

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на диссертацию на соискание ученой степени кандидата**  
**геолого-минералогических наук Никитина Кирилла Алексеевича**  
**на тему: «Температурный режим многолетнемерзлых пород Западного**  
**Ямала в условиях прогнозируемых климатических изменений»**  
**по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и**  
**грунтоведение**

**Актуальность темы исследования.** Представленная диссертационная работа направлена на решение комплексной проблемы совершенствования методических подходов к прогнозу температуры засоленных многолетнемерзлых пород с учетом изменения климата и процессов криогенного метаморфизма в поровой влаге. Актуальность исследования не вызывает сомнений, так как в условиях активного хозяйственного развития Арктики и, в частности, севера Западной Сибири возникает проблема прогноза температурного режима засоленных мерзлых грунтов в основании зданий и сооружений до конца периода эксплуатации с целью разработки и применения технических решений для предотвращения развития негативных деформаций и безаварийной эксплуатации сооружений. Как отмечает автор, засоленные многолетнемерзлые породы существенно усложняют математические и физические модели геокриологического прогноза. Это связано как со спецификой процессов в засоленных грунтах при промерзании-оттаивании, так и с методическими подходами для описания и количественного учета этих процессов. Существующие прогнозные оценки температурного режима засоленных многолетнемерзлых пород не учитывают водно-ионные преобразования в поровых растворах и связанные с ними изменения теплофизических и водно-физических свойств.

Таким образом, исследование, направленное на развитие методических подходов геокриологического прогноза для засоленных пород с учетом особенностей криогенного метаморфизма, является актуальным как с научной, так и с практической точки зрения. Решение поставленных в работе задач позволит повысить точность определения необходимой проектной

температуры в основании сооружений для обеспечения несущей способности, оценить реакцию засоленных многолетнемерзлых пород в фоновых условиях на наблюдаемые и ожидаемые изменения климата.

**Структура и содержание работы.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (215 наименований, в том числе 34 на иностранном языке). Материал работы изложен на 167 страницах машинописного текста, содержит 5 таблиц, 53 иллюстрации. Структура работы полностью соответствует цели диссертации и поставленным задачам, логически выстроена и последовательна.

Во **Введении** дано обоснование актуальности исследования, корректно поставлены цель и задачи работы, сформулированы положения научной новизны и защищаемые положения, отмечена практическая значимость, приведены сведения об источниках используемых данных и личном вкладе автора.

**Первая глава** посвящена современному состоянию изученности многолетнемерзлых пород Западной Сибири в условиях наблюдаемого изменения климата и проблеме прогноза температурного и водно-ионного режима засоленных пород в слое годовых теплооборотов. Автор проводит детальный анализ опубликованных материалов, связанных с проблематикой исследования, в том числе с изменением климата в регионе.

На основе опубликованных результатов многолетнего мониторинга за мерзлыми породами Западной Сибири охарактеризованы основные тенденции изменения геокриологических условий в регионе за последние 50 лет. Показано, что результаты прогнозных оценок для засоленных мерзлых пород имеют существенную погрешность и неопределенность, связанную как с выбором климатического сценария, так с математической параметризацией процессов в засоленных породах.

Автор критически оценивает существующие подходы к реализации геокриологического прогноза для засоленных пород. На основе рассмотрения различных методов прогноза автор справедливо отмечает их ограничения:

упрощение сложного и многофакторного физического процесса промерзания-оттаивания; пренебрежение влиянием водно-ионных преобразований в поровых растворах и связанных с ними изменений теплофизических и водно-физических свойств; отсутствие общепризнанной методики для разработки и выбора климатического сценария, особенно температуры воздуха.

**Вторая глава** посвящена описанию геокриологических и климатических условий региона исследования. Представлено описание зональных и региональных факторов для выделения и обоснования границ территории исследования – Западного Ямала.

**Третья глава** посвящена описанию методики полевых экспериментальных исследований автора и прогноза температурного режима незасоленных и засоленных пород с учетом изменения климата. Автор представил основные положения разработанной методики совместного применения методов термодинамического и математического моделирования для прогноза температурного режима засоленных мерзлых пород. Выполнено математическое описание моделей для оценки водно-ионных преобразований в поровой влаге и дальнейшей реализации тепловой задачи кондуктивного теплообмена. Особое внимание уделено методике количественного учета потепления климата в ходе прогноза, заключающейся в разработке сценариев изменения среднегодовой температуры воздуха к середине века.

**Четвертая глава** посвящена выбору и верификации параметров расчетной схемы для выполнения прогноза температурного режима пород с учетом изменений климата и водно-ионных преобразований в поровых растворах. Автором выполнено описание исходных (начальных) данных, принятых допущений и ограничений, учтенных в ходе прогноза.

**Пятая глава** посвящена описанию результатов прогноза температурного режима засоленных и незасоленных мерзлых пород с учетом изменения климата. Представлены сценарии повышения температуры воздуха для трех районов Ямала к середине века, разработанные на основе применения методики авторетроспективного анализа к многолетним рядам

метеонаблюдений. Показаны результаты прогноза температурного режима засоленных многолетнемерзлых пород песчаного и глинистого состава для трех районов полуострова Ямал. Автором выявлена количественная погрешность при определении среднегодовой температуры пород, зависящая как от химического состава, так и от минерализации поровых растворов. Для реализации геокриологического прогноза для мерзлотно-грунтовых условий Западного Ямала с учетом разработанной методики автором выполнен анализ многолетних изменений среднегодовой температуры пород на подошве слоя годовых теплооборотов. Представлены оценки возможных изменений среднегодовой температуры пород различных природно-территориальных комплексов к середине века.

