

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИГМ СО РАН

Член-корр. д.г.-м.н. Н.Н. Крук



«07» марта 2025 г.

**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
на диссертационную работу Чередовой Татьяны Викторовны**

«Эколого-геохимическая обстановка на закрытых хранилищах промышленных и коммунальных отходов Улан-Удэнской агломерации», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – «Геоэкология»

Диссертационная работа Татьяны Викторовны Чередовой объемом 178 страниц состоит из «Введения», четырех Глав с разделами, Заключение. Список литературы составляет 221 наименование. Текст написан хорошим профессиональным языком, проиллюстрирован 40 рисунками, 41 таблицей и приложениями (А, Б, В, Г).

**Актуальность темы и цели.**

В связи с ростом уровня жизни, промышленной активности и численности населения во многих странах мира стремительно увеличивается и количество отходов, особенно твердых бытовых, коммунальных и промышленных. Полигоны, используемые для захоронения отходов, зачастую переполнены или находятся на грани заполнения. Во многих исследованиях подтверждается, что почва, воды, воздух и другие компоненты в районе воздействия полигонов загрязнены как потенциально токсичными элементами (например, Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, Hg), так и органическими соединениями (например, полициклические ароматические углеводороды и полихлорированные бифенилы). Их содержание может значительно превышать нормативные показатели.

Западное Забайкалье не стало исключением и имеет проблемные техногенные объекты, требующие разностороннего внимания. Цель диссертационной работы Татьяны Викторовны Чередовой, посвященная оценке эколого-геохимического состояния окружающей среды на объектах захоронения отходов производства и потребления, расположенных в пределах Улан-Удэнской агломерации, крайне актуальна и успешно достигнута. *Тематика диссертационной работы актуальна в современном мире и отвечает одному из главных стратегических ориентиров, большим вызовом для общества, приведенных в Указе Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. №145 «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации».* Существенным плюсом диссертационной работы является комплексный подход Татьяны Викторовны в изучении техногенных объектов: рассматривается большая часть составляющих техногенной системы (грунт, конденсат, растения, подземные воды, снег и взвешенное вещество, переносимое со снегом) по многочисленным параметрам, так же в работе рассмотрена миграция широкого спектра элементов.

**Новизна исследования, полученных результатов и практическая значимость.**

Впервые в Забайкалье изучено влияние закрытых нерекультивированных полигонов размещения промышленных и коммунальных отходов на компоненты окружающей среды: почва/грунты, растения, подземные воды, испаряющаяся влага (конденсат), снеговой покров. Показано, что отходы промышленного производства имеют наибольшую степень влияния на окружающую среду, по сравнению с бытовыми и коммунальными, а полигоны складирования золошлаковых отходов – наименьшее влияние, из рассматриваемых типов отходов. Для бытовых отходов степень загрязнения определяется временем закрытия свалки – наибольшая степень влияния характерна «молодым» свалкам. Установлено, что эоловый перенос вещества с



полигонов оказывает влияние и в зимнее время. Наибольшее влияние золотого переноса установлено на свалке золошлаковых отходов, где пылевая нагрузка провоцирует степень загрязнения от средней до высокой. Выявлено, что корни полыни веничной (*Artemisia scoraria*) могут быть использованы в качестве главного индикатора биомониторинга полигонов. Сопоставление данных по распределению потенциально опасных элементов в системе почва/грунт – конденсат – растение, дали основание для вывода об использовании конденсата в качестве второго индикатора, используемого при мониторинге состояния объектов размещения отходов.

*Практическое значение полученных результатов* состоит в том, что они являются основой для принятия решений об организации по ликвидации и рекультивации накопленного экологического вреда нарушенных территорий; полезны представителям органов государственной власти соответствующих субъектов федерации, а также организациям и ведомствам, отвечающим за экологический мониторинг. Кроме того, результаты могут быть использованы в рамках создания национальных программ мониторинга полигонов складирования отходов.

### **Фактический материал, методы исследований и степень достоверности.**

Диссертационная работа основана на комплексном рассмотрении техногенных систем четырёх полигонов в период 2021-2023 г.г. Первый тип – полигон бытовых и коммунальных отходов (объекты в п.Сотниково и п.Стеклозавод). Второй тип – полигон золошлаковых отходов (п.Площадка). Третий тип – полигон промышленных отходов (п.Восточный, падь Бабасанова). Общее количество образцов 150 (снег, почвы/грант, растения, конденсат, подземные воды). Фактический материал был получен автором с коллегами. Изучались как непосредственно места складирования, так и зоны их влияния, и условно-фоновые территории каждого из полигонов.

