

«Утверждаю»

Ректор Иссык-Кульского
государственного университета
имени К.Тыныстанова,
к.п.н., профессор Иманбаев А.А.

4 июнь 2025



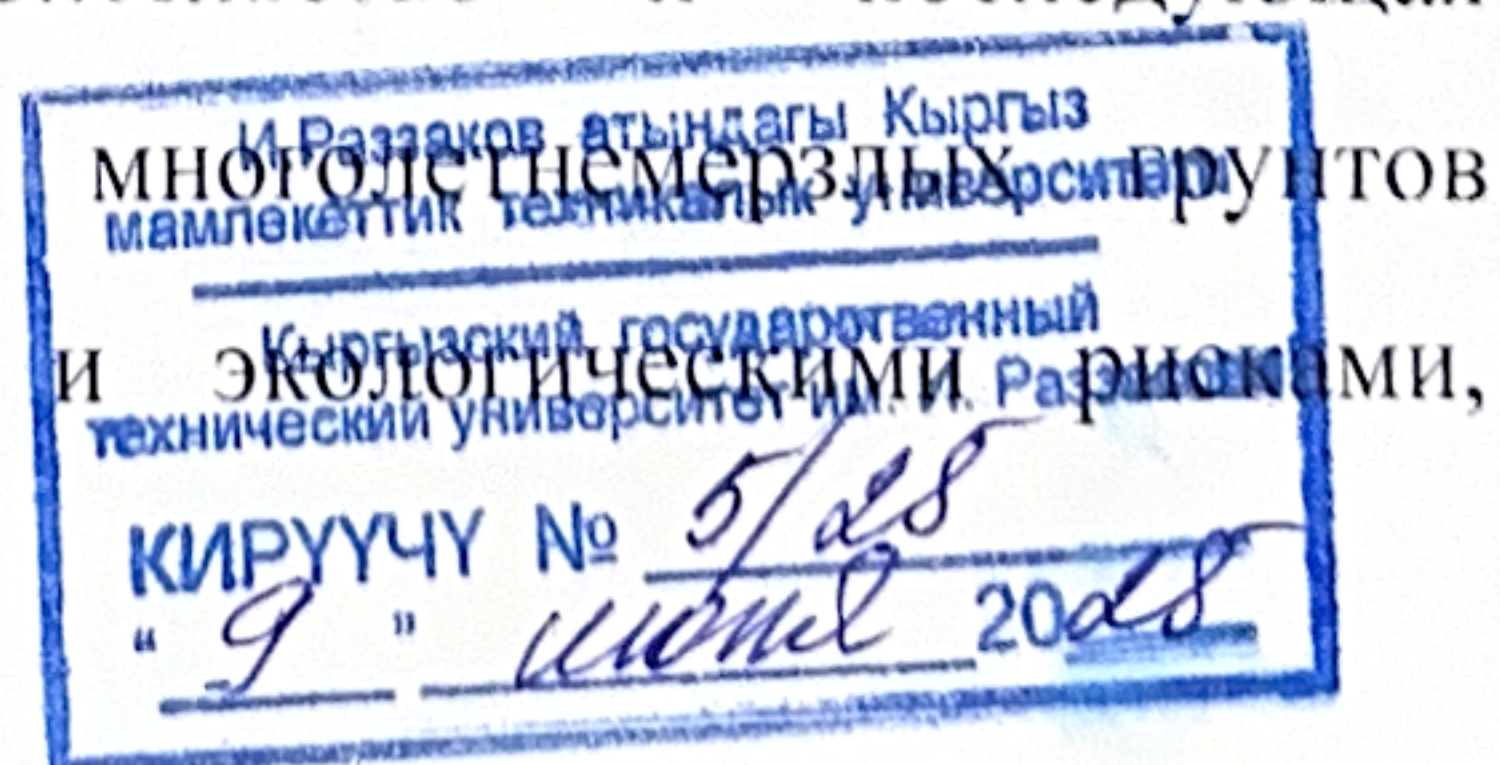
ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Душеновой Умут Джумаказыловны на тему «Аналитико-численное решение задач теплопереноса», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы»

Актуальность темы диссертации

Развитие промышленного сектора, в частности горнодобывающей отрасли, определено в Национальной стратегии развития Кыргызской Республики на 2018–2040 годы как одно из приоритетных направлений социально-экономического роста. Учитывая значительный, но недостаточно освоенный минерально-сырьевой потенциал страны, особое внимание уделяется освоению новых месторождений, большинство из которых расположены в сложных климатических и геокриологических условиях высокогорья.

