

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИГД СО РАН

к.т.н. А. П. Хмелинин

2023 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБУН Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск на диссертацию Дзедоева Станислава Олеговича на тему: «Влияние техногенеза на формирование природно-технической системы - намывной техногенный грунтовый массив и экологическая безопасность горных территорий (на примере Унальского хвостохранилища, Республика Северная Осетия-Алания)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7. «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение»

**1. Актуальность темы, цель и основная идея диссертации.** Промышленное освоение недр связано с образованием большого количества отходов. Несмотря на постоянное совершенствование технологии добычи и переработки полезных ископаемых, количество отходов горно-металлургического производства не уменьшается. В настоящее время только десятая часть сырья превращается в конечную продукцию. При переходе на переработку бедных руд будет образовываться еще большее количество отходов, для складирования которых потребуются огромные площади. При этом вопросы экологической безопасности хранилищ уже не могут решаться в рамках ведомственных интересов. Поэтому задачи по эксплуатации таких объектов, а также, обеспечение устойчивости гидротехнических сооружений в настоящее время имеют большую значимость при решении природоохранных проблем. Вышеперечисленные обстоятельства являются основой для *актуальности* научной задачи – выявления основных техногенных и природных факторов, влияющих на промышленную и экологическую безопасность сооружений, расчеты степени устойчивости защитных намывных дамб хвостохранилища от возможных катастроф, а также, определение пространственных закономерностей формирования минералого-геохимических особенностей хвостохранилища.

Для достижения *цели работы* – установление на основе современных методов исследований закономерностей формирования и изменчивости природно-технической системы «техногенный грунтовый массив – окружающая среда», были поставлены задачи:

- определение особенностей строения техногенных грунтов Унальского хвостохранилища, физико-механических свойств, степени агрегации грунтов, фракционных свойств, структурные связи;

- оценка современного состояния дамб хвостохранилища, определение коэффициента устойчивости дамбы;

- отбор и аналитические исследования представительных проб из всех гранулометрических разновидностей поверхностного слоя техногенных грунтов, из кернов скважин, из почв сельхозугодий, прилегающих к хвостохранилищу территорий, из вод бассейна р. Ардон;

- оценка масштабов и степени негативного воздействия промышленных отходов находящихся в хвостохранилище, на экологическую обстановку прилегающих территорий.

**2. Новизна научных положений выводов и рекомендаций.** Новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- установлены закономерности формирования и эволюции природно-технической системы «техногенный грунтовый массив – окружающая среда» на примере намывного грунтового массива Унальского хвостохранилища;

- выявлены основные особенности строения намывных грунтов хвостохранилища (высокая степень агрегатизации; тип структурных связей между частицами и агрегатами – коагуляционный или переходный; наличие водорастворимых солей и глинистых минералов, которые обуславливают внутриагрегатные связи);

- установлено, что намывные грунты исследованного объекта обладают высокой пористостью и низкими пластическими свойствами, повышение влажности не вызывает снижение прочности, а в некоторых случаях приводит к повышению. Деформационно-прочностные показатели грунтов, обусловленные их специфическим составом, оказались ниже, чем таковые, определяемые по ГОСТ 25100-2020. Это может привести к аварийной ситуации;

- разработана и апробирована комплексная методика оценки и прогноза устойчивости ограждающей дамбы при возведении и эксплуатации техногенных массивов на базе нечетких множеств и факторного анализа, учитывающего конструктивные и физические свойства хвостов, состояние дамбы. Применение аппарата нечетких множеств показало высокую корреляцию полученных результатов с традиционными методами определения устойчивости такого вида сооружений.

- получены новые данные о: минералого-геохимических особенностях по всей толще техногенного грунтового массива; геохимическом составе вод (в контрольных пунктах поверхностных водотоков и «защитного» озера) и гранулометрических разновидностей захороненных

промышленных отходов. Установлено, что аномально высокие концентрации ряда загрязняющих элементов (особенно свинца) характерны для тонкодисперсных фракций (глины и мелкозернистые лежалые пески). Основным техногенными источниками загрязнения грунтов прилегающих территорий являются фильтрация воды из хвостохранилища и эоловая эрозия сухой пляжной части с образованием пылевых облаков, перемещающихся по долине р. Ардон на расстояние до 5 км.

