

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Хайрулиной Елены Александровны
«Ландшафтообразование в условиях техногенного галогенеза»
по специальности 1.6.21. Геоэкология на соискание ученой степени
доктора географических наук

Актуальность темы диссертации. Разработка калийных месторождений провоцирует экологические проблемы, основные проявления которых зависят преимущественно от техногенных факторов. В результате продолжительного проявления процессов техногенного галогенеза происходит устойчивое засоление рек, загрязнение подземных вод, почв, изменяется ландшафтно-геохимическая обстановка на больших территориях. Поскольку ионный состав загрязненных водных объектов отличается от естественных морских и солоноватых вод, повышенные концентрации калия и магния могут быть смертельными для живых организмов аквальных ландшафтов, так, например, повышение концентрации калия в речных водах до 80 мг/л и более оказывает токсический эффект. Изменение видового состава экосистем наблюдается не только в аквальных сообществах. В результате поступления хлоридов калия и натрия в атмосферу формируются локальные площадные техногенные аномалии с повышенным содержанием солей в почвенном покрове.

Процессы выщелачивания солей подземными водами в заброшенных и затопленных шахтах вызывают оседание земной поверхности и формирование провалов, процессы деформации и сдвиги грунтов могут достигать региональных масштабов. Высокая растворимость соляных пород приводит к тому, что затопление шахт может происходить за несколько часов.

Загрязнение окружающей среды в районах разработки калийных месторождений происходит повсеместно. Высокоминерализованные дренажные воды оказывают негативное влияние на приповерхностную гидросферу и литосферу. На каждую тонну добытого полезного ископаемого приходится 78% отходов, значимый вклад в ухудшение состояния окружающей среды вносят солеотвалы, шламохранилища и рассолосборники.

Необходимость разработки методологии комплексной оценки воздействия разработки калийных месторождений на состояние всех компонентов окружающей среды и выявление процессов, определяющих ландшафтообразование в условиях техногенного галогенеза, несомненно является актуальной.

Структура и содержание работы. Диссертация состоит из 6 глав, общий объем ее 285 страниц, список литературы включает 316 наименований. Текст сопровождаются многочисленными иллюстрациями и таблицами. Первая часть работы (главы 1-2) посвящена теоретическим и методологическим основам ландшафтно-геохимических исследований природного и техногенного галогенеза. Во второй части работы (главы 3-5) проанализированы факторы формирования ландшафтно-геохимической структуры районов развития галогенных формаций, последствия отработки Верхнекамского месторождения калийных солей. В третьей части (6 глава) приводится описание применения авторской методики на ключевых участках, обосновывается технология защиты окружающей среды, обосновывается структура, задачи, содержание и виды мониторинга.

Научная новизна представленной диссертационной работы заключается в выявлении и систематизации основных процессов, сопровождающих природный и техногенный галогенез в районах близкого залегания соляно-мергельных толщ.

Выход на поверхность по карстовым каналам и тектоническим трещинам хлоридных натриевых вод рассольного горизонта приводит к снижению роли зональных ландшафтообразующих факторов, которые определяют формирование среднетаежных и южно-таежных ландшафтов кислого и кисло-глеевого класса. Таким образом формируются солончаковые ландшафты и вторичные солончаки с сульфатно-хлоридным натриевым типом засоления.

Водная миграция водорастворимых солей и примесей со стороны солеотвалов и шламохранилищ становится основным фактором формирования природно-техногенных ландшафтов. Поступление загрязнителей с дренажными стоками в подземные и поверхностные воды приводит не только к их прямому загрязнению, но в том числе к подъему уровня засоленных подземных вод. Таким образом формируется вид засоления, который отличается большей солевой нагрузкой и проявляется на значительном удалении от источников загрязнения, в долинах загрязненных рек разгружаются соленые родники и формируются ареалы засоленных почв.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Высокая степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, определяется:

- систематизацией и обобщением современных публикаций, посвященных исследованиям, с помощью которых устанавливается уровень загрязнения компонентов природной среды, степень участия техногенных мигрантов в биологическом круговороте, прогнозируется распространение техногенных веществ;
- проведением многочисленных высокоточных определений химического состава поверхностных и подземных вод, почв, снегового покрова;
- детальным анализом фактических материалов изучения компонентов наземных и аквальных ландшафтов на ключевых участках с учетом расположения объектов калийных предприятий и разгрузки засоленных подземных вод;
- апробацией основных научных положений на профессиональных конференциях и публикацией в рецензируемых журналах.

