

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.7
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 22.09.2025 № 33

О присуждении Астапенко Татьяне Сергеевне, гражданке Республики Беларусь, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Геомеханический прогноз формирования напряженно-деформированного состояния и оценка устойчивости отработанных шламохранилищ при формировании отвальной массы» по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика принята к защите 16.07.2025 г., протокол заседания № 25, диссертационным советом ГУ.7 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 155 адм, с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм, от 29.12.2023 № 1965 адм, от 11.11.2024 № 1690 адм.

Соискатель, Астапенко Татьяна Сергеевна, 18 октября 1993 года рождения, в 2020 году окончила магистратуру в Белорусского национального технического университета по специальности «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

С 01.10.2021 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры строительства горных предприятий и подземных сооружений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре строительства горных предприятий и подземных сооружений в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент **Карасев Максим Анатольевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра строительства горных предприятий и подземных сооружений, профессор.

Официальные оппоненты:

Бахаева Светлана Петровна – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», кафедра маркшейдерского дела и геологии, профессор;

Кашников Юрий Александрович – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем, заведующий кафедрой; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство»**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Харичкиным Андреем Игоревичем, кандидатом технических наук, заведующим лабораторией №18 Механики опасных природно-техногенных процессов и разработки методов инженерной защиты НИИОСП им. Н.М. Герсевича, Хайбулиной Евгенией Михайловной, кандидатом технических наук, ведущим научным сотрудником той же лаборатории, секретарем заседания и утвержденном Алексеевым Андреем Григорьевичем, доктором технических наук, доцентом, заместителем генерального директора, указала, что автором предложена и реализована методика прогноза устойчивости системы, которая учитывает специфику слабого основания. Это позволяет существенно повысить надежность инженерных расчетов. Полученные результаты формируют подход к анализу поведения слабых оснований, основанный на учёте физико-механических особенностей глинисто-солевых шламов, характера внедрения сухих пород и введении поправочного коэффициента для корректного прогноза устойчивости, что вносит вклад в совершенствование инженерных методов расчёта и прогнозирования напряженно-деформированного состояния.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 4 печатных работах, в том числе в 4 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях – в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

Общий объем – 3,6 печатных листов, в том числе 2,1 печатных листа - соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Карасев, М. А. Лабораторные исследования механических характеристик грунтов низкой прочности как элемента объекта складирования отходов промышленного обогащения / М. А. Карасев, Т. С. Астапенко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2024. – № 4. – С. 500-511.

Соискателем были проведены лабораторные исследования оценки прочностных и деформационных характеристик глинисто-солевых иламов, отобранных с двух месторождений калийных солей, методом вращательного среза и методом компрессионного сжатия. На основе полученных данных были построены графики зависимостей прочности недренированному сдвигу от плотности и плотности от оказываемой нагрузки и выведены регрессионные уравнения. В результате была установлена прямая линейная зависимость между сопротивлением недренированному сдвигу и плотностью материала, а также логарифмическая зависимость плотности от приложенного давления.

2. Карасев М. А. Лабораторные исследования развития деформаций при формировании насыпей на грунтах низкой прочности / М. А. Карасев, Т. С. Астапенко // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2024. – № 29. – С. 104-109. – DOI 10.26160/2658-3305-2024-29-104-109.

Результатом данной работы являлось определение развития деформаций при формировании насыпей на слабых основаниях с помощью стендового оборудования. Соискателем было зафиксировано изменение вертикальных деформаций на каждом этапе нагружения, на основе эти данных был построен график зависимости деформации поверхности слабого основания от приложенной нагрузки и определены стадии перехода грунта низкой прочности от упругого к пластичному поведению.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus/WoS):

3. Карасев М. А. Анализ моделей прогноза напряженно-деформированного состояния техногенных грунтов низкой прочности / М. А. Карасев, Г. Б. Поспехов, Т. С. Астапенко, В. С. Шишкина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 11. – С. 49-69. – DOI 10.25018/0236_1493_2023_11_0_49.

Соискателем установлено, что использование традиционных методик оценки устойчивости сооружений на грунтах низкой прочности не позволяет в явном виде выполнить прогноз геомеханических процессов. Для этого необходимо использовать альтернативные методы численного моделирования, которые применительны к задачам изучения больших деформаций, основанные на теории критического состояния (включая модели типа Cam-Clay, Soft Soil), в том числе метод материальной точки (MPM), сглаженных частиц (SPH) и связного Лагранж-Эйлера подхода (CEL).

4. Karasev M. Assessment of the influence of formation conditions of embankments and spoil heaps on their stability when dumped on clay-salt slurries / М. Karasev, Т. Astapenka // Eng. – 2024. – Vol. 6. – №. 1. – P. 2. DOI 10.3390/eng6010002. Карасев М. Оценка влияния условий формирования насыпей и отвалов на их устойчивость при отсыпке на глинисто-солевые шламы / М. Карасев, Т. Астапенко // Англ. – 2024. – Т. 6. – №. 1. – С. 2. DOI 10.3390/eng6010002.

Результатом данной работы является оценка устойчивости отвальной массы на слабом основании, представленным глинисто-солевыми илами, с учетом их физико-механических свойств и конфигурации основания. Соискателем доказано, что наклонная конфигурация грунтов низкой прочности значительно усложняет обеспечение устойчивости насыпи, а также то, что свойства слабого основания тесно связаны с устойчивостью конструкции и ее долговечность.

Свидетельство на объект интеллектуальной собственности:

5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2023621969 Российская Федерация. База данных физико-механических свойств отходов калийного производства. Заявка № 2023621637: заявл. 05.06.2023: опубл. 16.06.2023 / Т.С. Астапенко, М.А. Карасев, А.В. Бойков; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – 88 КБ.

Соискателем создана база данных, предназначенная для систематизации и хранения информации о физико-механических свойствах отходов обогащения калийных руд, включая галитовые отходы и глинисто-солевые иламы. В рамках работы соискатель провел анализ актуальных требований к структуре инженерно-геологических и геомеханических моделей, в соответствии с которыми сформирована логическая архитектура базы. Соискатель участвовал в выборе перечня ключевых параметров, включающих сведения о типе техногенного грунта, глубине опробования, гранулометрическом и химическом составе, а также прочностных характеристиках, полученных по результатам лабораторных испытаний.

Апробация диссертационной работы проведена на проведена на 4 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 4 международных:

– XXI Международная научно-практическая конференция «Современные методы и технологии управления социально-экономическими и инженерными системами и процессами» (г. Минск, 2022 г.),

– XXXI Международный научный Симпозиум «Неделя Горняка-2023» (г. Москва, 2023 г.),

– XI Международная научно-практическая конференция «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий» (г. Санкт-Петербург, 2024 г.),

– Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные аспекты развития современной науки» (г. Уфа, 2025 г.).

В диссертации Астапенко Татьяны Сергеевны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: декана факультета горного дела и инженерной экологии Белорусского национального

технического университета, к.т.н., доцента **А.А. Кологривко**; руководителя лаборатории геомеханики ООО «ПроТех Инжиниринг», к.т.н. **В.Н. Дешковского**; главного инженера проектов АО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», к.т.н. **Р.И. Ларионова**; главного специалиста ООО «Геотехническое бюро», к.т.н. **М.А. Вильнер**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. Из автореферата не ясно каким образом учитывалась вторичная консолидация (объемная ползучесть) глинисто-соляных шламов пород при определении картины внедрения на этапе длительного деформирования шламового основания под действием веса внедренных сухих пород (к.т.н. **А.А. Кологривко**);

2. При обогащении калийных солей для выведения из оборотного маточного раствора нерастворимого остатка используют флокулянты, поэтому образующийся глинистый шлам содержит эти химические вещества, которые способны существенно модифицировать свойства образуемых впоследствии и рассмотренных в диссертационной работе техногенных глинисто-солевых грунтов. Известно, что флокулянты (полиакриламид) используют в том числе для уменьшения трения контактирующих сред, выступая в роли смазки. Требуется пояснить учитывалась ли и каким образом при проведении лабораторных экспериментов эта особенность состава техногенного грунта, которая могла оказать влияние на результаты определения гранулометрического состава с помощью ареометра (к.т.н. **В.Н. Дешковский**);

3. Требуется пояснить как соотносятся принятые в диссертационном исследовании параметры геотехнических конструкций, глубины глинисто-солевых шламов 5 и 10 м с реальными параметрами геотехнических объектов калийных предприятий (к.т.н. **В.Н. Дешковский**);

4. Следует отметить, что работа ориентирована преимущественно на условия калийной промышленности. Представляется целесообразным в дальнейшем расширить область применения методики на другие типы слабых грунтов, включая техногенные и намывные основания (к.т.н. **Р. И. Ларионов**);

5. Согласно зависимостям (1) и (2) при плотности грунта менее 1,25 г/см³ для месторождения №1 и 1,67 г/см³ для месторождения №2 сопротивление недренированному сдвигу становится отрицательным; связано ли это с допущениями при аппроксимации или имеет физический смысл (к.т.н. **М. А. Вильнер**);

6. «Сопротивление недренированному сдвигу» на рисунке 2 называется как «прочность недренированному сдвигу». Необходимо соблюдать единство терминологии (к.т.н. **М. А. Вильнер**);

7. На рисунках 13 и 14 подпись оси абсцисс делает затруднительным анализ графиков и применение значений коэффициента устойчивости в формулах (к.т.н. **М. А. Вильнер**).

8. Целесообразно было бы провести сравнительный анализ предложенной методики с существующими практическими подходами по оценке устойчивости, с выделением преимуществ и ограничений новых расчетных моделей (к.т.н. **А.В. Стрелецкий**).

9. Ряд стилистических замечаний по тексту автореферата (к.т.н. **А.В. Стрелецкий**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея для прогноза напряженно-деформированного состояния слабого основания при отсыпке на него сухих пород, основанная на разделении стадии деформирования на два этапа – внедрение пород и консолидация пород;

предложен нетрадиционный подход к прогнозу внедрения сухих пород в слабое основание, представленное водонасыщенными глинистыми породами, применением при выполнении математического моделирования связной Лагранж-Эйлеровой постановки;

доказана зависимость влияния конфигурации зон внедрения сухих пород в слабое основание на устойчивость геотехнической системы «слабое основание - отвальная масса»;

введены понятия геотехническая система «слабое основание - отвальная масса».