Отбор проб и их пробоподготовка осуществлялась в соответствии с утверждёнными методиками и нормативными документами. Пробы конденсата были отобраны с использованием мобильной установки по сбору конденсата, разработанной сотрудниками лаборатории гидрогеологии и геоэкологии ГИН СО РАН (Плюснин А.М, Залуцкий А.В.), принцип работы установки опубликован в работе Чередовой Т.В. [Чередова и др., 2023].

В изучении физико-химических особенностей почв/грунтов применялись общепринятые методы почвенных и агрохимических исследований: метод пипетирования с предварительной пробоподготовкой растиранием с пирофосфатом натрия; потенциометрический метод; оксититрометрический метод Тюрина в модификации Никитина и др. В изучении химических и минералогических особенностей твердого вещества и вод применялся комплекс современных методов анализа: потенциометрия, гравиметрия, фото-колориметрия, метод капиллярного электрофореза, метод лазерной дифракции, растровая электронная микроскопия, рентгенофлуоресцентный метод, ИСП-МС.

**Личный вклад автора** заключается в непосредственном участии во всех этапах работ, самостоятельном проведении пробоподготовки всего отобранного фактического материала, экспериментальных полевых и лабораторных работ, в выполнении комплекса минералого-геохимических исследований; обработки и интерпретации аналитических данных. Автором, проведён сбор и анализ фондовой и опубликованной литературы по тематике диссертации и особенностям территории, где расположены объекты исследования. Положительные впечатления производят экспериментальные полевые работы по исследованию конденсата в таких сложных, многокомпонентных объектах исследования. Обобщение полученных результатов с нормативными документами о содержаниях элементов, а также с фоновыми значениями, позволили диссертанту реализовать эколого-геохимическое исследование на выбранных объектах. Личный вклад в эти работы не вызывают сомнений.

**Основные результаты** по теме диссертации докладывались на конференциях: российских (Улан-Удэ, 2021, 2022, 2023 г.г.; Улан-Удэ – Горячинск, 2021 г.; Улан-Удэ – Максимиha, 2024 г.; Чита, 2021, 2022 г.г.); на всероссийских с международным участием (Иркутск, 2022 г.; Томск,



2023 г.; Биробиджан, 2024 г.); международных (Улан-Удэ, 2023 г.; Екатеринбург, 2024 г.). Результаты представлены на республиканском конкурсе научно-популярных докладов «Научные битвы – 2023» (Улан-Удэ, 2023 г.). По теме диссертации опубликовано 18 работ, из них 5 в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, в т.ч. 1 статья WoS и 1 статья RSCI.

**Достоверность** результатов обеспечена представительностью отобранных проб, методиками их отбора и подготовки к анализу, использованием классических и современных методов анализа, применением аттестованных аналитических методов анализа на базах аккредитованных лабораторий.

#### **Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом.**

**В первой главе** представлен литературный обзор по состоянию проблемы на сегодняшний день. В *разделе 1.1.* данной главы показано, что состав и, следовательно, тип полигонов определяется особенностями скирдуемых веществ и материалов. В этом разделе дана общая информация о процессах (физических, химических, биохимических), возможных на свалках коммунальных и промышленных отходов в зависимости от мощности тела свалки. Для полигонов коммунальных и промышленных отходов предполагается схожесть процессов, а разница – в скорости биодegradации (она ниже на промышленных). *Раздел 1.2.* детализирует понимание компонент среды, формирующихся в пределах техногенных тел, и находящихся под влиянием техногенной составляющей. *Раздел 1.3.* отражает реализацию мониторинга свалок в РФ, а также актуализирует проблематику отсутствия общепринятой, единой системы/программы с четким и конкретным набором параметров, необходимых для мониторинга, и перечнем компонент, требуемых к рассмотрению. Приведенная информация привлекает внимание и актуализирует необходимость совершенствования имеющихся основ мониторинга в виде комплексных программ, принятых и реализуемых для подобных объектов РФ.

Замечания к первой главе: Акцент в *разделе 1.1.* сделан на описании преобразования органического вещества с последующим формированием биогаза (выделено пять фаз), тогда как не хватает детализации об особенностях поведения тяжелых металлов в теле свалок. В *разделе 1.1.* не хватает ссылок на литературные источники. В частности, страницы 10, 11, 16 имеют абзацы с текстом без ссылок. Также в данном разделе встречается аббревиатура без расшифровки, например, стр. 23 (ТКО, ТМ).

Структура *первой главы* выстроена на наш взгляд не очень удачно, поскольку в качестве исходной информации не хватает сведений о масштабах проблематики для РФ и для мира, не хватает понимания за счет чего происходит негативное влияние на окружающую среду. Этот момент как раз раскрывается в *разделе 1.2.* В нем хорошо и детально актуализируется проблематика, описаны факторы влияния на среду. Этот раздел уместней было бы отразить первым.

