

**Заключение диссертационного совета «НИ ТГУ.1.6.01»
по диссертации на соискание ученой степени доктора наук**

аттестационное дело № 78003/30 ДН-16.01

решение диссертационного совета от 07.12.2022 № 6

О присуждении **Хайрулиной Елене Александровне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора географических наук.

Диссертация «**Ландшафтообразование в условиях техногенного галогенеза**» по специальности **1.6.21. Геоэкология** принята к защите диссертационным советом «НИ ТГУ.1.6.01» 03.10.2022, протокол № 4.

Диссертация выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», в научно-исследовательской лаборатории биогеохимии техногенных ландшафтов.

Диссертация выполнена без назначения научного консультанта.

Официальные оппоненты:

1. доктор географических наук, профессор, **Опекунова Марина Германовна**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», кафедра геоэкологии, профессор;

2. доктор биологических наук, профессор, **Пузанов Александр Васильевич**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, исполняющий обязанности директора;

3. доктор геолого-минералогических наук, **Рыбникова Людмила Сергеевна**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория экологии горного производства, главный научный сотрудник;

4. доктор геолого-минералогических наук, профессор, **Язиков Егор Григорьевич**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение геологии, профессор.

Официальные оппоненты представили положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 107 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 60 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 23 работы (в том числе в зарубежных научных журналах, входящих в Scopus, опубликовано 7 работ; в российском научном журнале, входящем в Web of Science, опубликована 1 работа, в российских научных журналах, входящих в Scopus, опубликовано 2 статьи), в сборнике материалов конференции, представленных в издании, входящем в Web of Science, опубликовано 1 работа, раздел в коллективной монографии опубликован 1, в прочих научных журналах опубликовано 4 работы, в сборнике научных трудов опубликована 1 работа, в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-практических конференций опубликовано 27 работ, учебных пособия опубликовано 2; патент Российской Федерации получен 1. Общий объем работ – 44,99 а.л., авторский вклад – 21,23 а.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На автореферат поступили 7 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **Вольфсон И. Ф.**, канд. геол.-минерал. наук, ответственный секретарь дирекции Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, г. Москва, *без замечаний*
2. **Маслобоев В. А.**, д-р техн. наук, советник Генерального директора Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», научный руководитель Института проблем промышленной экологии Севера Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, *без замечаний*.
3. **Хомич В. С.**, д-р геогр. наук, доц., главный научный сотрудник лаборатории геосистем Института природопользования Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, *без замечаний*.
4. **Барях А. А.**, академик РАН, д-р техн. наук, проф., руководитель научного направления горной науки Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН, **Чайковский И. И.**, д-р геол.-минерал. наук, заведующий лабораторией геологии месторождений полезных ископаемых Горного института УрО РАН – филиала Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН, **Бачурин Б. А.**, канд. геол.-минерал. наук, доц., заведующий лабораторией геоэкологии горнодобывающих регионов Горного института УрО РАН – филиала Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН, *с замечаниями*: несколько неудачно использование в названии диссертации и в самой работе термина «галогенез»;

Дурнятская котловина и долина Усолки являются зонами природной разгрузки рассолов, поэтому не должны рассматриваться как техногенные, и соответственно, не вызывают трансформацию ландшафта; из работы не вполне ясно, создают ли природные и техногенные рассолопроявления экологические проблемы на различных территориях добычи калийных руд, есть ли у них общие признаки и существуют ли адекватные меры по экологической защите ландшафтов; название диссертации является излишне расширенным, так как не охватывает многие другие проблемы техногенной трансформации ландшафтов; предложенное для идентификации воздействия калийной промышленности использование только соотношений макрокомпонентов (Cl^- , K^+ , Na^+) не во всех случаях будет эффективным, особенно в случае наложения техногенного загрязнения на участки природного засоления или в случае значительного разубоживания техногенных потоков рассеяния; для решения данной задачи целесообразно привлечение информации по микроэлементному и органическому (продукты трансформации флотореагентов) составу вод, рассмотренных в диссертации недостаточно детально; предложенная технология снижения водопроницаемости основания солеотвалов с помощью метода тампонирувания горных пород направленной кристаллизацией водорастворимых и водонерастворимых солей вряд ли может быть реализована на практике, так как закачка предлагаемого раствора с помощью инъекционных скважин под существующие солеотвалы вряд позволит создать сплошной защитный экран; и *с вопросом*: Влияет ли изменение абиотических факторов на биоту и как компоненты этой биоты реагируют на изменения? 5. Жихарева О. И., канд. геогр. наук, доцент кафедры физической географии Ярославского государственного педагогического университета им. К. Д. Ушинского, *с замечаниями*: личный вклад автор сводит всего лишь к промежуточным этапам проведения исследования; в третьем и четвертом защищаемых положениях более уместно использовать вместо слов «проводится» и «обеспечивается» оборот «должна проводиться / должен обеспечиваться»; в описании факторов смены ландшафтов на слабощелочные и слабосолоноватые (с. 11) говорится о преобладании зональных видов водорослей «в видовом составе вод», при этом не вполне понятно, что подразумевается под видовым составом вод; при характеристике минерального анализа почвенного покрова (с. 21) стоило бы для большей ясности обозначить характеризуемый горизонт в символах почвоведения, то же самое касается «нижнего почвенного горизонта, мощностью 3–15 см» (с. 22); было бы интересно иметь представление, можно ли определить какие-то количественные показатели,

