

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт природных ресурсов, экологии и криологии  
Сибирского отделения Российской академии наук  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Сибирское отделение Российской академии наук»  
Объединенный ученый совет СО РАН наук о Земле  
Отделение наук о Земле РАН  
Правительство Забайкальского края  
Государственный природный биосферный заповедник «Даурский»  
Национальный парк «Алханай»  
Забайкальское региональное отделение Русского географического общества  
Забайкальский краевой краеведческий музей им. А.К. Кузнецова  
Институт развития образования Забайкальского края

**IV Всероссийская конференция**  
**«ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ И ТЕХНОГЕНЕЗ»,**  
*посвященная 300-летию РАН,*  
*300-летию первой научной экспедиции под руководством*  
*Д.Г. Мессершмидта в Забайкалье*



*05-09 августа 2024 года*  
*г. Чита, Россия*

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, ЭКОЛОГИИ И КРИОЛОГИИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ УЧЕНЫЙ СОВЕТ СО РАН НАУК О ЗЕМЛЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН  
ПРАВИТЕЛЬСТВО ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК «ДАУРСКИЙ»  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «АЛХАНАЙ»  
ЗАБАЙКАЛЬСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА  
ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЕВОЙ КРАЕВЕДЧЕСКИЙ МУЗЕЙ ИМ. А.К. КУЗНЕЦОВА  
ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

## **МАТЕРИАЛЫ**

**IV Всероссийской конференции  
«ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ И ТЕХНОГЕНЕЗ»,  
посвященной 300-летию РАН,  
300-летию первой научной экспедиции под руководством  
Д.Г. Мессершмидта в Забайкалье**

**05-09 августа 2024  
г. Чита, Россия**

УДК 550.47+504.03+502.33

УДК 549.47+551.4 (075.8)

Утверждено к печати Ученым советом  
Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН

Редколлегия:

к.г.н. И.Е. Михеев, к.б.н. О.В. Корсун, к.б.н. Е.Б. Матюгина,  
Н.С. Балувев, к.б.н. Н.А. Ташлыкова

М 341

Материалы IV Всероссийской конференции «Эволюция биосферы и техногенез», посвященной 300-летию РАН, 300-летию первой научной экспедиции под руководством Д.Г. Мессершмидта в Забайкалье (05-09 августа 2024 г., г. Чита, Россия).

ISBN

Материалы, публикуемые в настоящем сборнике, характеризуют современное состояние исследований по основным направлениям деятельности Института и его научные связи. В данных работах в некоторой степени обобщены полученные результаты и обсуждены перспективы будущих совместных комплексных исследований.

ISBN

Все материалы публикуются в авторской редакции с незначительными правками технического и стилистического характера.

© ИПРЭК СО РАН, 2024  
© Авторский коллектив, 2024

## IV ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИИ «ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ И ТЕХНОГЕНЕЗ»

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ (ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ, КЛИМАТИЧЕСКИЕ, БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)</b> .....	8
<b>Абрамов Б.Н., Калинин Ю.А., Боровиков А.А.</b> Особенности формирования Арчикийского золоторудного месторождения (Восточное Забайкалье).....	9
<b>Бадмаев Н.Б., Цыбенков Ю.Б., Мангатаев А.Ц.</b> Столетние и внутривековые колебания параметров почвенного климата на юге Витимского плоскогорья Забайкалья .....	10
<b>Баженова О.И., Тюменцева Е.М.</b> Расшифровка кода эволюции степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья по данным стационарных исследований и литологическим записям голоцена.....	11
<b>Базарова Б.Б., Цыбекмитова Г.Ц., Афонина Е.Ю., Матафонов П.В., Куклин А.П., Ташлыкова Н.А., Бутенко М.С., Шойдоков А.Б.</b> Лаборатория водных экосистем ИПРЭК СО РАН: истоки .....	12
<b>Базарова Б.Б., Цыбекмитова Г.Ц., Афонина Е.Ю., Матафонов П.В., Куклин А.П., Ташлыкова Н.А., Бутенко М.С., Шойдоков А.Б.</b> Лаборатория водных экосистем ИПРЭК СО РАН: настоящее и будущее .....	13
<b>Борзенко С.В., Базарова Б.Б., Раднаева Л.Д., Базарсадуева С.В., Куклин А.П., Матафонов П.В., Афонина Е.А., Ташлыкова Н.А., Комогорцева И.А., Федоров И.А., Михеев И.Е.</b> Эколого-биогеохимическая оценка озера Барун-Торей (Восточное Забайкалье).....	14
<b>Борзенко С.В., Комогорцева И.А.</b> Биогеохимический круговорот серы в озерах Забайкалья.....	15
<b>Бородина Е.В.</b> Влияние состава пород водосбора на гидрохимические и физико-химические характеристики природных вод (на примере Каракольских озер, Горный Алтай).....	16
<b>Бородина Е.В.</b> Гидрохимические и физико-химические особенности природных вод бассейна реки Мульты (Горный Алтай).....	17
<b>Бородина Е.В.</b> Экологическое состояние природного парка «Белуха» (Горный Алтай) по данным химического состава водных объектов.....	18
<b>Бутенко М.Н.</b> Содержание биогенных элементов р. Чикой и её притоков .....	19
<b>Василенко Е.А., Юргенсон Г.А.</b> Новые данные о геохимии и минеральном составе гранитов местонахождения динозавров Кулинда .....	20
<b>Вахнина И.Л., Мыглан В.С., Носкова Е.В., Баринов В.В., Тайник А.В., Жарников З.Ю., Филатова М.О.</b> Реконструкция тепло- и влагообеспеченности Забайкалья по дендрохронологическим данным .....	21
<b>Вишнякова О.В., Убугунова В.И., Убугунов В.Л.</b> Геохимические особенности распределения полициклических ароматических углеводородов в почвах Байкальской рифтовой зоны.....	22
<b>Волчатова Е.В., Безрукова Е.В., Кербер Е.В.</b> Ландшафтные и климатические изменения в бассейне озера Номто-Нур (Окинское плато) за последние 750 лет.....	23
<b>Горошко О.А.</b> Гуменник в Восточном Забайкалье .....	24

<b>Дзюба В.В., Мыглан В.С., Баринов В.В., Назаров А.Н., Тайник А.В.</b> Поиск параметра для надёжного перекрестного датирования кедра и лиственницы на верхней границе леса в Центральном Алтае .....	25
<b>Еремин О.В., Замана Л.В., Эпова Е.С., Шойдоков А.Б.</b> Термодинамические равновесия углекислых вод Забайкалья .....	26
<b>Замана Л.В.</b> Нормируемые компоненты в углекислых водах Забайкалья .....	27
<b>Комогорцева И.А., Борзенко С.В.</b> Геохимические особенности формирования донных отложений бессточных озёр Забайкальского края .....	28
<b>Корсун О.В.</b> О двух видах растений, предлагаемых для Красной книги Забайкальского края .....	29
<b>Корсун О.В.</b> Реликтовое урочище «Чайник» (Нерчинско-Заводский район) .....	30
<b>Леонова Г.А., Густайтис М.Ю., Мальцев А.Е.</b> Биогеохимические особенности концентрирования и формы ртути в компонентах экосистемы гипергалинного озера Большое Яровое (юг Западной Сибири) .....	31
<b>Матафонов П.В.</b> Трансформация глубоководного зообентоса мезотрофного озера в экстремально маловодный период (на примере озера Арахлей) .....	32
<b>Малых О.Ф.</b> Речные бассейны как региональные особенности мест обитания и сохранения реликтовых сообществ .....	33
<b>Новожилова Н.В.</b> Эволюция эуметазоев переходного венд-кембрийского периода на примере мелкораконной фауны Хараулаха (Сибирская платформа) .....	34
<b>Носкова Е.В., Вахнина И.Л.</b> Анализ тенденций температуры воздуха в Забайкальском крае в контексте климатических норм .....	35
<b>Перязева Е.Г., Плюснин А.М., Маниева В.И., Ласточкин Е.И.</b> Исследование выщелачивания карбонатитов Аршанского рудопроявления .....	36
<b>Петрушина М.Н.</b> Динамика субсредиземноморских ландшафтов заповедника «Утриш» .....	37
<b>Плуснин А.М., Перязева Е.Г., Гарипова Е.Р., Новокрещенных Н.П.</b> Загрязнение приземной атмосферы металлами на территории горнодобывающих предприятий .....	38
<b>Русинек О.Т., Михеев И.Е., Сиделева В.Г.</b> О таксономическом статусе и паразитах песчаной широколобки ( <i>Leocottus kesslerii</i> Dybowski, 1874) из озера Арахлей .....	39
<b>Сизых А.П., Гриценюк А.П.</b> Формирование лесов на месте экстразональных степей Прибайкалья и на территориях, занятых степными сообществами в границах зональной лесостепи Западного Забайкалья .....	40
<b>Ташлыкова Н.А., Афонина Е.Ю.</b> Факторы, определяющие структуру планктона в минерализованных водоемах с переменным ионным составом .....	41
<b>Убугунов Л.Л.</b> Эколого-геохимическая и агрохимическая оценка состояния почв прибрежных депрессий циклически пульсирующих высокоминерализованных озёр в стадию регрессивной климатической фазы .....	42
<b>Фёдоров И.А., Борзенко С.В.</b> Органическое вещество озера Барун-Шивертуй (Восточное Забайкалье) .....	43
<b>Цыбекмитова Г.Ц.</b> Хлорофилл а планктонных водорослей некоторых солёных озёр Юго-Восточного Забайкалья .....	44
<b>ТЕХНОГЕНЕЗ И ЭВОЛЮЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ) .....</b>	<b>45</b>
<b>Алексеев А.М.</b> Влияние климатических условий Забайкальского края на зерновые культуры .....	46



<b>Антонова Н.Е., Дзюба Н.А.</b> Лесоклиматические проекты как инструмент реализации современной климатической повестки на региональном уровне .....	47
<b>Афонина Е.Ю., Ташлыкова Н.А.</b> Факторы, влияющие на развитие планктона техногенных водоемов горнорудных объектов.....	48
<b>Баенгуев Б.А., Белоголова Г.А.</b> Распределение тяжелых металлов и мышьяка в техногенных почвах г. Свирска .....	49
<b>Барановская Н.В., Михайлова Л.А., Казакова А.А., Вершкова Е.М.</b> Сравнительная характеристика особенностей элементного состава волос жителей районов хвостохранилищ, Забайкальский край .....	50
<b>Биксалеев А.А.</b> Центрированный подход в оценке структуризации сетей ООПТ Забайкальского края.....	51
<b>Бордонский Г.С., Гурулев А.А.</b> Новые подходы в дистанционном зондировании объектов гидрологии.....	52
<b>Будаева О.Д., Тараскин В.В., Раднаева Л.Д.</b> Содержание и пространственно-временное распределение фталатов в озерах восточного побережья озера Байкал.....	53
<b>Васильев В.И., Васильева Е.В.</b> Комплексный подход к использованию неоднородных и косвенных данных при численном моделировании техногенного влияния на природные водотоки .....	54
<b>Васильева Е.В., Васильев В.И.</b> Особенности разработки многорезервуарных моделей при численном моделировании техногенного влияния на природные водотоки.....	55
<b>Глазырина И.П., Забелина И.А., Фалейчик Л.М.</b> Особенности процессов индустриализации в восточных регионах России в период экономических шоков.....	56
<b>Гурова О.Н.</b> Торговая сфера регионов Востока России: тенденции развития .....	57
<b>Гурулев А.А., Казанцев В.А., Козлов А.К.</b> Возможность экологического мониторинга криосферных образований в микроволновом диапазоне с использованием БПЛА.....	58
<b>Забелина И.А.</b> Оценка сбалансированности эколого-экономического развития регионов Востока РФ и Северо-Востока КНР .....	59
<b>Замана Л.В., Чечель Л.П., Абрамова В.А., Таскина Л.В.</b> Гидрогеохимия техногенеза рудных месторождения Восточного Забайкалья .....	60
<b>Казанцев В.А., Козлов А.К.</b> Снежный покров как индикатор состояния окружающей среды (на примере реки Ингода) .....	61
<b>Курганович К.А., Шаликовский А.В., Кочев Д.В.</b> Использование топологически нормализованной цифровой модели рельефа HAND для картографирования зон затоплений.....	62
<b>Ломакина Н.В.</b> Потенциал технологического разворота минерально-сырьевого комплекса ДФО в рамках новой минерально-сырьевой политики России .....	63
<b>Макаров В.Н.</b> Литохимические аномалии ртути на участках подземных пожаров угля.....	64
<b>Макаров В.П.</b> Концентрация химических элементов в листьях ивы Миабэ ( <i>Salix miyabeana</i> Seemen), произрастающей в районе хвостохранилища Дарасунского месторождения золота.....	65
<b>Нимаева Б.В., Михайлова Л.А., Бондаревич Е.А.</b> Методика оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье населения .....	66
<b>Оргильянов А.И., Замана Л.В., Крюкова И.Г.</b> Проблемы охраны минеральных вод в Забайкальском крае .....	67
<b>Помазкова Н.В., Желибо Т.В.</b> Восстановление горнопромышленных ландшафтов: подходы, принципы, перспективы .....	68
<b>Савина А.И., Тагаева Т.О.</b> Внедрение НДТ как драйвер декарбонизации обрабатывающей промышленности.....	69

<b>Седищева А.В.</b> Проблема учета экологического фактора в системе рентных отношений краткосрочной аренды жилья .....	70
<b>Фалейчик Л.М., Фалейчик А.А.</b> Устойчивость бюджетов восточных субъектов Российской Федерации .....	71
<b>Филатова Л.О., Чудинова О.Н.</b> Исследование твердой фазы снежного покрова в районе Олонь-Шибирского угольного месторождения .....	72
<b>Цыренов Т.Г.</b> Подвижность химических элементов в системе «хвосты обогащения – подотвальные воды» рудников Акатуевского и Благодатского полиметаллических месторождений Восточного Забайкалья .....	73
<b>Чугуевская М.А.</b> Эффективность реализации федеральной программы «Чистый воздух» в г. Чита .....	74
<b>Шавекина А.Ш., Волынкин С.С., Юркевич Н.В., Бортникова С.Б., Бондаренко В.П.</b> Баритоновость хвостохранилища Дюков Лог .....	75
<b>Шавекина А.Ш., Волынкин С.С., Бортникова С.Б.</b> Формы нахождения мышьяка в переработанных рудах Хову-Аксынского хвостохранилища (Республика Тыва).....	76
<b>Шойдоков А.Б.</b> Донные беспозвоночные как компонент состояния донной подсистемы водоёма-охладителя угольной ТЭЦ (на примере оз. Кенон) .....	77
<b>Юргенсон Г.А.</b> Горнопромышленные геосистемы и первые результаты их изучения .....	78
<b>НАУЧНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ В ЗАБАЙКАЛЬЕ ОТ Д.Г. МЕССЕРШМИДТА ДО СОВРЕМЕННОСТИ</b> .....	79
<b>Елаев Э.Н.</b> По следам сибирской экспедиции Д.Г. Мессершмидта (к ее 300-летию) в свете современных орнитофаунистических исследований юга Восточной Сибири.....	80
<b>Клочихина Л.И.</b> 30-летие Гербария Государственного природного биосферного заповедника «Даурский»: история создания, научные экспедиции, гербарные фонды .....	81
<b>Тюменцева Е.М., Баженова О.И.</b> Исследования окружающей среды Забайкалья П.С. Палласом.....	82

Сегодня в сфере исследований все более интенсивными становятся разработки в области эволюции биосферы. Это связано с поиском путей выхода из экологического кризиса, или – в более широком контексте – с выяснением места и роли человека в биосфере.

Преобладает мнение, что техногенез окружающей среды закономерно приводит к ее разрушению и деградации. В реальности этот процесс является более сложным и многоплановым. Человек изменяет природную среду не только с целью использования ее ресурсов, но и для создания более благоприятных условий жизни.

Для перехода к управляемой эволюции не просто нужны отдельные ресурсо- и энергосберегающие технологии, а требуется новая организация человеческого хозяйства – принципиально новая парадигма поведения человека в биосфере.

Взгляды физиков, математиков, химиков, биологов, геологов, экономистов имеют богатство схем и моделей эволюции биосферы и техногенеза. Поиск точек соприкосновения – это важная, но крайне сложная задача. Всероссийская конференция «Эволюция биосферы и техногенез» предлагает коллегам площадку для широкой междисциплинарной дискуссии по этим сложным вопросам, которые в том числе связаны и со структурной и функциональной организацией экологических систем; техногенной трансформацией окружающей среды; природно-технических систем, которые становятся средой обитания живых организмов; урбанизированных территорий, захватывающих новые регионы.

Концепция конференции направлена на развитие научной коммуникации и обмен мнениями ведущих учёных и экспертов из разных регионов страны и мира; разработку рекомендаций и предложений для развития диалога и доверия, научной и экспертной дипломатии.

Взаимодействие различных направлений, междисциплинарность подходов и пластичность методов, а также умение использовать синергетический эффект в работе и творчестве – залог успешного развития в эпоху изменений, потрясений и кризисов.



**ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ (ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ,  
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ, КЛИМАТИЧЕСКИЕ,  
БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)**

## Особенности формирования Арчикийского золоторудного месторождения (Восточное Забайкалье)

**Абрамов Б.Н.<sup>1,\*</sup>, Калинин Ю.А.<sup>2</sup>, Боровиков А.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

<sup>2</sup>Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

\* [b\\_abramov@mail.ru](mailto:b_abramov@mail.ru)

Арчикийское золоторудное месторождение расположенное в Забайкальском крае приурочено к Могочинско-Бушулейской зоне тектонических нарушений. На площади месторождения развиты интрузивные образования амананского (P<sub>2</sub>) и амуджиканского (J<sub>2-3</sub>) комплексов, трассирующих Могоча-Бушулейскую ветвь Монголо-Охотской сутуры.

Рудные тела Арчикийского месторождения представлены зонами метасоматического изменения пород с прожилково-вкрапленной и жильной минерализацией мощностью до 10 м, протяженностью до 500 м. Количество сульфидов в рудных зонах достигает 3%, с преобладанием пирита. В числе рудных минералов наблюдаются молибденит, магнетит, блеклая руда, галенит, сфалерит, шеелит. Отмечается следующая последовательность выделения рудных минералов: магнетит → пирит → молибденит + блеклая руда + халькопирит → галенит, сфалерит. Характерной особенностью месторождения является наличие флюоритовой минерализации, отмечаемой в виде включений в интрузиях амуджиканского (J<sub>2-3</sub>) и амананского комплексов (P<sub>2</sub>), а также в виде прожилков и вкрапленностей в рудных зонах. Среднее содержание золота в рудах составляет 2,82 г/т. По петрогеохимическим характеристикам интрузивные образования амуджиканского и амананского комплексов, с которыми в Забайкалье связано формирование золотого и молибденового оруденений, соответствуют коллизионным образованиям. В процессе поисково-разведочных работ выделены следующие минеральные ассоциации: кварц-магнетитовая, кварц-молибденитовая, кварц-турмалиновая, кварц-пирит-халькопиритовая, кварц-пиритовая, кварц-сфалерит-галенитовая, кварц-карбонатная.

Определено, что изотопный состав  $\delta^{18}\text{O}$  в кварце рудных жил изменяется от 4,5‰ до 13,7‰, изотопный состав сульфидов  $\delta^{34}\text{S}$  ‰ – от +0,8‰, до 2,1‰. Расчетная температура рудообразования, вычисленная на основе изотопных составов сульфидов в паре молибденит-пирит, имеет значения 402,9°C. Рассчитанный изотопный состав кислорода во флюиде в равновесии с кварцем при 402,9°C меняется от -6,12‰ до 6,89‰. Часть рассчитанных значений составляет более 6,00‰, что соответствует водному флюиду магматической природы. Значения изотопного состава кислорода менее 5,0‰ можно объяснить участием в рудообразовании метеорных вод. Значения изотопного состава пиритов  $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$  во флюиде, находящемся в равновесии с сульфидами, в момент минералообразования изменяются от 0,07‰ до 1,43‰, что соответствует флюиду магматической природы.

Образование Арчикийского золоторудного месторождения, как и большинства мезозойских золоторудных месторождений Восточного Забайкалья, связано с мезозойской тектономагматической активизацией. Данные изотопного состава составляющих рудных тел свидетельствуют о наличии в рудоносных источниках магматического компонента.

*Работа выполнена в рамках проекта № FUFР-2021-0006.*

## Столетние и внутривековые колебания параметров почвенного климата на юге Витимского плоскогорья Забайкалья

**Бадмаев Н.Б.<sup>1, 2, \*</sup>, Цыбенков Ю.Б.<sup>1</sup>, Мангатаев А.Ц.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия*

<sup>2</sup>*Бурятская государственная сельскохозяйственная академия, Улан-Удэ, Россия*

*\*nima\_b@mail.ru*

По территории Забайкалья проходит южная граница распространения криолитозоны. Именно здесь, в переходной зоне от сплошной криолитозоны к островной, наиболее ярко проявляется динамика изменений температурного поля почв в связи с глобальным изменением климата. В связи с этим, изучение столетних и внутривековых пространственных изменений глубины протаивания мерзлотных почв Укырской депрессии (УД), несомненно, является актуальной задачей. Исходными данными послужили сведения о мерзлоте, где приведены материалы Е. Кабанова, полученные в августе 1909 г. В данных ландшафтах в конце августа 1981, 1991 и 2015 годов буровым методом определены глубины протаивания мерзлотных почв.

Почвенный покров УД характеризуется кольцевой мезозональностью. В центре депрессии на славодренированных понижениях формируются аллювиальные торфяно-глеевые и перегнойно-глеевые почвы болотистых лугов и осоково-ерниковой вогнутой равнины. Выровненные озерные опесчаненные террасы занимают аллювиальные гумусовые почвы на сухих лугах. Немного выше, на заливных лугах, встречаются аллювиальные темногумусовые почвы на супесчано-суглинистых отложениях. На второй выровненной супесчано-иловатой распаханной озерной террасе формируются черноземы глинисто-иллювиальные. Единичные березово-лиственничные колки занимают буроземы грубогумусированные темноязыковатые почвы на хрящевато-каменистых легкосуглинистых отложениях. На пологих склонах теневых экспозиций, на породах более тяжелого гранулометрического состава, формируются палевые темногумусовые почвы под березовыми лесами с богатым травяным покровом. Горное обрамление депрессии замыкают буроземы грубогумусовые оподзоленные на скелетных элювиальных отложениях под лиственничным лесом.

Сравнительный анализ составленных разновременных картосхем показывает, что пространственное поле столетних и внутривековых изменений мощности глубины протаивания почв в УД достаточно контрастное и неоднородное. Наибольшие изменения по глубине протаивания почв за период исследования произошли в почвах открытых ландшафтов – до 140-170 см. Славодренированные аллювиальные торфяно-глеевые и перегнойно-глеевые криогидроморфные почвы характеризуются высокой устойчивостью (5-15 см) и находится в пределах ошибки измерения или в пределах ежегодных колебаний глубины протаивания. Небольшие тренды изменения СТС характерны для почв таежных ландшафтов, минимальные величины – для палевых почв с тяжелым гранулометрическим составом, относительно большие – для буроземов с более хрящеватым составом на элювиальных отложениях. Выявленное незначительное изменение режима мерзлоты в почвах заболоченных ландшафтов объясняется постоянно высоким увлажнением и экранированностью органомгенными напочвенными покровами. Поэтому в этих почвах тепловое равновесие почвогрунта устойчиво и глубина протаивания стабилизирована. Почвы таежных ландшафтов по динамике изменений сезонно-талого слоя занимают промежуточное положение между ними.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121030100228-4 ИОЭБ СО РАН).*

**Расшифровка кода эволюции степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья по данным стационарных исследований и литологическим записям голоцена****Баженова О.И.<sup>1,\*</sup>, Тюменцева Е.М.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия*<sup>2</sup>*Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия*\**bazhenova\_o49@mail.ru*

Познание эволюции геосистем относится к одной из наиболее сложных задач современной географии. Ее решение возможно на основе синтеза результатов трех составляющих процесса познания, характеризующих временную смену географических событий: итогов стационарных наблюдений за современной динамикой природных процессов, исторических сведений и палеогеографических реконструкций. При этом особую ценность приобретают материалы стационарных исследований, которые выступают связующим звеном между прошлым и будущим. Только в ходе подробных и длительных стационарных исследований можно получить данные, необходимые для построения моделей функционирования геосистем, прогноза изменения их состояний и тем более управления этим состоянием. Для изучения эволюции геосистем особый интерес представляет Даурская степь, которая была выбрана В.Б. Сочавой для организации первого в Сибири географического стационара и многие годы сохраняет ключевые позиции экспериментального полигона высокого международного уровня.

В качестве первоочередных объектов исследований эволюции геосистем нами выбраны геоморфологические системы, так как через рельеф земной поверхности идет постоянный обмен энергией и веществом между всеми оболочками Земли и космосом. С рельефом прямо и косвенно связаны все явления, которые происходят на поверхности Земли и он выступает единственно возможной на планете опорой для развитой жизни. На Харанорском стационаре на топологическом уровне исследовались малые лито- и водосборные бассейны. На этих небольших по размерам и очень динамичных объектах в рамках молекулярной географии была прослежена вся совокупность изменений, составляющих механизм функционирования геоморфологических систем в рамках внутривекового цикла, позволившая расшифровать код поведения систем данной группы, а затем раздвинуть пространственный и временной масштаб исследования.

Пространственный охват включает озерные бассейны региона. Временной период охватывает весь голоцен по данным детальным исследованиям 18 опорных разрезов. Последовательное рассмотрение геоморфологических сценариев в различные временные срезы позволило нам выделить 3 динамических фазы рельефообразования, которые свойственны циклам различных иерархических уровней. Циклы хорошо выделяются по колебанию уровней озер, представляющих естественную разностную интегральную кривую изменения увлажнения территории степного Забайкалья и сопредельных районов Монголии и Китая. Каждый цикл начинается с экстремальной фазы интенсивного флювиального сноса и выноса вещества из системы. Нормальная зональная фаза интеграции вещества в бассейнах фиксируется погребенными гумусовыми горизонтами почв, по которым хорошо диагностируются 1800-летние циклы. Региональное развитие в Даурии получили почвы, возраст которых около 8; 6,4 и 4,6 тыс., а также 1,2-1,4 тыс. кал. л. Для верхней части отложений каждого цикла характерны эоловые горизонты экстремальных аридных фаз. Они дают возможность представить все многообразие рельефообразования данной территории как комбинацию ограниченного числа механизмов, каждый из которых поддается диагностике и прогнозированию.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121012190017).*

**Лаборатория водных экосистем ИПРЭК СО РАН: истоки**

**Базарова Б.Б.\*, Цыбекмитова Г.Ц., Афонина Е.Ю., Матафонов П.В., Куклин А.П.,  
Ташлыкова Н.А., Бутенко М.С., Шойдоков А.Б.**

*Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*balgit@mail.ru*

Лаборатория водных экосистем ИПРЭК СО РАН является преемницей Забайкальской комплексной экспедиции ЛИН СО РАН, созданной в 1966 г. в г. Чита для систематического исследования озер Забайкалья. Первым научным руководителем Забайкальской комплексной экспедиции был к.б.н. Борис Антонович Шишкин (1966-1974). С его именем связано создание в Забайкалье Ивано-Арахлейского стационара (1967 г.) в с. Преображенка, где начаты круглогодичные многолетние исследования по биологической продуктивности Ивано-Арахлейских озёр в рамках Международной биологической программы. Результаты этих исследований были представлены Борисом Антоновичем на XVIII Международном конгрессе (Ленинград, 1971 г.), а позже (1973 г.) опубликованы в журнале «Hydrobiologia» в соавторстве с Е.И. Бондаревой, Т.Н. Морозовой, А.А. Тополовым, К.А. Шишкиной, В.П. Горлачевым, И.М. Шаповаловой, Н.М. Прониным, В.Н. Кузмич. В этот период защищены кандидатские диссертации его соратников: Г.Л. Карасёв (биология рыб) и В.Н. Кузмич (трофология рыб). Под руководством Б.А. Шишкина защищены диссертации: Е.И. Бондаревой (первичная продукция), В.П. Горлачевым (зоопланктон), И.М. Шаповаловой (зообентос), Т.Н. Морозовой (фитопланктон), А.А. Тополовым (микробиология). Были опубликованы сборники статей «Биологическая продуктивность Ивано-Арахлейских озёр» (Чита, 1972), «Термический режим и биология оз. Кенон» (Чита, 1972). Впоследствии Борис Антонович сделал теоретическое обобщение лимнологических исследований, проведенных им и его учениками в работе «Региональные особенности озер Забайкалья» (Санкт-Петербург, 1993).

С 1974 по 1980 гг. начальником Забайкальской комплексной экспедиции был назначен к.б.н. Валерий Павлович Горлачев. В 1981 г. при организации ЧИПР СО РАН (ныне ИПРЭК СО РАН) сотрудники Забайкальской комплексной экспедиции вошли в состав института как Лаборатория лимнологии. Руководителем лаборатории стала к.б.н. Людмила Ивановна Локоть. В этот период большое внимание уделялось содовым озерам юго-востока Забайкалья, результаты исследований обобщены в монографии «Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность» (1991). Проведены исследования экосистемы искусственного водоема «Степное водохранилище» в бассейне р. Аргунь, которые опубликованы в монографии «Эвтрофирование малых водохранилищ, 1985». С 1987 г. на должность заведующей лабораторией водных экосистем назначена к.б.н. Татьяна Алексеевна Стрижова. С 1993 по 2013 гг. заведующей лабораторией водных экосистем была к.б.н. Мыдыгма Цыбекмитовна Итигилова. Под ее руководством защищены 10 кандидатских диссертаций. Опубликованы следующие коллективные монографии: «Экология городского водоема» (1998), «Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь» (2005), «Ивано-Арахлейские озера на рубеже веков: состояние и динамика» (2013).

В настоящее время ученики Мыдыгмы Цыбекмитовны составляют основу лаборатории. Объектами исследований являются водотоки и водоемы бассейнов Тихого и Северного Ледовитого океанов и внутренний бессточный бассейн в пределах Забайкалья.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 12103220007-2).*

**Лаборатория водных экосистем ИПРЭК СО РАН: настоящее и будущее**

**Базарова Б.Б.\*, Цыбекмитова Г.Ц., Афонина Е.Ю., Матафонов П.В., Куклин А.П.,  
Ташлыкова Н.А., Бутенко М.С., Шойдоков А.Б.**

*Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*balgit@mail.ru*

Лаборатория водных экосистем вошла в состав Читинского института природных ресурсов (ныне ИПРЭК СО РАН) в начале его формирования. В настоящее время в лаборатории водных экосистем работают 11 человек, из них 8 кандидатов наук, аспирант очного обучения.

Основными направлениями лаборатории являются: структурно-функциональная организация, динамика и эволюция водных экосистем Забайкалья; биологическое разнообразие и экология гидробионтов, в т.ч. видов вселенцев; биогеохимическая оценка состояния водных экосистем.

В лаборатории проводятся исследования таксономического состава, пространственного распределения, многолетней динамики основных трофических групп гидробионтов: автотрофы – фитопланктон, макрофитные водоросли, высшие водные растения; гетеротрофы – зоопланктон, зообентос, рыбы, в зависимости от климатических и антропогенных факторов среды. Также изучаются концентрации хлорофилла *a* и других пигментных характеристик, первичная продуктивность альгоценозов. В последние годы пристальное внимание уделяется оценке концентрации химических элементов в водных организмах.

Сотрудники лаборатории продолжают комплексные стационарные исследования на озерах Ивано-Арахлейской системы. Проводятся гидробиологические исследования соленых озер Онон-Торейской равнины, как территории РФ, так и в пределах МНР. Исследуется влияния объектов теплоэнергетики на водоемы-охладители (водоем-охладитель Харанорской ГРЭС, оз.Кенон). Проводятся исследования на техногенных водоемах (карьерах, отстойниках, хвостохранилищах). Объектами наших интересов в разные годы были водоемы Читино-Ингодинской впадины, Кодаро-Удоканской и Еравно-Харгинской систем, Чивыркуйский залив оз. Байкал, дельта р. Селенги, термальные источники Байкальской рифтовой зоны. Не остаются без внимания и водные объекты особо охраняемых территорий, например, озера Арей, Шебеты, Арбакалир, Бальзино и другие.