Вопросы по первой главе: На стр. 24 приведены данные по ПДК<sub>почв</sub> (таблица 1.1), в частности значение для хрома в 100 мкг/кг. Какой нормативный документ, регламентирует это значение и для какой формы хрома оно представлено? По СанПиН 1.2.3685-21 и ГН 2.1.7.2041-6 для хрома существует 2 разновидности ПДК: Cr<sup>6+</sup> (0.05 г/т) – валовая форма, Cr<sup>3+</sup> (6 г/т) – подвижная форма.

Рекомендации по первой главе: Для решения проблемы неравномерного характера захоронения отходов (стр. 18) и оценки содержаний в таких объектах, возможно использование статистических методов и подходов, применяемых для оценки фона [Matschullat J., Ottenstein R., Reimann C. Geochemical background – can we calculate it? // Environmental geology. – 2000. – Iss. 39. – P. 990-1000; Reimann, C., Fabian, K., Birke, M., Filzmoser, P., Demetriades, A., Négrel, P., ... & Sadeghi, M. GEMAS: Establishing geochemical background and threshold for 53 chemical elements in European agricultural soil // Applied geochemistry. – 2018. – Iss. 88. – P. 302-318].



**Вторая глава** отражает особенности (рельеф, геологическое строение, геоморфологию, гидрогеологию, климат, растительность) участка исследования, Улан-Удэнской агломерации. Подробно описаны типы почв и опасные природные процессы и явления в пределах участка исследования. Составлен краткий исторический очерк об организации свалок на изучаемой территории с 1940- х гг. по настоящее время. Глава написана логично и четко.

Замечания ко второй главе: В *разделе 2.1.* дается детальное описание локальных участков агломерации, но отсутствует привязка на карте к планируемым для изучения (свалкам, наличие которых не отражено на карте – рис. 2.1). Это затрудняет восприятие информации – соотношение потенциальных факторов влияния на поведение элементов в пределах изучаемой территории. Демонстрация расположения участков изучения на геологической карте необходима в подобных работах.

Вопросы по второй главе: О влиянии полезных ископаемых на геохимический фон территории Улан-Удэнской агломерации нет информации в диссертации. Какие полезные ископаемые определяют фон территории и возможно ли их сопутствующее влияние на условно-фоновые участки объектов исследования?

Влияет ли сейсмическая активность на эманацию потенциально опасных элементов (например, ртути) через зоны разлома? Каково соотношение разломных зон и объектов исследования? Находятся ли места расположения свалок в таких зонах?

**Третья глава** – методическая. В ее *разделе 3.1.* приведены схемы и подробно описаны участки исследования (состав складываемого вещества на полигоны, степень заполнения, особенности подстилающих пород и соотношение с подземными водами). *Раздел 3.2.* отражает методы исследования. Непременным достоинством является рассмотрение широкого спектра элементов в многокомпонентной системе каждого из участка, что позволяет всесторонне оценить их геохимическое и экологическое состояние.

Замечания к третьей главе: В таблице 3.3. *раздела 3.1.* нет ссылки на литературный источник, откуда взяты данные. Данный раздел уместней было разместить во второй главе при описании Улан-Удэнской агломерации, чтобы четко можно было отследить расположение участков на геологической карте, соотношение с потенциальными природными факторами (например, влияние полезных ископаемых, влияние зон разлома и пр.).

В *разделе 3.2.* на рисунках 3.6-3.9 не обозначено расположение точек опробования условно-фоновых участков. Несмотря на использование диссертантом большого количества методов пробоотбора и анализа, что создаёт хорошее впечатление о главе, этот раздел написан очень скомкано; необходима четкая структура (полевые работы, в том числе экспериментальные; камеральные работы; аналитические работы; обработка полученных данных). Данный раздел нуждается в конкретизации некоторых моментов по отбору проб (см. ниже уточняющие вопросы). Для всех используемых методов необходимо указывать пределы обнаружения определяемых элементов, стандарты сравнения. Отсутствует описание статистической обработки данных. Указанные замечания вызывают ряд уточняющих и дополняющих вопросов:

Страница 70:

Правильно ли мы поняли, что отбор почв/грунтов на условно-фоновых и техногенных участках осуществлен на разных глубинах (горизонтах). Для условно-фоновых участков опробовано 2 горизонта – 0-20 и 20-40 см, а для техногенных участков – один (0-20 см). Какова цель такого подхода? Не ясно как тогда проводилось последующее сравнение содержаний между двумя типами участков? Проводилось ли усреднение проб на условно-фоновых участках?

При подготовке проб к анализу: « ...пробы просеивали через сито с диаметром 1 мм, истирались в фарфоровой ступке .... до состояния пудры...». Далее по тексту написано, что в пробах определяли гранулометрический состав. Возможно, автор упустил в тексте описание, что пробы для грансостава готовили отдельно.



Почему гранулометрический состав для почв/грунтов проводился «методом растирания в пирофосфате натрия» (который является этапом подготовки и предполагает последующее определение грансостава методом пипетирования), а для твердого осадка снега (стр. 76) с помощью лазерного анализатора частиц? Далее нигде по тексту не уточняется, что эти два объекта анализировали различными методами анализа.

Страница 71:

-Почему фитотоксичность почв и снега (стр. 78) определялась не на всех объектах? Здесь нужно было обосновать.

Страница 72:

- Как отбирались подземные воды на катионы и анионы (тип посуды, фильтрование, консервация при необходимости)?

- Спустя какое время после отбора проводился анализ проб?

- Почему нестабильные параметры, в частности рН, не измерялся на месте (в полевых условиях)? Почему не измерялись значения Eh и кислорода в целом?

- Какими методами, на каких приборах (какие пределы обнаружения) проведены анализы 16 показателей (5ый абзац)?

Страница 74:

- Каковы особенности отбора конденсата (тип посуды, фильтрование, консервация при необходимости)? Почему замеры неустойчивых параметров не проводились на месте при отборе?

- Почему КЭФ не использовали для подземных вод, а только для конденсата?

Страница 77:

В разделе «*Отбор проб растений, пробоподготовка, методы исследования*» при описании растительности сообщается, что в теле свалки в местности Бабасонова падь был отобран гриб. На наш взгляд результаты исследования по одному грибу не стоило приводить, так как одна пробы не отражает действительную картину распределения элементов. Так же осталось непонятным почему при исследовании древесных растений не был определен их возраст, так как при исследовании многолетних растений это всегда учитывается?

В **четвертой главе** представлены все полученные результаты. Более детально мнение о главе выразим по каждому разделу отдельно или в соответствии с принадлежностью к защищаемым положениям.

В **разделе 4.1. четвертой главы** представлены результаты исследования физико-химических свойств и химического состава почв и грунтов, а также приведено морфологического описание изучаемых природно-техногенных отложений (приложение В). В **разделе 4.2** охарактеризованы подземные воды. В **разделе 4.5** охарактеризованы растения, проводится выявление особенностей распределения элементов в системе «растение – конденсат – почва». Раздел 4.5 не вызвал нареканий.

Вопросы по разделу 4.1. четвертой главы:

- стр. 82: приведены в тексте содержания гумуса 1.79-2.64 и 0.76-2.45 %. Как они соотносятся со значениями гумуса из таблицы 4.1, где нет этих цифр. Возможно они получены усреднением данным? Осталось не ясным. Также из таблицы 4.1. неясно, что за результаты указаны для точек 3-5 (п.Сотниково), т.2-3 (п.Стеклозавод), т.3-4 (п.Площадка), т.3-6 (падь Бабасанова) – возможно это средние значения?

- стр. 83: почему не анализировалась ртуть в почвах/грунтах в районе воздействия свалки в п.Сотниково? Ведь как написано на стр.56, там встречаются отходы люминесцентных ламп и термометров. Аналогичный вопрос для свалки с промышленными отходами (падь Бабасанова) и золошлаковых отходов (п.Площадка).

- Какой был критерий при выборе значения ПДК для почв/грунтов (табл. 4.2-4.6)? рН водных вытяжек из почв и грунтов (табл. 4.1) указывает на то, что они – слабощелочные и щелочные. В нормативах СанПиН 1.2.3685-21 и ГН 2.1.7.2041-6 в зависимости от типа почв и



кислотности (песчаные/супесчаные; кислые  $pH < 5.5$ , суглинки/глины; нейтральные  $pH > 5.5$ , суглинки/глины) существует диапазон значений для валовой формы (в г/т): Cd (0.5, 1, 2), Cu (33, 66, 132), As (2, 5, 10), Ni (20, 40, 80), Pb (32, 65, 130), Zn (55, 110, 220). Для хрома существует 2 разновидности ПДК:  $Cr^{6+}$  (0.05 г/т) – валовая форма,  $Cr^{3+}$  (6 г/т) – подвижная форма.

- стр. 84 автор пишет: «Средние концентрации химических элементов в образцах..... относящимся к группе тяжелых металлов: Sr, Mo, Cs, Se, Co, Ni, Cu, Zn, Cl, S, W, Pb, U, Ge.....». Почему автор элементы Cl и S относит к тяжелым металлам, которые не относятся к металлам, уж тем более к тяжелым?

- стр. 85 (табл.4.3) и стр. 89 (табл. 4.5): как посчитали среднее по одной точке (условно-фоновый участок т.1)?

- Как объясните факт повышенных содержаний большей части элементов на условно-фоновой территории по сравнению с телом свалки п.Стеклозавод, приведенных в табл. 4.3?