Разработка таких месторождений требует строительства промышленных объектов: обогатительных фабрик, дамб, хвостохранилищ и других инженерных сооружений. Однако строительство и последующая эксплуатация этих объектов в условиях



связанными с процессами теплопереноса и изменением физических свойств мерзлых оснований.

В связи с этим научно обоснованное моделирование и расчет тепловых процессов в мерзлых грунтах становится актуальной задачей. В работе рассматриваются аналитические и численные методы решения задач теплопереноса, что позволяет не только глубже понять поведение мерзлых оснований под воздействием техногенных и климатических факторов, но и дает возможность оценивать устойчивость сооружений, проектируемых в таких условиях.

Таким образом, выполненная работа имеет высокую степень научной и практической значимости. Полученные результаты могут быть применены в инженерной практике при проектировании объектов в зонах распространения вечной мерзлоты, а также в экологической оценке воздействия на окружающую среду.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа включает введение, 4 главы, заключение, изложенные на 106 страниц машинописного текста, в том числе 22 рисунка, 3 таблицы и 128 наименований списка использованной литературы.

Во введении работы описывается актуальность работы, формулируются цели и задачи исследования, приводится научная новизна работы, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе проведён обзор литературы методам моделирования температурного режима гидротехнических сооружений, расположенные в условиях вечной мерзлоты. Изменение температурного режима приводит к протаиванию грунтов, что связано с безопасностью гидротехнических сооружений в связи деформацией фундаментов и оснований сооружений, а также возникновению фильтрации жидкостей.

Во второй главе рассмотрены применяемые методы, а также проанализирован физический процесс, связанный с температурным режимом объекта. Особое внимание уделено выбору экспериментальных и расчетных подходов, обеспечивающих достоверность полученных результатов.

В третьей главе рассматривается обоснование новой эффективной методики решения задачи теплопереноса, основанная на сочетании аналитического решения математической модели с идеей метода конечных элементов (МКЭ). Такой подход снимает вопросы, связанные с дискретизацией времени и пространства при решении прикладных задач и позволяет решать задачи определения температуры грунта, коэффициентов температуропроводностей и теплообмена путем идентификации аналитического решения с данными натурных наблюдений. Такие задачи для практики являются важными так как эти коэффициенты определяются экспериментально в лабораторных условиях с определенными погрешностями.

В четвертой главе рассматривается математическая модель таяния мерзлого грунта, где процесс таяния мерзлого грунта моделируется отдельно для талой зоны в виде начально-краевой задачи и отдельно для мерзлой зоны.

Основные научные результаты диссертации и научная новизна:

1. Разработан аналитико-численный подход к решению задач теплопереноса, основанный на идее метода конечных элементов (МКЭ).
2. Предложена методика определения глубины таяния и идентификации коэффициента температуропроводности, как решение математической модели теплопереноса с использованием данных наблюдений температуры грунта.
3. Построено аналитическое решение математической модели таяния мерзлого грунта под основанием хвостохранилища и определение времени перехода к стационарному режиму и глубину таяния за это время.
4. Вывод о не влиянии начального условия на глубину таяния при долгосрочном прогнозе на основе численного эксперимента.

Практическая значимость полученных результатов. Предложенный подход и алгоритм могут служить основой для решения прикладных задач температурного режима сооружений, расположенные в зоне мерзлого грунта с учетом различных климатических факторов, которая является основой при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений и зданий в зоне вечной мерзлоты. Результаты расчета внедрены в ОсОО «Научно-проектная лаборатория» «Устойчивости геотехнических объектов» Также полученные результаты можно использовать в учебном процессе в качестве специального курса для старших курсов, магистрантов и аспирантов соответствующих направлений, а также использовать в изучении дисциплины «Математическое моделирование», «Прикладные задачи в математике».

Обоснованность и достоверность научных положений показывается на основе анализа и оценки аналитических и численных решений математической модели, а также проверяется сопоставлением полученных результатов с результатами данных из наблюдательных скважин, а также с результатами других авторов.

Оценка полноты публикации результатов диссертации:

Основные результаты исследований опубликованы в 12 научных статьях, в том числе в научных журналах за пределами Кыргызской Республики, которые входят в базы данных Scopus (1), РИНЦ (10).

Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат на двух языках полностью соответствует содержанию диссертации, отражает поставленные в ней цели, задачи исследования и полученные результаты. Резюме на кыргызском, русском и английском языках идентичны по смыслу.

Замечания

К числу несущественных недостатков выполненной работы можно отнести следующие:

- В тексте диссертации имеются отдельные опечатки и стилистические неточности, не влияющие на общее понимание содержания.

- В некоторых математических выражениях отсутствуют расшифровки обозначений используемых величин, что может затруднить восприятие формул.