Полученные фундаментальные результаты позволили выполнить ряд прикладных исследований: разработана программа по сохранению озера Кенон (заказчик МПР Забайкальского края); оценено современное состояние экосистемы озера Арей для регламентации рекреационной нагрузки (заказчик дирекция ПП «Арей»); выполнены работы по улучшению состояния экосистем техногенных водоемов (Харанорское и Краснокаменское водохранилища) и озера с техногенной нагрузкой (Кенон, Гусиное и др.); выполнены обоснования по интродукции сиговых рыб в минеральные озера юго-востока Забайкалья; проведены рекогносцировочные исследования биоразнообразия гидробионтов и ихтиофауны водохранилища и рыбохода, построенных на р. Амазар для нужд ЦПК «Полярная». Наши исследования легли в основу обоснования охраняемых территорий (национальные парки «Алханай», «Чикой», «Кодар», природные парки «Арей», «Ивано-Арахлейский», биосферный заповедник «Даурский»).

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 12103220007-2).*



## Эколого-биогеохимическая оценка озера Барун-Торей (Восточное Забайкалье)

**Борзенко С.В.<sup>1,\*</sup>, Базарова Б.Б.<sup>1</sup>, Раднаева Л.Д.<sup>2</sup>, Базарсадуева С.В.<sup>2</sup>, Куклин А.П.<sup>1</sup>,  
Матафонов П.В.<sup>1</sup>, Афонина Е.А.<sup>1</sup>, Ташлыкова Н.А.<sup>1</sup>, Комогорцева И.А.<sup>1</sup>,  
Федоров И.А.<sup>1</sup>, Михеев И.Е.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

<sup>2</sup>Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

\*svb\_64@mail.ru

В ближайшие годы со стороны Монголии планируется активное промышленное освоение водосборной территории наиболее больших водоемов юго-востока Забайкальского края Барун-и Зун-Торей, которое неминуемо отразится на их экологии. В этой связи полученные знания о современной экологической ситуации водных экосистем позволят осуществлять экологический контроль в будущем. Большая часть оз. Барун-Торей расположена в России, и только южная его граница пересекает смежную территорию Монголии. Район его локализации относится к степной ландшафтно-климатической зоне. Химический состав вод основного водоема и озерков, локализованных в котловине оз. Барун-Торей, на начальной стадии наполнения котловины водой после продолжительной засухи в регионе отличался по солености, рН и содержанию макро- и микрокомпонентов.

Анализ накопления химических элементов в доминирующих видах автотрофов показал, что наибольшей способностью к их концентрированию отличаются цианобактериальные маты и фитопланктон. По средним оценкам погруженные водные растения в больших количествах накапливали все рассматриваемые элементы по сравнению с воздушно-водными растениями. Среди консументов I порядка наибольшей способностью к накоплению характеризуются истинно бентосные организмы, далее соответственно планктонно-бентосные и планктонные организмы. Рыба усваивала металлы и металлоиды в меньших количествах, за исключением Hg. Относительно высокая концентрация Hg определена также в лимнадии, которая выделялась высоким содержанием большинства элементов среди животных. В целом содержания изученных элементов в растениях и животных существенно превышали их содержания в среде обитания.

Анализ жирнокислотного состава биоты показал, что относительно высокая доля полиненасыщенных жирных кислот установлена в погруженных растениях, за исключением цианобактериального мата, выделяющегося относительно высоким по всей выборке содержанием насыщенных жирных кислот. Животные отличались от растений более высокими концентрациями олеиновой, эйкозапентаеновой, арахидоновой и докозагексаеновой кислот, тогда как в растениях среди полиненасыщенных жирных кислот основными являлись  $\alpha$ -линоленовая и линолевая кислоты. Выявленные различия жирнокислотного состава между образцами биоты обуславливали разное усвоение эссенциальных и токсичных элементов.

Инактивация поступающих в водоем металлов и металлоидов происходила путем их связывания лигандами органических веществ. Определение биодоступности элементов основывалось на расчете коэффициента биологического накопления элементов организмами с учетом содержания их ионных форм в определенной гидрогеохимической среде. Биодоступность химических элементов зависела не только от жирнокислотного состава организмов и концентрации ионов металлов и металлоидов в воде, но и от их токсичности.

*Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Сибирского отделения Российской академии наук; проекты № 121032200070-2, 121011890027-0.*

**Биогеохимический круговорот серы в озерах Забайкалья****Борзенко С.В.\*, Комогорцева И.А.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**\*svb\_64@mail.ru*

Сера является одним из важных видов химического сырья. Изучение природных соединений серы обогащает теорию органической и неорганической химии, стимулирует развитие химических технологий, а также инициирует исследование процессов преобразования вещества в окружающем нас мире. Несмотря на многочисленные исследования биогеохимических превращений серы в природных гидрогеохимических системах, все еще остаются невыясненными вопросы, касающиеся основных процессов, определяющих поведение серы в ее круговороте. Не менее важной проблемой является определение генезиса природных сульфатных озер, которые имеют ограниченное распространение на Земле (кроме кислых техногенных вод). В связи с этим целью данного исследования заключалась в определении основных механизмов, контролирующих поведение выделенных форм серы в разных типах и подтипах соленых озер Забайкалья.

Анализ фактического материала показал, что в донных осадках соленых озер Забайкалья доминирующей формой серы является  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{HS}^-$ ). В водной толще в сумме восстановленных форм серы сульфатных и содовых II подтипа озер превалирует  $\text{S}^0$ , а в хлоридных и содовых I и III подтипов –  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{HS}^-$ ). Расчеты показали, что  $\text{S}^0$  находится в воде преимущественно в виде коллоидов и взвеси и лишь незначительная ее часть присутствует в форме полисульфид-ионов ( $\text{S}_n^{2-}$ ). Количество серы  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  в озерной воде относительно невысокое, максимальная ее доля отмечена в содовых озерах II подтипа. В межгодовом разрезе наблюдений в каждом озере отмечались существенные изменения содержаний  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $K_{\text{SO}_4/\text{Cl}}$ , между тем величины  $\delta^{34}\text{S}(\text{SO}_4^{2-})$  и  $\delta^{34}\text{S}(\text{H}_2\text{S})$  имели относительно небольшие значения стандартных отклонений.

Показано, что поведение  $\text{SO}_4^{2-}$  носит сложный характер в связи с тем, что наряду с испарением и разбавлением озерных вод оно контролируется двумя дополнительными процессами, которые имеют противоположную направленность: сульфатредукцией и окислением сероводорода. Установлено, что в результате сульфатредукции наиболее изотопно-тяжелая сера  $\text{SO}_4^{2-}$  концентрировалась в хлоридных и содовых I и III подтипов озер с сероводородной обстановкой.

По изотопным соотношениям серы  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{S}^0$  установлены различные механизмы окисления сероводорода. В одних озерах большое фракционирование серы  $\text{S}^0$  может быть связано с повторным использованием  $\text{H}_2\text{S}$  в реакциях окисления и/или диспропорционирования промежуточных соединений серы ( $\text{S}^0$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$  и  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ), в других – процессы окисления  $\text{H}_2\text{S}$  осуществляются за счет кислорода или железа и марганца, а также при участии различных бактерий, включая аноксигенных фототрофов.

Наличие дополнительного источника  $\text{SO}_4^{2-}$  и/или отсутствие процесса их бактериального восстановления приводит к росту содержаний изотопно-легкой серы  $\text{SO}_4^{2-}$  и позволяет им концентрироваться вплоть до формирования сульфатных озер или содовых II подтипа с повышенным их содержанием.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта РНФ №. 22-17-00035.*

## **Влияние состава пород водосбора на гидрохимические и физико-химические характеристики природных вод (на примере Каракольских озер, Горный Алтай)**

**Бородина Е.В.**

*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия*

*borev@igm.nsc.ru*

Получены результаты по количественному определению методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) 31 элемента в поверхностных водах, в талых водах снежника и дождевых осадках в районе Каракольских озер. Вода изученных объектов ультрапресная, слабощелочная до щелочной, ОВП соответствует окислительной геохимической обстановке. В воде всех озер преобладает Ca (64-79%), в составе снежника – Na (32-40%), K (26-35%), Ca (23%), в дождевых осадках – K (35%), Si (25%), Ca (23%). В озерах минерализация – 29-43 мг/л, электропроводность – 44-64,2 мкСм, рН – 7,8-9,0, ОВП – 166-203 мВ. Показатели талых вод снежника: минерализация – 5,7 мг/л, рН – 7,6, ОВП – 196 мВ; дождевых осадков: минерализация – 7 мг/л, электропроводность – 11,5 мкСм, рН – 8,0, ОВП – 225 мВ. Температура воздуха: 11,8-17,5°, температура воды: 7,7-15,4°.

Вариации содержаний макроэлементов и большинства микроэлементов в Каракольских озерах невелики, с чем связан относительно однородный состав их вод. Озеро Виктория, по сравнению с Каракольскими озерами, имеет меньшую минерализацию, в основном, из-за меньшего содержания Ca, в результате большего объема низкоминерализованных талых снеговых вод в питании озера. Суммарное содержание растворенных форм элементов: 6,1-11,2 мг/л – в Каракольских озерах, 5,4-5,5 мг/л – в озере и водопаде Виктория, 0,08-0,5 мг/л – в снежнике, 0,3 мг/л – в дождевых осадках.

В каскаде Каракольских озер наблюдаются вариации содержания всех элементов, однако, наибольшие содержания большинства из них отмечены в верхней части Каракольской долины, в непроточных озерах, что способствовало накоплению элементов, поступающих из подстилающих почв и пород. Для верхних непроточных озер также характерны максимальные показатели щелочности (рН – 8,6-9,0). Высокая щелочность вод верхних Каракольских озер обусловлена равновесием с Na-содержащими породами, выполняющими озерные котловины – кислыми и средними вулканитами с прослоями осадочных пород. Недосток органических веществ в бедных каменистых почвах и илах этих озер при незначительном количестве CO<sub>2</sub> в атмосфере также способствует формированию в воде щелочных условий. Низкое содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере в районе исследований свидетельствует о незначительном влиянии антропогенных атмосферных выбросов. В нижней части долины кислотность озерных вод повышается за счет ионов водорода, источником которых являются гумусовые кислоты, присутствующие в почвах.

Статистически значимые ( $r > 0,7$ ) корреляционные связи между элементами всех изученных водных объектов, включая атмосферные осадки, могут свидетельствовать о поступлении этих элементов из одного природного источника – в результате выщелачивания из подстилающих горных пород и почв. А значит, полученные гидрохимические и физико-химические характеристики являются фоновыми для данного района. Содержание загрязняющих веществ в исследованных объектах не превышает ПДК в питьевой воде. В некоторых водных объектах превышены нормативы ПДК в воде рыбохозяйственных водоемов (Al – 1,2-1,5 ПДК, Cu – 1,2-2,5 ПДК, Zn – 1,1-1,2 ПДК), что обусловлено природными факторами и не связано с антропогенным загрязнением.

*Работа выполнена по государственному заданию ИГМ СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.*

## Гидрохимические и физико-химические особенности природных вод бассейна реки Мульты (Горный Алтай)

**Бородина Е.В.**

*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия*

*borev@igm.nsc.ru*

Изучены гидрохимические и физико-химические особенности малых рек, озер, атмосферных осадков и снежно-ледниковых вод бассейна реки Мульты, включая каскад Мультиинских озер, а также водные объекты притоков Мульты – рек Проездной, Поперечной и Куйгук. Для 64 водных проб были получены результаты количественного определения 32 элементов методом ICP-MS, относительная погрешность  $\leq 10\%$ . Анализы выполнены на масс-спектрометре “ELEMENT” (“Finnigan MAT”, Германия) в Центре коллективного пользования СО РАН (Новосибирск). Исследования физико-химических характеристик проводились в 53 точках отбора проб с помощью приборов: РН-200, ОРР-200 и СОМ-100 (производитель “НМ Digital”, Южная Корея).

Поверхностные воды в бассейне Мульты ультрапресные, в разные годы от слабокислых до щелочных. Минерализация воды в реках и озерах – 5,3-32,2 мг/л. рН воды рек и озер – 6,8-7,7 (2018 г.), 6,2-8,6 (2019 г.), 8,0-9,6 (2021 г.). Для водных объектов в 2018 г. была характерна переходная геохимическая обстановка (ОВП – 63-80 мВ), в 2019 г. – переходная, в меньшей степени – окислительная (ОВП – 54-135 мВ), в 2021 г. – окислительная (ОВП – 174-250 мВ). Физико-химические показатели талых снеговых и ледниковых вод в 2019 и 2021 гг.: минерализация – 3,2-297 мг/л, рН – 8,3-8,6, ОВП – 112-193 мВ. Минерализация дождевых осадков – 8,8 мг/л, рН – 7,2, ОВП – 172 мВ, дождь со снегом: минерализация – 25 мг/л, рН – 7,6, ОВП – 191 мВ.

Вариации физико-химических параметров одних и тех же водных объектов, вероятно, связаны с различиями климатических условий в разные годы. Дождливом летом происходит временное уменьшение минерализации озер и значения рН их вод за счет разбавления более кислыми и низкоминерализованными дождевыми осадками, а также понижение ОВП вследствие формирования закисной обстановки при заболачивании берегов. Так, показатели в воде Нижнего Мультиинского озера в 2019 г.: минерализация – 12,5 мг/л, рН – 6,5-7,1, ОВП – 75-100 мВ; в 2021 г.: минерализация – 14,7 мг/л, рН – 8,0, ОВП – 206 мВ.

Суммарное содержание растворенных форм элементов: 2,2-11,4 мг/л – в реках и озерах, 0,2-220 мг/л – в талых водах снега и фирна и 0,4-0,8 мг/л – в снежно-дождевых осадках. Максимальное содержание элементов – в снежнике на берегу Малого Сурочьего озера (36-220 мг/л), в ручье, впадающем в оз. Поперечное (11,4 мг/л, 2019 г.) и в оз. Поперечном (8,1 мг/л, 2014 г.), минимальное – в снежниках на пер. Куйгук (0,2 мг/л) и на берегу оз. Верхний Акчан (1,1 мг/л), а также в оз. Верхний Акчан (2,2 мг/л, 2021 г., 2,3 мг/л, 2019 г.). Низкая минерализация снежников может быть связана с промыванием их верхних слоев большим объемом низкоминерализованных дождевых осадков.

В химическом составе речной и озерной воды значительно преобладает Са (38-70 %), в снежно-дождевых осадках – На (13-55 %), К (27-31 %) и Са (45 %), в составе снежников – На (23-38 %), К (37-47 %), Са (17-18 %), а в снежнике на берегу Малого Сурочьего озера содержание К – 97-99 %. По сравнению с составом поверхностных вод, в этом снежнике происходит накопление Р (до 110 мкг/л), К (до 35-218 мг/л) и Аg (до 15,4 мкг/л).

Содержание токсичных элементов в водных объектах Мультиинского бассейна не превышает ПДК в питьевой воде.

*Работа выполнена по государственному заданию ИГМ СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.*

**Экологическое состояние природного парка «Белуха» (Горный Алтай)  
по данным химического состава водных объектов**

**Бородина Е.В.**

*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия*

*borev@igm.nsc.ru*

Представлены результаты количественного ICP-MS определения 31 элемента в 55 пробах – в воде малых рек, озер, в атмосферных осадках и в талых водах ледников и снежников на территории природного парка «Белуха» – в бассейнах рек Аккем, Кучерла, Кураган. Анализы выполнены на масс-спектрометре “ELEMENT” (фирма “Finnigan MAT”, Германия) в Центре коллективного пользования СО РАН (Новосибирск). Были исследованы физико-химические характеристики водных объектов в 59 точках с помощью приборов: PH-200, ORP-200 и COM-100 (производитель “HM Digital”, Южная Корея).

Поверхностные воды парка «Белуха» кальциевые ультрапресные (3,2-133 мг/л), в долине р. Ярлу – ультрапресные и пресные (174-280 мг/л), сформированы в окислительной геохимической обстановке (ОВП – 100-228 мВ), в заболоченных частях долин рек Боронду и Ешту – переходной (ОВП – 83-96 мВ). рН воды рек и озер соответствует нейтральной и слабощелочной среде (рН – 6,8-8,3), в долине р. Акташ (в 2021 г.), в верхней части долины Аккема (в 2021 г.) и в ручье на пер. Кара-Тюрек (в 2017 г.) – щелочной (рН – 8,8-9,3). Физико-химические показатели талых вод ледников и снежников: минерализация – 2,3-13,9 мг/л, рН – 6,5-8,5, ОВП – 95-233 мВ; атмосферных осадков: минерализация – 4,1 мг/л, рН – 7,2-8,3, ОВП – 155-170 мВ.

В поверхностных водах парка «Белуха» наблюдается превышение установленных нормативов предельно допустимых концентраций как для водных объектов рыбохозяйственного значения, так и в питьевой воде. В бассейне р. Кучерлы ПДК для рыбохозяйственных объектов были превышены по Al, Zn в 1,1-2,2 раза; в питьевой воде – по Sb в 1,7-3 раза в озерах Кучерлинском и Зеленом (2016 г.). В бассейне Курагана ПДК для рыбохозяйственных водоемов превышены по Mn, Fe, Cu в 1,2– в 2,2 раза, Zn – в 5 раз. В 2018 г. в устье р. Казинихи содержание Ni было в 1,2 раза выше ПДК в питьевой воде, а в 2016 г. в верховье р. Иолдо – Al и Pb – в 1,6 раз. В бассейне Аккема показатели для рыбохозяйственных водоемов превышены по Al, Fe, Cu, Sr – в 1,2-3,2 раза, Mo – в 1,2-8 раз. В 2021 г. в р. Ярлу ПДК в питьевой воде было превышено: по Mn – в 6 раз, Mg – в 4 раза, K – в 2 раза, Ca – в 1,3 раза, а в истоке Аккема – по Al – в 1,3 раза. Расположенное в долине р. Ярлу месторождение Mo, вероятно, является причиной высокого содержания в воде реки Mo (7,8 мг/л) и других металлов – Mn (595 мг/л), Co (1,1 мг/л), Sr (1249 мг/л), U (7,4 мг/л). Среди исследованных рек и озер в воде Ярлу отмечены наибольшие содержания Na, Mg, K, Ca, Mn, Co, Rb, Sr, Mo, Cd, Sn, Te, Ba, U.

ПДК в водных объектах рыбохозяйственного значения превышены: в Аккемском леднике по Al – в 1,8 раз, в леднике Иолдо-Айры по P – в 1,6 раз, Cu – в 2,8 раз, Zn – в 6,7 раз, в снежнике на перевале Кара-Тюрек по Zn – в 3,5 раза, а также в атмосферных осадках (снег, град) в районе истока р. Малый Араскан по Mn – в 1,6 раз. В леднике Иолдо-Айры нормативы для питьевой воды превышены: по K – в 2,3 раза, Sb – в 1,2 раза, Mn – в 1,2 раза. В леднике и снежниках, по сравнению с поверхностными водами, происходит накопление P, Zn, Ag. Статистически значимые ( $r > 0,7$ ) корреляционные связи указывают на наличие единых природных источников поступления элементов в водные объекты – как результат выщелачивания из горных пород и почв, являются фоновыми для данного района и не связаны с антропогенным загрязнением.

*Работа выполнена по государственному заданию ИГМ СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.*

**Содержание биогенных элементов р. Чикой и её притоков****Бутенко М.Н.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия**44mary44@mail.ru*

Река Чикой – правый приток р. Селенга, самого крупного притока оз. Байкал. Река имеет протяженность 769 км, берет начало с Чикоконского хребта, протекает по территории Забайкальского края, Республики Бурятия и, частично, по территории Монголии. Уникальность бассейна верхнего течения реки Чикой, разнообразие ее флоры и фауны стали основой создания национального парка «Чикой». В реке Чикой и её притоках обитают ценные лососевые виды рыб, что обусловило необходимость исследований химического состава вод, в частности, содержания биогенных элементов (азота и фосфора). Эти вещества определяют биологическую продуктивность и развитие экосистемы, в том числе рыб, служат одними из первых показателей загрязнения вод. На их количественное содержание могут влиять некоторые физические параметры и жизнедеятельность гидробионтов.

Материалом для гидрохимического анализа послужили пробы воды из рек. Отбор проб проводили в мае и июле 2017 г. в пределах среднего течения р. Чикой и ее притоков: р. Чикой – координаты точки отбора проб: N 49°46'0276"; E 110°20'3791", р. Солонцовая – N 49°46'0276"; E 110°20'3791", р. Горячая – N 49°46'8892"; E 110°22'8822", р. Большая Буреча – N 49°52'4890"; E 110°33'9075", р. Черемушка – N 49°57'7859"; E 110°38'3155", р. Ашаглей – N 50°02'1240"; E 110°39'4873", р. Куналей – N 50°05'2292"; E 110°39'1024". Анализ проб проводили по ГОСТ 33045-2014 и «Рук-во по химическому анализу поверхностных вод суши» под ред. А.Д. Семенова (1977). Оптическую плотность растворов измеряли на SPEKOL-1300.

В результате исследований были получены следующие данные. Концентрация ионов аммония в период весенней межени в р. Чикой и ее притоках изменялась от 0,001 до 0,003 мг/л, а нитритов – от 0,001 до 0,008 мг/л. Преобладающей формой неорганического азота для исследуемых рек являются нитраты – конечные продукты распада азотсодержащих белковых соединений. Их содержание в исследуемых реках изменялось от 0,01 до 0,24 мг/л. Также получены низкие показатели по общему фосфору – 0,005-0,024 мг/л и фосфатам – до 0,007 мг/л. По данным наших исследований, концентрация аммонийных ионов в период летней межени в июле в р. Чикой и ее притоках не превышала 0,007 мг/л, нитритов – изменялась от 0,003 до 0,007 мг/л, нитратов – от 0,07 до 0,22 мг/л. Количество фосфатов оставалось в пределах 0,009 мг/л, общего фосфора – от 0,006 до 0,015 мг/л. Наибольшие показатели были зафиксированы в весенний период в р. Чикой, выше впадения р. Куналей, что связано с продолжающимися процессами разложения органического вещества. Так, содержание ионов аммония составило 0,092 мг/л, нитритов – 0,030 мг/л, фосфатов – 0,046 мг/л и общего фосфора – 0,083 мг/л.

Небольшая концентрация биогенных элементов и незначительное изменение их содержания в периоды весенней и летней межени связаны с низкими температурами, быстрой сменой воды, обусловленной высокой скоростью рек, процессами нитрификации, характерными для летнего периода, увеличением численности фотосинтезирующих организмов и продукционно-деструкционными процессами.

Таким образом, воды р. Чикой и её притоков характеризуются низким содержанием биогенных элементов, не превышающих ПДК для рыбохозяйственных водоемов, и относятся к классу чистых вод, что говорит о незначительной биогенной нагрузке и естественных процессах самоочищения водоёмов.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания № 121032200070-2.*



## Новые данные о геохимии и минеральном составе гранитов местонахождения динозавров Кулинда

**Василенко Е.А.<sup>\*</sup>, Юргенсон Г.А.**

*Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*mr.evgeniy.vasilenko@gmail.com*

Местонахождение динозавров Кулинда расположено в Оловской впадине Чернышевского района Забайкальского края и известно тем, что по найденным там остаткам описан древнейший оперенный птицетазовый растительноядный динозавр *Kulindadromeus zabaikalicus* (Ornithischia: Neornithischia).

Местонахождение представляет собой 13 магистральных геологических канав, в трех из которых обнаружены ископаемые остатки динозавров (канавы 3, 3(3) и 4). Отложения этих канав сложены продуктами разрушения гранитов фундамента, расположенных по периферии местонахождения. Среди горных пород местонахождения выделяют четыре основных типа: дресвяники, песчаники, хлидолиты и алевролиты. Ранее авторами определено, что для них характерны высокие содержания химических элементов V группы периодической системы – мышьяка, сурьмы, висмута, урана и тория, как в сравнении со средним содержанием в земной коре, так и в сравнении с другими, не содержащими остатки динозавров, выходами укурейской свиты Восточного Забайкалья.

С целью реконструкции палеоландшафта условий обитания динозавров, а также корреляции содержаний химических элементов в горных породах с помощью электронного микроскопа (ГИН СО РАН, г. Улан-Удэ) изучены три образца гранитов фундамента местонахождения. Проанализировано 32 точки наблюдения. Среди основных породообразующих минералов определены кварц, полевые шпаты, слюда (биотит и мусковит) и каолинит. Для кварца характерна небольшая примесь алюминия. Полевые шпаты в основном калиевые, с небольшим содержанием натрия, в одном случае Ва. Биотит фтористый. Среди акцессорных минералов установлены апатит, циркон, рутил, лейкоксен, чёрчит-У, содержащий уран и торий. Весь рутил железистый, редко содержит ванадий. Циркон содержит небольшую примесь гафния, в одном случае – урана.

Впервые в кварце изученного образца гранита в ассоциации с халькопиритом обнаружен редкий минерал – зинерит  $Cu_6As_4S_9$ . Формульные коэффициенты: медь – 5,84, мышьяк – 3,26, сера – 8,97. Содержит небольшую примесь железа и цинка. Следует отметить, что высокие концентрации мышьяка были определены ранее в осадочных породах, слагающих разрез, который содержит ископаемые остатки динозавров, но минерал мышьяка в них не был обнаружен. Скорее всего, зинерит, будучи неустойчивым в условиях гипергенеза юрского времени, был окислен, а медь и мышьяк захвачены широко распространенными в отложениях укурейской свиты гидроксидами железа.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № FUFР-2021-0005).*

**Реконструкция тепло- и влагообеспеченности Забайкалья  
по дендрохронологическим данным**

**Вахнина И.Л.<sup>1,\*</sup>, Мыглан В.С.<sup>2</sup>, Носкова Е.В.<sup>1</sup>, Баринов В.В.<sup>2</sup>, Тайник А.В.<sup>2</sup>,  
Жарников З.Ю.<sup>2</sup>, Филатова М.О.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

<sup>2</sup>*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*

<sup>3</sup>*Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия*

*\*vahnina\_il@mail.ru*

В условиях происходящего потепления климата, сопровождающегося растущей экстремальностью, особую актуальность приобретают исследования, направленные на объективную оценку современных тенденций и прогнозирование будущих. С этой целью необходимо выполнение ретроспективного анализа климатических параметров за периоды, превышающие ряды метеоданных (которые, как правило, не выходят за 100-летний временной интервал). Такую возможность предоставляет использование косвенных источников климатической информации высокого разрешения (с точностью до года), например, древесно-кольцевые хронологии.

Для пространственно-временного анализа изменчивости радиального прироста хвойных пород Забайкалья (сосна обыкновенная и лиственница даурская) и оценки его реакции на гидротермические условия произрастания авторами была создана сеть из шести длительных древесно-кольцевых хронологий (ДКХ). ДКХ построены для лесостепной и горно-таежной зон Забайкалья. Продолжительность хронологий охватывает временной интервал с 700 по 2022 гг. Статистические параметры ДКХ демонстрируют их пригодность для проведения климатических реконструкций. В работе с помощью уравнения линейной регрессии были восстановлены значения гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова (ГТК) для лесостепной зоны за период с 1577 по 2017 гг. и средней приземной температуры воздуха за отдельные месяцы сезона вегетации (VI-VII и V-IX) по двум ДКХ для горно-таежной зоны с 1162 по 2020 гг.

Анализ реконструированных рядов, разбитых на равные столетние интервалы, показал, что амплитуда ГТК за последние 100 лет по сравнению с предыдущими периодами возросла в 1,5-2,0 раза. При этом в реконструированных рядах температуры воздуха увеличения амплитуды не прослеживается. Принципиальное значение имеет тот факт, что «теплые» периоды произрастания древесной растительности на территории Забайкалья можно разбить на 2 типа, когда было тепло и влажно, тепло и сухо. Однако в холодные периоды таких колебаний в режиме увлажнения не наблюдается. Таким образом, использование ДКХ для разных ландшафтно-климатических условий позволило впервые выполнить комплексный анализ условий произрастания древесной растительности и реконструировать не только режим увлажнения, но и температуры приземного воздуха за период вегетации в рамках одного региона, т.е. получить уникальную информацию о климате в позднем голоцене с погодичным разрешением для разных природных зон Забайкалья. Результаты работы показали перспективность использования ДКХ на территории Забайкалья для проведения реконструкций гидрометеорологических параметров.

*Работа выполнена в рамках государственных заданий учреждений, указанных в аффилиациях авторов, и при помощи финансовой поддержки Российского научного фонда (проект № 19-14-00028).*

## Геохимические особенности распределения полициклических ароматических углеводородов в почвах Байкальской рифтовой зоны

**Вишнякова О.В.<sup>\*</sup>, Убугунова В.И., Убугунов В.Л.**

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия*

*\*ok\_vish@mail.ru*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) образуются в результате различных природных и техногенных процессов, широко распространены в почвах, входят в состав нефти и битумов, а также сопутствуют продуктам их сгорания. ПАУ представляют собой стабильные высокомолекулярные органические соединения бензольного ряда, различающиеся по числу колец и способу конденсации. Установлено, что высокие концентрации 2-4 ядерных соединений оказывают токсический эффект на растения, а некоторые ПАУ с числом колец более 5 обладают канцерогенными свойствами, поэтому подлежат экологическому контролю.

Вулканическая и гидротермальная деятельность является масштабным путем естественного распространения полиаренов в биосфере. Баргузинская котловина, расположенная на северо-западе республики Бурятия (Российская Федерация), в центральной части Байкальского рифта, отличается высокой активностью эндогенных процессов. В зоне пересечения Баргузинского и Дыренского тектонических разломов наблюдаются выходы на поверхность азотных щелочных вод Кучигерского гидротермального поля, формируются многочисленные грифоны, а при вскрытии грунтовых вод становятся заметны выходы свободных газов. В пределах котловины локально встречаются также битуминозные песчаники. Целью исследования стало изучение закономерностей распределения полициклических ароматических углеводородов в почвах Баргузинской котловины и оценка связанных с ними экологических рисков. В светлогумусовой аллювиально-глеевой почве, солонце солончаковатом и псаммоземах гумусовых было изучено содержание и качественный состав ПАУ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent 1100 с использованием индивидуальных стандартных образцов полиаренов. Экстракция углеводородов из почв проводилась н-гексаном.

Выявлено, что в большинстве проб общее содержание ПАУ соответствует фоновому уровню (0,009-0,035 мг/кг), преобладает фенантрен. Максимальный уровень их содержания (0,5 мг/кг) и широкий набор (11 ПАУ, включая тяжелые) диагностированы в гумусовом горизонте светлогумусовой аллювиально-глеевой почвы, расположенной в Улюнханской впадине в зоне гидротермальной разгрузки. Установлено загрязнение этой почвы на уровне 3 ПДК бенз(а)пиреном, который относится к экотоксикантам 1 класса опасности, как канцероген, и высокая концентрация дибенз(аh)антрацена. В псаммоземе гумусовом из центральной части озерно-аллювиальной равнины, в профиле которого были явные признаки дегазации недр, выявлены 6 индивидуальных полиаренов и повышенные концентрации некоторых из них.

Полученные результаты показали, что в пределах Баргузинской котловины широкий спектр полициклических ароматических углеводородов и высокие концентрации приурочены к зонам активного проявления геодинамических процессов. В исследуемых почвах ПАУ в основном ассоциированы с гумусовыми и/или импрегнированными органическим веществом горизонтами, а также положительно соотносятся с тонкодисперсными фракциями почв. Полиарены могут накапливаться в гумусовых горизонтах почв аккумулятивных ландшафтно-геохимических позиций и на порядки превышать фоновые значения. Для оценки экологической ситуации в почвах зоны Байкальского рифта необходимы дальнейшие исследования геохимических особенностей распределения полициклических ароматических углеводородов.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания (рег. № 121030100228-4).*

## Ландшафтные и климатические изменения в бассейне озера Номто-Нур (Окинское плато) за последние 750 лет

**Волчатова Е.В.<sup>1,\*</sup>, Безрукова Е.В.<sup>1,2</sup>, Кербер Е.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

\*volchatova@igc.irk.ru

Озеро Номто-Нур расположено в долине реки Сенца, являющейся частью Окинского плато в горах Восточного Саяна. Являясь высокогорным объектом, располагаясь на абсолютной высоте 1386 м, а также на удалении от населенных пунктов, озеро представляется ценным архивом исторических данных о развитии биосферы в локальном и региональном масштабах.

В данной работе рассмотрены история развития ландшафта в бассейне озера Номто-Нур, изменения характера растительности на прилегающих территориях, а также связь между изменениями в растительном покрове и климатической изменчивостью прошлых лет. Результаты и выводы данной работы строятся на данных палинологического анализа.

Донные отложения озера Номто-Нур были пробурены в 2013 году при помощи гравитационного керноотборного устройства ударно-канатного типа UWITEC (Австрия). Длина полученного керна составила 126 см. Для палинологического анализа донных отложений озера Номто-Нур был взят каждый второй сантиметр керна, таким образом было изучено 63 образца.

В основании керна при помощи радиоуглеродного анализа  $C^{14}$  получена дата возрастом примерно 750 калиброванных лет, рассчитанных с поправкой на резервуарный эффект. Полученная дата является основой для применения полученных данных палинологического анализа в восстановлении хронологических событий в бассейне озера за последние 750 лет.

Состав спорово-пыльцевых спектров (СПС) около 700-450 лет назад позволяет реконструировать господство лиственных лесов в локальной растительности района. В региональной растительности выделяется пыльца сосны сибирской и сосны обыкновенной, а также березы древовидной. Берега озера были заболочены, о чем свидетельствует высокое обилие пыльцы осок и ивы. Сумма изложенных данных позволяет реконструировать умеренно-холодный и влажный климат, близкий к современному.

В котловине озера в это время существовали спокойные условия, благоприятные для развития десмидиевых водорослей рода *Cosmarium*. Состав пыльцы трав позволяет реконструировать широкое распространение в долине реки и вокруг озера полынно-злаково-разнотравных группировок лугово-степного облика на хорошо прогреваемых повышенных местах обитания в теплые летние сезоны.

В локальной растительности позднее 430 лет продолжали преобладать лиственные леса, долинские ельники. Вблизи береговой линии озера существовали ивовые и ольховниковые кустарниковые группировки. Повышение содержания пыльцы лугово-степного разнотравья предполагает более широкое, чем ранее, распространение обитаний. Изреживание локальной лесной растительности подтверждается и резким снижением количества устьиц хвои лиственницы.

Сокращение обилия пыльцы осок и происходящее одновременно с этим повышение обилия пыльцы верескоцветных и спор сфагнома предполагает снижение уровня грунтовых вод в долине реки Сенца и бассейне озера Номто-Нур в частности.

Работа выполнена в рамках темы госзадания Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (проект № 0284-2021-0003).

**Гуменник в Восточном Забайкалье****Горошко О.А.<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup> Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия<sup>2</sup> Государственный природный биосферный заповедник «Даурский», Н. Цасучей, Россия

oleggoroshko@mail.ru

Восточный тундряной гуменник (*Anser fabalis serrirostris*) – транзитный мигрант в Восточном Забайкалье (гнездится в тундре в Якутии); сибирский (восточный) таежный гуменник (*A. f. middendorffii*) – пролетный и гнездящийся вид (гнездится в тайге Якутии и Забайкалья). Основной миграционный коридор обоих подвидов проходит через восточную часть Забайкальского края вдоль границы с Амурской областью. Чрезвычайно важные места отдыха и пополнения сил гуменников во время весенней миграции расположены на юго-востоке Забайкалья в степной зоне в местах, где имеются водно-болотные угодья и пшеничные поля: Приаргунье, Торейская котловина, Агинская степь. Самое крупное скопление *A. f. serrirostris* и *A. f. middendorffii* расположено в Приаргунье около границы с Китаем.

До 1960-х гг. гуменники во время миграций были очень многочисленны в регионе. Численность резко упала в конце 1960-х и продолжала сокращаться до конца 1990-х гг. В начале 2000-х гг. вид практически отсутствовал во время миграций на подавляющей части региона кроме Приаргунья. Гнездовая популяция *A. f. middendorffii* также практически полностью исчезла в Забайкалье. С 2012 г. происходит стремительный рост численности вида. В 2004 г. численность (обоих подвидов) в Приаргунье составляла около 17000 особей, в 2010 г. – около 25000, в 2011 г. – около 30000, в 2012 г. – около 45000, в 2022 г. – 317000. Численность гнездящихся *A. f. middendorffii* с 2012 г. увеличилась приблизительно в 3 раза.

В настоящее время миграционные скопления в Приаргунье – самое крупное и самое важное место весенней концентрации *A. f. serrirostris* и *A. f. middendorffii* не только в России, но и в пределах глобального Восточно-Азиатско-Австралазийского пролетного пути. Оно имеет огромное значение для обеспечения успешности размножения популяций. На весеннем пролетном пути это последнее место, где гуси имеют возможность отдохнуть и качественно кормиться. Севернее Приаргунья расположены обширные пространства тайги с очень малым количеством корма. Поэтому таежные пространства гуси пересекают практически без остановок. В Приаргунье гуси кормятся зерном-паданкой пшеницы, которое в значительном количестве остается на полях после уборки урожая. Здесь гуси приобретают запас жира (энергии), который позволяет им благополучно перелететь через огромные пространства тайги и отложить необходимое количество яиц. Но птицы покидают места отдыха преждевременно, не будучи готовыми к размножению, если здесь ведется охота. В течение многих десятилетий в Восточном Забайкалье и особенно в Приаргунье велась интенсивная охота на гуменников весной, что значительно снижало успешность размножения и было одной из важных причин падения численности популяции.

Рост численности гуменников в Восточном Забайкалье – это результат принятых здесь эффективных мер охраны. Гуменник (*A. f. serrirostris* и *A. f. middendorffii*) был внесен в Перечень объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Забайкальского края в 2010 г., с 2011 г. ведется эффективная охрана миграционных скоплений в Приаргунье. Это оказало большой эффект и стало основной причиной роста численности популяции *A. f. serrirostris* не только в Забайкалье, но и мировой популяции в Азии. При этом рост численности в Забайкалье значительно превышает рост мировой популяции, поскольку это, кроме того, результат перемещения в Забайкалье путей миграции из Амурской области и мест миграционной остановки из Северо-Восточного Китая.

Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200126-6).

## Поиск параметра для надёжного перекрестного датирования кедра и лиственницы на верхней границе леса в Центральном Алтае

**Дзюба В.В.\***, Мыглан В.С., Баринов В.В., Назаров А.Н., Тайник А.В.

*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*

*\*dzyuba.vv@mail.ru*

Построение длительных древесно-кольцевых хронологий (ДКХ) неразрывно связано с проблемой поиска источника палеодревесины, который позволит продлить шкалу дальше в прошлое. Особенно проблематично выполнение этой задачи происходит в условиях района верхней границы леса континентальной части Южной Сибири. Одним из способов решения существующей проблемы является привлечение древесины других пород деревьев, имеющих совместную зону произрастания. Перспективность данного метода продления рассмотрена на существующей 2367-летней ДКХ (по лиственнице сибирской) за счет привлечения древесины сосны сибирской, которая широко представлена в коллекциях, собранных на предполях ледников Алтая.

Материалом для исследования послужили керны лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) (12 деревьев) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*) (16 деревьев). Участок сбора образцов находился на правом берегу р. Актру, в непосредственной видимости фронтального вала ледника Малый Актру (от 50 до 200 м), на абс. высотах 2150-2200 м, в зоне совместного произрастания кедра и лиственницы.

В результате измерения кернов лиственницы сибирской (Lar) (по основным параметрам W, E, L, BI и DBI) была построена хронология длительностью в 539 лет (с 1477 по 2015 гг.). Пригодными для реконструкции климатических условий ( $EPS \geq 0,85$ ) оказались хронологии по ширине годичного кольца (W) и ранней древесины (E) – для периода с 1680 по 2015 гг., а по ширине поздней древесины (L) – для периода с 1780 по 2015 гг. Измерение кернов сосны сибирской (Ked) позволило построить хронологии длительностью в 499 лет (с 1519 по 2017 гг.). Пригодными для реконструкции климатических условий ( $EPS \geq 0,85$ ) оказались хронологии, построенные по ширине годичного кольца и ранней древесины – для периода с 1770 по 2015 гг. Таким образом, период, когда данные хронологии отражают общий сигнал генеральной совокупности, приходится на временной отрезок с 1780 по 2015 гг.

Коэффициент корреляции (Пирсона) между хронологиями показал, что максимальные значения отмечаются при сопоставлении остаточных (RES) хронологий по ширине ранней древесины и ширине годичного кольца (от 0,33 до 0,36).

Коэффициенты корреляции (Пирсона) между оптической плотностью ранней древесины у сосны сибирской и лиственницы сибирской (полученные способом slice и pixel) достаточно высоки и достигают максимального значения в 0,68. Увеличение показателя светлой (темной) древесины с 30 до 60 для сосны сибирской не приводит к принципиальным изменениям.

Анализ полученных данных наглядно и убедительно продемонстрировал, что на верхней границе леса использование такого параметра, как ширина годичного кольца – не лучший выбор для выполнения перекрестного датирования хронологий. Использование дельты оптической плотности, рассчитанной способом pixel, сделает подобное датирование более надежным, а значит, и откроет дорогу для существенного прогресса в продлении имеющихся реконструкций для Алтае-Саянского региона.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-74-01019 «Потенциал нового параметра blue intensity для дендрохронологических исследований на верхней границе леса в Южной Сибири».*



**Термодинамические равновесия углекислых вод Забайкалья****Еремин О.В.\*, Замана Л.В., Эпова Е.С., Шойдоков А.Б.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**\*yeroleg@yandex.ru*

По результатам химического анализа водных проб различных минеральных источников Забайкалья (Кука, Молоковка, Ямаровка, Шиванда и др.) проведены расчёты термодинамических равновесий при 25 °С и атмосферном давлении с использованием ПК «Селектор».

Для равновесных состояний сравнивались аналитические и расчётные значения физико-химических параметров растворов: электродные потенциалы (Eh), кислотность (рН), содержания макро- и микрокомпонентов в растворённых формах и осаждающихся твёрдых фазах.

Все исследованные источники (более 40 образцов) характеризуются отрицательными теоретическими потенциалами Eh (в интервале от -117 до -199 мВ), в отличие от большинства положительных измеренных Eh в местах отбора проб (от -80 до +284 мВ). Это можно объяснить частичным насыщением природных вод кислородом в зонах аэрации. При равновесиях растворимый в водах кислород отсутствует.

Теоретические и экспериментальные значения кислотностей растворов отличаются в среднем на десятые доли единиц рН (в интервале 5.25-7.76).

Для макрокомпонентного состава вод типичные фазы осадков при равновесии представлены карбонатами и сульфатами, как в совместном присутствии, так и по отдельности, в зависимости от минерализации растворов. Среди карбонатных фаз преобладает доломит ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), реже появляются кальцит ( $\text{CaCO}_3$ ) и магнезит ( $\text{MgCO}_3$ ). При повышенных концентрациях Sr, Ba, Mn эти элементы включаются в составы твёрдых карбонатных растворов.

Сульфатные фазы представлены леонитом ( $\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), гипсом ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), алюминитом ( $\text{Al}_2\text{SO}_4\text{OH} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) и твёрдыми растворами со Sr, Ba, Zn, Cu, Mn.

Во всех осадках присутствует апатит ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{O},\text{F})_2$ ), иногда появляется монтмориллонит ( $\text{MgAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ).

Иттрий при содержаниях выше 1 мкг/л (Ямаровка, Кука, Молоковка) осаждается в составе ксенотима ( $\text{YPO}_4$ ).

Сурьма при концентрациях выше 1 мкг/л (Ямкун, Олентуйский, Солонцовый) входит в состав кермезита ( $\text{Sb}_2\text{S}_2\text{O}$ ).

Для одной пробы (Аршантуйский) с концентрацией селена 6 мкг/л этот элемент при равновесии присутствует в самородном состоянии.

Как следствие восстановительной обстановки в растворимых средах формируются фазы пирита ( $\text{FeS}_2$ ), графита (С), при концентрациях мышьяка и кадмия выше 1 мкг/л (Ямкун, Аршантуйский, Молоковка) – сульфидов ( $\text{As}_2\text{S}_2$ ,  $\text{As}_2\text{S}_3$ ,  $\text{CdS}$ ).

При содержаниях урана менее 0.1 мкг/л он не входит в твёрдые фазы осадков и присутствует в растворе в форме  $\text{UO}_2(\text{OH})_2$ . При более высоких концентрациях до 20 мкг/л уран входит в состав натроболтвудита ( $\text{NaHSiUO}_6 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ ) и ураномолибдата лития ( $\text{Li}_2\text{UMo}_2\text{O}_{10}$ ), выше 20 мкг/л – трикалий-натрий-трикарбонат уранила ( $\text{K}_3\text{NaUO}_2(\text{CO}_3)_3$ ) и ураномолибдата лития.  $\text{Li}_2\text{UMo}_2\text{O}_{10}$  формируется при концентрациях молибдена более 0,5 мкг/л, в противном случае молибден присутствует в растворах в форме  $\text{MoO}_4^{2-}$ .

Общая масса фаз осадков варьирует для разных проб от нескольких миллиграммов до 1.9 г на литр (Шиванда).

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200128-0).*

## Нормируемые компоненты в углекислых водах Забайкалья

Замана Л.В.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*l.v.zamana@mail.ru*

Углекислые воды (УВ) – природные минеральные воды с содержанием растворённого  $\text{CO}_2$  не ниже 0.5 г/л. По количеству их появлений в России Забайкалье уступает только региону Большого Кавказа. По 13 месторождениям эксплуатационные запасы утверждены ГКЗ СССР, ещё по двум они подсчитаны. В настоящее время на шести месторождениях существуют санаторно-курортные учреждения, на трёх – местные профилактории, вода 5 или 6 проявлений УВ используется для розлива.

Цель данного сообщения – обратить внимание пользователей и органов Санэпиднадзора на возможное превышение допустимого содержания нормируемых компонентов в углекислых водах, используемых для розлива и санаторно-курортного лечения.

В число нормируемых ГОСТ Р 54316–2011 Воды минеральные природные питьевые входят 15 компонентов с допустимым содержанием для столовых вод не более (мг/л): барий – 1.0, кадмий – 0.003, медь – 1.0, мышьяк – 0.05, никель – 0.02, нитраты – 50.0, нитриты – 0.1, ртуть – 0.001, селен – 0.01, свинец – 0.01, стронций – 7.0, сурьма – 0.005, хром – 0.05, цианиды – 0.07, окисляемость по кислороду – 10.0. По большинству показателей эти же нормы сохраняются и при лечебно-столовом и лечебном (без питья) использовании, только по барию норма увеличивается до 5.0, по селену – до 0.05 и стронцию – до 25.0 мг/л. Допустимое содержание не входящих в перечисленные показатели при столовом использовании лимитируется нормами СанПиН 1.2.3586-21 для питьевых вод нецентрализованного водоснабжения и водоёмов рекреационного водопользования.

По указанному ГОСТу превышение норм в отдельных случаях имеют (в мг/л) барий – до 13.76 по скважине на Базановском источнике в Александровском районе, вода которой некоторое время использовалась для розлива, кадмий – 0.019 (Аршантуйский источник в районе Торейских озёр), стронций – до 23.1 (Базановская скважина), сурьма – 0.009 (Солонцовый источник в бассейне р. Дарасун в Тунгокоченском районе). Все эти проявления УВ используются населением для самостоятельного забора воды.

Нормы СанПиН по всем опробованным источникам превышены по литию, при этом при допустимом 30 мкг/л максимальное содержание в 3553 мкг/л установлено по скважине у оз. Зун-Торей, а по скважине на курорте Шиванда, расположенном в 3.3 км к западу от заполненного водой карьера разрабатывавшегося ранее Завитинского литий-бериллиевого месторождения, по данным опробования в августе 2022 г. содержание Li составило 2200 мкг/л при содержании в воде карьера до 2724 мкг/дм<sup>3</sup>. По этой же скважине установлено содержание бериллия 3.8 мкг/л при допустимой норме 0.2 мкг/л, хотя в воде карьера оно не превышало 0.04 мкг/л, что связано, очевидно, с высаживанием бериллия из воды карьера в виде гидроксида ввиду более высокого pH в сравнении с углекислой водой (соответственно 7.43-7.75 и 6.08). Из других микроэлементов установлено в ряде случаев превышение нормы по урану (15 мкг/л) при максимуме 162 мкг/л по той же скважине у оз. Зун-Торей, что выше, чем известно по УВ Кавказа и Дальнего Востока. По химическому составу (гидрокарбонатная натриевая) и общей минерализации (7.9 г/л) вода этой скважины соответствует Боржоми, но особенности её микроэлементного состава исключают, очевидно, возможность использования её для розлива.

Данные по микроэлементному составу УВ Забайкалья на современном химико-аналитическом уровне получены в основном по единичным определениям, исключая воду курорта Шиванда, отчего требуется проверка их дополнительными исследованиями, особенно по используемым для розлива и санаторно-курортного лечения.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 0309-2021-0006).*

## Геохимические особенности формирования донных отложений бессточных озер Забайкальского края

**Комогорцева И.А.\*, Борзенко С.В.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*komogorcevai@bk.ru*

Исследование минерального, изотопного и химического состава воды и донных отложений минеральных озер различных типов, а также оценка возраста осадков позволили выявить закономерности накопления солей в зависимости от изменения минерализации воды и значений рН и климатических параметров. С ростом солёности в хлоридных и сульфатных типах озер не накапливаются  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ , в то время как в содовых их содержание неуклонно растёт. Повсеместно концентрируются  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ . Снижение солёности вод сопровождается ростом рН и содержанием  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  в хлоридных и сульфатных озерах, напротив, в содовых рН снижается за счёт роста содержания  $\text{SO}_4^{2-}$ . Воды всех типов озер насыщены по отношению к каолиниту, гидрослюде и кальциту, реже монтмориллониту. По мере роста солёности вод в содовых озерах отмечается насыщение вод арагонитом, хлоритом, доломитом, гейлюсситом и тронной, в сульфатных – доломитом, гипсом, ангидритом и тенардитом и в хлоридных – доломитом и галитом. Изученные минералы озерных осадков объединяются в две парагенетические ассоциации: терригенную и гидрогенную. Терригенная ассоциация состоит из минералов, поступающих в озера с водосборных территорий – полевые шпаты, кварц, амфиболы. Гидрогенная ассоциация включает минеральные фазы, сформированные в результате взаимодействия воды с горной породой, биохимических процессов и испарительной концентрации вод – кальцит, доломит, глины, пирит, соли. Формирование минерального состава донных осадков озер обусловлено преимущественно взаимодействием воды с горной породой, климатическим и биогеохимическим факторами. Доминирование того или иного фактора определяет разнообразие минеральных ассоциаций в каждом типе озер и контролирует их эволюционное развитие. Изменение геохимических условий водной среды озер влечёт изменения и минерального составов осадков. Установленная зависимость формирования вторичных минералов от геохимической среды имеет строгую последовательность изменения их минерального состава в тесной увязке с эволюцией состава вод за счёт испарения, привноса солей подземными и поверхностными водами, а также взаимодействия с терригенным материалом донных отложений и подстилающих пород. В многоводный период усиливается роль аллохтонного седиментогенеза, который начинает преобладать над автохтонным. Открытые ландшафты с несформированным или с нарушенным почвенным покровом во влажные периоды способствовали преобладанию эрозионных процессов на водосборных бассейнах озер и, как следствие, к преобладанию аллохтонной составляющей в озерном осадконакоплении. Поэтому, в осадках увеличивается массовая доля полевых шпатов, амфиболов и изотопно-легких в нём углерода и кислорода. В маловодный период в озерах происходит смена аллохтонного осадконакопления на автохтонное, накапливаются глинистые и карбонатные минералы (преимущественно доломит), а при большем испарительном концентрировании вод последовательно осаждаются содовые, сульфатные и хлоридные минералы, усиливаются деструкционные процессы, снижается значение  $\text{SO}_4/\text{Cl}$ .

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200070-2).*

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №. 22-17-00035.*

**О двух видах растений, предлагаемых для Красной книги Забайкальского края****Корсун О.В.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**olegkorsun@mail.ru*

В соответствии с региональным законом «О Красной книге Забайкальского края» (от 29 декабря 2008 года № 115-33К) предусматривается ведение и периодическое обновление перечней объектов животного и растительного мира, занесённых в Красную книгу Забайкальского края, а также самой Красной книги. Нами предлагается рассмотреть возможность включения в Красную книгу Забайкальского края двух новых видов растений, которые являются редкими не только на региональном уровне, но и в Российской Федерации в целом. В регионе эти виды представлены единичными малочисленными ценопопуляциями, занимающими крайне ограниченные территории. Такие популяции могут быть легко подвергнуты уничтожению в результате антропогенного воздействия.

1. Змеголовник разнолистный овальнолистный (*Dracocephalum heterophyllum* Benth., ssp. *ovalifolium* A.L. Budantzev), семейство Lamiaceae. Предлагаемая категория статуса редкости – 3; статус угрозы исчезновения – БУ (находящийся в состоянии, близком к угрожаемому); степень и первоочередность принимаемых и планируемых природоохранных мер – II. Данный вид, представленный двумя подвидами, имеет центральноазиатский ареал, распространён от Средней Азии до Монголии и России (Даурия). Подвид *ovalifolium* отмечен на территории Китая, Монголии и России (Буданцев, 1987). Единственное нахождение в России – Забайкальский край, окр. оз. Зун-Аралтуй (Пешкова, 1997). Здесь известны две расположенные вблизи друг от друга ценопопуляции, одна из которых занимает вострещово-ковыльно-разнотравное, другая – чиево-ковыльное сообщество (Денисова, 2013). От ближайшей известной точки на территории Монголии данное местонахождение удалено на 1300 км.

Нами в августе 2022 г. была обследована одна из ценопопуляций, произрастающая в вострещово-ковыльно-разнотравном сообществе у вершины сопки. Ценопопуляция включает около 100 экземпляров растений разного возраста. Основную угрозу для данного вида представляет разрушение экосистемы в результате добычи полезных ископаемых. Для сохранения данного вида предлагается создание ООПТ в виде памятника природы или учебно-научного стационара «Алкучанский Говин».

2. Водосбор Камелина (*Aquilegia kamelinii* Erst, Shaulo & Shmakov), семейство Ranunculaceae. Предлагаемая категория статуса редкости – 3; статус угрозы исчезновения – НД (недостаточно данных); степень и первоочередность принимаемых и планируемых природоохранных мер – III.

Данный вид был описан в качестве нового в 2013 г. с территории Амурской области вблизи границы с Забайкальским краем (Сковородинский район, пос. Игнашино) (Эрст и др., 2013). Позднее также был обнаружен гербарный образец, собранный в Северо-Восточном Китае (Хэйлуцзян, район Ачэн) (Erst et al., 2017).

На территории Забайкальского края данный вид нами отмечен в нижнем течении р. Шилка (ур. Большой Даван), где произрастает по крутым скалистым береговым склонам. Исследованная популяция представлена небольшим числом (около 100) растений разного возраста. Причиной редкости данного вида, вероятно, как и в Амурской области, является его узкая биотопическая приуроченность. Основную угрозу для данного вида представляет разрушение береговой полосы в результате изменения гидрологического режима р. Шилка, например, при строительстве гидроэлектростанции. Известная популяция находится на территории регионального заказника «Верхнеамурский», принятие неотложных мер для её сохранения не требуется.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200116-7).*

**Реликтовое урочище «Чайник» (Нерчинско-Заводский район)****Корсун О.В.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**olegkorsun@mail.ru*

Урочище (местное название «Чайник») площадью 6,1 га в окрестностях с. Нерчинский Завод (Забайкальский край) занято уникальным для территории Забайкалья природным сообществом. На ограниченной площади здесь произрастает большое количество редких и охраняемых видов растений, в том числе представленных в регионе единичными ценопопуляциями.

Данное урочище занимает хорошо прогреваемый юго-восточный склон сопки с абсолютной высотой 855 м над ур. м., возвышающейся над долиной небольшого ручья. С северной и, частично, с южной стороны урочище ограничено скальными останцами. Горные породы останцев представлены доломитами и известняками быстринской свиты нижнего кембрия. По словам местных жителей в зимнее время по трещинам горных пород поднимается влажный тёплый воздух, испарения которого образуют изморось.

Центральную часть урочища занимает небольшая роща площадью около 0,6 га. Её верхний ярус образован лиственными породами с доминированием двух неморальных реликтовых видов – берёзы даурской (*Betula dauurica*) и ильма крупноплодного (*Ulmus macrocarpa*). Кустарниковый ярус в данном сообществе образован группой редких видов с преимущественно дальневосточными ареалами: калиной монгольской (*Viburnum mongolicum*), бересклетом священным (*Euonymus sacrosancta*), жимолостью золотистой (*Lonicera chrysantha*), а также боярышником Максимовича (*Crataegus maximowiczii*) и черёмухой обыкновенной (*Padus avium*). По периферии лесного сообщества формируются кустарниковые заросли с участием ильма крупноплодного (*Ulmus macrocarpa*), спиреи пушистой (*Spiraea pybescens*), смородины двуиглой (*Ribes diacantha*), секуринегги полукустарниковой (*Securinega suffruticosa*).

Окрестности рощи заняты степными сообществами, в том числе участками реликтовых богаторазнотравных нителестниковых луговых степей – сообщества, занесённого в Зелёную книгу Сибири (1996). Данное сообщество обогащено редкими эндемичными видами, такими как молочай Фишера (*Euphorbia fischeriana*), ширококолокольчик крупноцветковый (*Platycodon grandifloras*), пион молочоцветковый (*Paeonia lactiflora*), ясенец мохнатоплодный (*Dictamnus dasycarpus*), шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis*) и др.

Всего на ограниченной площади урочища отмечено 15 редких видов растений, занесённых в Красную книгу Забайкальского края. При этом бересклет священный представлен единственной известной в Забайкальском крае, крайне малочисленной и ограниченной по площади ценопопуляцией. Ещё три вида (жимолость золотистая, калина монгольская и кривокучник сибирский) представлены в Забайкалье редкими изолированными ценопопуляциями. Один вид (пион молочоцветковый) занесён в Красную книгу РФ.

Некоторые растения (калина монгольская, жимолость золотистая, бересклет священный, ильм японский) отличаются высокой декоративностью и представляют собой ценный генетический резерват материала, который в перспективе может быть использован для озеленения населённых пунктов.

Урочище располагается на территории с активно ведущимися геологоразведочными работами и находится под угрозой уничтожения. В связи с этим обосновывается необходимость внесения дополнений в «План мероприятий по реализации Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий регионального значения в Забайкальском крае на период до 2030 года», которые предусматривали бы придание данной территории статуса памятника природы регионального значения.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200116-7).*

**Биогеохимические особенности концентрирования и формы ртути в компонентах экосистемы гипергалинного озера Большое Яровое (юг Западной Сибири)**

**Леонова Г.А.\*, Густайтис М.Ю., Мальцев А.Е.**

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН*

*\*leonova@igm.nsc.ru*

Гипергалинное оз. Большое Яровое расположено в центре Кулундинской степи (Алтайский край, юг Западной Сибири). Основным источником солей в озере являются почвогрунты, засоленность которых обычна в пределах 0,1-1,5 %. Механизмом, собирающим соли при их большой рассеянности, служат грунтовые воды. В озере образуются донные отложения особого вида – био-хемогенные илы (или лечебные сульфидные грязи). Биота озера представлена галофильными видами и, в частности, жаброногим рачком артемией (*Artemia salina* L.).

Оз. Большое Яровое является рекреационным, вблизи от него в г. Яровое располагается физиотерапевтическая бальнеогрязелечебница. Ранее нами было показано, что расположенный на берегу озера химкомбинат «Алтайхимпром» до 2014 г. создавал неблагоприятную в экологическом отношении обстановку в ближней зоне своего влияния. Химкомбинат «Алтайхимпром» до 2014 г. являлся мощным производителем химических реактивов в России, в том числе двух кристаллических модификаций оксидов ртути HgO (жёлтой и красной), сырьем для производства которых служила металлическая ртуть. Основными диффузными источниками поступления техногенной ртути в озеро являлись береговые отвалы твердых отходов.

Биодоступность ртути зависит от форм ее нахождения. По нашим расчетным данным, выполненным в компьютерной программе WATEQ4F, ртуть в неорганической подсистеме рапы оз. Большое Яровое преимущественно находится в истинном растворе, а в меньшей степени на взвеси. Неорганические формы ртути представлены в рапе хлоридными комплексами ( $\text{HgCl}_4^{2-} \approx 92-96\%$ ,  $\text{HgCl}_3^- \approx 2.7-5.9\%$ ,  $\text{HgCl}_2^0 \approx 0,25-2,5\%$ ). Эти формы ртути обуславливают повышенную ее доступность для биоты, и, в частности, для рачка артемии.

Авторы предложили определять органические формы ртути в объектах комбинированными методами, которые представляют собой многостадийные процессы: стадию предварительного выделения соединений в раствор, их разделение методами жидкостной (газовой) хроматографии или методом капиллярного электрофореза с последующим элемент-селективным детектированием атомно-спектрометрическими методами. Нами предложен наиболее перспективный прямой гибридный метод определения неорганических соединений ртути (II), монометилртути и сульфида ртути в твердых природных образцах, сочетающий термический анализ с атомно-абсорбционным детектированием, в основе которого лежит различие в температурах испарения для разных соединений ртути.

Содержание ртути в зоопланктоне *A. salina* L. составило 0,28 мг/кг. В вертикальном профиле донных отложений концентрации варьировали от 0,01 до 4,5 мг/кг. Установлено, что ртуть в рапе присутствует только во взвеси и в следующих формах: в виде  $\text{HgCl}_4^{2-}$ , Hg(SR) и MeHgSR-DOM (где, Hg(SR) – ртуть, связанная с низкомолекулярными тиолами, MeHgSR-DOM – метилированная ртуть, связанная с низкомолекулярными тиолами и органическим веществом (DOM)). Наблюдается зависимость в распределение Hg-ОМ, которая совпадает с распределением S(II) до глубины 51 см.

*Работа выполнена по государственному заданию ИГМ СО РАН № 122041400193-7.*

## Трансформация глубоководного зообентоса мезотрофного озера в экстремально маловодный период (на примере озера Арахлей)

Матафонов П.В.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

benthos@yandex.ru

Большая глубина и пространственная сложность глубоких озер обуславливают повышенное разнообразие организмов в них. По этим же причинам и в условиях внешних воздействий и собственной эволюции трансформация экосистем таких озер может происходить непредсказуемо, неожиданно и в нежелательном для людей направлении. Сигналы предстоящей трансформации экосистемы связаны с изменениями ее внутренней структуры и сложившихся связей, а также потоков веществ. В современных условиях на динамику сообществ помимо одновременно действующих множества внешних и внутренних факторов оказывает влияние еще и возрастающее антропогенное воздействие. Роль каждого из этих факторов в трансформации сообществ и экосистем не всегда бывает изучена и очевидна.

Для выявления факторов трансформации водных экосистем или прогноза их изменений особый интерес представляют многолетние ряды данных, которые бы охватывали различные фазы водности. Сведения о состоянии зообентоса озера Арахлей относятся преимущественно к средне- и многоводным годам. С 2008 по 2023 гг., преимущественно с 15 по 27 декабря, выполнены исследования зообентоса профундальной зоны озера Арахлей. За 16 лет отобрано 112 проб на семи станциях. Для изучения размерной структуры популяции хирономид и территориальности выполнены измерения длины 5500 личинок.