Практическая ценность полученных результатов. Автором разработаны методические подходы к проведению опробования различных компонентов окружающей среды: подземных и поверхностных вод, почв, растительности, снегового покрова, техногенных объектов; предложена методика обработки обширной разнообразной информации с использованием набора безразмерных показателей (индикаторов), что открывает широкие возможности для анализа, сопоставления и интерпретации разнородных данных. Эти подходы были реализованы на представительном наборе конкретных объектов разного уровня сложности.

Значимость результатов для науки. Установлены пространственно-временные закономерности ландшафтно-геохимических процессов в условиях природного и техногенного галогенеза; показано, что основными причинами негативных изменений окружающей среды является продолжительное поступление водорастворимых солей и элементов-примесей, миграционная способность которых существенно возрастает при разработке месторождений калийных солей.

Основные замечания оппонента сводятся к следующему.

1. В подразделе 1.5.3 (эколого-геохимическая оценка) указывается, что «...для оценки трансформации химического состава снежного покрова использованы несколько показателей: соотношение Cl/Na (моль), Cl/ SO₄ (моль), Na/K (моль)». Эти показатели

безразмерные, поскольку определяется соотношение двух компонентов в моль/л. Эта описка растиражирована по всему тексту.

2. Для характеристики трансформации химического состава поверхностных и подземных вод проводилось сравнение с фоновыми концентрациями химических веществ и ГН 2.1.5.1315-03 (с. 47). Выбор фоновых концентраций является нетривиальной задачей, но к сожалению, в работе не приведены ни методы их обоснования, ни их значения. В статье, на которую дается ссылка [Khayrulina, 2016], эти вопросы не освещаются в должном объеме. В ГН 2.1.5.1315-03 приводятся ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Вряд ли воды в районе шламохранилища возле р. Ленвы используются для таких целей (табл. 5.4). В рассматриваемых условиях более корректным для сравнения является использование ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения (что и сделано, например, в таблице 4.4).

3. В разделе 5.2 (поверхностные и подземные воды) приводятся результаты сравнения содержания основных ионов с фоновыми значениями. Непонятно, они одинаковые или различаются для подземных и поверхностных вод, как они были определены и какие фактические значения принимают.

4. Некорректно приведено выражение (словесное) для расчета SAR как «отношение концентрации Na^+ к квадратичному корню суммы Ca^{2+} и Mg^{2+} » (с. 48), это *квадратный корень полусуммы* кальция и магния.

5. Построение диаграмм Дурова, Пайпера выполнено в программе AqQA (с. 49). Ссылки на программный продукт нет, в интернете также нет подходящего варианта.

6. В 2013-2015 гг. было проведено исследование химического состава поверхностных вод и почв на территории Дурнятской котловины с целью определения влияния хлоридно-натриевых источников на аквальные и наземные экосистемы (с. 79). Рисунок 3.4 очень мелкий, без масштаба, взаиморасположение пунктов неизвестно. Химический состав исследуемых водных объектов (8 проб) представлен в таблице 3.2. Разброс показателей очень значительный, так, содержание хлор-иона от <0,5 до 1943 мг/л, даты опробования не приведены. Из озера Белое вытекает ручей Исток, но показатели его химического состава почти в 2 раза выше. Причина такого «концентрирования» непонятна. Возможно, это произошло потому, что опробования проводились не одновременно, однако фактор сезонности в данном контексте не рассматривается.

7. Существование прямой корреляция содержания Cl^- и микроэлементов объясняется наличием последних в составе хлоридов или хлорсодержащих комплексов (с. 89). В доказательство приводится рисунок 3.9 (Зависимость содержания некоторых микроэлементов и хлор-иона в воде изучаемых водотоков) и ссылка на Таблицу В.4¹ (химический состав поверхностных вод ООПТ «Дурнятская котловина», 2013, 2015 гг.). Диапазон изменения хлор-иона на графике от 0 до 20 мг/л. Фактические данные, приведенные в табл. 3.2 и 3.3, показывают, что диапазон изменения хлор-иона в р. Пожве, руч. Исток от 35 до 1943 мг/л, в р. Усолка от 442 до 547 мг/л. Непонятно, почему именно на таком (ничтожно низком и нехарактерном для большинства рассмотренных объектов) диапазоне изменения хлор-иона выполняется доказательство связи его с микроэлементами, тем более, что этот материал расположен в подразделе 3.2.2 (древние рассолоподъемные скважины).