**3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** обеспечены достаточным объемом данных аналитических исследований, лабораторных экспериментов и натурных измерений с подробной геологической документацией кернов, определением объемов фильтрационных утечек, целенаправленным отбором проб (хвостохранилище, природные и техногенные воды, почвы природных пастбищ и сельхозугодий), результатами математического моделирования с использованием сертифицированных программных продуктов, на основе которых сделаны оценки устойчивости гидротехнического сооружения, подготовленными обоснованиями инновационных технологий утилизации промышленных отходов и восстановления экологической среды.

**4. Значимость результатов исследований автора для науки.**  
*Научная значимость.* Установлены закономерности формирования и эволюции физико-химических свойств хвостов в намывных массивах, основные виды микроструктур и типы контактов между структурными элементами техногенных массивах рассмотренного генезиса.

Предложена комплексная методика оценки и прогноза устойчивости ограждающей дамбы при возведении и эксплуатации техногенных массивов на базе нечетких множеств с применением факторного анализа.

*Практическая значимость.* Установлено, что Унальское хвостохранилище является техногенным месторождением металлического и не металлического сырья, представляющее высокую опасность для Алагирского района и Северного Кавказа в целом, вследствие уникального сочетания геолого-литологического строения, гидрогеологических, сейсмических и паводковых особенностей региона. Это обуславливает необходимость разработки оригинальных технологий эксплуатации, обеспечивающих промышленную и экологическую безопасность накопителей и окружающей среды.

Выполнено детальное минерало-геохимическое исследование захороненных промышленных отходов Унальского хвостохранилища Садонского свинцово-цинкового комбината и прилегающих территорий, а также вод бассейна р. Ардон с определением содержаний экологически опасных элементов. Поэтому решаемая проблема имеет не только

республиканское (РСО-Алания), но и региональное, и федеральное значение, поскольку попадание тяжелых металлов в р. Ардон может вызвать загрязнение р. Терек, которая впадает в Каспийское море, протекая по территориям Ставропольского края, Кабардино-Балкарской, Чеченской и Дагестанской республик.

**5. Опубликованность результатов исследований и оформление диссертации.** Оформление диссертации и автореферата соответствует ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Диссертация изложена литературным языком, научная терминология использована правильно. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав и заключения, изложенных на 122 страницах машинописного текста; содержит 31 рисунок, 21 таблицу. Список использованных источников включает 112 наименований отечественных и зарубежных авторов.

Основные положения диссертации отражены в 22 печатных работах, в том числе 14 в изданиях, рекомендованных ВАК.

#### **6. Замечания по представленной диссертации.**

1. Для определения коэффициента устойчивости дамбы хвостохранилища автор выбрал методику нечетких множеств. Следовало указать его преимущества и недостатки по сравнению с другими привычными методами инженерно - геологических изысканий.

2. Для достижения поставленных целей, автором были пробурены две скважины на Унальском хвостохранилище, что несомненно серьезная работа, однако возникает ряд вопросов. В 1 Главе, при описании объекта исследования было указано что высота насыпной дамбы 30 м, однако скважина № 1 была пробурена до глубины 4.5 м, а скважина № 2 до глубины 8 м. Почему не была пробурена вся толща лежащих хвостов?

3. И структура, и свойства исследуемого объекта, очевидно, обладают пространственной неоднородностью. Оценка же устойчивости проводилась по «точечным» данным (Табл. 3.12). Насколько это правомерно? По какой модели (плоской и пространственной) проводились расчеты?

4. Соискатель собрал большой фактический материал с пляжной зоны хвостохранилища, с почв прилегающих территорий, а также из водной артерии р. Ардон, приводя результаты аналитических исследований, не совсем понятно была ли выполнена статическая обработка данных? Какое количество проб анализировалось для определения конечного результата? Нигде не указана ошибка точности анализа, которая колеблется в пределах 5-15%?

5. В тексте диссертации встречаются грамматические (например, стр. 74) и (например, стр. 81) синтаксические ошибки, стилистические неточности.

### 7. Заключение по диссертации.

Диссертация Дзедоева Станислава Олеговича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена актуальная научно-техническая задача - установление закономерностей формирования и эволюции природно-технической системы техногенный грунтовый массив - окружающая среда, имеющей важное народнохозяйственное значение и способствующей развитию научной специальности «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение».

Работа соответствует критериям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а ее автор - Дзедоев Станислав Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7.

Зав. лабораторией диагностики механического состояния массива горных пород, к. т. н.

В.Д. Барышников

Ведущий научный сотрудник лаборатории ДМСМГП, д. ф.-м. н.

А.М. Коврижных