В период исследований в профундальном зообентосе озера Арахлей отмечено 14 таксонов, постоянными были три: *Chironomus anthracinus*, *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus profundicola*. В фазу снижения уровня воды в озере Арахлей с 2008 по 2013 г. выявлено сильное влияние территориальности и внутривидовых и межвидовых отношений в популяциях населяющих глубинную зону озера Арахлей хирономид *Ch. anthracinus* и рр. *Tanytarsus*. Выявлена трехлетняя продолжительность жизненного цикла *Ch. anthracinus*. Дальнейшее снижение уровня до экстремально низких уровней (за период более 80 лет) воды привело к сокращению мощности слоя гипolimниона до двух метров и смене (с 2014) доминировавших *Ch. anthracinus* на олигохет *T. tubifex* и *L. profundicola*. Изменения в зообентосе согласуются по срокам наступления со сменой доминирующих видов в зоопланктоне озера Арахлей. Изменения обусловлены трансформацией экосистемы глубокого озера Арахлей в состояние экосистемы мелководного водоема в условиях экстремально низкой водности. С 2018 г. последовал подъем уровня вод озера до значений 2014 г. в 2022 г. На этом фоне в 2022 г. произошла вспышка численности личинок рр. *Chironomus*. Высокая численность личинок поколения этого года в 2023 г. позволяет предположить низкий пресс хищников на личинок вследствие возможного выедания окуня бакланами. О снижении обилия окуня в озере косвенно свидетельствует необычное отсутствие рыбаков на озере Арахлей в зимний период в последние три года. Таким образом, на состояние зообентоса озера Арахлей в экстремально маловодные годы оказывает влияние геосистемная связь Арахлейских и Торейских озер и появление бакланов на Арахлейских озерах в периоды низкого уровня Торейских озер.

Выполненные исследования показывают роль абиотических факторов и динамики биотических отношений в трансформации зообентоса и экосистемы мезотрофного глубокого озера в экстремально маловодный период. По результатам выполненных исследований экстремально маловодными на озере Арахлей можно считать уровни менее 0,35 м выше уровня нуля поста (963,1 мБс), отмеченные в 2013 г.

Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200070-2).

## **Речные бассейны как региональные особенности мест обитания и сохранения реликтовых сообществ**

**Малых О.Ф.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия,*

*mas16o@yandex.ru*

Ландшафтный уровень исследований предопределяет выявление закономерностей распространения реликтовых видов и сообществ, определяемых процессами и факторами, действующими в границах водосборных бассейнов.

Специфика ландшафтных условий горных речных бассейнов состоит в формировании качественно различных условий обитания растительности, обусловленных топологическими особенностями расхода воды в условиях расчлененного рельефа и варьированием инсоляционного режима склонов разной ориентации.

Ландшафтная мозаичность в горных бассейнах рек создается в основном за счет интразональных сообществ характерных составляющих этих экосистем.

Микро-поясный ряд на нагорных речных террасах от пойменных сообществ и далее по высотам структуры комбинаций различных элементов раскрывает взаимообусловленность сопряженных экосистем с разными типами растительности (лесного, лесостепного и степного) как представителей различных типов зональной географической среды: бореального, гемибореального и степного.

В процессе эволюции между ними возникали и развивались новые экологические связи и отношения в масштабе не только отдельных популяций, но и целых сообществ (Пианка, 1981). Флористическое обогащение и ценотическое закрепление их в структуре растительности происходило, хотя и в разной степени, на протяжении различных периодов позднего кайнозоя и голоцена.

Географическая провинциальность и развитие азональных процессов в формировании ландшафтов речных экосистем в совокупности определяют разнообразие экологических условий во времени и пространстве и в конечном итоге – зоны контактов различных по генезису фратрий растительных формаций (Сочава, 1962).

Эти контакты сформировали типологические категории реликтовых явлений и особенности их регионального распространения.

Регионально-типологические категории растительности отражают глубинную взаимосвязь современной растительности и природно-географических областей, где проходили ее филогенетические процессы во взаимодействии с общей эволюцией природной среды. (Парфенова, 2007).

Колебания природных режимов определяют динамику функционально-временной структуры растительности, в процессе изменения которой её компоненты постепенно приобретают такие свойства, которые в данной системе наиболее совместимы и сообщают ей максимальную устойчивость.

Реликтовые сообщества в структуре растительного покрова речных систем представляют собой инвариант типологического разнообразия на современном интервале эволюционного развития растительности и природно-ландшафтной среды Восточного Забайкалья в целом.

По результатам экспедиционных исследований 2010-2023 гг. и анализа современных данных коррелятивная значимость пространственного распространения реликтовых видов наиболее выражена в условиях их местообитаний в горных речных системах Верхнего Амура.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания 1.5.11.1. Гидрология и экология вод суши.*



## Эволюция эуметазоев переходного венд-кембрийского периода на примере мелкораковинной фауны Хараулаха (Сибирская платформа)

Новожилова Н.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

*novozhilovanv@ipgg.sbras.ru*

Переходный период от венда к кембрию – один из наиболее значимых этапов развития органического мира. Именно на этом этапе происходит формирование базовых механизмов функционирования жизни. Одним из важнейших событий этого периода было возникновение, расцвет и расселение сибирской биоты по всему миру. Такая «сборная» группа, как мелкораковинная фауна, включает в себя остатки самых ранних скелетных эуметазоев. Несмотря на то, что порой эти остатки достигают нескольких миллиметров в наибольшем измерении, и далеко не все эти остатки являются раковинами, они, по традиции, продолжают называться мелкораковинной фауной или SSF (Small Shelly Fossils).

Изучение основных групп скелетной микрофауны из венд-кембрийского интервала северо-восточной части Сибирской платформы, из разрезов Чекуровской и Булкурской антиклиналей Хараулахских гор, позволило установить четыре крупных этапа в эволюционном развитии SSF. Первый этап соответствует немакит-далдынскому времени позднего венда и характеризуется развитием «хараютехской биоты», в составе которой присутствуют редкие ханцеллорииды, а также микроостатки сферической и арахисовидной формы, которые морфологически очень сходны с палеоэмбрионами, известными из формации Доушаньтуо Южного Китая.

Для томмотского века раннего кембрия характерен следующий этап развития SSF. С этого времени отмечено появление мелкораковинной фауны в составе родов *Lapworthella*, *Camenella*, *Hyolithellus*, *Torelrella*, *Sachites*, *Halkieria*, *Chancelloria*, *Aldanella*. Эмбриональные ископаемые с этого уровня представлены родом *Markuelia*.

Третий этап, соответствующий атдабанскому веку – пик эволюционного разнообразия SSF в этом регионе. Ханцеллорииды становятся более разнообразными, кроме ранее известных видов рода *Chancelloria* появляются многочисленные и разнообразные *Archiasterella*, *Stellispinella*, *Allonia*. Хиолительминты по-прежнему представлены двумя родами *Hyolithellus* и *Torelrella*. С этого уровня известны первые протоконоднты *Rhombocorniculum*, мобергеллиды *Mobergella*, палеосколециды *Wronascolex* и моллюски *Pellagiella*. Томмотииты крайне редки и в основном встречаются в осадке в виде обломков стенок склеритов. Начиная с атдабана эмбриональноподобные ископаемые не известны в данном регионе.

Для четвертого этапа, охватывающего вторую половину раннего кембрия (ботомский и тойонский века), характерно исчезновение основных томмотско-атдабанских форм мелкораковинной фауны. Ханцеллорииды здесь редки. Видовой состав хиолительминтов сократился, исчезли томмотииды. При этом наиболее многочисленными становятся палеосколециды рода *Hadimopanella*, моллюски *Obtusoconus*, *Parailsanella*, *Protowenella* и хиолиты.

Таким образом, максимального таксономического разнообразия мелкораковинная фауна достигала в первой половине нижнего кембрия, а начиная с верхов атдабанского яруса, количество SSF существенно сокращается и к концу раннего кембрия происходит существенная смена комплексов и сокращение биоразнообразия.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № FWZZ-2022-0003).*

## Анализ тенденций температуры воздуха в Забайкальском крае в контексте климатических норм

**Носкова Е.В.\*, Вахнина И.Л.**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, Чита, Россия*

*\*elena-noskova-2011@mail.ru*

Межгодовые изменения приземной температуры воздуха в Забайкальском крае характеризуются ее статистически достоверным линейным повышением за период инструментальных наблюдений (Носкова Е.В., Вахнина И.Л., 2023), который для большинства метеостанций региона начат с середины прошлого века. Такая тенденция характерна для территории России, ДФО и Северного полушария (Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год, 2024). Наблюдаемое потепление влечет за собой увеличение теплообеспеченности территории (Носкова Е.В., Вахнина И.Л., 2022), сказывается на природных и социальных процессах и требует принятия оперативных адаптационных мер для отраслей экономики.

Климатические нормы (КН) дают возможность выполнения оценки темпов изменения климата, рассчитываются как средние значения климатических характеристик, взятых за 30-летние периоды, оканчивающиеся нулем (Носкова Е.В., Вахнина И.Л., 2024) и обеспечивают принятие объективных управленческих решений для обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности РФ.

Анализ температуры воздуха на территории Забайкальского края был выполнен по данным 27 метеорологических станций Росгидромета за период 1961-2020 гг., климатические нормы рассчитаны за 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 и 1991-2020 гг.

Результаты показали, что за общий 60-летний период среднегодовая температура воздуха в среднем по территории Забайкальского края составляла  $-2,9$  °С, линейный тренд –  $0,34$  °С/10 лет. Выделяются интервалы с разными темпами роста температуры с наиболее интенсивным ее увеличением в 2011-2020 гг. и отсутствием тренда в 1996-2010 гг.

Значения рассматриваемых среднегодовых климатических норм для Забайкальского края с каждым последующим периодом по отношению к предыдущему увеличивались на  $0,3-0,4$  °С, при этом в первые два они были ниже среднего за общий период, а в последующие – выше. Так, для 1961-1990 гг. и 1971-2000 гг. рассчитанные КН составили  $-3,4$  и  $-3,1$  °С, а для 1981-2010 гг. и 1991-2020 гг.  $-2,7$  и  $-2,3$  °С соответственно. В пространственном отношении наибольшее повышение от первой к последней КН произошло в центральных районах края, наименьшее в – юго-восточных.

Аналогичная картина прослеживается для норм теплого периода (ТП) (с мая по сентябрь) и холодного (ХП) (с октября по апрель): для ТП увеличение составило  $1,1$  °С (от  $12,4$  до  $13,5$  °С), для ХП –  $1,2$  °С (от  $-14,8$  до  $-13,6$  °С), а от периода к периоду разница между нормами колебалась в пределах  $0,2-0,4$  °С для ТП и  $0,3-0,6$  °С для ХП. По районам наименьшее повышение температуры воздуха ТП от первого к последнему периоду произошло в восточных и северных, наибольшее – в центральных. В ХП последняя климатическая норма максимально выше первой в центральных районах, минимально – в южных и юго-восточных восточных.

Таким образом, рост температуры воздуха в Забайкальском крае подтверждается и анализом климатических норм за разные периоды, существенно увеличившимися к последнему 30-летнему периоду. Это налагает необходимость разработки эффективных адаптационных мер и их правовой регламентации.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИПРЭК СО РАН по теме «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов Востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов 21 в.» (№ гос. регистрации 121032200126-6).*

**Исследование выщелачивания карбонатитов Аршанского рудопроявления****Перязева Е.Г.<sup>1,\*</sup>, Плюснин А.М.<sup>1,2</sup>, Маниева В.И.<sup>2</sup>, Ласточкин Е.И.<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН, Улан-Удэ, Россия*<sup>2</sup>*Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия**\*Peryazeva75@mail.ru*

Образование очагов сульфатного засоления поверхностных и подземных вод в межгорных впадинах Забайкалья связано с дополнительным источником поступления серы. В этом случае происходит трансформация химического состава вод по кальциевому направлению – устанавливается около нейтральная среда, в растворе накапливается не натрий, а кальций. Один из очагов такого сульфатного засоления сформирован в Оронгойской межгорной впадине мезозойского возраста. Здесь находятся два озера, в анионном составе которых доминирует сульфат-ион. Подземные воды по химическому составу относятся к сульфатному кальциевому типу. Известно, что определяющее воздействие на химический состав поверхностных и подземных вод оказывают влияние горные породы, с которыми взаимодействует вода. Особенно большое влияние на химический состав поверхностных и подземных вод оказывают хорошо растворимые горные породы. Одними из таких пород являются карбонатиты, которые обнаружены в кристаллическом обрамлении Оронгойской впадины.

Аршанское и Южное проявления карбонатитов расположены в северной части впадины. Карбонатиты находятся среди пород кристаллического фундамента. Мощность карбонатитовых тел по данным бурения скважин составляет 3-6 м. Под воздействием эрозии карбонатиты сохранились только на выступающих положительных формах рельефа. В канавах и шурфах наблюдается налегание карбонатитов на дезинтегрированные подстилающие гнейсовидные граниты, диориты. Карбонатиты представляют собой породу, сложенную кальцитом и, в меньшей степени, барито-целестином, флюоритом, бастнезитом. Неустойчивость карбонатитов в гипергенных условиях обусловила их повышенную способность к разрушению при выветривании и появление отрицательных форм рельефа, которые проявляются на водораздельных участках в виде впадин, выполненных рыхлым песчаным материалом.

Проведен эксперимент по выщелачиванию хорошо растворимых соединений дистиллированной водой. Для этого порода была раздроблена, помещена в делительную воронку и промывалась водой. Фильтрат анализировался различными методами. Общая минерализация достигла 260 мг/л. Содержание сульфат-иона в растворе составило 47 мг/л, концентрация хлорида – 3,2 мг/л, нитрата – 2,6 мг/л. Катионный состав фильтрационных вод определяется кальцием (46,4 мг/л). В составе фильтрата обнаружены: стронций до 20 мг/л, барий до 1,03 мг/л, йод до 320 мкг/л, молибден до 153 мкг/л, марганец до 97 мкг/л, бор до 74 мкг/л, фосфор до 60 мкг/л, бром до 16 мкг/л. Суммарное содержание лантаноидов составило 1 мг/л. Снежный покров над рудопроявлением и окружающей территорией загрязнен токсичными химическими элементами.

В озере Белое, общая минерализация которого составляет 2.2 г/л, установлены высокие концентрации стронция до 1,6 мг/л, брома до 800 мкг/л, железа до 390 мкг/л, фосфора до 270 мкг/л, алюминия до 186 мкг/л, бора до 89 мкг/л, лития до 62 мкг/л. Суммарное содержание лантаноидов до 1,074 мг/л.

При выветривании карбонатитов формируются ореолы рассеяния токсичных химических элементов, которые оказывают негативное экологическое воздействие на окружающую среду.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 24-27-20077.*

## Динамика субсредиземноморских ландшафтов заповедника «Утриш»

Петрушина М.Н.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

mnpetrushina@mail.ru

Одним из основных направлений научной работы в заповедниках является изучение динамики ландшафтов и их отдельных компонентов. Целью проведенных исследований стало выявление особенностей динамики субсредиземноморских ландшафтов в заповеднике «Утриш», который был создан в 2010 г. для охраны этих уникальных для России ландшафтов. В работе был использован комплекс методов, включавший крупномасштабное ландшафтное картографирование и профилирование, анализ разновременного дистанционного материала (Landsat-8) и наземной фотосъемки. На основе исследований были выявлены наиболее динамичные геосистемы и в них заложены площадки с повторными комплексными описаниями. Это геосистемы, которые находились под антропогенным воздействием до создания заповедника и вошли в его границы в 2021 г. Объектами изучения стали также разновозрастные гари, в том числе после крупного пожара 2020 г., геосистемы с активными экзогенными процессами, в первую очередь, эрозии. К ним относятся долинные ландшафты, которые периодически изменяются при паводках, сходе наносоводных и селевых потоков. А также устойчиво-динамичные геосистемы крутых осыпных и оползневых склонов, особенно в береговой зоне, агрессивные по отношению к соседним вышерасположенным геосистемам со сформированной средиземноморской растительностью и почвами, что приводит к постепенному сокращению их площади.

Анализ постпирогенных сукцессий в приморских геосистемах выявил, что в результате пожаров уменьшается площадь сосновых (*Pinus brutia*) и особенно можжевельников (*Juniperus excelsa*, *J. foedissima*, *J. deltoides*) лесов, а также изменяется структура лесных сообществ с участием можжевельников за счет их гибели вследствие повышенной горимости. После пожара 2020 г. отмечено быстрое формирование травяного и кустарникового ярусов, в том числе за счет появления средиземноморских видов. В сгоревших сосновых и можжевельново-сосновых лесах на первых стадиях сукцессий доминирует сумах (*Rhus coriaria*), появляются иглица (*Ruscus aculeatus*) и жасмин (*Jasminum fruticans*), доля которых возрастает на гарях в фисташково-можжевельниковых лесах. Идет возобновление дуба (*Quercus pubescens*), сосны, фисташки (*Pistacia mutica*). За три года после пожара увеличилось видовое разнообразие травостоя (29 видов), кустарников (7 видов), их надземная фитомасса.

В приморских геосистемах, использовавшихся под рекреационные стоянки, также наблюдаются восстановительные сукцессии, скорость которых зависит от размера стоянки, продолжительности ее использования, начальных ландшафтных условий. В отличие от зарастающих гарей сукцессии в антропогенно нарушенных геосистемах имеют свою специфику. Важно, что в некоторых из них в 2023 году были обнаружены единичные проростки можжевельника (*Juniperus excelsa*), отличающегося низкой скоростью роста и устойчивостью к внешним условиям, и не наблюдавшиеся ранее.

Ухудшение в последние годы в ряде геосистем состояния можжевельника (*Juniperus excelsa*), фисташки, грабинника (*Carpinus orientalis*), ясеня (*Fraxinus oxycarpa*), возможно, связано с увеличением средней годовой температуры и ростом числа экстремально жарких дней, особенно в июле и августе.

Работа выполнена при финансовой поддержке контракта № 47-2023 с ФГБУ Государственного природного заповедника «Утриш».

## **Загрязнение приземной атмосферы металлами на территории горнодобывающих предприятий**

**Плюснин А.М. \*, Перязева Е.Г., Гарипова Е.Р., Новокрещенных Н.П.**

*Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН, Россия*

*\*Plyusnin@ginst.ru*

При добыче и переработке металлических руд и угля в РФ образуется наибольшая часть твердых отходов. В местах разработки месторождений основная масса извлеченных из недр пород складывается на вечное хранение. Накопленная масса отходов в РФ превышает сто миллиардов тонн. Одним из наиболее сильных видов воздействия на окружающую среду складированных отходов горно-обогажительного производства являются аэрозольные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

Компоненты атмосферного переноса могут присутствовать в форме газа, дисперсных частиц и сорбированных на них ионов, в виде жидких аэрозолей.

Основными механизмами транспорта растворенного вещества из пористых и водных сред в атмосферу являются:

1. Механический унос капель воды, т.е. капельный унос.
2. Унос растворенных веществ в виде газов и летучих соединений.
3. Унос растворенных веществ вследствие их растворимости в водяном паре.

Нами исследован химический состав конденсационной влаги, который собирался с поверхности складированных отходов добычи и переработки месторождений вольфрама, молибдена, бериллия, цинка, свинца, угля. Для отбора проб конденсата использована специально созданная установка. Пробы собранной воды проанализированы методом индуктивно связанной плазмы (ИСП МС) и ионной хроматографии на хроматографе LC-20 Prominence.

На формирование ореолов загрязнения приземной атмосферы оказывают влияние глубина залегания вод, минерализация поровых растворов, химический, минеральный состав и длительность хранения отходов. Перемещение минерализованных вод к поверхности происходит за счет сил поверхностного натяжения.

Над всеми изученными отходами горнодобывающей промышленности формируются ореолы загрязнения приземной атмосферы химическими элементами, относящимися к первой, второй и третьей группам токсичности, такими как бериллий, кадмий, молибден. Наиболее высокой миграционной способностью в составе аэрозолей обладают такие элементы: алюминий, марганец, железо, цинк, медь, свинец. Концентрация этих металлов достигает величин в несколько мг/л.

Ореол загрязнения воздуха над поверхностью хвостохранилищ существует и в летний, и в зимний сезоны года. Под воздействием потоков аэрозолей происходит загрязнение атмосферных осадков, выпадающих на природно-техногенную систему и окружающие территории. Для улучшения экологической обстановки в районах разработки месторождений необходимо места хранения отходов оборудовать дренажными системами, которые понизят уровень залегания грунтовых вод и уменьшат испарение растворенных компонентов с их зеркала, перекрывать отходы непроницаемым для воды экраном.

Для персонала, работающего на участках складирования отходов, необходимо предусмотреть использование индивидуальных средств защиты.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 24-27-20077.*

**О таксономическом статусе и паразитах песчаной широколобки  
(*Leocottus kesslerii* Dybowski, 1874) из озера Арахлей**

**Русинек О.Т.<sup>1,\*</sup>, Михеев И.Е.<sup>2</sup>, Сиделева В.Г.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Байкальский музей СО РАН, Иркутская область, пос. Листвянка, Россия

<sup>2</sup>Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

<sup>3</sup>Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

\*o.rusinek@yandex.ru

В 2022 г. нами были собраны материалы для изучения морфологии, биологии и генетики песчаной широколобки из озера Арахлей (Забайкальский край), а также по ее паразитофауне. Известно, что этот вид играет важную роль в трофических цепях озера. До настоящего времени в литературе отсутствовали сведения о паразитах песчаной широколобки из озера Арахлей.

Ранее из этого озера был описан подвид песчаной широколобки – *Paracottus kesslerii arachlensis* Тархова, 1962. Новые сведения по морфологии, экологии и генетике этого подвида свидетельствуют о том, что рыбы из озера Арахлей принадлежат к номинальному подвиду *Leocottus kesslerii kesslerii*. При сравнении морфологических признаков арахлейской и байкальской широколобок обнаружены некоторые отличия. У песчаной широколобки из оз. Арахлей сравнительно узкая голова, в 1.3-1.4 раза меньше, чем у байкальской; межжаберный промежуток узкий; отсутствует расстояние между спинными плавниками, они соприкасаются друг с другом; анальный плавник длинный, с основанием доходит до 42 % SL, в то время, как у байкальской формы – 39 % SL. У арахлейских особей анальный плавник длиннее второго спинного плавника (средняя длина основания 38 против 35 % SL). У байкальской формы наоборот, второй спинной плавник длиннее анального (39 против 35% SL). Число позвонков и лучей в плавниках у арахлейских рыб совпадает с таковым у байкальской формы: всего позвонков 38-39, из них 10-11 туловищных и 27-28 хвостовых, 2-3 пары плечевых ребер, между D1 и D2 имеется 2 свободных интердорзальных птеригофора: D1 8, D2 19, А 20-21, С 12 (8-10 ветвистых лучей, 2-4 не ветвистых). Для арахлейской формы характерен ускоренный темп роста, низкие значения плодовитости и другой состав пищи. Средняя плодовитость арахлейских широколобок длиной 85-95 мм варьировала в пределах 2080-4170 (в среднем 2800) икринок, это почти в 3 раза меньше, чем у одноразмерных байкальских самок. Состав пищевого комка арахлейских рыб в летнее время включает личинок насекомых (поденок, веснянок, стрекоз, хирономид), это составляет 63 % массы, гаммарид – 8 %, молодь рыб – 8 %, мелких двустворчатых моллюсков – 2 %, в период размножения – икру своего вида – 5 % массы (Карасев, 1987; Горлачева, 2013). По молекулярно-генетическим данным наиболее близкими к байкальской форме оказались арахлейские широколобки, наиболее удалены друг от друга арахлейские и гусиноозерские особи (Русинек и др., в печати).

Паразитофауна песчаной широколобки из озера Арахлей представлена 4 видами. В печени рыб были отмечены плероцеркоиды *Triaenophorus nodulosus*, в почках – слизистые споровики *Mухоболus ellipsoides*, в хрусталике глаза – метацеркарии *Diplostomum spathaceum*, на брюшных и грудных плавниках отмечена пиявка *Piscicola geometra*. Более всего рыбы были заражены диплостомидами (31.6%) и пиявками (15.8 %).

По сравнению с Байкалом, где паразитофауна песчаной широколобки включает 44 вида и подвида (Русинек, 2023), в озере Арахлей она является существенно обедненной и в ней отсутствуют специфичные паразиты.

Работа выполнена в рамках темы Байкальского музея СО РАН «Экологическая диагностика изменений некоторых элементов биогеоценозов территории Восточной Сибири» (рег. № 121032900077-4).

**Формирование лесов на месте экстрazonальных степей Прибайкалья и на территориях, занятых степными сообществами в границах зональной лесостепи Западного Забайкалья**

**Сизых А.П.\*, Гриценюк А.П.**

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия*

*\*alexander.sizykh@gmail.com*

В течение последних десятилетий в Восточном Прибайкалье (повсеместно по западному побережью оз. Байкал) на месте экстрazonальных степей происходит формирование светлохвойных лесов. На современном этапе – это остепненные редины с разновозрастным подростом, выходящим за полог сомкнутого древостоя. Сходные тенденции облесения территорий, занятых степными сообществами, отмечаются и в границах зональной лесостепи Западного Забайкалья (характерно для бассейна р. Селенги). Вероятно, это связано с изменчивостью климата, в частности, с выпадением основного объема осадков в позднелетний и осенний периоды и увеличением снежного покрова в последние десятилетия в Байкальском регионе. Снижение интенсивности воздействий антропогенных факторов, в частности, сокращение территорий, используемых в качестве пастбищных угодий в течение последних десятилетий в комплексе с динамикой климата способствует формированию лесов на месте степей разного генезиса.

В условиях экстрazonальности степей западного побережья оз. Байкал, а степи этой части Прибайкалья не входят ни в одну область, подобласть и провинцию зональных степей, с невыраженным горным и горно-лесостепным поясами (по геоэлементному составу и составу поясно-зональных групп растений в степных сообществах района исследований) следует констатировать развитие здесь светлохвойных (*Larix sibirica* Ledeb., *Pinus sylvestris* L.), на данном этапе формирования, остепненных лесов (часто с участием сосны сибирской – *Pinus sibirica* Du Roi в составе лесных фитоценозов). Происходящее облесение экстрazonальных степей западного побережья оз. Байкал нивелирует границы между лесом и степью с сокращением территорий, занятых степными сообществами повсеместно. Происходит становление таежно-степных сообществ, как демулационно-восстановительных стадий развития полидоминантных светлохвойных лесов зонального типа. По сути – возвращение леса «на свое место» в виде формирования куртин разновозрастных древостоев среди экстрazonальных степей.

Отмечается активизация облесения степных пространств в границах зональной лесостепи Юго-Западного Забайкалья – на месте степных сообществ формируются леса разного типологического состава. Особенно это характерно для лесостепи бассейна р. Селенги. Наличие подроста *Larix sibirica* Ledeb., *Pinus sylvestris* L. вне полога сомкнутого древостоя и продвижение древесных пород в зону зональной степи также может свидетельствовать о меняющихся условиях среды в регионе. Не следует исключать, в этой связи, изменение границы между зональной лесостепью и зональной степью в широтном направлении в Юго-Западном Забайкалье в целом.

Следует отметить и то, что на ранее распаханых степных территориях, а в настоящее время – залежах, повсеместно отмечается формирование остепненных редины из светлохвойных пород деревьев. Максимальное ограничение рубок древостоя, граничащего со степными сообществами, исключение выжигания («палов») с целью сохранения пастбищных угодий, также будут способствовать развитию светлохвойных лесов зонального типа на степных участках в границах зональной лесостепи.

Направленность изменчивости климата (и влияний антропогенных факторов) на региональном и континентальном уровнях будет вносить существенные коррективы в развитие лесов, в их структурно-динамическую организацию для разных физико-географических условий Байкальского региона и сопредельных территорий в ближайшие десятилетия.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ (проект 075-15-2020-787 «Фундаментальные основы, методы и технологии для цифрового мониторинга и прогнозирования экологической обстановки на Байкальской природной территории»).*

## Факторы, определяющие структуру планктона в минерализованных водоемах с переменным ионным составом

Ташлыкова Н.А.<sup>\*</sup>, Афонина Е.Ю.

*Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*NatTash2005@yandex.ru*

На обширной территории Юго-Восточного Забайкалья, отличающейся повышенной аридностью и крайней континентальностью климата, расположена Онон-Борзинская система озер, среди которых в 2021-2023 гг. было обследовано 18 водоемов, которые по содержанию ионов подразделялись на хлоридные (Горбунка, Хилганта, Дабаса-Нур), сульфатные (Барун-Шивертуй, Шахалин-Нур) и содовые (Баин-Булак, Укшинда, Куджертай, Баин-Цаган, Нижний Мукей, Борзинское, Ножий, Балыктуй, Шварцивское, Хараганаш, Шелута, Барун-Торей). Минерализация воды колебалась в широких пределах: в содовых озерах от 1,0 до 334,5 г/л, в хлоридных – от 8,2 до 257,8 г/л, в сульфатных – от 21,3 до 146,8 г/л. Среднее значение pH соответствовало 8,5-9,5. Во всех выявленных типах озер по содержанию преобладали ионы натрия (Tashlykova, Afonina, 2023).

За период исследования в составе фитопланктона обнаружено 73 таксона водорослей (Cyanobacteria – 26, Bacillariophyta – 10, Cryptophyta – 5, Dinophyta – 1, Charophyta – 2, Chlorophyta – 25 и Euglenophyta – 4). Для всех озер был характерен обедненный таксономический состав с преобладанием синезеленых и зеленых водорослей (65-83% таксонов). Общая численность и биомасса варьировали от  $177,76 \pm 255,61 \times 10^3$  кл./л до  $34838,22 \pm 77111,22 \times 10^3$  кл./л, и от  $201,67 \pm 348,62$  мг/м<sup>3</sup> до  $14546,93 \pm 32023,64$  мг/м<sup>3</sup>. Видовой состав зоопланктона был представлен 43 таксонами: 19 – Rotifera, 13 – Cladocera, 10 – Copepoda и 1(?) – Anostraca. Общая численность и биомасса изменялись в широких пределах:  $147,18 \pm 77,22 \times 10^3$  экз./м<sup>3</sup> до  $42526,94 \pm 93273,73 \times 10^3$  экз./м<sup>3</sup>; биомасса от  $16,07 \pm 17,28$  г/м<sup>3</sup> до  $89,59 \pm 64,80$  г/м<sup>3</sup>.

Для определения влияния факторов внешней среды на вариабельность показателей развития планктона был использован метод главных компонент (Principal Component Analysis, PCA). Абсолютное значение факторной нагрузки 0,7 и выше принимались за существенную связь (Джефферс, 1981). В результате компонентного анализа установлено, что TDS и мутность являются значимыми переменными для организмов планктона в хлоридных озерах. В сульфатных озерах – TDS, мутность и ХПК наиболее весомы для фитопланктона. Отмечена их высокая положительная связь с индексом Шеннона и численностью Bacillariophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Charophyta, Chlorophyta. В содовых озерах pH и Eh – абиотические факторы, определяющие разнообразие и структуру водорослей и беспозвоночных. Они тесно коррелировали с численностью всех отмеченных групп водорослей, веслоногих ракообразных, вторичной продукцией и общей биомассой фито- и зоопланктона. Для биогенных элементов в содовых озерах отмечена существенная связь между содержанием общего азота и фосфора и биомассой Cryptophyta. В хлоридных озерах общий азот и нитраты имеют положительную корреляцию с Cyanobacteria. В сульфатных водах все формы азота и фосфора обнаруживают положительную корреляцию с  $\alpha$ -разнообразием фитопланктона, а отношение общего азота к фосфору – с плотностью Rotifera.