- стр. 89: написано, что в случае отсутствия фоновых значений при расчете Zс (п) использовалась половина предела обнаружения прибора, применяемого для химического анализа. В приложении А точки опробования условно-фоновых участков имеются для всех объектов. Что имеет ввиду диссертант, написав об отсутствии фоновых значений?

- стр. 91: Осталось не понятным, как рассчитывались геохимические ряды распределения элементов? Обычно, это отношения фоновых (кларковых) концентраций к существующим в данной точке или расчеты ведутся по коэффициентам биологического накопления в случае с растениями (раздел 4.5, стр. 126)? В главе 2 с описанием методов исследования, это никак не отражено.

Вопросы по разделу 4.2. четвертой главы:

- стр. 94: для свалки в пади Бабасанова очень выделяется точка 11 (таблица 4.7) по минерализации, содержаниям карбонатов и сульфатов в воде. Чем обусловлена такая значительная разница по сравнению с другими точками в зоне влияния свалки этого участка?

- Также остается не ясным, зачем определяли кремневую кислоту, если далее в обсуждении эти данные нигде не используются?

- С чем связана ртутная аномалия (стр. 98) в районе расположения п.Площадка и падь Бабасанова?

- стр. 99: Как подтверждается и наглядно показывается связь миграции элементов в подземных водах с составом отходов? Как исключается роль вмещающих пород? В особенности для элементов, типичных представителей пород (например, K, Na, Rb, Th, U и др.).

Вопросы по разделу 4.5. четвертой главы:

- на стр. 126: В соответствии с геохимическим рядом делается заключение о том, что полынь является индикаторным растением из-за того, что позиции (в ряду) некоторых элементов изменились. Почему такое заключение сделано именно по геохимическому ряду, а не по коэффициенту биологического накопления, как обычно, например, в соответствии с учебным пособием Ворошилов В.Г. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие /В.Г. Ворошилов; ТПУ: из-во Томского политехнического университета, 2011.-104с.

Замечания к разделам 4.1, 4.2 четвертой главы:

Очень тяжело воспринимать информацию *разделов 4.1, 4.2* из-за отсутствия демонстративной графики. Основной массив данных показан в виде таблиц.

Отсутствие самцитирования результатов диссертанта, несмотря на то, что большая часть результатов опубликована (5 публикаций в рецензируемых изданиях, из списка ВАК). Только в литературном обзоре и методах исследования присутствуют ссылки на работы диссертанта. Возможно автор забыл учесть этот момент.

Отсутствие сравнения полученных результатов с литературными данными других подобных объектов, как РФ, так и зарубежными. Хотя данный факт очень важен – например в контексте разных климатических условий. Проведено сравнение содержаний части элементов в почвах/грунтах, подземных водах в основном с нормативами ПДК и условно-фоновой территорией области исследования, кое-где с кларками. Только для п.Сотниково состав



подземных вод сравнивался с средним составом фильтрата свалки коммунальных отходов. Почему только в п.Сотниково? Неясно.

Содержится информация, место которой в методах исследования (этап полевых работ) – стр. 88.

Не хватает статистической обработки данных, что помогло бы визуализировать полученные результаты – сравнения свалок между собой, выявление зависимостей между элементами и прочее (ANOVA, корреляционный и факторный анализ).

Перечень элементов и обсуждение результатов по почвам/грунтам следовало бы разделить на 2 группы. Первая – геоэкология и сравнение с нормативами. Вторая – геохимия и сравнение с кларками, средними содержаниями в континентальной коре и иными объектами исследования. Иначе ряд элементов (Br, Hf, Y, Sc, Zr, Nb, Cs, Se и др.) «висит в воздухе». Для чего они изучались?

В литературном обзоре много говорится о связи органического вещества с тяжелыми металлами. В разделе 4.1 не приводится обсуждения связи гумуса и особенностей распределения тяжелых металлов и других элементов. Физико-химические особенности и содержания элементов в почвах не обсуждаются в едином контексте. Для подземных вод (раздел 4.2) общий органический углерод не определялся почему-то и связи не изучают.

Для подземных вод указано, что анализ проводится по 72 элементов методом ИСП-МС. Однако, таблицы (4.8, 4.9, 4.10) с данными приводятся со списком в менее 20 элементов, а также для каждой свалки свой перечень элементов, что не дает возможность сравнить объекты между собой. В случае обсуждения многоэлементного состава вод можно привести нормированные графики, например, на воды озера Байкала, для всех элементов и всех объектов на одном графике. Что также покажет наличие влияния типа свалок и разницу этого влияния.