¹ В тексте диссертации отсутствует.

8. Название таблицы 4.4 (химический состав фильтрационного стока, подземных вод и реки в районе влияния шламохранилища) не отражает ее содержания, приводится, видимо, только что-то одно из перечисленного, либо это результат осреднения.

9. Раздел 5.1 (атмосферный воздух) достаточно трудно воспринимается: нет графики, показывающей расположение точек опробования; их количество разное в разные годы (рис. 5.3, 5.4); на графиках (рис. 5.5-5.7) показатели привязаны к 6 типам зон, но где они находятся, где выполнялись опробования, в каком количестве и почему, не объясняется.

10. Непонятно, какой классификацией пользуется автор для характеристики состава вод, например, «...гидрокарбонатный класс с кальциевой группой природных вод сменяется на хлоридный класс, натриевую и натриево-кальциевую группу третьего типа» (с.130).

11. В таблице 6.3 (система эколого-геохимических индикаторов при ведении мониторинга состояния окружающей среды на калийных предприятиях) выделена группа геологических индикаторов, включающих в качестве компонентов горные породы и подземные воды. Ниже в описании состава работ горные породы не упоминаются вообще. Наверное, этот компонент в каком-то виде характеризуется результатами мониторинга почв, а мониторинг собственно горных пород не проводится (что правильно, поскольку непонятно, каким образом происходит и в чем заключается загрязнение горных пород). В перечне индикаторов для подземных вод почему-то отсутствует определение коэффициента концентрации загрязняющего вещества (K_c) и суммарного показателя загрязнения (Z_c). Кроме сравнения с фоном необходимо также проводить оценку содержания компонентов по сравнению с соответствующими ПДК.

В качестве общих замечаний хотелось бы отметить отсутствие выводов по главам, невозможность проследить, на основании каких именно разделов были сформулированы защищаемые положения. При этом изложение в автореферате построено именно по защищаемым положениям. Отметим, что их весомость в автореферате очень разная: для доказательства первого потребовалось 11 страниц, второго и третьего – по 4 страницы.

Вместе с тем, указанные замечания ни в коей мере не умаляют значимости диссертационного исследования.

Характеризуя работу в целом, следует отметить, что диссертация является законченным исследованием, посвященным актуальной в научном и практическом отношении проблеме. Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в тексте работы и в защищаемых положениях, являются новыми и достоверными, обоснованными анализом и интерпретацией фактических данных.

Автором систематизированы и тщательно обработаны многочисленные литературные источники и материалы исследований, характеризующие ландшафтно-геохимические, минералогические, биогеохимические, геологические, гидрогеологические особенности рассматриваемой территории. Несомненным достоинством работы является многообразие рассмотренных в ней проблем и возможность дальнейшего развития предлагаемых подходов к их решению.

Диссертация написана хорошим литературным и специальным языком. Список литературы свидетельствует о всестороннем учете современного состояния рассматриваемой проблемы. Автореферат соответствует диссертации, опубликованные в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, и других изданиях работы в полной мере отражают ее основные положения. Содержание работы многократно докладывалось на различных конференциях и совещаниях.

Диссертационная работа «Ландшафтообразование в условиях техногенного галогенеза» соответствует требованиям действующего Положения о порядке присуждения учёной степени доктора наук НИ ТГУ, ее автор, Хайрулина Елена Александровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Официальный оппонент:
главный научный сотрудник
лаборатории экологии горного производства
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Институт горного дела Уральского отделения
Российской академии наук
620075, Россия, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
Тел.: +7(343) 350-21-86; E-mail: direct@igduran.ru
Web: <http://igduran.ru>,
Доктор геолого-минералогических наук
25.00.07 – Гидрогеология,

22 ноября 2022 г.

Подпись Л.С. Рыбниковой удостоверяю
Начальник отдела кадров



Рыбникова Людмила Сергеевна

С.В. Коптелова