Таким образом, полученные сведения существенно дополняют информацию о разнообразии и функционировании планктонных сообществ в минерализованных водоемах с переменным ионным составом.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200070-2).*



**Эколого-геохимическая и агрохимическая оценка состояния почв прибрежных депрессий циклически пульсирующих высокоминерализованных озер в стадию регрессивной климатической фазы**

**Убугунов Л.Л.**

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия*

*l-ulze@mail.ru*

На обширных территориях Юго-Восточного Забайкалья и пограничных с ним регионах Монголии (северная часть Восточно-Монгольской равнины) и Внутренней Монголии располагаются многочисленные бессточные соленые и солоноватые озера неоднородного химического состава и разной степени минерализации. Большая часть из них характеризуется содовым (87 %), меньшая – хлоридным (10 %) и сульфатным типами химизма засоления. Для них характерны резкие колебания уровня водной поверхности в циклически происходящие в регионе 25-30-летние гумидные (трансгрессивные) и аридные (регрессивные) климатические фазы. Исследований по почвенному покрову прибрежных ландшафтов этих озер проведено крайне незначительно, а по почвам приозерных территорий водоемов с хлоридным засолением в литературе не обнаружено.

Цель исследований – изучить основные свойства и макро- и микроэлементный состав ландшафтно-доминирующих типов почв прибрежных замкнутых депрессий пульсирующих хлоридных озер Улдза-Торейского бессточного бассейна в стадию выраженной регрессивной климатической фазы и провести оценку их эколого-геохимического и агрохимического состояния.

Исследования проводились в прибрежной депрессии оз. Бабье на 3 ключевых участках со следующими ландшафтно-доминирующими в приозерном понижении типами почв: на супераквально-субаквальной позиции – солончаком квазиглеевым; на супераквальной – гумусово-квазиглеевой засоленной и на элювиально-супераквальной – светлогумусовой засоленной почвами. Установлено, что данные почвы характеризуются дифференцированным гранулометрическим составом, неблагоприятными физико-химическими, агрохимическими свойствами и различной засоленностью. Резко выраженное засоление с очень высоким содержанием токсичных ионов натрия и хлора выявлено в поверхностном (солончаковом) горизонте солончака квазиглеевого.

В докладе приводятся результаты исследований по содержанию и распределению биогенных макро- и микроэлементов в приозерных почвах оз. Бабье и их сравнительная характеристика с кларками в земной коре, мировыми «среднепочвенными» значениями, эталоном почвенного плодородия – курским черноземом и забайкальской зональной каштановой почвой.

Полученные результаты показали, что исследованные почвы характеризуются не вполне благоприятной экогеохимической ситуацией и низким уровнем плодородия. Однако, учитывая их ландшафтно-природную значимость для сохранения разнообразия озерных и приозерных экосистем, а также лечебную ценность соленых вод и иловых грязей, рекомендуем полное выведение этих почв из сельскохозяйственного оборота и включение в состав особо охраняемых природных и лечебно-бальнеологических территорий.

*Исследования выполнены в рамках темы государственного задания Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (№ госрегистрации 121030100228-4).*

**Органическое вещество озера Барун-Шивертуй (Восточное Забайкалье)****Фёдоров И.А.\*, Борзенко С.В.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**\*fedorowia@gmail.com*

Минеральное озеро Барун-Шивертуй (50° 0' 52.79"N 116° 48' 14.86"E) расположено в 11 км на север от ст. Даурия на западном ответвлении пади Умыкей, в небольшой котловине между пологими сопками. По химическому составу воды это озеро относится к сульфатному типу – на долю сульфат-ионов в разные сроки опробования приходится 45-51 % экв.; среди катионов преобладает натрий (85-89 % экв.). По величине минерализации озеро относится к рассолам – суммарная массовая концентрация растворенных веществ варьирует в интервале 45-147 г/л; величина рН изменяется в пределах 7,8-8,6, что зависит от гидрологического режима.

Для изучения молекулярного состава органического вещества данного озера были отобраны образцы воды, керн донных отложений длиной 43 см и биота (фитопланктон, зоопланктон, зообентос и высшая водная растительность), которые были исследованы методом газовой хромато-масс-спектрометрии с предварительной экстракцией органических веществ хлороформом. Керн донных отложений был разделен на несколько частей по 10 см, каждая из которых исследовалась отдельно.

Результаты исследования показали, что в воде присутствуют предельные (5 %), непредельные (2,8 %), циклические (0,4 %) и ароматические (0,4 %) углеводороды, сложные эфиры (40,6 %), карбоновые кислоты (15,3 %) и прочие кислородсодержащие вещества (6,6 %), стероиды и терпены (19,6 %), витамины (1 %), а также азот-, фосфор- и серосодержащие соединения (3,4 %). По всему керну донных отложений, как и в воде, в процентном соотношении преобладают сложные эфиры (24,6-66,6 %), содержание н-алканов второстепенно (18,0-29,0 %), на долю терпенов приходится 3,6-24,9 %, карбоновые кислоты и прочие кислородсодержащие вещества присутствуют в количестве 6,1-17,4 %, содержание ароматических углеводородов колеблется в интервале 3,1-6,5 %, доля фосфорсодержащих веществ составляет 0,2-1,7 %, а максимальная концентрация витаминов достигает лишь 0,3 % по всему разрезу. Во всех отобранных образцах биоты преобладающими компонентами органического вещества являются жирные кислоты различного состава и строения; в пробах зоопланктона и зообентоса идентифицированы также стероиды (5,5-7,4 %), в фитопланктоне – н-алканы (0,5 %), кроме того, в этих образцах присутствуют ароматические углеводороды (0,4-1,2 %).

Идентифицированные в исследованных образцах донных отложений органические соединения в большинстве своем имеют природное происхождение. Анализ данных о составе кислородсодержащих органических соединений в воде, биоте и донных отложениях указывает на то, что в разрезе последних наблюдается непостоянство набора основных биопродуцентов, поставлявших органическое вещество в осадок. В составе растительных н-алканов по всему разрезу преобладает C<sub>31</sub>, источником которого являются травянистые растения. В воде же преобладающими н-алканами являются C<sub>15</sub>, C<sub>17</sub>, C<sub>19</sub>, источником которых служат преимущественно фитопланктон (46,8 %) и бактерии (C<sub>16</sub>, C<sub>20</sub>–C<sub>24</sub>) – 29 %. На долю предельных углеводородов, источником которых являются водоросли (C<sub>21</sub>, C<sub>23</sub>, C<sub>25</sub>), приходится всего 4,5 %.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 22-17-00035.*

## Хлорофилл *a* планктонных водорослей некоторых соленых озер Юго-Восточного Забайкалья

Цыбекмитова Г.Ц.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

gazhit@bk.ru

Формирование гидрохимического и гидробиологического режима соленых озер Юго-Восточного Забайкалья происходит в условиях полуаридного климата. Настоящие исследования проведены в переходный период между засушливыми и влажными годами. С 1998 г. уменьшение атмосферных осадков привело к высыханию или уменьшению уровня воды исследованных озер. Начиная с 2021 г., отмечается увеличение годовых атмосферных осадков и, как результат, наполняются водоемы.

Исследования проведены в июле 2022-2023 гг. с использованием погружного зонда FluoroProbe (bbe-Moldaenke, Германия). Рассмотрены разные типы озер (Баин-Цаган, Шелута и Харганаш – содовые, Барун-Шивертуй и Шихалин-нур – сульфатные, Горбунка, Дабаса-нур – хлоридные). В период наблюдения температура воды составляла 20-25 °С, прозрачность водного столба в малых водоемах – до дна, в оз. Баин-Цаган – 0,8 м.

*Содовые озера.* Общее содержание хлорофилла *a* (Хл *a*) в центральной зоне оз. Баин-Цаган составляла  $10,6 \pm 0,17$  мкг/л. Более высокие содержания Хл *a* выявлены в оз. Шулуца и Харганаш –  $32,8 \pm 0,05$  и  $28,9 \pm 0,03$  мкг/л соответственно. В данной группе озер Хл *a* представлен в большей степени зелеными водорослями. Небольшую долю составляют цианобактерии и криптофитовые водоросли. Содержание растворенных органических веществ соответствует 26,7-32,8 мкг/л.

*Сульфатные озера.* Суммарная концентрация Хл *a* оз. Барун-Шивертуй соответствовала  $63,9 \pm 9,36$  мкг/л, в оз. Шахалин-нур –  $6,5 \pm 0,26$  мкг/л. В данной группе озер Хл *a* представлен в большей степени зелеными и диатомовыми водорослями. Примерно в равных и в небольших концентрациях присутствуют цианобактерии и криптофитовые водоросли. В оз. Барун-Шивертуй цианобактерии присутствуют только в литоральной зоне. Содержание растворенных органических веществ соответствует 6,5 мкг/л.

*Хлоридные озера.* Общее содержание Хл *a* в оз. Дабаса-нур составляла  $17,2 \pm 0,10$  мкг/л, представлено хлорофиллом зеленых и диатомовых водорослей. В оз. Горбунка общее содержание Хл *a* соответствовало  $5,0 \pm 0,03$  мкг/л и представлено зелеными и криптофитовыми водорослями. В исследованных озерах содержание органического вещества незначительное (Дабаса-нур –  $2,9 \pm 0,01$  мкг/л, в оз. Горбунка –  $2,2 \pm 0,01$  мкг/л).

Отмечаемые флуктуации уровня режима озер оказывают воздействие на абиотические показатели, обуславливающие изменение содержания Хл *a* фитопланктона. Проведенный методом главных компонент статистический анализ данных показал, что содержание хлорофилла зеленых водорослей зависит от содержания калия, натрия, гидрокарбонатов и хлоридов. Содержание хлорофилла криптофитовых и диатомовых водорослей зависит от концентраций кальция и магния, хлоридов и сульфатов. Содержание хлорофилла цианобактерий зависит от глубины водоемов. Таким образом, в связи с режимом уровня воды в озерах происходят изменения физико-химических показателей водной экосистемы, что обуславливает изменение структуры сообществ фитопланктона. В настоящий период исследованные озера по общей концентрации Хл *a* имеют разный уровень трофии. К мезотрофным водоемам относятся Шахалин-нур и Горбунка, мезо-эвтрофным – Баин-Цаган и Дабаса-нур, к эвтрофным – Шелута, Харганаш и Барун-Шивертуй. Полученные данные могут служить отправной точкой для дальнейших исследований озер региона.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № FUFР-2021-0006).*

**ТЕХНОГЕНЕЗ И ЭВОЛЮЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
(ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
И ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ)**

**Влияние климатических условий Забайкальского края на зерновые культуры****Алексеев А.М.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**amalekseev@inbox.ru*

Растениеводство в Забайкальском крае ведется в сложных почвенно-климатических условиях. Преимущественно выращиваются зерновые культуры, основными из которых являются яровая пшеница, овес, ячмень и гречиха. За последние двадцать лет (2003-2023 гг.) количество посевных площадей всех сельскохозяйственных культур края сократилось более чем в два раза. Сокращаются посевы как зерновых, так зернобобовых и овощебахчевых культур, также сокращаются посевы картофеля. Однако рост интереса местных сельхозпроизводителей к яровому рапсу в последнее время позволил увеличить посевные площади технических культур региона. К лидерам по объему посевных площадей относятся юго-восточные и восточные районы Забайкальского края, в 2023 году объем посевных в районах составил более 80 % от общего объема сельскохозяйственных посевов. В большей степени преобладают посевы яровой пшеницы. За последнее десятилетие наблюдается структурное изменение хозяйственной деятельности в посеве зерновых культур. Возросла роль крестьянских фермерских хозяйств, если в 2003 году объем посевов фермерских хозяйств составлял 3,4 %, то к 2021 году посевы зерновых в таких хозяйствах увеличились до 35 % от общего объема. Валовой сбор основных возделываемых культур региона в 2022 году составил 304,5 тыс. тонн, зерновые и зернобобовые культуры составили 56,4 %, масленичные культуры – 7,4 %, картофель – 30,5 % и овощебахчевые культуры – 5,8 %. Доля Забайкальского края в общем валовом сборе зерновых культур Российской Федерации составила 0,13%, в Дальневосточном федеральном округе – 12,8 %.

В крае выращиваются преимущественно зерновые культуры, и в качестве объекта дальнейшего исследования были выбраны именно они. Вегетационный период зерновых культур 80-105 дней, длительность периода зависит от многих факторов в частности и от климатических условий, в более теплых районах вегетационный период может быть короче, а в более холодных – длиннее. В Забайкальском крае в период посева и сбора зерновых культур средняя температура составляла 13,6 °С. Количество атмосферных осадков за аналогичный период составило 60,9 мм. В ходе проведения ретроспективного анализа было обнаружено, что малые и средние фермерские хозяйства испытывают большие трудности в борьбе с засухой. Так в 2019 году из-за почвенной засухи пострадало большое количество сельхозпроизводителей. В частности, в Приаргунском районе фермерские хозяйства потеряли 79,9 % зерновых культур, тогда как объем валовых сборов крупных сельскохозяйственных организаций сократился на 52,2 %. Аналогичная ситуация наблюдалась в Краснокаменском районе, где фермерские хозяйства потеряли 95,5 % культур, а крупные сельскохозяйственные организации – 47,9 %. В исследовании был проведен регрессионный и корреляционный анализ с использованием данных об объемах валовых сборов, посевных площадях и урожайности зерновых культур региона, а также температурных условиях в вегетационный период зерновых и средних количествах осадков. Результаты расчетов свидетельствуют о том, что вариация объемов валовых сборов на 41,4 % объясняется изменением размеров посевных площадей, при этом 58,6 % приходится на другие факторы, не учтенные в модели. Можно также заключить, что вариация урожайности зерновых и зернобобовых культур объясняется изменением среднего количества осадков в вегетационный период на 29,7 %, при этом 70,3 % приходится на другие факторы, не учтенные в модели.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИПРЭК СО РАН (рег. № 121032200126-6).*

## Лесоклиматические проекты как инструмент реализации современной климатической повестки на региональном уровне

**Антонова Н.Е.<sup>1,\*</sup>, Дзюба Н.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт экономических исследований ДВО РАН, Хабаровск, Россия*

<sup>2</sup>*Дальневосточный институт управления – филиал РАНХиГС при Президенте РФ, Хабаровск, Россия*

*\*antonova@ecrin.ru*

Россия является активным участником мировой климатической повестки, выполняя в соответствии с Киотским протоколом, Парижским соглашением и другими международными документами возложенные на себя обязательства по снижению выбросов парниковых газов. Важная роль в климатической повестке отводится российским лесам, в первую очередь, дальневосточным, являющимся основными поглотителями и хранителями в связанном виде парниковых газов, в первую очередь CO<sub>2</sub>. Одним из инструментов по реализации повестки являются лесоклиматические проекты (ЛКП), которые могут включать мероприятия по лесовосстановлению, лесоразведению, предотвращению рубок, пожаров, болезней леса, влияния вредителей, а также по повышению степени полезного использования лесных ресурсов.

На Дальнем Востоке, в рамках проведения законодательно утвержденного эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов, реализуется один из первых в России ЛКП – в Сахалинской области проводятся посадки лиственницы на болотистых нелесных землях, дополненные противопожарными мероприятиями. Накопленные в результате реализации ЛКП углеродные единицы планируется продавать как на российском, так и на зарубежных рынках. В рамках данного пионерного проекта будут отрабатываться экономические инструменты взаимодействия организаций-подрядчиков, органов управления и корпоративных инвесторов при реализации ЛКП в других регионах России, в том числе в Хабаровском крае.

Авторами была проведена предварительная оценка возможности реализации ЛКП по лесовосстановлению в Хабаровском крае. Она включает расчет объемов поглощения CO<sub>2</sub> при естественном лесовозобновлении (за счет березы) и при реализации ЛКП, то есть искусственном возобновлении (за счет лиственницы и кедра), определение количества углеродных единиц, которые можно было бы реализовать на углеродном рынке. Расчет поглощения углерода выполнен в соответствии с принципами методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов. Кроме того, были оценены возможные затраты инвестора на ЛКП, его доходы, а также возможные поступления в федеральный и региональный бюджеты при различных вариантах стоимости продажных углеродных единиц.

Расчеты показали, что при реализации ЛКП появляется возможность получить как коммерческие экономические эффекты, так и общественные эффекты. Сравнение выращивания в рамках ЛКП кедра и лиственницы показывает, что в среднесрочной перспективе (до 15-50 лет) более выгодной породой для получения коммерческого эффекта в виде продажных углеродных единиц является лиственница. Кедровые леса способны поглощать большие объемы углерода в долгосрочной перспективе, измеряемой столетиями, поэтому выращивание кедра в рамках ЛКП можно рассматривать как создание общественного блага. По нашему мнению, исходя из общественной значимости таких проектов и их высокой стоимости на таком продолжительном периоде времени, была бы целесообразна существенная поддержка со стороны государства.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 124021200015-4).*

## Факторы, влияющие на развитие планктона техногенных водоемов горнорудных объектов

**Афони́на Е.Ю.<sup>\*</sup>, Ташлыкова Н.А.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*kataf@mail.ru*

Исследования фито- и зоопланктона проводились летом 2021-2023 гг. на техногенных водоемах горнорудных объектов Забайкальского края (Шерловогорское олово-полиметаллическое, Жипкошинское сурьмяное, Завитинское бериллий-литиевое, Орловское танталовое, Спокойнинское вольфрамовое, Малокулундинское редкометалльное месторождения, Бaleyское и Дарасунское золоторудные поля и вольфрамовые рудники Антонова Гора и Букука).

В составе фитопланктона выявлено 103 таксона водорослей рангом ниже рода из 7 отделов: Cyanobacteria (13), Chrysophyta (6), Bacillariophyta (33), Dinophyta (4), Cryptophyta (3), Chlorophyta (36), Charophyta (3) и Euglenophyta (5). Значения численности и биомассы изменялись от  $1,24 \pm 1,81$  (в сильноокислых) до  $4819,70 \pm 9917,11$  тыс. кл./л (в щелочных) и от  $0,33 \pm 0,39$  (в сильноокислых) до  $2482,11 \pm 6,89$  мг/м<sup>3</sup> (в слабощелочных). В зоопланктоне отмечено 98 таксонов (32 – Rotifera, 19 – Cladocera и 18 – Copepoda). Численность и биомасса варьировали от  $37,20 \pm 7,21$  тыс. экз./м<sup>3</sup> и  $42,16 \pm 19,21$  мг/м<sup>3</sup> в кислых водах до  $344,42 \pm 140,15$  тыс. экз./м<sup>3</sup> и  $602,61 \pm 196,56$  мг/м<sup>3</sup> в щелочных.

Для планктона Бaleyского карьера корреляционным анализом выявлена связь ( $-0,9998 \dots 0,9992$ ,  $p < 0,05$ ) обилия всех групп водорослей с глубиной, прозрачностью, температурой, pH, Eh, с содержанием CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. Для зоопланктона установлена тесная взаимосвязь содержания ионов Mg<sup>2+</sup> и Na<sup>+</sup> с численными характеристиками коловраток и содержание ионов NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, P с биомассой Cladocera. В Новотроицком карьере отмечена тесная достоверная отрицательная корреляция pH с численностью Rotifera ( $-0,9506$ ,  $p < 0,049$ ) и достоверная положительная связь с индексом Шенона ( $0,9695$ ,  $p < 0,030$ ). Других достоверных корреляций не отмечено. В Тасеевском карьере выявлена отрицательная корреляционная зависимость в диапазоне от  $-0,9950$  до  $-0,9948$  ( $p < 0,05$ ) численности Bacillariophyta и Euglenophyta с P, K<sup>+</sup> и NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Численность зоопланктона достоверно ( $p < 0,05$ ) отрицательно коррелировала с температурой ( $-0,9789$ ), NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ( $-0,9859$ ) и положительно – с NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ( $0,9937$ ) и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ( $0,9926$ ). Для Завитинских карьеров корреляционный анализ позволил выявить сильную положительную и отрицательную тесноту связи ( $-0,9524$  –  $-0,9994 \dots 0,9597$  –  $0,9989$ ,  $p < 0,05$ ) обилия Dinophyta и Chlorophyta, а также Rotifera и Cladocera с показателями макрокомпонентного состава. В Жипкошинских карьерах для планктона отмечены высокие значения значимых корреляций ( $p < 0,05$ ) со многими переменными окружающей среды. Так, численность фитопланктона положительно коррелировала с глубиной и прозрачностью воды, биомасса – с Eh. Численность и биомасса Bacillariophyta – отрицательно с содержанием Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> и положительно с SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Индексы видового разнообразия – положительно с pH и глубиной. Численность Rotifera положительно коррелировала с содержанием CO<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup>, биомасса – отрицательно с SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Для численности Copepoda установлена высокая отрицательная связь с Σионов, Mg<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, и положительная – с NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и Si.

Таким образом, во всех карьерных озерах, за исключением Новотроицкого, организмы планктона наиболее чувствительны к макрокомпонентному составу вод. Для Новотроицкого карьера определяющим фактором является щелочность вод.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200070-2).*

## Распределение тяжелых металлов и мышьяка в техногенных почвах г. Свирска

**Баенгуев Б.А.\*, Белоголова Г.А.**

*Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск, Россия*

*\*baenguev@igc.irk.ru*

На сегодняшний день особенно остро стоит вопрос химического загрязнения почв промышленных городов, в частности, тяжелыми металлами (ТМ). Одним из таких примеров являлось предприятие Ангарского металлургического завода (АМЗ), расположенного в г. Свирске Иркутской области. Завод функционировал с 1934 по 1949 г., занимался выпуском веществ, созданных на основе триоксида мышьяка. Около 140 тыс. т. арсенипиритовых огарков в отвалах находились на территории бывшего АМЗ, в опасной близости от р. Ангара и частного сектора в течение более 60 лет, что представляло большую угрозу здоровью местного населения. Мышьяк, как и многие тяжелые металлы, относится к элементам, чье воздействие оценивается 1 классом опасности (ГОСТ 17.4.1.02-83).

В 2015 году был закончен комплекс мероприятий по ликвидации металлургического завода и его отходов, включая отвалы, с последующей рекультивацией нарушенных почв. В настоящее время территория исследований представляет собой ровную площадку, покрытую травянистыми растениями, которую используют для выпаса коров. Спустя 5 лет после завершения рекультивации почв, нами были проведены эколого-геохимические исследования на этой территории и её окрестностях на площади 14,5 га.

Для оценки пространственного распределения ТМ и As в поверхностном слое почвы были опробованы 70 образцов почв до глубины 10-15 см. На территории условно выделили 3 участка, отличающиеся по физико-химическим условиям и техногенной нагрузке. Участок № 1 – зона, представленная остатками грунтов бывших мышьяковых отвалов; участок № 2, где непосредственно располагались строения промышленных объектов завода, на этой территории проведена рекультивация; 3-й участок – окрестности основной зоны загрязнения. Химические анализы почв проводили на научном оборудовании сертифицированного аналитического центра коллективного пользования «Изотопно-геохимические исследования» Института геохимии СО РАН.

В результате исследования были выявлены высокие концентрации ТМ и As: As (до 8394 мг/кг), Pb (до 4910 мг/кг), Cd (до 3,4 мг/кг), Zn (до 10250 мг/кг), Cu (до 1170 мг/кг), Hg (до 15,7 мг/кг), значительно превышающие ОДК. Суммарное накопление в техногенных почвах изученной территории ТМ и мышьяка может усиливать токсичные свойства почв, вызывая синергетический эффект. После ликвидации АМЗ и проведенной на этой территории рекультивации содержание As и ТМ в почвах и грунтах остается очень высоким, превышающим ОДК в десятки-сотни раз, особенно в зоне остатков отвалов. На удалении от этой зоны степень загрязнения почв уменьшается, в то же время миграционная подвижность элементов увеличивается, что может приводить к накоплению его в биообъектах. С глубиной наблюдаются процессы иммобилизации мышьяка, свинца и других ТМ в глинах, что способствует локальному захоронению элементов-токсикантов и может препятствовать поступлению их в подземные воды и реку Ангару. Сделан вывод, что по уровню загрязнения верхних горизонтов почв мышьяком и ТМ эта территория не пригодна для землепользования и остается опасной зоной для проведения непосредственно на ней хозяйственной деятельности. В настоящее время рекомендуется расширить площадь проведения эколого-геохимических исследований вокруг изученной зоны загрязнения. Необходимо проведение рекультивации на участке 1, и использовать методы фитостабилизации с применением толерантных к загрязнению травянистых растений.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания № 0284-2021-0003.*



## Сравнительная характеристика особенностей элементного состава волос жителей районов хвостохранилищ, Забайкальский край

Барановская Н.В.<sup>1</sup>, Михайлова Л.А.<sup>2</sup>, Казакова А.А.<sup>1</sup>, Вершкова Е.М.<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

<sup>2</sup>Читинская государственная медицинская академия, Чита, Россия

\*vem@tpu.ru

Забайкальский край издавна считается горнорудным регионом страны, здесь, начиная с XVIII века, ведется добыча полезных ископаемых. Вследствие такой активной горнодобывающей и промышленной деятельности образуются отходы: отвалы вскрышных и вмещающих пород, некондиционные руды, отходы обогатительных и золотоизвлекающих фабрик, металлургические шлаки, золошлакоотвалы тепловых электростанций.

Волосы являются одним из самых удобных биомаркеров для оценки геохимических особенностей территории благодаря способности концентрировать химические элементы, находящиеся в различных компонентах окружающей среды. Их анализ относится к наиболее перспективным методам интегральной оценки состояния среды обитания и её влияния на организм человека.

Цель исследования – установить биогеохимическую спецификацию волос населения Забайкальского края, проживающих вблизи хвостохранилищ, и выявить индикаторные показатели геохимических обстановок. Для исследования было отобрано 90 проб в 5 населенных пунктах: пгт. Вершино-Дарасунский, с. Вершино-Шахтаминский, пгт. Кличка, с. Новый Акатуй, с. Хапчеранга. Во всех рассматриваемых населенных пунктах, начиная с XIX-XX веков, осуществлялась или осуществляется добыча полезных ископаемых с образованием соответствующих отходов.

Содержание 28 химических элементов в пробах определяли инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в лаборатории НИ ТПУ. Для построения геохимического ряда был использован коэффициент концентрации (КК), как отношение среднего арифметического содержания элемента к медиане по выборке. По полученным коэффициентам концентрации были построены геохимические ряды. Также был рассчитан суммарный показатель накопления химических элементов как сумма коэффициентов концентрации элементов больше единицы.

Результаты анализа волос показывают избыточное накопление обширного ряда химических элементов, характерных для месторождений вблизи изученных населенных пунктов. Для всех населенных пунктов характерны повышенные КК по серебру, золоту, бария, мышьяку (кроме пгт. Кличка). Максимальный суммарный показатель накопления химических элементов был выявлен в с. Вершино-Шахтаминский и составил 1897,8. 26 из 28 проанализированных элементов в образцах жителей этого села имеют КК больше единицы.

В геохимических рядах на первое место выходят элементы, не только активно добываемые и используемые в промышленности рассматриваемых территорий, но и большое количество редких и редкоземельных элементов, которые не входили в технологическую цепочку предприятия и по этой причине в больших объемах отправлялись в хвостохранилища. Так, максимальные КК в населенных пунктах Хапчеранга и Кличка выявлены у неодима, в Новом Акатуе – у самария, в Вершино-Дарасунском – у стронция, в Вершино-Шахтаминском – у тантала.

Однако элементы попадают в организм человека не только в результате золотого привноса, но и с пищей и водой. Таким образом, работы по корректировке элементного состава организма человека с учетом состава его волос необходимо проводить с осторожностью, поскольку этот состав формируется комплексно.

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №20-64-47021.*

## **Центрированный подход в оценке структуризации сетей ООПТ Забайкальского края**

**Биксалеев А.А.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*zabaikal\_coleoptera@mail.ru*

Экоподход, как центрированный системный подход, предполагает не только наличие центра у объекта изучения, но и периферии, которая структурируется по радиально-кольцевому шаблону.

В нашем исследовании, центрированный подход строится вокруг сетей особо охраняемых природных территорий Забайкальского края, ставя таким образом ООПТ в центр развития региональных процессов и стык-центрированных областей.

Нами были произведены расчеты для оценки формы ООПТ Забайкальского края (Милкина, 1975). Исходя из полученных результатов, был сделан вывод, что в Забайкальском крае почти все ООПТ демонстрируют уязвимую или полную неготовность к изменяющемуся характеру соседства с промышленными или селитебными территориями (Новиков, Биксалеев, 2023).

В 2022 году была подписана всемирная Куньминско-Монреальская глобальная рамочная программа в области биоразнообразия, в соответствии с которой ООПТ должны занимать к 2030 году 30 % суши и 30 % акваторий стран и регионов. Наша страна, независимо от отношения к отмеченной программе, может использовать зарубежный опыт. На первом этапе необходимо выделить зоны скопления ООПТ, в которых их показатель уже достиг уровня 30 %. На втором можно подумать об использовании зарубежного опыта внутри этих зон, но с учётом российских реалий. Отмеченные активные зоны структуризации биофизического континуума ООПТ должны стать аналогом территорий опережающего развития в экономической географии и распространять свое влияние за свои пределы.

Рассмотрев ООПТ с позиции полирядной модели и бассейнового подхода, просматривается связанность некоторых территорий через физико-географические особенности ландшафта (природные коридоры). В связи с этим, нами были выделены центральная, радиальные и краевые активные зоны в бассейнах реки Амур, оз. Байкал и бессточном водосборном бассейне. Выделенные зоны группируют в себе несколько близко расположенных ООПТ, где площадь, занимаемая природными охраняемыми территориями, составляет в среднем около 30 %. Выделенные зоны могли бы претендовать на создание в них сетей ООПТ, которые являются более эффективными, чем отдельно существующие. Также такая радиальная симметрия могла бы оказывать влияние на другие ООПТ и выступать в качестве центральных мест при планировании застройки и заселения территорий.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ИПРЭК СО РАН по проекту № FUFР-2021-0001.*

**Новые подходы в дистанционном зондировании объектов гидрологии****Бордонский Г.С.\*, Гурулев А.А.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**\*lgc255@mail.ru*

В настоящее время общепринятой является двухструктурная модель воды, согласно которой жидкая вода состоит из двух видов кластеров: LDL – низкой плотности и HDL – высокой плотности. В отличие от предшествующих моделей, эти кластеры, взаимодействуя друг с другом на пикосекундных временах, определяют все свойства воды. Они задают аномалии жидкой воды, наиболее значимые из которых находятся при нормальном атмосферном давлении в интервале температур от  $-70^{\circ}\text{C}$  до  $+4^{\circ}\text{C}$ . В отмеченном участке, в частности, имеет место уменьшение плотности воды при ее охлаждении. Здесь обнаружена яркая аномалия – вторая критическая точка при температуре  $\sim -60^{\circ}\text{C}$  и давлении  $\sim 100$  МПа, из которой в фазовом пространстве давление-температура исходит линия Видома – локус повышенных флуктуаций энтропии и плотности. Вблизи линии Видома имеет место резкое возрастание физических величин: теплоемкости при постоянном давлении, адиабатической сжимаемости и ряда других, что имеет место в случае атмосферного давления при температуре  $-45^{\circ}\text{C}$ . Обнаруженные аномалии физико-химических характеристик воды выделяют ее в особый объект гидрологии – «холодную» воду. Такое выделение позволяет при решении задач дистанционного зондирования гидросферы и связанных с ней других геосфер: криосферы, биосферы, атмосферы, понять электрофизическую связь разнообразных природных объектов. Прежде всего, эта связь проявляется через особенности диэлектрической проницаемости холодной воды, например, в микроволновом диапазоне, что может помочь эффективно изучать природные объекты методами активной и пассивной радиолокации.