Рекомендации по разделам 4.1 и 4.2 четвертой главы: Для раздела 4.1: в случае, если данные ниже предела обнаружения, то возможно брать  $\frac{1}{2}$  от него, так называемые цензурированные значения, т.е. аналитические значения ниже предела обнаружения (ПО) как правило заменяют на сам ПО [Dore E., Biddau R., Lorrain M., Botti P., Bucciatti A., Frau F., Cidu R. Combining hydrogeochemistry, statistics and explorative mapping to estimate regional threshold values of trace elements in groundwater (Sardinia, Italy) // Journal of Geochemical Exploration. – 2022. – Iss. 243. – P. 107104] или  $\frac{1}{2}$  ПО [Salomão G.N., Dall'Agnol R., Sahoo P.K., Angélica R.S., de Medeiros Filho C.A., Júnior J.D.S.F., ... & de Siqueira J.O. Geochemical mapping in stream sediments of the Carajás Mineral Province: Background values for the Itacaiúnas River watershed, Brazil // Applied geochemistry. – 2020. – Iss. 118. – P. 104608].

Для раздела 4.1: Поскольку для многих элементов ПДК в почвах отсутствует, то в зарубежной практике используют различные индексы. Например, индекс геоаккумуляции Igeo, индекс загрязнения PI и другие [Adimalla N., Qian H., Nandan M.J., Hursthouse A.S. Potentially toxic elements (PTEs) pollution in surface soils in a typical urban region of south India: An application of health risk assessment and distribution pattern // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2020. – Iss. 203. – P. 111055]. Думаем, что было бы полезно в будущем оценить эти индексы.

Для раздела 4.2: Для визуализации данных во воде существуют специальные диаграммы – диаграмма Дурова, Пайпер диаграмма, тройная диаграмма, диаграмма ионного баланса.

Большая часть материала, приведенная в разделах 4.1., 4.2., 4.5 , является обоснованием **первого защищаемого положения:** *Аномально высокие содержания Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Cr в почвах/грунтах, подземных водах и растениях, выявленные в пределах нерекультивированных свалок твердых отходов Улан-Удэнской агломерации, обусловлены геотехногенными процессами преобразования промышленных и коммунальных отходов; наиболее показательными при изучении миграции данных химических элементов в растениях на свалках являются корни полыни веничной (Artemisia scoparia).*

Формулировка первого положения недостаточно корректна и ясна. В положении говорится, о роли геотехногенных процессов, которые влияют на содержания элементов, но в разделах 4.1., 4.2 никак не обсуждается связь содержаний и каких-либо процессов. Какие все-



таки процессы имеются ввиду? Что подразумевается под геотехногенными процессами? Как они отличаются в зависимости от типа свалки? «Аномально высокие содержания» - относительно чего аномалии? Если относительно ПДК, то приведенный перечень элементов содержит те, у которых нет ПДК (Co, Sn).

Для подземных вод для двух (падь Бабасанова и п.Площадка) их трех обсуждаемых в разделе 4.2 объектов, перечень элементов, приведённых в первом положении и в таблицах (4.8, 4.9), различия и не соответствуют друг другу.

Следовало бы растения выделить в самостоятельное защищаемое положение. Формулировка в защищаемом положении про растения «наиболее показательными при изучении миграции данных химических элементов в растениях на свалках являются корни полыни веничной (*Artemisia scoparia*)» требует конкретики. Чем показательны? Или что они показывают и чем это обусловлено?

В разделе 4.3. четвертой главы представлены результаты экспериментов, проведенных в полевых условиях с целью выявления особенностей конденсата, формирующегося в пределах свалок.

Вопросы по разделу 4.3. четвертой главы:

- Почему не определялись значения pH и Eh и содержания органического углерода для конденсата?

- стр. 104: С какой целью рассмотрены РЗЭ в конденсате? Что демонстрирует особенность их поведения в конденсате? С чем связаны аномалии РЗЭ?

- На сколько тенденция взаимосвязи повышенных содержаний ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  в конденсате с повышенной минерализацией, перманганатной окисляемостью и концентрациями ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Cl}^-$  в подземных водах является общей для всех коммунальных отходов? В работе вывод сделан на примере только одного объекта (п. Сотниково).

- на стр. 5. в научной новизне, говорится о том, что предложен способ оценки интенсивности протекания биогеохимических процессов разложения органических компонентов отходов (на основе катионно-анионного состава конденсата и подземных вод). Из работы осталось не ясным в чем заключается этот способ?

Замечания к разделу 4.3 четвертой главы: Большой акцент делается на биохимических процессах разложения органического вещества. Не хватает конкретики, что разлагается, какие реакции происходят, какова связь с потенциально опасными металлами.

Основная часть материала, приведенная в разделе 4.3, является обоснованием **второго защищаемого положения**, частично – в разделе 4.2: *Повышенные содержания ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  в составе влаги, испаряющейся с поверхности объектов захоронения коммунальных отходов, свидетельствуют об активных биогеохимических процессах разложения органического вещества в теле свалки, что подтверждается высокими значениями минерализации, перманганатной окисляемости и повышенными концентрациями ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Cl}^-$  в подземных водах.*

Формулировка второго положения достаточно ясна. Однако, в диссертации не представлено сравнения конденсата и подземных вод в едином контексте (ни графически, ни таблично, ни словесно), а только вывод в виде защищаемого положения. Каждый компонент обсуждается самостоятельно в соответствующем разделе, приходится самостоятельно сравнивать значения, чтобы убедиться в истинности вывода. Это делает второе защищаемое положение не прозрачным к восприятию и осложняет его доказательность.

В разделе 4.4. четвертой главы охарактеризован снежный покров в зонах влияния свалок коммунальных, золошлаковых и промышленных отходов. Проведено качественное сравнение со снеговой водой оз. Байкал.

Вопросы по разделу 4.4. четвертой главы:



- Чем обусловлены более кислые условия снега п.Сотниково (рН 4.65) по сравнению с фоном и снегом, отобранном на полигоне также коммунальных отходов в п.Стеклозавод?

- стр.120: с чем связаны аномалии РЗЭ в снеговой воде? Есть ли связь с окислительно-восстановительными условиями? Возможно аномалии указывают на какие-то геохимические процессы в снеге?

Замечания к разделу 4.4 четвертой главы:

- Имеются повторы описания применимых методов исследования (стр.108, 114); нет ссылок на литературу, используемой при сравнении данных (стр. 110, 117); не хватает демонстративной графики сравнения объектов (стр. 115); не ясно какой тип данных представлен в таблице 4.16 и 4.17 – средние содержания за два года? Или каким образом данные сформированы?

Основная часть материала, приведенная в разделе 4.4, является обоснованием **третьего защищаемого положения**: *Нерекультивированные объекты размещения отходов вносят вклад в загрязнение атмосферного воздуха пылеватыми частицами. Нерастворимый осадок снегового покрова на свалках характеризуется меньшим диаметром частиц и большим минеральным разнообразием по сравнению с условно-фоновыми участками.*

Формулировка третьего положения ясная и четкая, обоснована в диссертации. На наш взгляд формулировка довольно общая, не хватает конкретики – что именно характерно для снега Улан-Удэнской агломерации, подверженной влиянию свалок отходов коммунального, бытового, промышленного и золошлакового состава. В чем отличие, в чем сходство?

В разделе 4.6. четвертой главы сконцентрированы экспериментальные результаты по оценке фитотоксичности снеговой воды и почв/грунтов. Вопросов и замечаний нет. Результаты не вошли в защищаемые положения.

В разделе 4.7. четвертой главы представлена оценка уровня радиоактивности свалки промышленных отходов на примере падь Баласанова. Основной вопрос: значения, определенные на территории объекта, являются ли высокими относительно иных подобных объектов? Опасными? Нет сравнения ни с нормативами, ни с иными объектами по литературным данным. Результаты входят в описание материала первого защищаемого положения, но не лежат в основе его формулировки. Замечаний к разделу нет.

**Заключение.** Приводится сводка основных достигнутых результатов. В качестве замечания отметим, что отсутствуют конкретные предложения и рекомендации по дальнейшим исследованиям и по необходимым мероприятиям, которые могли бы защитить население и окружающую среду.

#### **Общие замечания по работе.**

- Текст неудачно структурирован и местами написан скомкано: в результатах присутствует материал, который необходимо было привести в методах исследования; методы исследования прописаны не четко, а местами не описаны вовсе (например, статистическая обработка данных).

- Большое количество таблиц и минимум демонстративной графики (особенно сводного характера).

- Слабое сравнение полученных результатов с результатами иных исследователей по подобным объектам.

- Отсутствие комплексного обсуждения результатов как единой картины, каждая компонента осталась как самостоятельная единица.

- Формулировка защищаемых положений общая; конкретизация результатов помогла бы акцентировать наиболее важные и новые моменты.

#### **Соответствие автореферата основным положениям диссертации.**



*Автореферат соответствует тексту диссертации. Его структура и содержание соответствует основным положениям диссертационной работы. Текст скомпонован более четко и прослеживается сравнительный контекст, компонент, обсуждаемых в защищаемых положениях. Замечания к автореферату аналогичны диссертации, поэтому перечислять не будем.*

#### **Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати.**

*Результаты по почвам и грунтам, а также растениям и конденсату опубликованы в:*

- Чередова Т.В. Химическое загрязнение почвы в районах несанкционированных свалок г. Улан-Удэ / Т.В. Чередова, О.Н. Чудинова, С.Ж. Гулгенов, Ю.С. Воронина // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. – 2021. – №07. – С. 46-49. – DOI: 10.37882/2223-2966.2021.07.36