характеризующие границы зон, оптимизирующих пространственное распределение пунктов системы мониторинга, особенно если учитывать, что в рекомендуемой автором системе мониторинга «В пределах выделенных зон для *каждого* компонента (ландшафта?) устанавливаются свои требования к размещению наблюдательных пунктов»; в заключении начало формулировки выводов представляется не вполне удачным, поскольку имеет стиль отчета о выполненной работе: не характеризуются пространственно-временные модели трансформации почвенных характеристик..., возможные их варианты и т.п. (вывод 5); не указаны особенности системы эколого-геохимических индикаторов состояния...ландшафтов (вывод 6) и т.д. 6. **Петрищев В. П.**, д-р геогр. наук, доц., ведущий научный сотрудник Института степи УрО РАН – обособленного структурного подразделения Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН, *с замечаниями:* в автореферате отсутствуют картографические схемы описываемых геосистем, в связи с этим неясно, насколько меняются ландшафтное разнообразие и устойчивость при техногенной трансформации геосистем в результате калийного производства; неясно, насколько применимы полученные выводы о техногенном ландшафтогенезе на Верхнекамском месторождении калийных солей к другим объектам недропользования, связанным с добычей калийных солей; так и не ясно мнение автора в отношении эффективности рекультивации техногеосистем Верхнекамского месторождения калийных солей. 7. **Шенфельд Б. Е.**, д-р техн. наук, проф., научный руководитель Уральского государственного научно-исследовательского института региональных экологических проблем, г. Пермь, *с замечанием:* из автореферата неясно, каким образом сочетается создание защитных экранов с мероприятиями по технической рекультивации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– *определены* природные и техногенные факторы формирования ландшафтно-геохимической структуры в районах природного и техногенного галогенеза;

– *разработаны* пространственно-временные модели трансформации почвенных характеристик при разовом аварийном поступлении Na–Cl техногенных потоков в почвы промывного режима и почв супераквальных ландшафтов при различной глубине залегания Na–Cl подземных вод;

– *предложена* система эколого-геохимических индикаторов для оценки трансформации таежных природных геосистем в условиях интенсивного техногенного

галогенеза в результате разработки калийного месторождения; *показана* эффективность использования соотношений макрокомпонентов для идентификации воздействия калийной промышленности;

– *разработаны* теоретические основы направлений природоохранных работ для снижения влияния отходов калийной промышленности на окружающую среду, которые включают в себя восстановление защитной функции пород в основании объектов хранения отходов с помощью методов тампонирования горных пород и защиту солевой толщи от атмосферных осадков сформированным почвенно-растительным покровом, для контроля эффективности природоохранных мероприятий предложена система мониторинга состояния окружающей среды;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– *создана* методологическая основа оценки трансформации геохимической структуры и функционирования ландшафтов в условиях техногенного галогенеза; *изложены* закономерности миграции природных и техногенных Na–Cl потоков в природных и природно-техногенных ландшафтах с выделением этапов аккумуляции и рассеивания солей и элементов-примесей, активизации процессов ионного обмена и выщелачивания;

– *разработаны* теоретические основы мониторинга состояния окружающей среды при разработке месторождений калийных солей с учетом особенностей миграции основных загрязнителей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– *разработаны и внедрены методы исследований* с выделением различных стадий, форм и индикаторов трансформации ландшафтов при разработке месторождения калийных солей;