Примером предлагаемого подхода является разработка новых задач дистанционного зондирования с использованием проявления недавно открытой кристаллической модификации льда – льда 0. Эта модификация образуется при температурах ниже  $-23^{\circ}\text{C}$  в пористых средах (например, растительных тканях) и атмосферных ледяных частицах (граде, мезосферных серебристых облаках). Этот лед является сегнетоэлектриком и может играть определенную роль в процессе электризации облачных образований, понимание которого в настоящее время не является достаточным. Перенос электромагнитных излучений может существенно изменяться на ледяных частицах, что может воздействовать на радиационный баланс земной поверхности. Изменение физико-химических характеристик сред при  $-45^{\circ}\text{C}$  чрезвычайно важно для изучения объектов в полярных регионах Земли и в соответствующих слоях атмосферы. Особый интерес представляет зондирование объектов с «холодной» водой на холодных планетах и их спутниках. Таким образом, характеристики поверхностных и атмосферных образований с учетом «холодной» воды представляют особую значимость для многих задач исследования природных процессов.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 224021100089-5).*

## Содержание и пространственно-временное распределение фталатов в озерах восточного побережья озера Байкал

**Будаева О.Д.<sup>\*</sup>, Тараскин В.В., Раднаева Л.Д.**

*Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия*

*\*olga.budaeva1985@mail.ru*

Фталаты наиболее часто используются в качестве пластификаторов для увеличения гибкости, мягкости, прозрачности и прочности материалов, в том числе, поливинилхлоридов. Фталаты, такие как ДМФ – диметилфталат, ДЭФ – диэтилфталат, ДБФ – дибутилфталат, ББФ – бензилбутилфталат, ДЭГФ – бис(2этилгексил)фталат и ДОФ – ди-н-октилфталат, представляют серьезную опасность для живых организмов, включая человека. Они включены в число приоритетных поллютантов комиссией Европейского союза, законодательными актами России и Китая, Агентством по охране окружающей среды США (US EPA) как химические вещества, разрушающие эндокринную систему, а их метаболиты в условиях окружающей среды более токсичны, чем исходные вещества. Установлено, что фталаты могут проникать в организм при вдыхании паров, через кожу или с пищей. Они попадают в окружающую среду при производстве (как самих фталатов, так и продуктов с их содержанием), при утилизации бытовых и промышленных отходов, со сточными водами (бытовыми и промышленными) при использовании продуктов, содержащих фталаты. Кроме того, имеются данные о биогенном происхождении фталатов, в частности, известно, что некоторые высшие растения, лишайники и бактерии продуцируют фталаты в процессе метаболизма.

Целью работы являлась оценка содержания и исследование пространственно-временного распределения 6 приоритетных фталатов (ДМФ, ДЭФ, ДБФ, ББФ, ДЭГФ и ДОФ) в поверхностной воде озер восточного побережья оз. Байкал (Арангатуй, Бормашовое, Духовое, Котокель) в разные гидрологические сезоны. Для пробоподготовки и анализа образцов воды были взяты за основу методики Агентства по охране окружающей среды (US EPA). Полученные экстракты анализировали методом ГХ/МС.

Результаты исследования, проведенного в течение 2022-2023 гг., показали, что содержания фталатов в озерах восточного побережья оз. Байкал в этот период составляли от 0 до 58,9 мкг/л для отдельных фталатов. Реже других обнаруживались ББФ и ДОФ, а наибольшие концентрации были характерны для ДБФ и ДЭГФ, вклад которых в сумму фталатов достигал 90,7 и 96,6 % соответственно. Наибольшие содержания суммы фталатов определены в озерах Арангатуй и Бормашовое. Сравнительный анализ полученных данных за 2022-2023 гг. по содержанию фталатов в поверхностной воде озер показал, что в целом средние концентрации фталатов в 2023 г. были несколько выше, чем в 2022 г. Так, в 2022 г. суммарное содержание фталатов варьировало от 0,6 до 20,6 мкг/л, а в 2023 г. – от 4,3 до 74,0 мкг/л, при этом наибольшие содержания были отмечены в 2022 г. в подледный период, в 2023 – в период весеннего половодья. Содержание ДМФ, ДЭФ, ББФ, ДБФ и ДОФ не превышало установленных в России нормативов.

Таким образом, впервые проведено исследование содержания и распределения 6 приоритетных фталатов в поверхностных водах озер восточного побережья озера Байкал – Арангатуй, Бормашовое, Духовое и Котокель в разные гидрологические сезоны 2022-2023 гг. Выявлены широкий диапазон колебаний содержания фталатов и высокая неоднородность их распределения по акватории водных объектов. Несомненна необходимость продолжения исследований для установления источников поступления и закономерностей распределения и трансформации фталатов в озерных экосистемах БПТ.

*Работа выполнена в рамках госзадания БИП СО РАН (AAAA-A21-121011890027-0) с использованием оборудования ЦКП БИП СО РАН.*

**Комплексный подход к использованию неоднородных и косвенных данных при численном моделировании техногенного влияния на природные водотоки****Васильев В.И.<sup>\*</sup>, Васильева Е.В.***Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН, Улан-Удэ, Россия**\*geovladi@yandex.ru*

При использовании косвенных и неоднородных данных встаёт вопрос о приемлемой точности входных значений модели. При невозможности оценить достоверность литературных и электронных данных (часто неполных и отрывочных), приходится прибегать к логическим и эвристическим, т.е. в той или иной мере субъективным решениям. Очевидно, что для оценки и сравнения моделей различных объектов способы решения данной проблемы должны быть систематизированы, а в случае программной реализации – даже алгоритмизированы. В докладе рассмотрены схемы действий в типичных случаях неоднородности и косвенности данных.

Первый случай – *обработка однородных косвенных данных*. Предлагается использовать добавочные факторы, которые придают дополнительный вес определённым наборам данных или смещают их в ту или иную сторону при усреднении значений. Оценка добавочных факторов субъективна, но, с другой стороны, субъективен и сам отбор учитываемых в модели характеристик моделируемого объекта (Васильев и др., 2009). Приведён пример определения внутригодового распределения интенсивности снеготаяния и температуры воды для верховья р. Зун-Тигня (Забайкальский край) на основе различных источников данных.

Второй случай – *обработка и согласование однородных косвенных данных*. Используется, когда исходные данные для модели отсутствуют, и их необходимо рассчитывать из разных вспомогательных данных с разными добавочными факторами. Этот случай рассмотрен на примере определения режима питания ручья по имеющимся данным о внутригодовом распределении атмосферных осадков и уровня подземных вод в бассейне ручья, а также о приблизительных интервалах участия подземных, талых и дождевых вод в питании поверхностных водотоков этого района (без использования прямых данных о взаимодействии речных, подземных, талых и дождевых вод, а также данных об испарении, десукции/транспирации с площади бассейна и др.).

Третий случай – *обработка и согласование неоднородных косвенных данных* – рассмотрен на примере определения числового значения и внутригодового распределения стока на основе косвенных гидрометрических и картографических данных с использованием методики расчёта, предложенной Е.Ж. Гармаевым (2008, 2010). Полученный годовой сток р. Зун-Тигня составил 1421190 м<sup>3</sup>, что корректно соотносится с известными стоками малых рек этого района.

*Комплексный подход к использованию неоднородных и косвенных данных* показан на примере масс-балансовых расчётов в многорезервуарном сценарии протекания и просачивания водного раствора через дезинтегрированную техногенную среду отвалов хвостов обогащения вольфрамовых руд Бом-Горхонского месторождения (Забайкальский край). Для каждого месяца тёплого периода года последовательно определены площадь живого сечения, ширина, глубина наполнения, смоченный периметр и гидравлический радиус поверхностного водотока, средний уклон его свободной поверхности, турбулентный характер течения по числу Рейнольдса, коэффициент шероховатости русла, коэффициент Шези, допускаемые (неразмывающие) скорости потока, среднемесячные скорости и объёмы поверхностного стока. Из разности общего и поверхностного стоков определены среднемесячные доли подземного (фильтрационного) стока. Для последнего определены глубина фильтрации, плотность и вязкость водного раствора в зависимости от минерализации и температуры, коэффициент фильтрации (по уравнению Сликтера), и, наконец, среднемесячные массовые отношения вода/порода – от ~1.5/1000 в апреле до ~3.7/1000 в августе.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № АААА-А21-121011390003-9).*

## Особенности разработки многорезервуарных моделей при численном моделировании техногенного влияния на природные водотоки

**Васильева Е.В., Васильев В.И.\***

*Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН, Улан-Удэ, Россия*

*\*geovladi@yandex.ru*

Комплексное компьютерное моделирование (ККМ) (Васильев и др., 2009) механического и физико-химического техногенного влияния на природные водотоки требует привлечения данных из многих научных областей и имеет особенности, из которых можно выделить следующие.

1. Преимущественная роль межрезервуарных методов при незначительной роли межзонных на динамическом этапе ККМ вследствие того, что преимущественной целью является оценка загрязнения природной (водной) среды техногенными компонентами и изучение процессов и форм их растворения, переноса и отложения в процессе стока. Такой тип ККМ помимо очевидной химико-термодинамической направленности предполагает тщательную проработку модели на геометрическом и физическом этапах, а также значительное изменение количества независимых компонентов на физико-химическом и динамическом этапах по сравнению с другими моделями в области наук о Земле.

2. Главным объектом изучения является водный раствор; он в пределах одной мегасистемы может быть и сильно разбавленным (например, на участке течения по слаборастворимым породам), и концентрированным (например, в отстойниках или капиллярных системах). При этом даже минимальные концентрации компонентов при их отложении или растворении в процессе многолетнего стока могут иметь значительный накопительный эффект. Эта особенность имеет два следствия. Во-первых, необходимо уменьшение порога минимальных концентраций компонентов для учёта малых изменений в разбавленных растворах. Во-вторых, небольшие (по сравнению с глубинными геологическими) интервалы температур и давлений требуют высокой точности входных данных, т.к. даже незначительные их колебания важны вследствие учёта малых концентраций зависимых компонентов.

3. Невозможность описания мегасистемы набором химических реакций между конкретными компонентами без учёта их активностей как эффективных концентраций компонентов с учётом различных взаимодействий между ними в растворе. Следовательно, на физико-химическом этапе рекомендуется только феноменологический подход.

4. Исключительная важность корректности масс-балансовых расчётов взаимодействия «вода-твёрдые среды» как для трещиновато-пористых, так и для дезинтегрированных сред. При этом часто приходится привлекать косвенные и неоднородные данные, т.к. прямые измерения физических свойств водного раствора и вмещающей среды практически всегда невозможны.

Поэтому на геометрическом и физическом этапах ККМ водотока в природно-техногенной среде необходимо: 1) определить и оптимально расположить системы (резервуары) модели; 2) определить сценарий переноса вещества между резервуарами с учётом внешней среды; 3) определить температуры и давления в резервуарах, их циклические и многолетние изменения; 4) рассчитать баланс масс в резервуарах в зависимости от свойств климата, изучаемых сред, водоотстойников, испарения и т.п.

На физико-химическом и динамическом этапах ККМ необходимо: 1) определить набор независимых компонентов и их содержания в резервуарах и внешней среде; 2) определить набор зависимых компонентов в мультисистеме – системе, в которой число потенциально возможных фаз значительно больше числа компонентов (Коржинский, 1957); 3) рассчитать равновесные составы раствора с твёрдыми и газовой фазами в каждом резервуаре; 4) рассчитать равновесные составы при массопереносе по определённому ранее сценарию однократно или циклически.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № АААА-А21-121011390003-9).*

## Особенности процессов индустриализации в восточных регионах России в период экономических шоков

**Глазырина И.П.<sup>1,2,\*</sup>, Забелина И.А.<sup>1,2</sup>, Фалейчик Л.М.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

<sup>2</sup>*Забайкальский государственный университет, Чита, Россия*

\**iglazyrina@bk.ru*

Один из наиболее часто обсуждаемых феноменов экономики России в 2022-2023 гг. – ее структурная трансформация с опережающим ростом обрабатывающей промышленности. Целью данной работы является изучение особенностей этого процесса в восточных регионах страны. Можно ли говорить о существенном влиянии «восточного вектора» международной кооперации в этой динамике? Есть ли у восточных регионов сравнительные преимущества в этом контексте?

В работе рассмотрены следующие аспекты экономических процессов в восточных регионах России в период экономических шоков 2020-2021 гг. и 2022-2023 гг: динамика производства, производительности труда в обрабатывающей отрасли, а также налоговых поступлений по ВЭД «Обрабатывающие производства» в соответствии с ОКВЭД2.

Расчеты выполнены с учетом индекса производства (ИП). Рост объемов отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг по виду экономической деятельности «Обрабатывающие производства» в России, за этот период составил 45,6 %. Этот показатель устойчиво рос в РФ в 2017-2022 гг. и не сокращался ни в период пандемии, ни в 2022 г., но в 2023 г. снизился на 1,14 % по сравнению с 2022 г.

Этот же показатель для ДФО также демонстрировал рост вплоть до 2022 г., когда он снизился на 7,7 %, однако уже в 2023 г. рост восстановился и объемы производства превысили уровень 2021 г. В целом за период 2017-2021 гг. рост составил 100,7 %. С точки зрения объемов производства процессы индустриализации в целом по ДФО в 2017-2023 гг. опережали среднероссийские, исключением был только 2022 г. В то же время, по регионам результаты существенно различались.

В большинстве российских регионов производительность труда оказалась ниже общероссийского показателя – 1230,93 тыс. руб./чел. в 2022 г. Однако во всех дальневосточных регионах в 2022 г. этот показатель был выше, чем в 2017 г. Таким образом, можно сделать заключение о позитивных изменениях в отношении общей производительности труда. Но, хотя в 2022 г. по ВЭД «Обрабатывающие производства» в четверти российских регионов производительность труда была выше, чем в целом по РФ – 1458,34 тыс. руб./чел., на Дальнем Востоке и в Байкальском регионе в 2022 г. этот показатель был ниже среднероссийского, а в четырех регионах он снизился по сравнению с 2017 г.

При росте обрабатывающего производства в РФ (4,1 %) и ДФО (19,4 %) налоговые поступления в 2020 г. по сравнению с 2019 г. сократилось на 12,3 % и 7,7 % соответственно. Это связано, прежде всего, с мерами государственной поддержки отрасли в первый год пандемии в виде налоговых льгот и каникул. При этом позитивный эффект этих мер на востоке был значительно ниже, чем в среднем по стране, по-видимому, вследствие приоритетности конкретных сегментов отрасли и их географической привязки. Основной рост налоговых поступлений от обрабатывающей отрасли и в стране в целом, и в восточных регионах пришелся на 2023 г. Это обстоятельство позитивно в целом для бюджета, но говорит о возрастающей налоговой нагрузке на отрасль, что может уже в среднесрочном плане отрицательно сказаться на ее развитии и модернизации.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200116-7).*

**Торговая сфера регионов востока России: тенденции развития****Гурова О.Н.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**lesg@bk.ru*

Торговля входит в число основных групп услуг, характерных для сферы обслуживания и является динамично развивающейся сферой экономики. В работе анализируется торговая сфера регионов востока страны в разрезе субъектов Дальневосточного федерального округа, а также Байкальского региона. Информационной основой исследования являются официальные статистические показатели региональных государственных статистических организаций при использовании сравнительно-географического метода анализа.

Численность населения имеет большое значение для показателей торговой сферы, в особенности товарооборота, который является важным показателем, характеризующим развитие торговли. Численность населения Дальнего Востока и Байкальского региона в 2022 г. составила 10 375 тыс. чел. (7% общей численности населения страны). Длительное время для этой территории характерна депопуляция – сокращение численности населения. В целом оборот розничной торговли в фактически действовавших ценах к 2022 г. по сравнению с 2010 г. показывает положительную динамику – рост во всех регионах. К 2020 г. по сравнению с 2000 г. в Дальневосточном федеральном округе розничный товарооборот вырос в 16,5 раз. Наибольший вклад в оборот розничной торговли вносят Хабаровский и Приморский края и Республика Саха (Якутия). Динамика душевого розничного товарооборота как основного индикатора для сравнения обеспеченности населения товарами с 2010 г. также показывает рост во всех рассматриваемых регионах. Повышенный товарооборот наблюдается в Сахалинской области (204,9 тыс. руб. в 2022 г.). Близкие (средние) показатели у большинства регионов: Приморском, Хабаровском, Камчатском краях, Республике Саха (Якутия), Магаданской и Амурской областях. Невысокие показатели у Байкальских регионов, а также в Еврейской автономной области, что связано с более низким уровнем жизни. В 2022 г. по сравнению с 2010 г. наиболее высокий рост произошёл в Магаданской и Амурской областях и Приморском крае, на Чукотке всплеск роста, на Сахалине – устойчивые высокие показатели, на которые может оказывать влияние развитие вахтового метода работы в добывающих отраслях.

Более высокие показатели развития торговли среди дальневосточных регионов имеют Приморский и Хабаровский края, Еврейская автономная область лидирует только по обеспеченности торговыми площадями. Байкальские регионы занимают невысокие позиции по показателям развития торговли.

С ограничениями по распространению коронавирусной инфекции в 2020 г. вероятно связано падение розничного товарооборота в двух регионах (в Якутии и Приморском крае), и отсутствие его роста в других регионах. В розничном товарообороте в дальневосточных регионах растёт доля торговых сетей, хотя она ниже, чем в Сибирском федеральном округе и РФ.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИПРЭК СО РАН по теме «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов Востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов XXI в», (рег. № 121032200126-6).*



**Возможность экологического мониторинга криосферных образований  
в микроволновом диапазоне с использованием БПЛА**

**Гурулев А.А.\*, Казанцев В.А., Козлов А.К.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*lgc255@mail.ru*

Криосферные образования, примером которых являются ледяные покровы, расположенные на грунтах или воде, снежный покров, древесные породы деревьев в зимний период времени, находящиеся при отрицательных температурах и т.п., требуют непрерывного мониторинга. Так, например, в течение существования снежного покрова на его поверхность с атмосферы происходит попадание различного рода загрязняющих веществ, которые накапливаются за длительный промежуток времени. Т.е. при отборе проб снега можно судить об уровне загрязнения воздушной среды. Однако недостатком такого метода мониторинга является точечная локация места отбора проб. На помощь могут прийти дистанционные методы зондирования криосферных объектов в микроволновом диапазоне. Ввиду особенностей электромагнитных свойств мерзлых объектов, минимальные количества объемной воды можно диагностировать внутри данных объектов из-за присутствия различного рода примесей. Так, в научной литературе описана возможность определения минерализации пресного ледяного покрова по собственному тепловому излучению в микроволновом диапазоне. С искусственных спутников Земли высокое пространственное разрешение (порядка метра) достигнуто при активном методе радиолокации за счет использования антенн с синтезированной апертурой. Однако при радиометрических методах исследований данное разрешение достигает несколько десятков километров. Следует отметить, что активные и пассивные методы исследования являются взаимодополняющими дистанционными методами и часто несут в себе различную информацию.

Нами предлагается устанавливать микроволновые радиометры на беспилотные летательные аппараты с целью исследования криосферных образований. Преимущества такого метода измерений заключаются в следующем. Во-первых, не на все криосферные объекты можно попасть, например, на тонкий ледяной покров; также при исследовании опасных объектов, например, горного ледника перед его возможным сходом или крупных масс снега. Во-вторых, площади, охватываемые при таком исследовании, гораздо больше, чем при изъятии проб на месте. В-третьих, высока оперативность исследований.

Для выполнения исследований нами рассмотрены следующие вопросы.

1. Изучена возможность калибровки радиометрического приемника в полевых условиях.
2. Оценена погрешность измерений, связанная с изменением угла наблюдения из-за возможного изменения положения летательного аппарата при изменении скорости полета или воздействия на него воздушных потоков.
3. Рассмотрены способы установки радиометрического приемника на БПЛА, т.е. необходимость установки приемной антенны радиометра под углом, не превышающем 20°, что уменьшит относительную погрешность измерений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 24-27-00278.*

## Оценка сбалансированности эколого-экономического развития регионов Востока РФ и Северо-Востока КНР

Забелина И.А.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*i\_zabelina@mail.ru*

В настоящей работе исследуется взаимосвязь между экономическим ростом и сопровождающими его последствиями – загрязнением окружающей среды и ресурсопотреблением в регионах Востока России и Северо-Востока Китая. Оценка сбалансированности эколого-экономического развития выполнена на основе официальных данных Федеральной службы государственной статистики, Национального бюро статистики Китая и Всемирного Банка с использованием адаптированной модели “*The Decoupling Diamond*”.

Результаты расчетов свидетельствуют о том, что в Китае и его северо-восточных регионах наиболее благополучная ситуация складывается по выбросам диоксида серы и окислов азота. По этим загрязняющим веществам в период с 2011 по 2021 гг. выявлена высокая степень сбалансированности, описываемая сильным декаплингом (т.е. ситуация, когда на фоне положительного экономического роста экологическая нагрузка снижается). Во многих восточных регионах РФ и стране в целом аналогичный тип взаимосвязи проявляется по сбросам загрязненных сточных вод (исключение – Сахалинская область и Еврейская АО). Однако в отношении образования отходов производства и потребления негативная тенденция отмечалась практически во всех анализируемых российских субъектах – их объемы растут гораздо быстрее, чем ВРП (т.е. наблюдается негативный экспансивный декаплинг). В КНР, а также отдельных ее регионах (провинция Хэйлуцзян и автономный район Внутренняя Монголия) объемы образования промышленных отходов увеличились за рассматриваемый период, но рост макроэкономических показателей был более существенным. Позитивные тенденции в отношении данного вида негативного воздействия наблюдались в провинциях Ляонин и Цзилинь, в которых отмечалось сильное расхождение трендов экономического развития и образования промышленных отходов.

Для перехода к сбалансированному развитию особое внимание необходимо уделить решению вопроса повышения эффективности использования природных ресурсов. В 2011-2019 гг. в обеих странах отмечалось снижение объемов использования воды на производственные и сельскохозяйственные нужды. Проведенный анализ показал, что в китайских провинциях имеется сильное разделение между темпами роста ВРП и водопотребления, а российские регионы демонстрируют различный тип взаимосвязи, в том числе и негативный экспансивный декаплинг. Аналогичная взаимосвязь выявлена также в некоторых регионах Востока РФ по потреблению топливно-энергетических ресурсов и электрической энергии. На уровне национальных экономик за рассматриваемый период отмечен рост объемов потребления как первичной, так и электрической энергии. По данным видам ресурсопотребления в Китае и России был выявлен слабый декаплинг (т.е. ситуация, когда темпы экономического роста заметно превышают темпы использования ресурсов).

Выявленные в некоторых российских регионах негативные тенденции требуют разработки и принятия действенных мер, которые будут способствовать снижению антропогенной нагрузки и повышению эффективности использования ресурсов. Полученные в настоящем исследовании результаты позволяют проанализировать эколого-экономические тенденции развития региональных и национальных экономик и могут использоваться в процессе разработки стратегических документов, в т.ч. в контексте расширения масштабов трансграничного сотрудничества.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИПРЭК СО РАН (рег. № 121032200126-6).*

## Гидрогеохимия техногенеза рудных месторождения Восточного Забайкалья

**Замана Л.В.\*, Чечель Л.П., Абрамова В.А., Таскина Л.В.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*l.v.zamana@mail.ru*

В докладе приводится сравнительная характеристика гидрогеохимических систем горнорудных объектов различных по минерально-геохимическому типу месторождений – Среднегологотайского золоторудного, Этыкинского тантал-ниобиевого, Ермаковского фтор-бериллиевого и Жипкошинского сурьмяного.

Минералогической особенностью Среднегологотайского месторождения в сравнении с другими золоторудными месторождениями Балейского рудного поля является наличие в составе его руд джемсонита  $Pb_4FeSb_6S_{14}$ . Как следствие, в пробе воды зафиксировано содержание Sb 34.4 мкг/л при среднем для вод зоны гипергенеза 0.64 мкг/л (Шварцев, 1998). Из других микроэлементов аномальный уровень имеют Mo и As – 37.7 и 307.8 мкг/л соответственно. Содержание сурьмы по Ермаковскому месторождению 0.10-0.41 мкг/л и 0.39-1.56 мкг/л по Этыкинскому месторождению, что соответствует или близко к фоновому уровню.

По Этыкинскому месторождению по составу макро- и микрокомпонентов резко выделяется кислая вода (рН 4.43) в выходе из-под отвала, сложенного в основном амазонитовыми гранитами, для которых характерно повышенное содержание фтора. В воде общее содержание его достигало 208.4 мг/л, при этом в форме иона  $F^-$  находилось всего 1.58 мг/л. Аномально высокими были концентрации (мг/л) Al 109.8, Mn 24.66 и Zn 69.08, а также (мкг/л) Be 397, Co 813, Ni 1096, Y 148, суммы РЗЭ 97.7. Высокое содержание Al обычно для кислых вод рудных месторождений и определяется сернокислотным разложением пород и нахождением его в виде устойчивых алюмофторидных комплексов, препятствующих выпадению Al в виде оксидов и гидроксидов. Эти особенности состава определяют и своеобразный фторидно-сульфатный кальциево-алюминиевый тип воды. Воды других горнорудных объектов месторождения, включая пруд хвостохранилища, нейтральные (рН 7.19-7.58). Из профильных элементов определялся только ниобий. Диапазон его концентраций составил 0.0024-0.15 мкг/л при максимуме в воде из шпура при рН 6.25 и 0.0057 в кислой воде.

В водах Ермаковского месторождения содержание фтора не превышало 2,34 мг/л, несмотря на фтор-бериллиевый тип оруденения. В щелочной воде карьера (рН 8.20-8.26) содержание Be было 0.024-0.026 мкг/л, в воде одного из шпуров достигало 1.03 мкг/л. Для сравнения, в воде нижнего (основного) карьера Завитинского литий-бериллиевого месторождения концентрация Be была 0.08-0.35 мкг/л, тогда как в воде верхнего карьера достигала 10.1 мкг/л, при этом значения рН варьировали в диапазонах 7.16-7.88 и 6.64-6.91 соответственно. Как видно, при рН > 7.0 водно-миграционная подвижность бериллия резко снижается, очевидно, вследствие выпадения его в виде  $Be(OH)_2$ . При произведении растворимости этого гидроксида  $4.9 \cdot 10^{-22}$  равновесная концентрация  $Be^{2+}$  в воде при рН 7.0 составит всего 0.49 мкг/л.

На Жипкошинском месторождении опробованы воды карьеров, состав их гидрокарбонатно-сульфатный щелочноземельный, рН по полевым определениям 7.67-8.59. Из микроэлементов аномальным уровнем выделялись только Sb и As, при этом содержание сурьмы (3.66-9.11 мг/л) оказалось наибольшим из известных по сурьмяным месторождениям Якутии и Средней Азии. Концентрации мышьяка составляли 406-690 мкг/л.

Выполнены термодинамические расчёты форм миграции компонентов и минеральных равновесий рассмотренных гидрогеохимических систем. Показано влияние кислотно-основных свойств водной среды на миграцию рудных, сопутствующих и петрогенных элементов.

*Работа выполнена в рамках госзадания (рег. № 0309-2021-0006).*

**Снежный покров как индикатор состояния окружающей среды  
(на примере реки Ингода)**

**Казанцев В.А.\*, Козлов А.К.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*lgc255@mail.ru*

Снежный покров является одним из индикаторов состояния атмосферы, ввиду накопления в себе отложений из аэрозоля. По результатам химического анализа проб снега можно сделать выводы о состоянии загрязненности мест отбора таких проб. Так, например, существуют научно-исследовательские работы по определению загрязнения снежного покрова в различных районах города Уфы. В результате данных исследований были выявлены некоторые районы данного населенного пункта, где превышены концентрации загрязняющих веществ. Также существует ряд работ по выявлению уровня загрязнений снежного покрова, на основе изменения отражательных способностей в видимом диапазоне спектра излучения. На этой методике разработаны алгоритмы мониторинга качества снега по данным дистанционного зондирования в пределах городских территорий. При исследованиях в видимом диапазоне, необходимо учитывать тот факт, что при свежеснег выпавшем снеге отражательные способности будут выше. В микроволновом диапазоне слой формирования излучения больше, чем в видимом, поэтому такое исследование является актуальным, по сравнению с дистанционными исследованиями, которые проводятся в видимом и инфракрасном диапазоне электромагнитного излучения. Также стоит отметить, что существует цикл научных работ, где было показано, что ледяной покров является индикатором состояния окружающей среды.

В настоящей работе проведено исследование снежно-ледяного покрова реки Ингода, которая расположена в Забайкальском крае, вблизи городской территории, в микроволновом диапазоне. Было выявлено, что вблизи поселений радиояркая температура, характеризующая мощность собственного теплового излучения в микроволновом диапазоне, снежно-ледяного покрова выше, чем в местах отсутствия деятельности человека. Также проводился отбор проб снега и верхнего слоя льда для определения минерализации. Было обнаружено, что вблизи населенного пункта минерализация снега имеет повышенное значение. Результаты исследования в микроволновом диапазоне согласуются с данными и в инфракрасном диапазоне, которые были получены с искусственного спутника Земли – Landsat-8, в тепловом, 10-ом канале. Таким образом, снежно-ледяной покров рек является индикатором состояния окружающей среды.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 224021100089-5).*

## Использование топологически нормализованной цифровой модели рельефа HAND для картографирования зон затоплений

**Курганович К.А.<sup>1,2,\*</sup>, Шаликовский А.В.<sup>1,2</sup>, Кочев Д.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Забайкальский государственный университет, Чита, Россия*

<sup>2</sup>*Восточный филиал Российского научно-исследовательского института комплексного использования и охраны водных ресурсов, Чита, Россия*

*\*naptheodor@mail.ru*

Наводнения являются опасными стихийными бедствиями, влекущими за собой серьезные негативные последствия для экономики и жизни человека. Забайкальский край является территорией с высоким риском возникновения наводнений. Для оценки потенциальных ущербов от наводнений актуальной является задача определения и картографирования зон затопления населенных пунктов. При этом важным является вопрос выбора и использования цифровых моделей рельефа для моделирования зон затопления. В настоящее время источниками исходной информации о рельефе являются разнообразные данные, полученные путем геодезических работ, топографической съемки местности, стереофотограмметрической обработки аэро- и космических снимков, лазерной съемки и радиолокационной съемки. При решении гидрологических задач трехмерные цифровые модели рельефа подвергаются обработке с использованием различных алгоритмов, с целью удаления локальных понижений, анализа направления стока и его аккумуляции, определения и сегментации потока с целью дальнейшего автоматизированного выделения водосборных площадей. Полученные в результате анализа производные гидрологически корректные модели рельефа могут применяться для выделения и картографирования паводкоопасных территорий с большой протяженностью. Одной из таких производных гидрологически корректных моделей является глобальная модель Global 30m Height Above the Nearest Drainage (HAND, Nobre, 2011). HAND – это топологически нормализованная цифровая модель рельефа, которая представляет собой вертикальные превышения над поверхностями стока.

При картографировании наводнений модель HAND может быть использована для определения потенциально затапливаемой территории населенного пункта. Модель дает возможность определить превышение каждой точки местности над некоторым уровнем воды в этой области стока. Поэтому предлагается двухвариантный подход для определения зон затопления. При использовании первого варианта при наличии данных гидрологических наблюдений необходимо вычислить кривую соотношения уровней и расходов воды в створе наблюдений и перейти из значений абсолютных отметок экстремальных уровней воды к значениям вертикальных превышений над поверхностями стока по топологически нормализованной модели HAND. Полученный порог по модели HAND распространяется на всю длину участка реки в пределах населенного пункта и по нему отделяются границы зоны затопления. Второй вариант подхода подразумевает использование данных дистанционного зондирования для корректировки зон затопления, полученных при использовании первого варианта. Для этого необходимо выполнить анализ спутниковых изображений реальных наводнений, получить зоны затопления и произвести тестирование порога HAND по этим зонам. Данный подход использован для корректировки зон затопления на 12 населенных пунктах Забайкальского края. Таким образом, переход от абсолютных значений высот к топологически нормализованным гидрологически корректным моделям рельефа позволяет автоматизировать процесс картографирования больших по протяженности паводкоопасных территорий.