- Часть приведённых литературных источников является устаревшей и требует актуализации с учетом современных научных публикаций по тематике исследования.

Отмеченные недостатки не оказывают существенного влияния на научную ценность и практическую значимость выполненного исследования и не снижают общей положительной оценки работы.

Общее заключение

Диссертационная работа Душеновой У.Д. на тему «Аналитико-численное решение задач теплопереноса» посвящена актуальной научной проблеме моделирования тепловых процессов в условиях вечной мерзлоты. В работе получены новые научные результаты, имеющие важное прикладное значение для решения задач тепло-массопереноса в геотехнических сооружениях, возводимых в сложных климатических условиях.

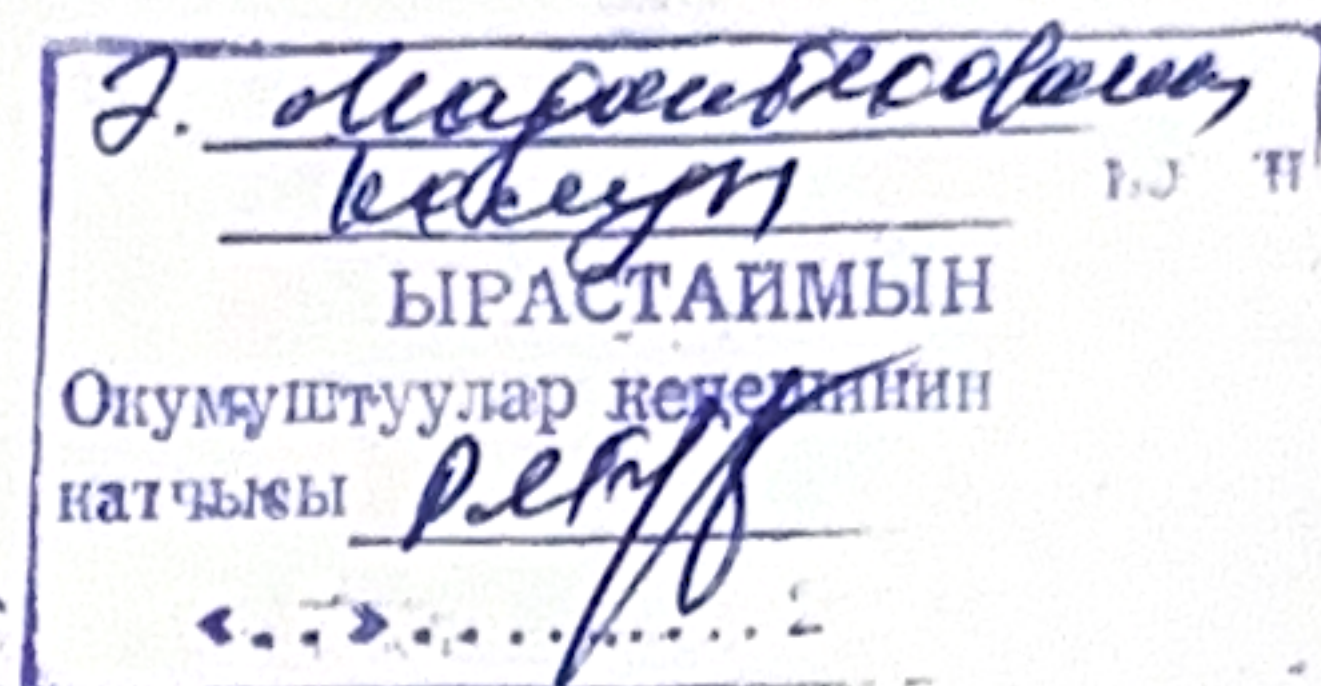
Представленное исследование отличается научной новизной, теоретической обоснованностью и практической ценностью. Результаты диссертации могут быть использованы при проектировании и оценке надежности инженерных объектов, эксплуатируемых в районах с многолетнемерзлыми грунтами.

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Национальной аттестационной комиссией Кыргызской Республики, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор работы, Душенова Умут Джумаказыловна, заслуживает присвоения ученой степени кандидата

физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Отзыв заслушан и одобрен на расширенном заседании кафедры «Математика и информационные технологии» Иссык-Кульского государственного университета им. К.Тыныстанова от 4 июня 2025 года (протокол № 13) с участием ведущих специалистов по теме диссертации, включая 2 докторов наук и 9 кандидатов наук в области физико-математических, технических и исторических наук.

Председатель заседания
и.о. заведующего кафедрой
«Математики и информационных
технологий» к.ф.-.м.н., доцент



Э.Э.Маданбекова

Подпись заверяю: