

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Национальный
исследовательский технологический
университет «МИСИС», доктор технических
наук, профессор



М.Р. Филонов

« 15 » июня 2026 г.

ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертацию Баевой Елены Константиновны на тему
«Геомеханическое обоснование параметров свайных оснований технологических
платформ в условиях криолитозоны», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.8.6. «Геомеханика, разрушение горных
пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»**

1. Актуальность темы диссертации

В современных условиях интенсивного освоения минерально-сырьевых ресурсов Арктической зоны Российской Федерации и развития инфраструктуры на прибрежном шельфе ключевым элементом строительства выступают технологические платформы. Традиционные решения в виде искусственных насыпных островов характеризуются высокой стоимостью, сложной логистикой и значительной экологической нагрузкой. В связи с этим перспективным направлением является переход к модульным свайным основаниям. Однако глобальные климатические изменения, наличие засоленных многолетнемерзлых пород и интенсивное тепловыделение при устройстве буроопускных свай приводят к деградации льдоцементационных связей и резкому снижению несущей способности свайных оснований по боковой поверхности.

Актуальность диссертационной работы Баевой Елены Константиновны обусловлена необходимостью совершенствования методов расчета взаимодействия системы «свайное основание – мерзлый массив». Существующие нормативные подходы зачастую оперируют средними температурными значениями и не в полной мере учитывают сложную кинетику

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-180 от 16.06.26
Л У У С

изменения температурного поля, а также нелинейное влияние засоленности на прочностные свойства дисперсных пород. Предложенное в работе комплексное геомеханическое обоснование параметров свайных оснований, а также разработка и верификация инновационного конструктивного решения (сваи с пробкой-пятой), позволяющего перераспределять нагрузку в условиях сниженного бокового сцепления, актуальны и имеют приоритетное значение для обеспечения несущей способности и экологической безопасности инфраструктуры в криолитозоне.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертационной работы Баевой Елены Константиновны заключается в развитии теоретических и численных подходов при оценке напряженно-деформированного состояния свайных оснований в многолетнемерзлых породах с учетом нестационарных термомеханических процессов.

К наиболее значимым новым научным результатам относятся:

- установление нелинейной степенной зависимости предельно-длительного сопротивления срезу мерзлых связных пород по боковой поверхности от степени засоленности, что позволяет достоверно количественно учитывать механизм деградации адгезионных связей.
- разработка методики параметризации численных моделей системы «свая-массив», учитывающей динамику выделения тепла при гидратации бетона и смещение фазовых переходов, что значительно повышает точность оценки несущей способности во времени.
- обоснование механизма перераспределения несущей способности в модульных свайных основаниях с использованием технологии сваи с пробкой-пятой. Доказано, что в условиях засоления конструкция обеспечивает локализацию пластических деформаций под пятой сваи, кратно повышая эффективность работы лобового сопротивления.
- количественная оценка влияния термомеханического фактора на кинетику восстановления температурного поля, позволившая разработать номограммы для прогноза сроков обратного смерзания и безопасного нагружения.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации Баевой Елены Константиновны, обладают высокой степенью обоснованности и достоверности. В основу работы положен репрезентативный объем экспериментальных исследований – испытано 380 образцов мерзлых пород (глин, суглинков, супесей и песков различной степени засоленности), отобранных на полуострове Ямал. Лабораторные исследования выполнены с использованием современного сертифицированного оборудования (компрессионные

испытания, одноплоскостной срез, метод шарикового штампа) с соблюдением требований действующих ГОСТов.

Достоверность полученных эмпирических зависимостей подтверждается корректным применением методов математической статистики и корреляционного анализа. Высокая степень достоверности разработанных численных моделей обеспечена хорошей сходимостью расчетных данных с результатами натурных термометрических наблюдений, а также сопоставлением с нормативными расчетами на длительных временных интервалах.

Практические рекомендации логично вытекают из полученных результатов, физически обоснованы и направлены на повышение устойчивости технологических платформ в сложных инженерно-геокриологических условиях.

4. Научные результаты, их ценность

В диссертационной работе получены новые научные результаты, имеющие важное значение для развития геомеханики и строительства в криолитозоне. Разработаны билинейные и нелинейные модели оценки удельных сил смерзания на основе эквивалентного сцепления. Впервые для условий полуострова Ямал детально проанализирована кинетика температурно-прочностной стабилизации контактной зоны с учетом тепла от гидратации бетона, что позволило выделить четыре зоны формирования несущей способности.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 4 печатных работах, в том числе в 1 статье – в издании 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 3 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus). Получен 1 патент.

Ценность научных результатов заключается в их готовности к практическому применению при проектировании модульных свайных оснований, позволяющих избежать переоценки несущей способности и исключить риск аварийных осадок технологических платформ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории численного моделирования взаимодействия сооружений с мерзлыми породами. Введено обоснование разделения факторов термодинамического и физико-химического ослабления структурных связей. Выявлена инвариантность модуля общей деформации засоленных пород к фазовому составу влаги, что дало теоретическую базу для применения свай с пробкой-пятой в условиях криолитозоны.

Практическая значимость состоит в разработке инженерной методики подбора рациональных параметров свайных оснований и оценке сроков их безопасного нагружения. Разработанные номограммы для определения коэффициентов конструктивного упрочнения позволяют оперативно оценивать эффект от применения свай с пробкой-пятой. Доказано, что реализация предложенного способа повышает несущую способность в 1,6 раза и позволяет снизить капитальные затраты на обустройство месторождений по сравнению с традиционными насыпными технологиями.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Материалы и результаты, представленные в диссертационной работе, могут быть использованы при решении широкого круга практических и научных задач в области геомеханики и строительства в криолитозоне. В частности, разработанный подход может быть применён при расчётах напряжённо-деформированного состояния и прогнозировании долгосрочной устойчивости и несущей способности свайных оснований технологических платформ при их взаимодействии со сложными, в том числе засоленными, массивами многолетнемерзлых пород.

Методика параметризации термомеханических моделей и реализации сопряженного численного анализа может использоваться в проектных организациях при обосновании конструктивных параметров модульных свайных оснований, включая технологию применения свай с пробкой-пятой, и определении безопасных сроков передачи эксплуатационных нагрузок. Результаты расчётов позволяют более точно учитывать влияние нелинейного снижения прочности ледоцемента от засоленности и нестационарное воздействие технологического тепла гидратации бетона на несущую способность контакта «свая-массив», что особенно актуально при освоении месторождений на арктическом шельфе и прибрежных территориях.

Основные результаты диссертации рекомендуются к внедрению в деятельность таких отечественных специализированных и проектных организаций, как ООО «Газпром проектирование», ГК «ГЕОИЗОЛ», Научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений (НИИОСП) им. Н.М. Герсевича, а также в научно-исследовательскую и образовательную деятельность ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» (Научный центр геомеханики и проблем горного производства) и других профильных структур.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В Главе 2 для оценки прочности смерзания предложена оригинальная билинейная модель, использующая математическую функцию минимума (формулы 7, 8), которая задает предел роста касательных напряжений. Для более глубокого раскрытия предложенного подхода автору было бы целесообразно уточнить, какими именно физическими процессами на контакте

«свая-мерзлый массив» обусловлена такая стабилизация несущей способности при продолжающемся росте эквивалентного сцепления самой мерзлой породы.

2. В Главе 4 при выполнении пространственного геомеханического моделирования в программном комплексе PLAXIS 3D используется классическая упругопластическая модель Мора-Кулона. Учитывая, что мерзлым породам свойственна ярко выраженная ползучесть, в тексте работы было бы полезно дать более развернутый комментарий о том, каким образом фактор времени и длительного реологического деформирования учтен автором в рамках выбранной квазистатической модели.

3. Расчетная модель теплового взаимодействия (Глава 3) построена на уравнениях кондуктивного теплопереноса с учетом скрытой теплоты фазовых переходов. Для более глубокого понимания границ применимости численной модели автору следует пояснить принятое допущение о возможности исключения из расчетов конвективного переноса тепла, который в натуральных условиях может присутствовать в обводненном сезонно-талом слое.

4. При описании методики численного моделирования теплового взаимодействия (Глава 3) указывается, что задача решалась в двумерной осесимметричной постановке. Было бы полезно пояснить методологический выбор автора, почему для термической задачи оказался достаточным осесимметричный подход, в то время как последующая оценка напряженно-деформированного состояния с пробкой-пятой (Глава 4) потребовала построения пространственной модели.

Отмеченные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы, носят уточняющий характер в рамках научной дискуссии и не влияют на достоверность и обоснованность главных научных результатов и защищаемых положений.

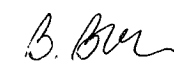
8. Заключение по диссертации

Диссертация «Геомеханическое обоснование параметров свайных оснований технологических платформ в условиях криолитозоны», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Баева Елена Константиновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Бaeвой Елены Константиновны
обсужден и утвержден на заседании кафедры Физических процессов горного производства и
геоконтроля Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет
«МИСИС», протокол № 10 от «02» июня 2026 года.

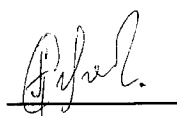
Председатель заседания

Заведующий кафедрой Физических процессов и геоконтроля Федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
д.ф.-м.н., доцент

 **Винников Владимир Александрович**

Секретарь заседания

Доцент кафедры Физических процессов и геоконтроля Федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС»,
к.т.н.,

 **Пугач Александр Сергеевич**

М.П.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Почтовый адрес: 119049, Москва, Ленинский пр-кт, д.4, стр. 1

Официальный сайт в сети Интернет: <https://misis.ru/>

эл. почта: kancela@misis.ru, телефон: +7 495 955-00-32



Подпись
Заведующего

Секретаря
кафедры

 **Винников В.А.; Пугач А.С.**

Р5 Р6 1026