*Работа выполнена в рамках темы самостоятельной научно-исследовательской (творческой) деятельности (рег. № АААА-А17-117061360114-3).*

## **Потенциал технологического разворота минерально-сырьевого комплекса ДФО в рамках новой минерально-сырьевой политики России**

**Ломакина Н.В.**

*Институт экономических исследований ДВО РАН, Хабаровск, Россия*

*lomakina@ecrin.ru*

В рамках активной реализации политики технологического суверенитета в РФ меняются и государственные подходы к политике его сырьевого обеспечения. Среди приоритетов обновленной Стратегии развития национального минерально-сырьевого комплекса (МСК) обозначены: существенное повышение степени переработки сырья, обеспечение доступности запасов, усиление темпов государственной геологоразведки дефицитного сырья, создание новых технологий для разведки и добычи полезных ископаемых. Заявленный в новых геополитических условиях на государственном уровне подход к развитию отраслей МСК через их достройку до получения конечных продуктов и акцентированного формирования внутреннего спроса на них создаёт потенциал не только отраслевых, но и региональных структурных изменений в пользу промышленной диверсификации.

Широкое видовое разнообразие и существенные количественные оценки минерально-сырьевой базы (МСБ) Дальневосточного федерального округа (ДФО) определяют возможности такой диверсификации регионального МСК. Запасы многих видов минеральных ресурсов в макрорегионе являются либо определяющими (от 30 до 50 %), либо формирующими (свыше 50 и до 100 %) национальную минерально-сырьевую базу стратегического сырья. Сочетание ресурсного потенциала с новыми институциональными возможностями (инструментами и механизмами современной государственной политики технологического суверенитета) определяет целый ряд направлений формирования полных цепочек создания добавленной стоимости – от источника сырьевых ресурсов до конечного использования продуктов их технологичной переработки – в промышленном комплексе ДФО. Для дальневосточного МСК реальными направлениями формирования таких цепочек и создания высокотехнологичных конечных продуктов являются освоение и переработка железорудного, оловянного, медного, редкоземельного минерального сырья. В настоящее время в регионе не только осваиваются либо готовятся к освоению новые месторождения этих видов сырья, но и обсуждаются проекты его промышленного использования в высокотехнологичных промышленных отраслях.

Для регионов минерально-сырьевой специализации важными и ожидаемыми результатами технологических трансформаций в ресурсном секторе являются структурные изменения в их экономике в целом. Возможная технологическая модернизация МСК повлечёт за собой трансформации экологического воздействия этого комплекса на региональную социально-экономическую систему (как объёмные, так и структурные). В этих условиях особую актуальность приобретают вопросы согласования институциональных механизмов и инструментов различного уровня (национальных, отраслевых и региональных) и их научно-методическое обеспечение для целей сбалансированного эколого-экономического развития конкретных региональных систем.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 124021200015-4).*

## Литохимические аномалии ртути на участках подземных пожаров угля

**Макаров В.Н.**

*Институт мерзлотоведения СО РАН, Якутск, Россия*

*vnmakarov@mpi.ysn.ru*

Пожары в угольных шахтах по всему миру являются глобальной экологической катастрофой. Страны, столкнувшиеся с проблемой угольных пожаров, включают Китай, Россию, Южную Африку, США, Австралию и многие другие.

Для борьбы с подземными пожарами применяют различные методы, в основном направленные на прекращение доступа кислорода к участку возгорания. Прежде чем пытаться потушить пожар в угольном пласте, следует как можно точнее определить его местонахождение и глубину под землей. В статье приводятся результаты геохимических (литохимическое опробование почво-грунтов) и геотермических (замеры температуры почвы тепловизором) исследований на территории Сангарского угольного месторождения.

Сангарское угольное месторождение расположено на правом берегу р. Лены, в центре Кобяйского района Республики Саха (Якутия). Месторождение сложено породами раннемелового возраста. Угленосной является чонгургасская подсвета, в пределах которой выделяется семь горизонтов угольных пластов общей мощностью около 1300 м. Протяженность месторождения по простиранию (вдоль р. Лены) 8,5 км при ширине 3-4 км, общая площадь около 25 км<sup>2</sup>. Несмотря на то, что угля в Сангарском разрезе было еще много, в 1998 г. шахта была закрыта.

Официально подземный пожар в шахте начался в 2000-м году, но, по словам местных жителей, ещё в конце 70-х. К настоящему времени установлено значительное увеличение его площади, обнаружены новые выходы подземного пожара на поверхность. Местами пожар на поверхности выражен в виде дымящихся провалов глубиной 0,5-1 м и сети трещин шириной до 10 см и видимой длиной иногда более 40 м.

Геохимические и геотермические исследования были сосредоточены на фоновых территориях и на участках распространения эндогенного пожара. Геохимическая характеристика поверхностных почво-грунтов получена в результате литохимического опробования. Пробы отбирались в первой половине сентября, интервал опробования грунтов – 0,1-0,2 м ниже дневной поверхности.

Температурные и ртутные аномалии на поверхности над пожаром сопровождаются слабым повышением солёности грунтов и концентрации  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$ . В фоновых почвах района среднее содержание Hg составляет 6 мг/т, заметно ниже мировых значений. В области пирогенного воздействия на территории Сангарского месторождения среднее содержание Hg в почво-грунтах на поверхности на один-два порядка выше фонового ( $C_{\text{геом}} = 17,4$ ;  $C_{\text{арифм}} = 347$  мг/т), при диапазоне 11-2800 мг/т. Максимальная температура в трещинах достигает +222°C, при средних значениях в пределах территории проявления подземного пожара +14,9 °C (5-10 сентября 2022 г.). Все термические аномалии в эпицентрах эндогенного пожара сопровождаются локальными аномалиями Hg.

Благодаря высокой летучести Hg ее миграция в перекрывающих очаги горения породах может составлять десятки и сотни метров, достигая поверхности, по аналогии с протяженными эндогенными надрудными ореолами Hg в гидротермальных системах. Литохимические ореолы ртути локализуются в эпицентрах эндогенного пожара и прослеживаются за пределами температурных аномалий. Ртутные литохимические и температурные аномалии на поверхности можно считать поисковыми признаками эпицентров очагов подземных пожаров.

*Работа выполнена в рамках проекта НИОКТР 122012400106–7 «Подземные воды криолитозоны: закономерности формирования и режима, особенности взаимодействия с поверхностными водами и мерзлыми породами, перспективы использования».*

**Концентрация химических элементов в листьях ивы Миабэ (*Salix miyabeana* Seemen), произрастающей в районе хвостохранилища Дарасунского месторождения золота****Макаров В.П.***Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**vm2853@mail.ru*

Дарасунский рудник – горнорудное предприятие по добыче и обогащению руд месторождений золота в районе поселка Вершино-Дарасунский Тунгокоченского района Забайкальского края. В хвостохранилище предприятия сконцентрирована значительная масса хвостов флотации, содержащих Au, Ag, Cu и As. Разработка Дарасунского золоторудного месторождения привела к формированию геохимических аномалий, характеризующихся высоким содержанием As. Приоритетными загрязнителями почв являются: Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, As.

В районе исследований, вдоль русла р. Дарасун и на хвостохранилище произрастает ива Миабэ (*Salix miyabeana* Seemen). Это кустарник или небольшое дерево 5-6 м высотой, который распространен в Восточной Сибири, на российском Дальнем Востоке, в Японии, Северо-Западной Корее, Северном Китае и Северной Монголии. Результаты ряда исследований показали эффективное поглощение и удаление растениями ивы Миабэ Cd и Zn с загрязненных участков. Цель настоящих исследований – получить информацию о накоплении химических элементов ивой Миабэ на загрязненных почвах в районе исследований и перспективе ее использования в качестве растения-фитоэкстрактора.

Исследовано содержание в почве 47 химических элементов. В порядке убывания содержания элементы находятся в последовательности: Al> Fe> K> Na> Ca> Mg> Ti> Mn> P> Ba> As> Sr> Zn> Cu> Pb> V> Rb> Ce> Cr> Sb> Zr> La> Li> Ga> Ni> Y> Co> B> Sc> Nb> Pr> Th> Cs> Bi> W> Sn> U> Be> Ge> Mo> Te> Ag> Cd> Tl> Ta> Hg> Se.

Валовое содержание в почве Ag, Pb, Cd, Cu, Zn, W, Hg, B и особенно Te, Bi, As и Sb находилось выше кларка земной коры в 2-840 раз. Выше в 1,3-7 раз предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ находилось валовое содержание в почве As, Zn, Pb, Sb и Cd, а содержание мышьяка превышало установленный предел в 240 раз.

В листьях ивы Миабэ концентрация элементов находилась в следующем порядке: K> Ca> P> Mg> Zn> Fe> Mn> Sr> Al> B> Ba> Na> Cu> Rb> Ni> Cd> Ti> Cr> As> Co> Pb> Ag> Mo> Ce> Li> La> Sb> Zr> V> Ga> Se> Pr> Bi> W> Sc> Cs> Hg> U> Nb> Th> Sn> Be> Te> Tl> Ta> Ge. Из макроэлементов отмечена максимальная концентрация K, минимальная – Na. Из числа микроэлементов высокой концентрацией в листьях растений отличался Zn.

Концентрация большинства элементов в листьях ивы была ниже 50% среднего содержания в наземных растениях. Концентрация от 50 до 100% от кларка находилась для Ba, Fe, La, Ni, Li, Sc, Sb и Co. Превышала кларк наземных растений в 1,5-3,0 раза концентрация в листьях ивы Миабэ K, Sr, Ti, P, Zn, Ag, As и Cd.

Несмотря на высокое содержание в почве Cu, Hg, Pb и Sb, концентрация их в листьях ивы Миабэ не превышала средних для наземных растений значений. Это свидетельствует о барьерных функциях ивы по отношению к этим элементам.

Обнаружена корреляционная зависимость концентрации Cd, Zn, B, Mn, Be, Ga и V в листьях ивы Миабэ с валовым содержанием этих элементов в почве мест произрастания растения. Элементами-накопителями в растении являлись Se, P, Cd, Zn, B и K. Коэффициент биологического накопления Se составлял от 1 до 40; Cd – 1,1-5,8; Zn – 0,5-2,6. Ива Миабэ на загрязненных токсичными элементами почвах является перспективным растением для извлечения из почвы кадмия и цинка.

*Исследования выполнены по теме № FUFRR-2021-0005 «Изучение геосистем горнопромышленных территорий с благороднометалльным оруденением Забайкалья с целью прогноза гипогенного и гипергенно-техногенного минерального сырья и оценки влияния на окружающую среду».*



## **Методика оценки воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье населения**

**Нимаева Б.В., Михайлова Л.А.<sup>\*</sup>, Бондаревич Е.А.**

*Читинская государственная медицинская академия, Чита, Россия*

*\*mihailova-la@mail.ru*

Для Забайкальского края наиболее актуальной экологической проблемой является наличие значительного количества объектов накопленного вреда окружающей среде (далее – ОНВОС), формирование которых связано с деятельностью предприятий горнорудной промышленности. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» в рамках национального проекта «Экология» по эффективному обращению с отходами производства и потребления разработан федеральный проект «Генеральная уборка», в рамках реализации которого предусматривается проведение оценки риска для здоровья населения объектов накопленного вреда окружающей среде территорий и акваторий, на которых выявлен вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо выполнены не в полном объеме.

Для определения перечня показателей, в наиболее полной мере отображающих воздействие ОНВОС на среду обитания человека и его здоровье, с целью определения объектов, подлежащих ликвидации в приоритетном порядке, были разработаны МР 2.1.10.0273-22 «Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. Оценка воздействия объектов накопленного вреда окружающей среде на здоровье граждан и продолжительность их жизни, в том числе с возможностью проведения экспресс-оценки. Методические рекомендации». Основной задачей процедуры оценки риска является выделение объектов, формирующих наибольшие риски для здоровья и подлежащих первоочередной ликвидации.

В соответствии с МР 2.1.10.0273-22 для оценки риска используются такие показатели, как общая характеристика ОНВОС, климатические и пространственные характеристики территории размещения объектов относительно мест пользования населением, геологические и гидрологические показатели территории (типы подстилающих грунтов, глубина залегания грунтовых вод, наличие гидроизоляционного экрана, наличие обваловок, отводных каналов и пр.), показатели качества объектов среды обитания в зоне влияния ОНВОС (химические, микробиологические, радиационные показатели качества атмосферного воздуха, природных и питьевых вод, почв, сельскохозяйственных продуктов питания, выращиваемых в зоне влияния объекта НВОС), наличие жалоб населения на качество объектов среды обитания в зоне влияния ОНВОС. Оценка воздействия объектов НВОС на жизнь и здоровье населения с учетом данных показателей позволяет отнести их к следующим категориям риска вредного воздействия – 1 категория (низкий риск), 2 категория (умеренный риск), 3 категория (средний риск), 4 категория (высокий риск), 5 категория (очень высокий риск). Объекты 4 и 5 категории подлежат ликвидации в приоритетном порядке в краткосрочной перспективе, 3 категории подлежат ликвидации в среднесрочной перспективе, 2 и 1 категории не являются приоритетными для ликвидации.

Таким образом, методика позволяет провести анализ качества среды обитания и оценку вероятных рисков для здоровья населения, а также определить первоочередность ликвидации объектов НВОС.

**Проблемы охраны минеральных вод в Забайкальском крае****Оргильянов А.И.<sup>1,\*</sup>, Замана Л.В.<sup>2</sup>, Крюкова И.Г.<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия*<sup>2</sup>*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия**\*aiorgil@crust.irk.ru*

На территории Забайкальского края существуют многочисленные проявления минеральных вод различных типов, которые имеют важное значение для бальнеологического применения. Тип воды определяется ее температурой, а также химическим и газовым составом. В зависимости от этих параметров данные воды используются в лечении определенных заболеваний. В настоящее время сеть курортных учреждений Забайкалья переживает не лучшие времена. Так, наряду с санаториями федерального значения с хорошо развитой инфраструктурой и большим количеством отдыхающих (Дарасун), существуют курорты, осуществляющие свою деятельность исключительно благодаря энтузиазму своих сотрудников и поддержке местных администраций (Ямкун). Ряд санаториев, весьма популярных во времена СССР, прекратили свое существование (Былыра, Ямаровка).

Несмотря на данные обстоятельства, в Забайкалье на минеральных источниках существует множество неорганизованных, т.н. «диких» курортов. Местные жители, принимающие лечение на этих источниках, в основном относятся к местам выходов с большим уважением, считают их священными, обустривают и стараются бережно относиться к окружающей природе, не допуская захламления местности бытовыми отходами. Минеральные источники, расположенные в пределах особо охраняемых территорий (заповедники, национальные парки) практически всегда находятся в хорошем экологическом состоянии.

Проблемы с охраной мест выходов минеральных вод проявляются в момент пересечения интересов охраны природы и субъектов хозяйственной деятельности. Одним из таких примеров может служить ситуация с холодным углекислым источником Мордойский кислый ключ, расположенном в Кыринском районе Забайкальского края. Источник имеет статус памятника природы регионального значения по решению Читинского Облисполкома от 1991 г. и является зоной отдыха для местного населения. Здесь золотодобывающая компания начала горные работы в пади Лагерная, в днище которой разгружается минеральный источник. Несмотря на то, что место разгрузки источника в радиусе нескольких метров огорожено изгородью (1<sup>я</sup> зона санитарной охраны), вскрышные работы ведутся по всей площади днища пади, что приводит к нарушению естественных условий питания минерального источника, в том числе установившегося баланса процессов замерзания и оттаивания грунта.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 07.12.1996 г. № 1425 «Об утверждении Положения об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения» с последующими изменениями и дополнениями (в т.ч. от 16.11.2023 г. № 1923), границы 2<sup>й</sup> и 3<sup>й</sup> зон горно-санитарной охраны должны определяться с учетом геоструктурных и гидрогеологических условий территории. Для рассматриваемого источника, как и для других очагов разгрузки минеральных (особенно углекислых) вод, весьма трудно определить размеры и выделить границы области питания. Тем не менее, необходимость установления данных характеристик не вызывает сомнения для выработки четких критериев организации водоохраных зон.

В заключение необходимо отметить, что минеральные воды являются одним из основных природных богатств Забайкалья. Совершенствование санаторно-курортной базы края, а также охрана от загрязнения и истощения источников минеральных вод должны быть предметом постоянного внимания, как органов власти, так и всех жителей региона.

*Работа выполнена в рамках тем госзаданий (рег. № 121042700218-2 и № 0309-2021-0006).*

## Восстановление горнопромышленных ландшафтов: подходы, принципы, перспективы

**Помазкова Н.В., Желибо Т.В.\***

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*\*zhelibo@mail.ru*

Изменение экосистем – это повседневная реальность, и выработка подходов для сохранения их природных функций, и способности обеспечивать людей экосистемными услугами является актуальной научной проблемой.

Подходы и термины в сфере восстановления экосистем и их функций интенсивно обсуждались середине прошлого века. Было опубликовано большое количество теоретических и экспериментальных работ, посвящённых механизмам деградации и восстановления экосистем, описанию процессов и структуры различных компонентов экосистем, экологии видов и восстановлению популяций, а также теории сукцессий.

В общем понимании восстановление экосистем означает проведение мероприятий для восстановления функций тех экосистем, которые были деградированы или нарушены. Во всем мире нарастает количество практических работ, направленных на реставрацию нарушенных экосистем (болотных, горнопромышленных, сельскохозяйственных и т.п.). Восстановление экосистем основывается на научном исследовании, которое определяет направления и методы, позволяющие осуществить подобное восстановление.

Выбор стратегии восстановления будет зависеть от цели:

- восстановление нарушенного ландшафта;
- восстановление экосистемных функции природных экосистем;
- сохранение (восстановление) редких видов;
- визуальная эстетическая реставрация – восстановление природоподобных комплексов;
- восстановление экосистемы по запросу населения на комфортную и качественную природную среду (экосистемных услуг).

Выделяют 4 направления (стратегии) восстановления экосистем:

- 1) Восстановить в точности как было раньше (восстановление, реставрация);
- 2) Воссоздать похожую на ту, что была раньше (реабилитация). Например, высадка культуры сосны на месте смешанных лесов позволит восстановить некоторые функции леса;
- 3) Превратить местность в другую (замещение). Например, замена лесного массива пастбищем;
- 4) Оставить территорию в покое (невмешательство). Позволить нарушенному комплексу пройти ряд естественных восстановительных сукцессий.

В российской практике чаще всего употребляется и закреплён законодательно термин «рекультивация». Эти работы вписаны в регламент осуществления горнодобывающей деятельности. Но именно после горной добычи не всегда возможно вернуть экосистему в близкое к исходному состоянию, так как слишком глубоки нарушения природного комплекса. Чаще всего задачей является лишь восстановление некоторых природных функций экосистемы. Ключевые принципы, которые позволят восстановить экосистемные функции природного комплекса, это принцип соответствия создаваемых экосистем зонально-поясным условиям местности и принцип мобилизации естественных природных процессов. Таким образом, цель работ не восстановление ландшафтов, а воссоздание условий для их восстановления. Во многих странах это направление часто называют «работа вместе с природой» или «зелёная инженерия».

Особое внимание при реализации крупных международных проектов уделяется сохранению и восстановлению биоразнообразия и редких видов в рамках работ по восстановлению экосистем. Это соответствует еще одному принципу – принципу сложности, только сложная и разнообразная система может быть жизнеспособной.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121032200126-6).*

**Внедрение НДТ как драйвер декарбонизации обрабатывающей промышленности****Савина А.И.<sup>1,2,\*</sup>, Тагаева Т.О.<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>*Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Россия*<sup>2</sup>*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия*

\*sai1417@mail.ru

Добывающие и обрабатывающие сектора промышленности потребляют 1/3 первичной энергии в мире. Такая зависимость от ископаемого топлива выводит эти сферы экономической деятельности на второе место (6341 млн т CO<sub>2</sub> или 20% ежегодной глобальной эмиссии) после собственно энергетики (14644 млн т CO – 43%) по эмиссии парниковых газов в мире. На российскую неэнергетическую промышленность приходится 35% ежегодных национальных выбросов CO<sub>2</sub> (286 млн т CO<sub>2</sub> в 2021 году), и она также становится второй по уровню эмиссии после энергетики. Цементная промышленность обеспечивает 17% всех индустриальных выбросов в мире, а на долю цементного производства в России приходится около 1,2% всех выбросов мировой цементной промышленности. Так, совокупные выбросы ПГ от производства цемента в России (по охватам 1 и 2) в 2020 году составили 35 млн т CO<sub>2</sub>, а удельные выбросы на 1 т были равны 628 кг/т цемента, что сопоставимо со среднемировыми показателями. Проблема состоит в сохранении тенденции декарбонизации отрасли с учетом удовлетворения ожидаемого роста потребления цемента в России, темп которого составил 5,2% в 2022 году. В отличие от энергокомпаний, неэнергетические промышленные предприятия обладают меньшим спектром технологических возможностей сокращения эмиссии, что делает их более уязвимыми для эффективного углеродного регулирования.

Одним из решений данной дилеммы является внедрение наилучших доступных технологий (НДТ) на производстве. Информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям начали разрабатываться в России с 2015 года и сейчас представляют 53 справочника по НДТ, среди которых есть и отраслевые, и межотраслевые справочники. Области деятельности, для которых разработаны справочники, начинаются от добычи угля, нефти, металлургии, химической промышленности, сельского хозяйства и заканчиваются утилизацией отходов.

Рассмотрены два промышленных процесса: цементное производство и производство тарного стекла. В производстве цемента выделяют три способа производства: «мокрый», «сухой» и «комбинированный». «Мокрый» способ производства используется на 60% цементных заводов из 52 действующих в России. Рассчитаны прямые и косвенные выбросы парниковых газов для цементных заводов АО «Искитимцемент» («мокрый» способ производства цемента) и АО «Спасскцемент» («сухой» способ производства цемента), а также для производителя тарного стекла ООО «Сибстекло» на основе данных годовых отчетов предприятий за 2020-2022 года. Применение НДТ в цементном производстве на АО «Искитимцемент» может сократить выбросы парниковых газов на 10-25% за счет использования техногенных материалов в сырье, увеличения доли альтернативного топлива в технологическом процессе, а в АО «Спасскцемент» – на 10-15%. При производстве тарного стекла на предприятии ООО «Сибстекло» можно сократить выбросы парниковых газов почти в 2 раза, в основном за счет увеличения доли стеклобоя в технологическом процессе до 70% по сравнению с текущей долей в 30%. Применение НДТ в промышленности приводит к сокращению выбросов парниковых газов, вредных веществ, а также к повышению ресурсо-энергетической эффективности производства.

*Исследование выполнено в рамках научного проекта № 24-28-20096 «Использование наилучших доступных технологий в целях сокращения углеродного следа на предприятиях Новосибирской области» при поддержке РНФ и Правительства Новосибирской области.*

## **Проблема учета экологического фактора в системе рентных отношений краткосрочной аренды жилья**

**Седищева А.В.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*sedishceva@mail.ru*

Экологический фактор оказывает значительное влияние на качество жизни населения, определяя состояние его здоровья, продолжительность жизни, жилищные и трудовые условия и др. Стремительное развитие технологий, увеличение количества автотранспорта и выбросов аэротоксикантов в атмосферный воздух различными источниками представляют угрозу окружающей среде и человеку. Город Чита Забайкальского края более 40 лет входит в список наиболее неблагоприятных городов России по состоянию воздушного бассейна. Уровень загрязнения воздуха в городе определяется как очень высокий, и условия проживания населения, соответственно, не могут считаться благоприятными. Поэтому в Чите особое значение приобретает определение степени учета воздействия экологического фактора на систему рентных отношений краткосрочной аренды жилой недвижимости.

На процесс ценообразования арендной недвижимости оказывают влияние не только внутренние факторы (материалы строения, площадь и др.), но и внешние, к которым помимо транспортной доступности, инфраструктуры и др. факторов относится и экологическая ситуация. В ходе исследования внешние факторы были дифференцированы на доминирующие и подчиненные, в зависимости от степени влияния на ценообразование. Применяв сравнительно-географический метод, были определены территориальные различия в модельных сочетаниях рентных факторов. Модель с одним доминирующим фактором, где наиболее ярко проявляется поляризация, была названа моделью «Высокой степени поляризации».

Территории жилой застройки с типом модели, где доминирующим является экологический фактор, определяющий стоимость недвижимости, в Чите насчитывается более половины – 62,7 % (86,65 км<sup>2</sup>), но из них только 22 % территории (19,22 км<sup>2</sup>), где фактор участвует в ценообразовании. В остальных случаях спрогнозировано потенциальное сочетание рентных факторов, т.к. на этих территориях отсутствуют предложения краткосрочной аренды жилья. На участках, где фактор работает, зафиксировано небольшое количество предложений, т.к. кроме конкуренции со стороны расстраивающегося пригорода, на этих территориях низкая плотность городской застройки, значительная часть которой представлена частными домовладениями.

В центральной части Читы, особенно в холодное время года, из-за увеличенного количества вредных выбросов от различных источников и неблагоприятных условий для их рассеивания, наблюдается очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха. В теплое время года уровень загрязнения уменьшается, соответственно, комфортность проживания повышается. Однако, на этих территориях эта сезонная особенность не получает своего отражения в системе рентных факторов. Рынок недвижимости не реагирует на фактор окружающей среды. Сезонности в изменениях стоимости на недвижимость не наблюдается. Зимой цены на аренду жилья в связи с неблагоприятной экологической обстановкой не меняются.

Таким образом, на территориях с плотной городской застройкой экологический компонент игнорируется. Ценность здесь представляет высокая транспортная доступность и инфраструктурная оснащенность, которые и повышают стоимость аренды. На периферии города фактор срабатывает, но рынок арендной недвижимости там не развит. В современной ситуации этот фактор должен активно включаться в систему рентных отношений и учитываться в ценообразовании аренды жилья.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания по проекту № FUFР-2021-001 «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов Востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов XXI в.».*

## Устойчивость бюджетов восточных субъектов Российской Федерации

Фалейчик Л.М.<sup>1,\*</sup>, Фалейчик А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

<sup>2</sup>Забайкальский государственный университет, Чита, Россия

\*lfaleychik@bk.ru

Необходимость обеспечения устойчивого социально-экономического развития российских регионов приобретает все большее значение в кризисных условиях, вызываемых воздействием на экономику внешних или внутренних шоков. Одним из основных инструментов для достижения этой цели является региональный бюджет. Через субфедеральные бюджеты государство проводит экономическую политику, финансирует мероприятия, направленные на выравнивание уровней экономического и социального развития регионов. Успешное функционирование сложнейшего экономического механизма региона обеспечивается и ограничивается возможностями его бюджета. Именно средства региональных бюджетов направляются на развитие производственной и социальной сфер региональных экономик.

Пандемия коронавируса COVID-19 и многочисленные антироссийские санкции стали серьезными вызовами для России и ее регионов. Жесткие ограничения на мобильность населения, значительное снижение деловой активности предприятий в острой фазе 2020 г. и смягчение ограничений в 2021 г. в разной мере затронули отрасли и сферы экономики, по-разному сказались на российских регионах и отдельных территориях.

Анализ динамики и структуры бюджетных доходов и расходов *восточных субъектов РФ* в период 2019-2021 гг., выполненный на основе данных Федерального казначейства, выявил достаточно сложную и разнородную картину их бюджетной дифференциации.

*Структура доходной части* бюджетов к концу периода в большинстве регионов практически восстановилась до предковидного состояния. Одним из наиболее стабильных источников доходов восточных регионов оставался НДС: даже в первый год пандемии почти во всех регионах наблюдалась положительная динамика его поступлений. Ожидается весом вклад такого источника как налоги, сборы и регулярные платежи за пользование природными ресурсами.

Потеря *собственных доходов бюджетов* в первый год пандемии была компенсирована безвозмездной помощью большинству регионов. В 2021 г. наблюдалось восстановление и даже прирост относительно 2019 г. собственных доходов, в основном за счет налоговых доходов. Однако положительная динамика собственных доходов восточных регионов не снизили их зависимость от федеральной помощи, масштабность и направленность роста которой сильно различаются по ее видам и регионам: в одних регионах ее объемы увеличились, в других – резко сократились. В *структуре безвозмездной помощи* уменьшились доли дотаций и существенно увеличились доли субсидий и иных межбюджетных трансфертов.

Объемы *бюджетных расходов* в пандемийный период выросли практически во всех регионах. Динамика в *функциональной структуре расходов* у регионов очень разная: значительные изменения произошли в Чукотском автономном округе, Еврейской автономной области, Республике Бурятия, Забайкальском крае и Амурской области.

Результаты проведенного анализа дают основание говорить о жизнеспособности и устойчивости бюджетных систем восточных регионов РФ, позволивших им выдержать шоки пандемии, противостоять внешним и внутренним угрозам, увеличить наполняемость бюджетов собственными источниками и, в целом, с помощью межбюджетных трансфертов, выполнить обязательства в соответствии со своими полномочиями.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИПРЭК СО РАН (рег. № 121032200126-6).*

## Исследование твердой фазы снежного покрова в районе Олонь-Шибирского угольного месторождения

**Филатова Л.О.<sup>1</sup>, Чудинова О.Н.<sup>2,\*</sup>**

<sup>1</sup>ООО «Черновский ремонтно-механический завод», Чита, Россия

<sup>2</sup>Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия

\*chudinova1980@inbox.ru

Олонь-Шибирское каменноугольное месторождение расположено на территории Петровск-Забайкальского (Забайкальский край) и Мухоршибирского (Республика Бурятия) районов. Балансовые запасы по горной массе, принятые к отработке в технических границах карьера, составляют 109 770 тыс. т. Промышленные запасы угля по горной массе с учётом эксплуатационных потерь (8,0 %) и засорения (3,1 %) составляют 106 081 тыс. т.

Пылевая обстановка на участке добычи в целом и его отдельных участках в значительной степени зависит от наличия, состава и характера движущихся воздушных потоков, которые в основном определяют количество приносимых, возникающих и выносимых из разреза вредных веществ, а иногда могут быть причиной интенсивного пылеобразования. Валовый выброс твердых веществ на участке угледобычи составляет 1351,28 т/год, максимально разовый выброс – 73,539 г/с.

Одним из методов оценки загрязнения атмосферы, изучения процессов его распределения по территории и осаждения является исследование снежного покрова в районе источника выбросов загрязняющих веществ. Отбор проб снега проводился в конце периода снегонакопления в соответствии с существующей методикой. При отборе проб снега замеряли площадь и глубину шурфа. Вес каждой пробы – около 10 кг. Для исследования было отобрано 6 проб: 4 пробы по периметру участка добычи, 1 проба на границе ближайшей жилой зоны и фоновая проба – в 10 км северо-восточнее п. Саган-Нур с наветренной стороны от разреза. Для разделения твердой и жидкой фазы отобранные пробы снега оттаивались при комнатной температуре и фильтровались с помощью водоструйного насоса через фильтр «синяя лента».

Согласно классификации К.С. Голохваста, атмосферные взвеси можно разделить на семь групп: 1) менее 1 мкм; 2) 1-10 мкм; 3) 10-50 мкм; 4) 50-100 мкм; 5) 100-400 мкм; 6) 400-700 мкм; 7) более 700 мкм. При этом частицы размером 10-100 мкм могут переноситься в атмосфере на расстояния до нескольких тысяч километров, частицы размером до 10 мкм – до 10 тыс. км. Мелкие частицы способны долгое время оставаться в воздухе (несколько дней и даже недель), а крупные частицы размером более 10 мкм осаждаются быстрее, при этом концентрация частиц взвеси может сильно варьироваться во времени в одном и том же месте.

Гранулометрический состав определялся методом лазерной дифракции на лазерном анализаторе размера частиц Fritsch Analysette-22 MicroTec в лаборатории почвенно-физических процессов Института почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск). Анализ результатов показал неравномерное распределение частиц угольной пыли: среднее количество частиц диаметром 0,1-10 мкм в районе участка добычи составило 14,39 %, 10-50 мкм – 42,83 %, 50-100 мкм – 17,88 %, 100-500 мкм – 24,66 %, в жилой зоне более половины содержащихся в снежном покрове частиц (62,47 %) – это крупные частицы размером более 100 мкм.

Пылевая нагрузка определялась расчетным методом. Для расчета использовались масса пыли в пробе твердого осадка снега, площадь шурфа и временной интервал между датой установления устойчивого снежного покрова и моментом опробования. Результаты показали, что расчетная пылевая нагрузка во всех исследуемых точках превышает данный показатель в фоне: на участке добычи – в 10,48-107,25 раз, в жилой зоне – в 218,70 раз.