В **Заключении** приведены основные выводы, полученные в результате выполненных исследований. Выводы логично вытекают из текста диссертации.

**Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций** обеспечивается применением научно-обоснованного методического подхода к решению поставленных задач, использованием современных методов исследований и статистической обработки полученных данных, объемом и репрезентативностью фактологического материала. Логика диссертации последовательно выстроена: от полевых геокриологических исследований к методическому развитию совместного применения термодинамического и математического моделирования для нахождения тепловых полей, и далее применение разработанной методики как для модельных разрезов, так и для фактических мерзлотно-грунтовых условий Западного Ямала с учетом опубликованных и полученных автором полевых материалов.

**Достоверность и научная новизна** полученных результатов подтверждается большим объемом использованных опубликованных и полученных автором полевых данных, результатов термодинамического и математического моделирования, выполненных с применением наиболее современных программных продуктов.

Основные идеи и положения диссертационной работы представлены автором на различных российских и международных конференциях и изложены в 5 публикациях, в том числе в 3 публикациях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук.

**Научная новизна** работы состоит в:

- выявлении закономерностей изменения среднегодовой температуры многолетнемерзлых пород на подошве слоя годовых теплооборотов, определенных на основе полевых исследований автора на Западном Ямале и опубликованных результатов ранее проведенной типизации ландшафтно-мерзлотных условий;

- разработке и применении методики прогноза температуры засоленных многолетнемерзлых пород с учетом изменения климата и преобразования химического состава поровых растворов;

- определении количественного влияния процессов криогенного метаморфизма при формировании температурных полей в засоленных породах, достигающего 0,4-0,5 °С к середине века для мерзлотно-грунтовых условий Западного Ямала;

- разработке сценариев изменения среднегодовой температуры воздуха к середине века с трендом 0,2-0,4 °С/10 лет, на основе ее наблюдаемых изменений на метеостанциях Ямала.

**Научная и практическая значимость** диссертационной работы заключается в следующем:

- разработаны общие положения методики комплексного совместного применения термодинамического и математического моделирования для целей проведения геокриологического прогноза. Исследовано влияние процессов криогенного метаморфизма, проявляющееся в изменении водно-физических и теплофизических свойств пород, на региональные оценки их температурного режима с учетом изменения климата;

- выявлены общие региональные особенности влияния химического состава поровых растворов на динамику температурных полей засоленных пород. Показано, что применение методики комплексного прогноза температурного и водно-ионного режима засоленных пород существенно корректирует погрешность при определении их среднегодовой температуры;

- уточнение методики геокриологического прогноза для криолитозоны Западного Ямала на основе полученных автором результатов имеет важное значение для целей соблюдения проектного температурного режима мерзлых грунтов в основании зданий и сооружений, обеспечения их безаварийной эксплуатации в условиях климатических изменений.

Выводы диссертации соответствуют ее содержанию и отражают основные результаты проведенных исследований. Автореферат диссертации содержит основные выводы исследований автора и соответствует главным положениям и структуре диссертационного исследования.

Несмотря на вполне обоснованный научный подход к решаемой проблеме и применению сочетания термодинамического, математического моделирования и полевых исследований, к работе есть несколько замечаний.

1. В тексте диссертации не встречено ссылок на работы А.А.Шарбатяна 1970-1990 гг. в которых сформулированы аналогичные подходы к прогнозированию температурного режима ММП исходя из многолетних изменений среднегодовой температуры атмосферы.
2. Хотя при постановке задачи для термодинамического моделирования мерзлых пород говорится о необходимости учета газовой фазы, во вводных данных (гл.4) упоминания о газосодержании исследованных пород не встречено.
3. Рис. 5.28 с расчетным прогнозом температуры ММП до 2050 г. по авторской методике свидетельствует об отсутствии выраженного повышения температуры ММП, что противоречит утверждению об общем тренде к потеплению.

4. Вывод 2 в Заключение не несет новой информации и лишь подтверждает более ранние многочисленные исследования.
5. Вывод 5 в Заключение содержит сведения о существенном подъеме глубины залегания слоя годовых теплооборотов в исследуемом регионе за последние 40 лет (с 13-18 м до 14-15 м), но ничего не сообщает о причине такого важнейшего изменения геокриологической обстановки, связанного с изменением температурного режима мерзлого массива.
6. Вывод 6 запутывает читателя: он начинается с утверждения, что по прогнозу автора к 2050 г. наиболее низкие значения температуры ММП до  $-3,5...-4,0$  °С прогнозируются в заболоченных межхолмовых понижениях, а в конце идет утверждение, что к 2050 г. наиболее высокие значения среднегодовой температуры пород могут достигнуть  $-1,0...-1,5$  °С в пределах заболоченных озерных котловин, которые, по сути, также являются межхолмовыми (межбереговыми) понижениями.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Никитин Кирилл Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук, доцент, профессор кафедры разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений факультета разработки нефтяных и газовых месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина

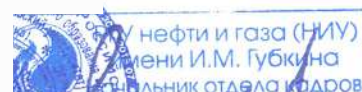
119991, город Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Тел. 8(499) 507 85 68  
[yakushev.v@gubkin.ru](mailto:yakushev.v@gubkin.ru)

Диссертация доктора геолого-минералогических наук защищена по специальности 25.00.12 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

Якушев Владимир  
Станиславович  
20.04.2026



Е. Ширяев

РГУ нефти и газа (НИУ)  
имени И.М. Губкина  
Пер. № 01/755  
от «29» 04 2026 г.