

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.054.01 (Д 002.048.02),
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ГЕОЭКОЛОГИИ ИМ.
Е.М. СЕРГЕЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17.03.2026 №2

О присуждении Чжоу Бичэн — гражданину Китайской Народной Республики учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Напряженно-деформированное состояние промерзающих грунтов при миграции влаги» по специальности 1.6.7 — «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение», принята к защите 16.12.2025 (протокол заседания № 7) Диссертационным советом 24.1.054.01 (Д 002.048.02), созданным на базе ФГБУН Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН) по адресу: 101000, Москва, Уланский пер. 13, стр. 2., приказ №966/нк от 17 октября 2019 г.

Соискатель Чжоу Бичэн, 1996 года рождения, в 2025 году окончил аспирантуру геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Имеет Свидетельство об окончании аспирантуры по специальности «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение».

В настоящее время после окончания аспирантуры соискатель Чжоу Бичэн нигде не работает.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук, профессор Брушков Анатолий Викторович, заведующий кафедрой геокриологии геологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Бровка Геннадий Петрович — доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической механики природных дисперсных систем Института природопользования НАН Беларуси (г. Минск), дал положительный отзыв на диссертацию.

Гагарин Леонид Александрович — кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией подземных вод и геохимии криолитозоны Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (г. Якутск), дал положительный отзыв на диссертацию.

Ведущая организация: Центр геокриологии и геотехнических исследований НИИОСП им. Н.М. Герсевича АО «Научно-исследовательский центр «Строительство» (г. Москва), в своём положительном отзыве, подписанном заместителем директора, кандидатом технических наук Разводовским Дмитрием Евгеньевичем и заведующим Сектором лабораторных исследований мерзлых грунтов Эрикой Станислововой Гречищевой, утверждённым заместителем генерального директора по научной работе АО «НИЦ Строительство», доктором технических наук, доцентом Андреем Григорьевичем Алексеевым указали ряд замечаний:

1. Глава 1 содержит лишь фрагментарный анализ исследований советских и российских ученых, внесших значительный вклад в изучение процессов морозного пучения и тепломассопереноса: автором учтены только работы Горелика Я. Б. Кроме того, в главе, как и в выводах, не отражены: направления, которые, по мнению диссертанта остаются неисследованными и что в конечном счете планировал исследовать соискатель. Не поставлена цель и задачи исследования.

2. В главе 2 не указаны условия, для которых выполнен сравнительный расчет, что затрудняет оценку его релевантности. Почему только один расчет? Кроме того, отсутствует оценка влияния изменения входных параметров (в том числе разновидности грунта и его физико-механических свойств) на сходимость результатов. Дополнительно стоит отметить низкое качество визуализации рисунка 2.2.4, затрудняющее его восприятие.

3. В главе 3 не представлено обоснование выбора температур испытаний при проведении исследований по замораживанию образцов. Почему -5°C и -10°C ? Кроме того, отсутствует информация о кратности проведения экспериментов. Из рисунка 3.19 непонятно, чем отличаются образцы. Наконец, в разделе 3.1.1 описаны эксперименты, не несущие очевидной научной ценности, — при этом какой-либо аналитической обработки данных не представлено.

4. В главе 4 отсутствует информация о физико-механических свойствах Цинхай-тибетской глины, использованной в экспериментах. Без этих данных затруднена оценка репрезентативности результатов и их применимости к реальным условиям.

5. Заключение не в полной мере отражает суть защищаемых положений и не содержит рекомендаций по направлениям дальнейших исследований.

В положительном отзыве ведущая организация указала, что Диссертация

соответствует требованиям ВАК и демонстрирует системный подход к исследованию. Автор успешно сочетает аналитическое и физическое моделирование гидротермического взаимодействия грунтов, а затем верифицирует расчетные данные через сопоставление с результатами экспериментов. Отдельно стоит отметить высокий уровень аналитических навыков соискателя.