*Работа выполнена при финансовой поддержке АО «Разрез Тугнуйский».*

**Подвижность химических элементов в системе «хвосты обогащения – подотвальные воды» рудников Акатуевского и Благодатского полиметаллических месторождений Восточного Забайкалья**

**Цыренов Т.Г.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*master.of.pistols@mail.ru*

Разработка Акатуевского и Благодатского полиметаллических месторождений велась на протяжении почти трех столетий. Наиболее масштабная разработка велась в XX веке. За полувековой период добычи (1950-1990-е гг.) на одноименных рудниках было переработано 2,63 млн т и 3,05 млн т соответственно. При этом накопленный к концу разработки объем хвостов обогащения рудников составил 1374 и 2017,4 тыс. т (Харитонов и др., 1998). В настоящее время хвостохранилища постепенно разрушаются временными и постоянными водотоками. Это привело к выносу минерального материала за пределы контура хвостов, а также могло повлиять на химическую обстановку окружающих территорий.

Определение элементного состава проб отвалов хвостов обогащения, почв в обрамлении и селитебных почв проводилось методикой ICP-MS в лаборатории ЗАО «SGS Vostok Limited» (г. Чита). Полученные результаты сравнивались с химическим составом подотвальных вод, ранее изученных в исследовании (Чечель, Замана, 2019). Определение кислотности проб осуществлялось рН-метром «Анион-7000» (Россия) с использованием комбинированного электрода марки ЭСП10601/4. Для оценки подвижности химических элементов в водной среде был произведен расчет коэффициента подвижности (Yurkevich et al., 2023).

Среднее замеренное значение рН в пробах отвалов хвостов Акатуевского и Благодатского рудников составляет 7,45, что соответствует от нейтральной до слабощелочной среды, в то время как в пробах почв рудников – 6,54 и 6,62 соответственно (от слабокислой до нейтральной среды). Известно, что в подотвальных водах рН Акатуевского рудника составляет 7,42 и Благодатского –8,08, что соответствует от нейтральной до слабощелочной среды (Чечель, Замана, 2019). Это обусловлено нейтрализующим потенциалом карбонатных пород, слагающих рудные зоны объектов исследования.

Сравнение химического состава отвалов хвостов и селитебных почв показывает закономерное кратное (до 3-4 раз) снижение концентраций ряда элементов халько- (As, Pb, Zn, Cd, Cu, Sb, Sn, In) и сидерофильных (Fe, Ni, Mo) групп с одновременным повышением ряда литофильных химических элементов (Al, Ba, Ca, K и др.). Необходимо отметить, что средние содержания таких химических элементов I класса опасности как As, Pb, Zn доходят до 1000 г/т. Изучение микроэлементного состава подотвальных вод показывает значимое (несмотря на нейтрализующий потенциал материала хвостов) насыщение рядом тяжелых металлов и металлоидов – Zn, Pb, Fe, As (Чечель, Замана, 2019).

Проведенные расчеты коэффициентов подвижности в водной среде (МС) показывают, что наибольшей подвижностью (среднее МС=34-341) обладает ряд литофильных и сидерофильных химических элементов – Mo, U, Sr, Mg, Ni и др. Высокой (среднее МС=3,1-14) и средней (среднее МС=1,26-2,26) подвижностью обладают также тяжелые металлы и металлоиды I и II классов опасности – As, Sb, Zn, Cd и Cu.

Полученные данные в совокупности могут свидетельствовать о большой вероятности внедрения в почвы населенных пунктов (а впоследствии – в растения и в организмы домашних животных и людей) вместе с рядом порообразующих элементов также и тяжелых металлов из хвостохранилищ через насыщение водотоками.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания «Геоэкология водных экосистем Забайкалья в условиях современного климата и техногенеза, основные подходы к рациональному вод и их биологических ресурсов» (рег. № FUFР-2021-0006).*



## Эффективность реализации федеральной программы «Чистый воздух» в г. Чита

Чугуевская М.А.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*mariabaksheeva@mail.ru*

Важной стратегической целью государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности страны является «предотвращение дальнейшего загрязнения и уменьшение уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах и иных населенных пунктах».

Достижение этих целей и приоритетов в городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух» предусматривается путем реализации Комплексных планов мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на период до 2025 года. При этом ставится цель снижения совокупного объема выбросов не менее чем на 20 % относительно уровня 2017 года. Такие комплексные планы утверждены заместителем Председателя Правительства Российской Федерации в конце 2018 года для каждого из городов.

В целях охраны здоровья населения города Читы важной становится оценка качества атмосферного воздуха. Большинство загрязняющих веществ являются токсичными и представляют угрозу здоровью человека даже при относительно небольших концентрациях, поэтому крайне необходимо осуществлять постоянный мониторинг качества воздуха.

Уровень загрязнения воздуха г. Читы высокий и определяется значениями ИЗА=39,9, СИ=53,8. Город более 40 лет включается в список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха. К основным источникам загрязнения атмосферного воздуха в г. Чите относятся предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды: ПАО «ТГК-14» (филиалы «Читинской генерации» ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2), АО «ЗабТЭК», ОАО «Читаоблгаз», ООО «Объединенная газовая компания», АО «Водоканал Чита», ООО «Теплоснабжение»; промышленные предприятия: АО «Силикатный завод», АО «810 авиационный завод», ООО «Железобетонные изделия»; автотранспорт, ОАО «РЖД», АО «Аэропорт Чита», свалки твердых бытовых отходов и др.

Наблюдения за загрязнением воздушного бассейна в г. Чите осуществляется Службой мониторинга окружающей среды ФГБУ «Забайкальское УГМС» и производится на шести автоматических станциях.

Кроме загрязняющих веществ в целом по городу наблюдается высокая концентрация ВВ в воздухе, в 2023 году значения превышают ПДК ( $0,075 \text{ мг/м}^3$ ) почти в 2 раза –  $0,141 \text{ мг/м}^3$ .

Анализ многолетней динамики уровня загрязнения атмосферного воздуха ВВ в Чите показал, что наибольшая концентрация этого вещества за последние 23 года (2001-2023 гг.) была зарегистрирована в 2002 году –  $0,393 \text{ мг/м}^3$ , превысив ПДК более чем в 5 раз. С 2003 года началось постепенное снижение этого показателя и в 2023 году уровень загрязнения атмосферного воздуха ВВ составил  $0,141 \text{ мг/м}^3$ .

Уменьшить воздействие основных источников загрязнения атмосферного воздуха можно за счет мер политики и инвестиций, стимулирующих развитие более экологически чистых видов транспорта, повышение энергоэффективности зданий, электроэнергетики и промышленного производства, а также совершенствование систем удаления муниципальных отходов. Также значительно уменьшить загрязнение окружающего воздуха позволят системы с наименьшим воздействием на окружающую среду.

*Работа выполнена в рамках темы гос. задания (рег. № 121032200123-6).*

## Баритоносность хвостохранилища Дюков Лог

Шавекина А.Ш.<sup>1</sup>, Волынкин С.С.<sup>1</sup>, Юркевич Н.В.<sup>1</sup>, Бортникова С.Б.<sup>2</sup>,  
Бондаренко В.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> НИЦ «Экология» СО РАН, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия

\* *khusainova@igm.nsc.ru*

Цель работы заключается в изучении баритоносности хвостохранилища Дюков Лог (г. Салаир, Кемеровская обл.). В плане хвостохранилище представляет собой лог, ограниченный дамбой и разделяющийся на северный и южный участки. Размеры хвостохранилища 400×300 м. Вещество, слагающее хвостохранилище, поступало из зоны окисления Салаирского рудного поля, которое объединяет группу барит-полиметаллических месторождений. Начало эксплуатации месторождений приходится на 30-е гг. XX в. Благородные (Au, Ag) и цветные (Pb, Zn, Fe) металлы добывались методами гравитации и флотации.

Минеральный и химический состав материала хвостов изучен по вертикальным разрезам (по стенкам шурфов). Аналитические работы выполнены в ЦКП ИГМ СО РАН (Новосибирск). Содержание породообразующих и примесных элементов определено методом рентгенофлуоресцентного силикатного анализа (РФА). Исследование минералов осуществлено с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) TESCAN MIRA 3LMU (Tescan, Чехия). В рамках технологических исследований проведено гравитационное обогащение на лабораторном концентрационном столе ЭКЦ-30 (ОАО «Завод Труд») и флотационное обогащение с помощью флотационной машины ФМЛ-12 (НПК «Механобр-Техника»).

Усредненный минеральный состав переработанных руд представлен кварцем (58%), баритом (28,5%), слюдами – мусковитом, биотитом (5,2%), кальцитом (2%), каолинитом (2,6%), сульфидами (4,3%). Среди сульфидов отмечены пирит, халькопирит, сфалерит и блеклые руды. Размерность вещества варьирует от 1-2 до 100 мкм. Гипергенные минералы обнаружены как в виде самостоятельных зерен, так и мономинеральных и зональных кайм вокруг первичных (остаточных) зерен и в межпоровом пространстве, как цементирующее вещество. Гипергенные минералы представлены гидроксидами железа, ангидритом, ярозитом, плюмбоязрозитом, бёдантитом, сванбергитом.

По данным гранулометрического анализа на хвостохранилище характерно преобладание тонких классов крупности. Более 76% материала пробы имеет крупность меньше 0,1 мм. Барит в пробе распределен довольно равномерно при среднем содержании BaO 15% (по данным РФА).

При невысоком содержании барита в исходном материале за одну стадию гравитационного обогащения для северного участка содержание в концентрате превышает 87%, что соответствует марке КБ-5 по ГОСТу 4682-84. Материал южного участка также довольно хорошо обогащается гравитационными методами. Содержание в концентрате этой пробы приближается к марке КБ-6. В результате флотационного обогащения для северного участка были получены концентраты 1-го и 2-го сорта с содержанием барита 89 % и 73 % соответственно. Общее извлечение барита в концентраты составило 15 %. Таким образом, существует возможность получения кондиционных концентратов при использовании баритовой флотации.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ №23-27-00340 (<https://rscf.ru/project/23-27-00340/>).*

## Формы нахождения мышьяка в переработанных рудах Хову-Аксынского хвостохранилища (Республика Тыва)

**Шавейкина А.Ш.<sup>1,2,\*</sup>, Волюнкин С.С.<sup>1</sup>, Бортникова С.Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия*

<sup>2</sup> *Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева РАН, Новосибирск, Россия*

\*khusainovaas@ipgg.sbras.ru, khusainova@igm.nsc.ru

*Цель работы* – определение форм нахождения мышьяка и оценка его распределения. *Объектом исследования* являются переработанные Co-Ni-As-руды месторождения Хову-Аксы (Республика Тыва, Чеди-Хольский кожуун, с. Хову-Аксы). *Методика исследования* – исследование минералов и их взаимоотношений осуществлялось с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) TESCAN MIRA 3LMU (Tescan, Чехия).

На месторождении As-минерализация проявлена двумя стадиями. Первая – связана с наложением на карбонатные жилы арсенидного оруденения по трещинам, в виде вкрапленников, брекчиевых и ритмично-зональных структур. Мышьяксодержащие минералы представлены никелином (NiAs), скуттерудитом (CoAs<sub>3</sub>), раммельсбергитом (NiAs<sub>2</sub>), саффоритом ((Co,Fe)As<sub>2</sub>), шмальтин-хлоантитом ((Co,Ni)As<sub>3-x</sub>), леллингитом (FeAs<sub>2</sub>). Вторая стадия – сульфидно-сульфосольная, где мышьяк входит в состав теннантита (Cu<sub>12</sub>As<sub>4</sub>S<sub>13</sub>), кобальтина (CoAsS), арсениопирита (FeAsS). На месторождении развита зона окисления (мощностью 35–65 м). В гипергенных рудах отмечены арсенаты, гидроксиды и отдельные минералы трехвалентного мышьяка (арсенолит, арсениты) (Яхонтова, Груднев, 1978; Лебедев, 2021).

В результате минералогического анализа было обнаружено, что в переработанных рудах мышьяк распределяется неравномерно и встречается в виде: 1) собственных As-минералов (арсенолит, гёрнесит, аннабергит, конихальцит и др.); 2) изоморфной примеси во вторичных образованиях (гидроксидах железа, аморфном кремнезёме, хлорите). В форме оксидов мышьяк обнаружен в виде арсенолита (As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Среди арсенатов (по катионному признаку) выделяют: 1) арсенаты меди – конихальцит (CuCa[AsO<sub>4</sub>]OH); 2) арсенаты кобальта, никеля и железа – ховуаксит (Fe<sub>2-4</sub><sup>3+</sup>(Co,Ni)<sub>4-1,5</sub>Ca<sub>0-3</sub>[AsO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>O<sub>1-4</sub>·6-16H<sub>2</sub>O), аннабергит ((Ni,Co)<sub>3</sub>[AsO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O), скородит (Fe<sup>3+</sup>(AsO<sub>4</sub>)·2H<sub>2</sub>O), арсениосидерит (Ca<sub>2</sub>Fe<sub>3</sub><sup>3+</sup>(AsO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>O<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O), сармиентит (Fe<sub>2</sub><sup>3+</sup>(AsO<sub>4</sub>)(SO<sub>4</sub>)(OH)·5H<sub>2</sub>O); 4) арсенаты кальция и магния – гёрнесит (Mg<sub>3</sub>[AsO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O), фармаколит (Ca(AsO<sub>3</sub>OH)·2H<sub>2</sub>O). Как изоморфная примесь мышьяк отмечен в аморфном кремнезёме (до 2,17 мас. %), во вторичных каймах по пириту, в которых примесь As достигает 8,89 мас. %, как примесь в хлорите до 0,63 мас. %.

Механизм и последовательность формирования вторичных арсенатов в литературных источниках освещен слабо. Минеральный состав переработанных руд и степень их карбонизации влияет на течение и характер процессов гипергенных изменений. Образующиеся в результате окисления растворы, имея характер капиллярного просачивания, способствуют образованию натечно-почковидных агрегатов с ярко выраженным зональным строением. Кроме того, зональность минерального состава связана как со стадийностью изменения первичных минералов, так и с различиями в растворимости солей отдельных минералов.

*Работа выполнена по Госзаданию ИГМ (проект 122041400237-8) и ИНГГ СО РАН (проект 0266-2022-0028). Аналитические работы выполнены в ЦКП многоэлементных и изотопных исследований СО РАН (Новосибирск).*

## Донные беспозвоночные как компонент состояния донной подсистемы водоёма-охладителя угольной ТЭЦ (на примере оз. Кенон)

Шойдоков А.Б.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

shdkvly.sc@yandex.ru

Формирование, эволюция и развитие геосистем всегда происходило под влиянием климатических, пространственных и временных особенностей географической (ландшафтной) оболочки Земли. Однако в геологически недавнее время к особенностям развития и эволюции геосистем добавилась антропогенная деятельность, из-за влияния которой изначально сформировавшиеся компоненты природных систем и условия их функционирования подверглись частичному изменению. В результате такого взаимодействия образовались особые природно-технические системы, функционирование которых заключается в организации большого и сложного количества связей между отдельными системными элементами.

Создание таких природно-технических систем привело к появлению особых геоэкологических ситуаций и условий (пространственно-временных, средообразующих, природно-антропогенных факторов и экологических проблем), влияющих на жизнь и деятельность населения. Понимание сложных особенностей функционирования природно-технических систем и их ключевых компонентов необходимо для выделения наиболее уязвимых участков высокого антропогенного воздействия и дальнейшего осуществления рационального природопользования.

Одними из важных типов природно-технических систем, несущих в себе жизнеобеспечивающие функции, являются водоёмы-охладители. Их состояние изменилось в результате антропогенного влияния на гидрологический, термический и гидрохимический режимы.

Озеро Кенон – водоём-охладитель Читинской ТЭЦ-1, основной компонент Кенонской территориально-природной системы, важнейший объект водо-, тепло- и электрообеспечения города Читы и его пригородной территории. Площадь озера составляет 15,2 км<sup>2</sup>, длина 5,6 км, ширина (средняя) 2,9 км. Средняя глубина 4,8 м, максимальная 6,2 м.

Донная подсистема озера Кенон – один из блоков, составляющих Кенонскую природно-техническую систему (геосистему оз. Кенон). Она представляет собой характер донных отложений и особенности их химического состава; распределение высшей водной растительности на донных ландшафтах водоёма; а также пространственное распределение донных беспозвоночных (организмов зообентоса). Особое внимание необходимо уделять организмам зообентоса, поскольку их количественные показатели достигают достаточно высокого уровня.

В качестве примера выделим некоторые геоэкологические функции донных беспозвоночных: личинки комаров-звонцов (хирономид) *Chironomus* spp. накапливая в своем теле химические элементы, участвуют в миграции химических элементов как внутри, так и за пределами геосистемы озера Кенон. Литоральная бентическая байкальская амфипода *Gmelinoides fasciatus* участвует в миграции химических элементов внутри геосистемы водоёма, а также своей деятельностью способна преобразовывать облик донных ландшафтов.

Изучение пространственного распределения организмов зообентоса в донной подсистеме озера Кенон, позволит выполнить картографирование ключевых участков функционирования донных ландшафтов, выделить их особенности и специфику, оконтурить их границы, выйти на управление Кенонской природно-технической системой, и развивать геоэкологический мониторинг.

*Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований Сибирского отделения Российской академии наук «Геоэкология водных экосистем Забайкалья в условиях современного климата и техногенеза, основные подходы к рациональному использованию вод и их биологических ресурсов» (№ госрегистрации 121032200070-2).*

## Горнопромышленные геосистемы и первые результаты их изучения

Юргенсон Г.А.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия*

*yurgga@mail.ru*

В процессе изучения минералогии и геохимии рудных месторождений и соответствующих им природных и природно-антропогенных ландшафтов на территориях размещения соответствующих предприятий горного производства впервые сформулировано понятие минералого-геохимическая горнопромышленная геосистема и разработано соответствующее научное направление. Оно предусматривает минералого-геохимическое изучение этих геосистем, включающих как сами рудные месторождения, так и ландшафты горнопромышленных территорий их освоения. Важнейшими являются вопросы современного гипергенного минералообразования в геотехногенных ландшафтах, проблемы природных и техногенных геохимических барьеров, экспериментального и физико-химического моделирования процессов образования минеральных ассоциаций и руд в гипергенных и гипогенных условиях, формирования геотехногенных месторождений в техногенных массивах отходов горного производства и разработки геотехнологий извлечения из них важнейших химических элементов, прежде всего, Sc, In, Te, Li, Cd.

В результате минералого-геохимического изучения геосистем важнейших рудных формаций Забайкалья выявлены мышьяковые и безмышьяковые их типы, в ландшафтах которых развиты растительные сообщества определенной биогеохимической специфики, изученных по схеме: биогеохимические потоки химических элементов в природно-техногенной цепи: горные породы (руды) → коры выветривания (зоны окисления) → почвы (рыхлые отложения отходов обогащения и переработки руд в хвостохранилищах и на почве) → растительная биота.

В растительных сообществах раздельно рассмотрено поведение химических элементов в подземных и наземных органах, а также в системе: корни → стебли → листья → семена. В результате, на основе анализа величин коэффициента биологического поглощения определенных химических элементов растениями подтвержден фундаментальный вывод о том, что максимальные содержания химических элементов содержатся в корневых системах, непосредственно контактирующих с почвами и отходами горного производства, и в листьях, где происходит фотосинтез, а минимальные – в стеблях, выполняющих транспортные функции, и несоизмеримо малы в семенах, что обусловлено действием еще не познанного биохимического барьера, обеспечивающего сохранение чистоты вида в потомках. Другой важный вывод, полученный в результате изучения коэффициента биологического поглощения химических элементов растениями, заключается в том, что все они по особенностям корневых систем подразделяются на две группы: барьерные и безбарьерные относительно определенных химических элементов. Один из важных практических выводов относительно барьерности-безбарьерности корневых систем растений заключается в том, что растения с их высокой барьерностью можно использовать для биологической рекультивации отходов горного производства.

Выработаны новые подходы к пониманию формирования и функционирования природных и природно-антропогенных геосистем, являющихся основой для выводов о взаимодействии социума и геологической среды, геоэтики, на основе которых должны быть выработаны управленческие решения для рационального природопользования и добычи ценнейшего стратегического сырья, в том числе, из отходов горного производства.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № FUFР-2021-0005).*

**НАУЧНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ В ЗАБАЙКАЛЬЕ  
ОТ Д.Г. МЕССЕРШМИДТА ДО СОВРЕМЕННОСТИ**

**По следам сибирской экспедиции Д.Г. Мессершмидта (к её 300-летию)  
в свете современных орнитофаунистических исследований юга Восточной Сибири**

**Елаев Э.Н.**

*Бурятский государственный университет им. Д. Банзарова, Улан-Удэ, Россия*

*elaev967@yandex.ru*

2024 г. знаменует памятную дату в познании присоединенных в XVII-XVIII вв. к Российской империи сибирских и дальневосточных земель – 300 лет первой сибирской экспедиции по Прибайкалью и Забайкалью под руководством персонально приглашенного Петром I немецкого доктора медицины, путешественника и естествоиспытателя Даниила Готтлиба Мессершмидта (нем. *Daniel Gottlieb Messerschmidt*) (1685-1735). Как определил его акад. В.И. Вернадский (1988), «талантливый рисовальщик, латинский поэт, филолог, знавший восточные языки и быстро научившийся говорить по-русски», основоположник российской (сибирской) археологии, «один из сподвижников Петра I по исследованию России», из Данцинга (*совр.* Гданьск, Польша).

Хотя началом экспедиции считается 1719 г., официально первые маршруты начались в 1720 г. (до этого были путевые заметки) и завершились 27 марта 1727 г. (Елаев, 2023а). Забайкальский этап экспедиции начался в конце февраля 1724 г. с перехода по льду Байкала и прибытия через Удинский острог в Селенгинск; отсюда через Арахлейские озера и Читинский острог маршрут протянулся по рр. Ингода и Нерча до Нерчинского острога, по рр. Шилка и Аргунь до Аргунска и оз. Далай-Нор, по р. Улдза через местные озёра и водоразделы до р. Онон, по ней в Туринскую впадину и по рр. Тура и Ингода обратно до Посольска (оз. Байкал) (Елаев, 2023б).

Как видно, путешествие Мессершмидта было исключительным по своему масштабу, широте поставленных задач и массе привезенного материала, который, к сожалению, он не смог и не успел обработать. Из его сочинений есть только рукопись 10-томного «Обозрения Сибири, или Три таблицы простых царств природы», содержащая сведения по исторической этнографии, географии, экономике, флоре и фауне, которой пользовались другие естествоиспытатели Г.В. Стеллер, И.Г. Гмелин, Г.Ф. Миллер, П.С. Паллас и др. Часть результатов опубликовал его помощник Ф.И. Табберт (фон Штраленберг) в своей книге «*Das Nord-Ostliche Theil von Europa und Asia*» (1730).

В настоящее время орнитофауна мест, где когда-то побывал Мессершмидт, остается довольно разнообразной. Так, по нашим данным (Елаев и др., 2000; Елаев, 2015), в Торейской котловине, в долинах рр. Улдза и Онон было отмечено 142 вида птиц за один сезон (для сравнения: только в Даурском биосферном заповеднике встречается 314 видов (Бринних и др., 1999)). В национальном парке «Алханай» на момент его создания в 1999 г. насчитывалось 94 вида (Алханай ..., 2000). По результатам последних исследований (Нимаев, Елаев, 2022; Елаев, Малков, Елаев, 2023), этот список птиц пополнился до 137 видов.

Интересна история с рисунком «диковинной птицы», который был аннотирован и приложен Мессершмидтом к научному отчету его экспедиции. Ссылаясь на древних и современных ему авторов и по результатам собственных изысканий, ученый идентифицировал вид, изображенный на оригинальном рисунке, как «выпь» (Басаргина, Зенкевич, 2021).

Представляет профессиональный интерес также встреча Мессершмидта в Селенгинске с 13 по 24 марта 1724 г. со шведским инженером Лоренцом Ланге, состоявшим на русской службе и следовавшим в составе посольства Л.В. Измайлова в Китай (Елаев и др., 2015; Гусиноозерская экспедиция ..., 2016; Батоцыренов, Санданов, Елаев, 2018). Со слов последнего, ученый сделал уникальную запись о пеликанах Гусинового озера.

*В части обобщения материалов экспедиции, касающейся Юго-Западного Забайкалья (Селенгинск и Гусиное озеро), работа выполнена в рамках гранта Русского географического общества № 02/2014-Н5 и государственного задания БИП СО РАН (проект № 0339-2016-0001).*

## **30-летие Гербария Государственного природного биосферного заповедника «Даурский»: история создания, научные экспедиции, гербарные фонды**

**Клочихина Л.И.**

*ФГБУ «Государственный природный заповедник «Даурский», Нижний Цасучей, Россия*

*bagul72@mail.ru*

Заповедник «Даурский» был организован в 1987 г. на территории Ононского и Борзинского районов Забайкальского края с целью сохранения и восстановления в естественном состоянии степных, лесостепных, озерно-степных и водно-болотных комплексов Юго-Восточного Забайкалья.

Гербарные коллекции необходимы для изучения биологического разнообразия определенной территории. В Гербарии Государственного природного биосферного заповедника «Даурский» отражен высокий уровень биологического разнообразия флоры Даурии. Фонды заповедника хранят более 5500 гербарных сборов, как фоновых, так и редких видов растений.

Работа по созданию Гербария Даурского заповедника была начата в августе 1994 г. Л.И. Клочихиной (Сараевой). Первые гербарные сборы были сделаны в пойме р. Ималка на территории Ималкинского участка заповедника. Они заложили основу фондов Гербария Даурского заповедника. Начиная с 1994 г. и по настоящее время проводится инвентаризация флоры Даурского заповедника и федеральных заказников «Цасучейский бор» и «Долина дзерена». Основа мониторинга растительности была заложена Л.И. Клочихиной совместно с ботаниками Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. Были заложены следующие мониторинговые профили: Ималкинский, Кулусутайский, Лесостепной, Адон-Челонский, профили на островах Торейского участка, а также мониторинговые площадки для редких видов растений Забайкальского края и Российской Федерации. Ряд научных ботанических экспедиций был проведен автором статьи совместно с учеными из научно-исследовательских, образовательных и природоохранных учреждений России (Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Московский государственный университет, Ботанический институт им. В.Л. Комарова, Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет, Бурятский научный центр СО РАН, ИПРЭК СО РАН и др.), а также с сотрудниками лаборатории систематики и морфологии растений университета г. Кассель (Германия) и особо охраняемой природной территории «Монгол-Дагуур» (Монголия).

Материал Гербария Даурского заповедника систематизирован и разбит на четыре отдела: высшие сосудистые растения, мхи, лишайники, водоросли. Определенный вклад в монтировку гербария внесла Н.М. Паздникова. Важнейшими коллекторами Гербария заповедника после ряда проведенных экспедиций стали Л.И. Клочихина (Сараева), Т.Е. Ткачук, Н.М. Паздникова, С.В. Горюнова, В.В. Чепинога, А.Ю. Корольюк, В.А. Черемушкина, В.М. Доронькин.

С 2021 года Гербарий Даурского заповедника зарегистрирован в информационной системе «Гербарии России» (Index Herbariorum Rossicum), которая является частью информационной системы по биологическим ресурсам Российской Федерации (<http://www.sevin.ru/rusgenres>). Современным трендом в работе гербариев стала их оцифровка, для которой необходимо соответствующее оборудование – гербарный сканер и платформа для размещения гербарных сборов как Даурского заповедника, так и Международного заповедника «Даурия». Электронные гербарии более доступны для научной общественности. В планах заповедника создание электронного гербария с вхождением в проект GBIF dataset.



**Исследования окружающей среды Забайкалья П.С. Палласом****Тюменцева Е.М.<sup>1,\*</sup>, Баженова О.И.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия*<sup>2</sup>*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия*\**tumentzeva.liz@yandex.ru*

В 1768 г. П.С. Паллас возглавил одну из академических физико-географических экспедиций, направленных на изучение отдаленных окраин России. Материалы и наблюдения ученых, появившиеся в результате этих экспедиций, явились огромным вкладом в мировую науку. Были собраны уникальные данные по физической географии, зоологии, геологии, ботанике. Собранные во время путешествия коллекции хранятся в музеях Академии наук, а часть в Берлинском университете. В ходе экспедиций П.С. Паллас открыл и описал 151 вид млекопитающих, 425 видов птиц, 240 видов рыб. Он также исследовал ископаемые останки буйвола, мамонта и шерстистого носорога. Путешествие имело огромное практическое значение, были получены сведения об уникальных природных особенностях Забайкалья. Материалы экспедиции позволяют судить об эволюции природных ландшафтов, флоры и фауны Южной Сибири за последние почти 300 лет.

В начале марта 1772 г. П.С. Паллас двинулся на юго-восток в Забайкалье и по льду пересек Байкал. «Мы переехали через Байкал скоро и благополучно», писал он. «Море (Байкал) гладко замерзло, только по берегам видны были торосы». По рекам Селенге и Чикою П.С. Паллас проследовал на юг к г. Кяхте, а в начале апреля – в Даурию. По пути он большое внимание уделял оценке весеннего состояния природы. «22 апреля солнышко так грело, на полуденных косогорах луга зеленеть начали, показалась ветреница из-под песку, прилетели бакланы на р. Селенгу». Следует отметить, что П.С. Паллас первый стал наблюдать периодические явления в природе, он организатор фенологических наблюдений в России, составил в 1769 г. для членов экспедиции план этих наблюдений. Согласно плану, надлежало регистрировать ход температуры, вскрытие рек, сроки прилета птиц, цветения растений, пробуждение животных от спячки и пр. Путешественник дает характеристику рек и озер, встречавшихся на его пути. К примеру, «берега озера Уемукей-Ноор плоски и песчаны, на обсохшем дне лежит множество белой горьковатой соли, которую буряты собирают под именем хужир и варят с своим чаем» (Паллас, 1786) (цитируется и далее по тексту). Весной для Забайкалья характерны сильные ветры. Эту особенность подмечает и Паллас. «На дороге нас захватило великое ненастье, ужасною бурею в зимовье на Уде почти все окна и часть крыши сорвало. По Борзе на открытой степи бывают великие бураны, а зимой чрезвычайны метелицы».

Из Читы П.С. Паллас прошел на юго-восток и описал озеро Торей, отметив, что в него впадают две реки – Ималка и Ульдза. Озеро окружает «высокая открытая степь, изобилующая мелкими озерами, в которой стада дзеренов пасутся». Указал ученый на необычность флоры и фауны «множество редких и новых птиц, особенно журавлей множество, довольно количество даурских степных кошек, или манулов и до полуночи слышен был крик водяных жаб, коими степь Аргунская весьма обильна». Обратил внимание П.С. Паллас на наличие островной многолетней мерзлоты в степном Забайкалье. «Низменные места около Борзи имеют сию особенность, что поверх земли дерн от замерзающей воды подымается, а весной прежде чем растает, то опускается на свое место очень не скоро. Подобное примечают и около Аргуна». Путешествие П.С. Палласа по Забайкалью имеют величайшее значение, из материалов которого мы черпаем сведения о природе прошлого. Хотя оно было относительно коротким, ученый смог отметить главные особенности и закономерности природы Забайкалья.

*Работа выполнена в рамках темы госзадания (рег. № 121012190017).*

## **МАТЕРИАЛЫ**

**IV Всероссийской конференции  
«ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ И ТЕХНОГЕНЕЗ»,  
посвященной 300-летию РАН,  
300-летию первой научной экспедиции под руководством  
Д.Г. Мессершмидта в Забайкалье**

**05-09 августа 2024 г.  
г. Чита**

Научное издание

Утверждено к печати ученым советом  
Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН

Все материалы публикуются в авторской редакции  
с незначительными правками технического и стилистического характера

Подписано в печать 19.07.2024. Формат 60×84 1/8.  
Гарнитура Таймс.