– *разработаны* методы восстановления нарушенных земель при горнодобывающей деятельности;

– результаты исследований *использованы* для разработки программ мониторинга состояния окружающей среды и в качестве экологического обоснования стали частью проектной документации Гарлыкского горно-обогатительного комбината (Туркменистан), ПАО «Уралкалий» (г. Березники Пермского края), АО «Верхнекамская калийная компания» (г. Березники Пермского края) и АО «ЕвроХим» (г. Березники Пермского края)

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– *теория построена* на методологии ландшафтно-геохимических исследований, дополнена эколого-геохимическим подходом с использованием геохимических, минералогических и биогеохимических методов;

– *результаты получены* на основе 315 образцов поверхностных и подземных вод, 220 образцов снежных талых вод, 250 образцов почв, 115 донных отложений, 45 проб растительности и 90 проб зообентоса;

– химические анализы *проводились* в аттестованных лабораториях;

– обработка данных *проводилась* с использованием специализированных компьютерных программ AqQA, Statistica и стандартных средств Microsoft Office.

Установлено наличие следующих соответствий:

1. *Соответствие критическим технологиям:* 19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.

2. *Соответствие приоритетным направлениям:* 6. Рациональное природопользование.

3. *Соответствие приоритетам научно-технологического развития:* Возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

– **научная новизна** полученных результатов заключается в выявлении многофакторности техногенного галогенеза в таежных ландшафтах, особенно ярко проявляющегося в супераквальных ландшафтах. Впервые установлено, что в аллювиальных почвах наиболее интенсивно проявляются процессы засоления в результате близкого расположения или площадной разгрузки засоленных подземных вод; установлены процессы активизации сульфидогенеза и оксидогенеза в аллювиальных ландшафтах. Впервые описано формирование техногенных сульфидных солончаков в районах влияния калийных предприятий; предложена система эколого-геохимических

индикаторов для оценки трансформации таежных природных геосистем в условиях интенсивного техногенного галогенеза в результате разработки калийного месторождения. Показана эффективность использования соотношений макрокомпонентов для идентификации воздействия калийной промышленности; разработаны теоретические основы мониторинга состояния окружающей среды при разработке месторождений калийных солей, с учетом особенностей миграции основных загрязнителей; предложены способы защиты подземных вод от поступления фильтрационных стоков с солеотвалов и шламохранилищ, рекультивации солеотвалов и шламохранилищ и восстановления нарушенных земель при засолении;

– **личный вклад** соискателя заключается в определении цели и формулировании задач, выборе способов решения и методов исследования, анализе и интерпретации полученных результатов, в написании научных статей, подготовке и представлении докладов на конференциях, симпозиумах и семинарах. Основные научные результаты получены в рамках выполнения следующих проектов под руководством соискателя: проект № 01201150308 «Формирование природно-техногенных геосистем в районах развития галогенных формаций» по заданию Минобрнауки России (2011); 3 проекта РФФИ: № 12-05-09286-моб_з «Научный проект «Влияние разработки месторождения калийных солей на химию поверхностных и подземных вод» для предоставления на научном мероприятии «9-й Международный симпозиум по геохимии окружающей среды» (2012); № 12-05-31130 «Трансформация природных геосистем в районах техногенного галогенеза» (2012–2013); № 15-05-07461 «Ландшафтно-геохимическая структура в условиях техногенного галогенеза» (2015–2017); проект № 2019–0858 Минобрнауки России «Биогеохимические и геохимические исследования ландшафтов в условиях разработки месторождений полезных ископаемых, поиск новых методов мониторинга и прогноза состояния окружающей среды» (2020–2024); проект «Внедрение технологий снижения негативного воздействия на окружающую природную среду и рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений полезных ископаемых» в рамках Программы деятельности научно-образовательного центра мирового уровня «Рациональное недропользование» на 2019–2024 годы при финансовой поддержке Минобрнауки России (распоряжение Правительства РФ от 30 апреля 2019 г. № 537) (2021), а также другие проекты, в которых соискатель участвовала в качестве исполнителя.

Диссертация является научно-квалификационной работой, отвечающей критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук Национальным исследовательским Томским государственным университетом.

На заседании 07.12.22 диссертационный совет принял решение присудить **Хайрулиной Елене Александровне** ученой степень доктора географических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.6.21. Геоэкология, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 10, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Земцов Валерий Алексеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Квасникова Зоя Николаевна

07.12.2022