Диссертационная работа Чжоу Бичэн, представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, является законченным научным трудом, в котором содержатся решения задач, имеющих существенное значение для мерзлотоведения и геотехники. Она выполнена на современном научно-техническом уровне и отвечает критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук, п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней», а ее автор Чжоу Бичэн заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Соискатель имеет 3 опубликованные работы по теме диссертации, в том числе одну, включенную в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ, и две — в журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science (Q1) и Scopus (Q1).

Публикации дают полное представление о результатах выполненных исследований и личном вкладе автора диссертации в науку; в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах. Соискатель Чжоу Бичэн имеет 3 опубликованные работы по теме диссертации, во всех которых он является первым автором, а его вклад в статьи является определяющим. Научные работы Чжоу Бичэна содержат достаточный для представления в кандидатской диссертации объем новых научных знаний.

Наиболее значимые научные работы по диссертации:

1. Zhou B., Brouchkov A.V., Eremina L.I., Xu Ch., Hu J. Numerical Simulation of Water Migration during Soil Freezing and Its Resulting Characterization // Applied Sciences. – 2024. – Vol. 14, No. 18. – Pp.1-12.

2. Zhou B., Brouchkov A.V., Hu J. Numerical Study of Pore Water Pressure in Frozen Soils during Moisture Migration // Water. – 2023. – Vol.16, No. 5. – P.776.

3. Чжоу Б., Брушков А.В., Ху Ц. Моделирование порового давления воды в промерзающих дисперсных грунтах при миграции влаги // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2023. – Т. 6. – № 1. – С. 39-46.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. Ведущего научного сотрудника лаборатории геоэлектрики Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, д.г.-м.н., доцента

В.В. Оленченко. Он отмечает, что тема диссертации является чрезвычайно актуальной для решения практических задач строительства в условиях вечной мерзлоты, а исследование процессов миграции влаги имеет фундаментальное значение для прогнозирования морозного пучения. Результаты отличаются высокой достоверностью и практической ценностью, создавая базовую модель для дальнейших изысканий в области численного моделирования в мерзлотоведении. Замечаний по автореферату нет.

2. Заведующего кафедрой геологии месторождений и методики разведки Института цветных металлов Сибирского федерального университета, д.г.-м.н., профессора В.А. Макарова и доцента той же кафедры, к.г.-м.н. М.П. Кропаниной. Они подчеркивают высокую актуальность исследования, направленного на решение проблемы морозного пучения глинистых грунтов, которая является одной из основных причин деформаций инженерных сооружений в холодных регионах. Работа характеризуется как самостоятельное, логически выверенное исследование, имеющее существенное прикладное значение для развития инженерной геологии и мерзлотоведения. Замечаний по автореферату нет.

3. Профессора кафедры «Автомобильные дороги» ТГАСУ, д.т.н. О.В. Матвиенко, профессора той же кафедры, д.т.н. В.Н. Ефименко и профессора той же кафедры, д.т.н. С.В. Ефименко. В отзыве подчеркивается, что морозное пучение глинистых грунтов является одной из ключевых причин снижения срока службы инженерных сооружений и транспортной инфраструктуры. Авторы отмечают высокую научную ценность разработанной соискателем ТНМ-модели, основанной на сопряженном анализе тепломассопереноса и фазового равновесия, что позволяет прогнозировать поровое давление и влагоперенос при отрицательных температурах. Глубина и объем проработки материала, по мнению авторов, подтверждают высокую квалификацию соискателя. К тексту автореферата сделаны следующие замечания: 1) Сведения об образцах грунта, применявшихся в экспериментальных исследованиях изложены крайне лаконично. 2) Непонятно, как получены расчетные значения удельной теплоемкости, и теплопроводности грунта, необходимые для решения уравнения теплопереноса? По справочной литературе или экспериментально? 3) Одинаково ли применима предложенная автором модель для глинистых грунтов находящихся в районах сезонного промерзания и распространения многолетнемерзлых грунтов? 4) Уравнения теплопереноса (11), (18) могут быть использованы только для постоянных значений коэффициента теплопроводности. Однако данный коэффициент зависит от соотношения долей водной фазы, льда и грунта. 5) Непонятно, уравнение (21) записано для эффективной среды или для какой-то фазы. Что конкретно обозначает в уравнении (21)

переменная θ ?