- Чередова Т.В. Поведение тяжёлых металлов в системе «почва–конденсат–растения» на объектах размещения отходов г. Улан-Удэ / Т.В. Чередова, С.Г. Дорошкевич, С.В. Бартанова // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2023. – № 1. – С. 50-58. – DOI: 10.31857/S0869780923010022

*Результаты по исследованию снега представлены в:*

- Чередова Т.В. Минеральный состав и формы нахождения частиц твердого осадка снегового покрова на объектах захоронения промышленных и бытовых отходов / Т.В. Чередова, С.Г. Дорошкевич, Е.А. Хромова // Геосферные исследования. – 2023. – № 4. – С. 104-114. – DOI: 10.17223/25421379/29/7

- Чередова Т.В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха продуктами сгорания угля и мазута на примере квартальных котельных г. Улан-Удэ / О.Н. Чудинова, Т.В. Чередова, А.А. Бутакова, А.П. Беспрозванных // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2024. – Т. 32. - № 2. - С. 184-197. – DOI: 10.22363/2313-2310-2024-32-2-184-197

*Работа с фондами продемонстрирована в:*

- Чередова Т.В. Этапы размещения промышленных и коммунальных отходов на территории города Улан-Удэ / Т.В. Чередова, С.Г. Дорошкевич // Экология урбанизированных территорий. – 2023. – № 2. – С. 51-54. – DOI: 10.24412/1816-1863-2023-2-51-54

#### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.**

Диссертационная работа Чередовой Т.В. производит положительные впечатления. Важным достоинством работы является комплексный подход в изучении техногенных объектов: рассматривается большая часть составляющих техногенной системы (грунт, конденсат, растения, подземные воды, снег и взвешенное вещество, переносимое со снегом) по многочисленным параметрам. Имеющиеся замечания носят технический характер.

**Представленная диссертационная работа является законченным научно-квалификационным исследованием и отвечает критериям диссертации, установленным в пп.9-11, 13 и 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 «Положение о присуждении ученых степеней», а именно:**

*Диссертация отвечает одному из главных стратегических ориентиров, большим вызовом для общества, приведенных в Указе Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. №145 «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», а именно: возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием рост рисков для жизни и здоровья граждан, изменение климата и влияние последствий его изменения на различные отрасли экономики, население и окружающую среду. Результаты будут способствовать совершенствованию основ рационального природопользования и экологической безопасности РФ. Практическое значение полученных результатов состоит в том, что они являются основой для принятия решений об организации по ликвидации и рекультивации*



накопленного экологического вреда нарушенных территорий. Результаты опубликованы в 5 рецензируемых научных изданиях (из списка ВАК). Основная заимствованная литература – процитирована.

**Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности по 1.6.21 – «Геоэкология», а ее автор Чередова Татьяна Викторовна, без сомнения, заслуживает присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук.**

Мягкая Ирина Николаевна  
Кандидат геолого-минералогических наук,  
Старший научный сотрудник, и.о. зав.лаб.  
Лаборатории геохимии благородных и редких элементов (№218)  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (ИГМ СО РАН)  
Адрес: Просп. Академика Коптюга, д. 3, Новосибирск, 630090  
i.myagkaya@igm.nsc.ru, +7-913-744-22-67

Я, Мягкая Ирина Николаевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

07.03.2025

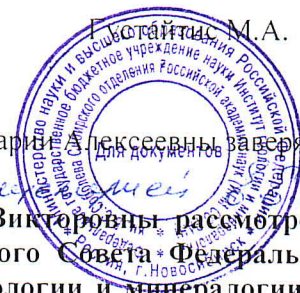


Мягкая И.Н.

Густайтис Мария Алексеевна  
Кандидат геолого-минералогических наук,  
Старший научный сотрудник,  
Лаборатории геохимии благородных и редких элементов (№218)  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (ИГМ СО РАН)  
Адрес: Просп. Академика Коптюга, д. 3, Новосибирск, 630090  
gustaitis@igm.nsc.ru, +7-913-716-67-25

Я, Густайтис Мария Алексеевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

07.03.2025



Подписи к.г.-м.н. Мягкой Ирины Николаевны, к.г.-м.н. Густайтис Марии Алексеевны, заверяю.

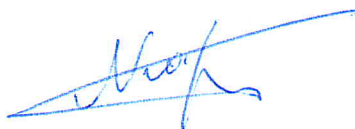
**Отзыв на диссертационную работу Чередовой Татьяны Викторовны рассмотрен и одобрен в качестве официального отзыва на заседании Ученого Совета\* Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (ИГМ СО РАН) – протокол № 5 от 07 марта 2025 года.**

Председатель Ученого Совета ИГМ СО РАН  
член-корр. д.г.-м.н.



Н.Н. Крук

Ученый секретарь ИГМ СО РАН  
к.г.-м.н.



А.А. Картозия