovleva I.Yu., Suzdaleva A.L.*

## **INCOMPLETE CONSTRUCTION AS A FACTOR IN FORMING THE URBAN ENVIRONMENT**

*Moscow State University of Civil Engineering  
(National Research University), Russia*

The term “incomplete construction” includes a wide range of different buildings and structures. These include both sites where construction is ongoing and sites where this work has been discontinued. In these areas form thickets of trees and shrubs, in which various animals settle. Some of its biota threaten human health and life. The source of danger is the collapse of deteriorating building structures. Quite often, abandoned buildings become places of illegal residence of outcasts. A survey was conducted of the population living near facilities whose construction was stopped more than three years ago. According to its results, abandoned buildings and structures have a multifaceted negative impact on people’s lives.

*Научное издание*

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*В трех томах*

**ТОМ 1**

Издание подготовлено в авторской редакции

Технический редактор  
Дизайн обложки

В оформлении обложки использовано  
фото из коллекции Глеба Александровича Болботова

Подписано в печать 05.07.2022 г. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 31,51. Тираж 200 экз. Заказ .

---

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

*Для заметок*

---

*Для заметок*

---