4. Доцента кафедры геотехники Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ), к.т.н. С.В. Ланько. Он отмечает научную новизну разработанной динамической численной модели гидротермического взаимодействия при промерзании водонасыщенных грунтов, основанной на установленном соотношении термодинамических параметров и сопряженном анализе тепломассопереноса, порового давления и фазового равновесия. Особо выделяется практическая значимость работы для достоверного прогнозирования воздействий морозного пучения на подземные части зданий и сооружений. В качестве замечания указано, что в автореферате не приводится сравнение результатов расчетов по другим моделям, описывающим процессы морозного пучения.

5. Доцента кафедры «Строительные конструкции», старший научный сотрудник ЦНИЛ «Строительство на вечной мерзлоте» Тюменского индустриального университета к.т.н. А.Н. Краева. Он подчеркивает значимость проведенных соискателем экспериментальных исследований по одномерному промерзанию каолиновой глины, а также ценность предложенной и верифицированной численной модели гидротермического взаимодействия. Практическая значимость работы заключается в создании надежных прогнозных моделей, необходимых для совершенствования методов инженерной защиты сооружений. В качестве замечаний указано: В главе 3 автореферата не в полной мере обоснован выбор именно каолиновой глины в качестве объекта исследований. Насколько результаты, полученные на каолините, можно распространить на другие типы глинистых грунтов (например, монтмориллонитовые) с высокой связностью воды? Насколько универсален эмпирический параметр «а» в выражении (16) автореферата, будет ли его значение определенное для каолинита влиять на результаты моделирования для грунтов с другим минеральным составом?

6. Научного сотрудника Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, к.т.н. А.А. Чжана. В отзыве подчеркивается, что работа посвящена актуальной проблеме прогноза морозного пучения в криолитозоне. Он отмечает высокую теоретическую и практическую значимость созданной численной модели, а также успешную экспериментальную верификацию роли ледяных линз в увеличении порового давления. Указывается на высокий уровень публикаций соискателя в ведущих международных изданиях (Q1), отмечает наличие ряда отклонений в расчетных деформациях, которые соискатель связывает с физико-механическими особенностями выбранной каолиновой глины, что требует более детального анализа при обобщении результатов на другие типы грунтов, чтобы

ответить на вопрос, насколько предложенная модель будет универсальной?

7. Доцента кафедры «Основания и фундаменты» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, к.т.н. В.Е. Козловского. Он отмечает высокую актуальность и многогранность работы, подчеркивая значимость систематизации научных взглядов и успешного сопоставления результатов собственных экспериментов с данными разработанной численной модели. Указывается на практическую востребованность полученных результатов для снижения рисков при освоении территорий в холодных регионах. В тексте автореферата отмечено отсутствие упоминания фундаментальных работ С.С. Вялова в области реологии мерзлых грунтов, а также использование термина «почва» вместо «грунт» (например, на стр.8 автореферата), что не в полной мере соответствует тематике исследования.

8. Старшего научного сотрудника лаборатории региональной геологии и тектоники ДВГИ ДВО РАН, к.г.-м.н. А.Н. Митрохина. Он отмечает научную новизну исследования, заключающуюся в выявлении закономерностей формирования напряженно-деформированного состояния грунтов с позиций механики сплошных сред. Особо выделяется достоверность полученных результатов, подтвержденная комплексным подходом, включающим как физическое, так и математическое моделирование. По мнению автора отзыва, диссертация является глубоким и логически завершенным исследованием. Замечаний по автореферату нет.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Предложено соотношение между основными термодинамическими параметрами в промерзающих водонасыщенных глинистых грунтах для определения порового давления воды, на основе которого разработана численная модель, прогнозирующая изменение давления во времени и по глубине как при наличии, так и при отсутствии ледяных линз (шлиров);

2. Численная модель гидротермического взаимодействия при промерзании грунтов отличается от существующих аналогов тем, что основана на сопряженном анализе теплопереноса, массопереноса, изменения порового давления и фазового равновесия. При этом важную роль играет соотношение объемного содержания воды к объемному содержанию льда (θ_w/θ_i), что обеспечивает разрешимость модели;

3. Предложенная и верифицированная численная модель гидротермического взаимодействия при промерзании грунтов пригодна для прогнозирования льдовыделения и морозного пучения грунтов как с полной, так и с неполной

степенью влагонасыщения.

Практическая значимость исследования обоснована тем, что предложенная модель гидротермического взаимодействия позволяет прогнозировать поровое давление воды в различных температурных и влажностных условиях, в том числе в рамках инженерных проектов. Кроме того, модель допускает дальнейшую модификацию, например, для учёта подтока подземных вод при промерзании.

Оценка достоверности результатов исследования обеспечивается проведением комплексных лабораторных экспериментов по промерзанию глинистых грунтов с применением современного прецизионного оборудования и стандартных методик. Полученные зависимости базируются на использовании в математической модели классических фундаментальных уравнений, получивших многолетнее признание в мировой научной практике. Достоверность численных результатов подтверждена не только верификацией по собственным экспериментальным данным автора, но и детальным сравнительным анализом с результатами независимых исследований других авторов. Основные научные положения и выводы диссертации прошли широкую апробацию на международных и всероссийских конференциях, а также подтверждены публикациями в ведущих рецензируемых научных журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science (Q1) и Scopus (Q1), и в перечне ВАК.

Личный вклад соискателя состоит в том, что автором проведен глубокий анализ механических напряжений в промерзающих грунтах и выполнен систематический обзор уравнения Клапейрона-Клаузиуса с уточнением границ его применимости в криогенных средах. На основании принципа эффективных напряжений Терцаги и термодинамического уравнения Клапейрона-Клаузиуса соискателем предложена новая расчетная формула для определения порового давления воды в насыщенных мерзлых грунтах. Данная теоретическая база позволила автору лично разработать комплексную численную модель миграции влаги при промерзании. Для верификации предложенной модели соискателем самостоятельно сконструирована экспериментальная установка и проведена серия опытов по одномерному промерзанию каолинитовой глины, в ходе которых детально проанализированы закономерности изменения температурных полей, динамики влагопереноса, порового давления и интенсивности льдообразования. Автор лично осуществил сопоставление полученных численных результатов с собственными экспериментальными данными и опубликованными материалами других исследователей, что подтвердило достоверность и адекватность выбранной модели.

В рамках дискуссии д.г.-м.н. Н.Г. Мавлянова, ИГЭ РАН отметила в качестве замечаний к работе отсутствие примеров, связанных с опытом геокриологических исследований в Китае.

Член-корреспондент РАН Е.А. Вознесенский, ИГЭ РАН отметил, что проделана большая мыслительная самостоятельная работа и получена авторская оригинальная модель, которая работает, но было бы корректнее с позиции объекта взять более удачный грунт. Высказал пожелание более удачной подачи защищаемых положений в докладе.

Д.г.н. А.С. Викторов, ИГЭ РАН отметил в качестве недостатков необходимость более четкого обоснования является ли решение устойчивым, необходимо учитывать насколько колебания природных параметров могут повлиять на решение.

Соискатель ответил на заданные ему вопросы, согласился с большинством замечаний и дал свои комментарии в необходимых случаях.

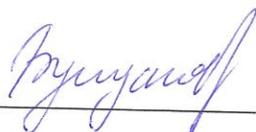
На заседании 17.03.2026 г. Диссертационный совет принял решение присудить Чжоу Бичэн учёную степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук (5 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации), участвующих в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 12, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
Диссертационного совета,
д.г.м.


/Викторов А.С./

Учёный секретарь
Диссертационного совета,
к.г.н.


/Булдакова Е.В./



Дата оформления заключения

«17» марта 2026 г.

М.П.