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказано положение о возможности представления глинисто-соляных шламов как упругопластической среды, основанной на условии пластичности Кулона-Мора для прогноза конечной стадии внедрения сухих пород в слабое основание и вязкопластической среды Гершеля-Балкли для изучения особенностей формирования картины внедрения во временном диапазоне;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов исследований, включающий лабораторные эксперименты, исследования на стендовом оборудовании, а также численное моделирование напряженно-деформированного состояния рассматриваемой геотехнической системы «слабое основание – отвальная масса» с применением связного метода Лагранж-Эйлера;

изложены теоретические положения расчета устойчивости отвалов, отсыпаемых на слабое основание, представленное глинисто-солевыми шламами, а также основные закономерности механического поведения глинисто-солевых шламов при внешнем воздействии;

раскрыты механизмы деформирования глинисто-солевых шламов при отсыпке отвальной массы, которые на начальном этапе характеризуются отжатием слабых пород внедряемым материалом, а на длительном периоде определяются формированием необратимых объемных деформаций слабого основания в процессе его консолидации;

изучены причинно-следственные связи между характером внедрения сухих пород в слабое основание и изменением его напряженно-деформированного состояния, взаимосвязи между плотностью глинисто-солевых шламов и сопротивлением недренированному сдвигу, а также геомеханические и геометрические факторы, определяющие устойчивость геотехнической системы «слабое основание-отвальная масса»;

проведена модернизация существующих численных методов расчета НДС геотехнической системы путем применения связной Лагранж-Эйлеровой постановки для определения изменений конфигурации слабых водонасыщенных глинистых пород и их напряженно-деформированного состояния, вызванных внедрением сухих пород, что обеспечило получение новых результатов деформирования рассматриваемой геотехнической системы.

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

разработана и внедрена методика построения численных моделей прогноза НДС рассматриваемой геотехнической системы и представлена методика расчета устойчивости отвалов, учитывающая характер внедрения сухих пород в слабое основание для различных вариантов его конфигурации;

определены зависимости сопротивления недренированному сдвигу глинисто-солевых шламов от их физического состояния;

создана система практических рекомендаций построения численных моделей прогноза напряженно-деформированного состояния глинисто-солевых шламов при различных нагрузках и воздействиях;

представлены рекомендации по совершенствованию существующей методики оценки устойчивости отвальных масс, отсыпаемых на слабое основание, за счет включения поправочного коэффициента позволяющих учесть влияния внедрения сухих пород в слабое основание на устойчивость геотехнической системы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовалась апробированная методика, определения физико-механических характеристик глинисто-солевых шламов с применением сертифицированного лабораторного оборудования;

теория построена на известных принципах механики грунтов, современных подходах численного моделирования напряженно-деформированного состояния геотехнических систем и согласуется с опубликованными экспериментальными данными других исследователей в области механики грунтов низкой прочности;

идея базируется на опыте использования хранилищ глинисто-солевых шламов в качестве основания для отвалов на предприятия калийного производства и обобщении передового опыта применения численных методов анализа для решения задач внедрения разноточностных материалов в друг друга;

использованы сопоставления авторских экспериментальных данных с результатами других исследователей в области механики грунтов низкой прочности и численного моделирования геотехнических систем;

установлено качественное и количественное соответствие полученных результатов с данными, представленными в независимых источниках по исследованию механического поведения грунтов низкой прочности, что подтверждает достоверность разработанных зависимостей между плотностью и сопротивлением недренированному сдвигу;

использованы современные методы формирования исходных параметров при выполнении численного моделирования напряженно-деформированного состояния с применением современных программных комплексов и валидацией результатов через сопоставление с данными других исследователей.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах работы – постановке цели и задач исследования, проведении анализа зарубежных и отечественных литературных источников по оценке механического поведения грунтов низкой прочности; личном выполнении лабораторных экспериментов с последующей обработкой и анализом полученных результатов, численном моделировании; разработке рекомендаций для методики оценки устойчивости отвалов на грунтах низкой прочности; апробации результатов исследований на 4 научно-практических конференциях с докладами, формулировке защищаемых положений и основных выводов, подготовке публикаций.

В диссертации отсутствуют заимствованные материалы без ссылки на автора и (или) источник заимствования, результаты научных работ, выполненных Астапенко Т.С. в соавторстве, без ссылок на соавторов.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Астапенко Т.С. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 22.09.2025 диссертационный совет принял решение присудить **Астапенко Татьяне Сергеевне** ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи прогноза устойчивости геотехнической системы «слабое основание – отвальная масса» с учетом внедрения сухих пород в слабое основание, имеющей существенное значение для повышения геомеханической безопасности при складировании отходов горного производства.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 4 доктора наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 19 человек,

входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

22.09.2025



Протосеня
Анатолий Григорьевич

Афанасьев
Павел Игоревич