

ОТЗЫВ

**научного руководителя на диссертацию Мукминовой Дианы Зинуровны
«ОЦЕНКА СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ПОРОД С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЭСКАЛАТОРНЫХ
ТОННЕЛЕЙ СПОСОБОМ ЗАМОРАЖИВАНИЯ»**

**представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая
геология, геофизика маркшейдерское дело и геометрия недр**

Мукминова Диана Зинуровна в 2017 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 210504 Горное дело.

За период обучения в аспирантуре Мукминова Д.З. своевременно сдала кандидатские экзамены на оценку «отлично» и проявила себя как грамотный и квалифицированный специалист, способный самостоятельно ставить, планировать и решать научно-технические задачи, проводить теоретические и экспериментальные исследования.

Принимала активное участие в Международных и Всероссийских научных конференциях: IV Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие современной науки: Проблемы, закономерности, перспективы» (г.Пенза, 2018 г.); Международная научно-практическая конференция «Наука и научный потенциал – основа устойчивого развития общества» (г.Магнитогорск, 2018 г.); 13 Freiberg – St. Petersburger Kolloquium junger Wissenschaftler (TU Bergakademie Freiberg, г. Фрайберг, Германия, 2019 г.); XVII Всероссийская конференция-конкурс студентов и аспирантов горно-геологического, нефтегазового, энергетического, машиностроительного и металлургического профиля (г. Санкт-Петербург, 2019 г.).

В диссертации Мукминовой Д.З. рассматривается вопрос повышения достоверности оценки деформаций породного массива, земной поверхности и постоянной крепи при сооружении эскалаторных тоннелей способом замораживания в неустойчивых и обводненных породах.

В процессе обучения в аспирантуре Мукминова Д.З. в установленный планом диссертационных исследований сроки: изучила влияние технологии проходки и инженерно-геологических условий на геомеханические и теплофизические процессы; проанализировала существующие методы прогнозной оценки сдвижений и деформаций горных пород при строительстве эскалаторных тоннелей; собрала, проанализировала и обработала данные натуральных исследований в период активной и пассивной стадии замораживания и естественного оттаивания горных пород; спроектировала и заложила специальную наблюдательную станцию, организовала и провела мониторинговые измерения и обработку полученных результатов по этой станции; осуществила математическое моделирование поэтапного развития геомеханических процессов в период активной и пассивной стадий замораживания и в период естественного оттаивания; осуществила верификацию численных моделей, выявила и описала на их основе закономерности развития геомеханических процессов для обоснования инженерной методики прогноза деформаций. Результаты работы были освещены на конференциях и опубликованы в научных статьях.

Необходимость развития сети метрополитенов для крупных мегаполисов очевидна. В больших городах с развитой наземной инфраструктурой, особенно в районах с плотной исторической застройкой, наиболее востребован горный способ проходки и глубокое заложение линий метрополитена. Основной транспортной артерией для доставки пассажиров на станции метро являются эскалаторные тоннели. Проходка этих крупных наклонных выработок в неустойчивых и обводненных породах возможна только с применением специальных способов, наиболее распространенным и отработанным из которых является способ замораживания. Однако, при всех своих известных

преимуществах, эта технология характеризуется весьма существенным воздействием на породный массив самого искусственного замораживания. Породы, подвергшиеся замораживанию, резко меняют свои физико-механические свойства, а главное они испытывают деформации пучения при объемном расширении кристаллизующихся грунтовых вод, эти деформации развиваются в массиве не равномерно и достигают земной поверхности, где образуется мульда поднятий. После проходки система замораживания отключается, массив медленно оттаивает, на поверхности развивается мульда оседаний. Показатели таких деформаций на поверхности характеризуются весьма внушительными значениями, превышающими предельные в 4-5 раз, и способные оказать разрушительное воздействие на имеющуюся городскую инфраструктуру. Прогнозная оценка таких деформаций — это основной элемент обеспечения охраны зданий и сооружений в зоне влияния, от её достоверности зависит эффективных принимаемых технических решений по защите от вредного влияния подземного строительства. Актуальность темы диссертационной работы определяется, главным образом, недостаточным уровнем достоверности существующих прогнозных методик, которые не рассматривают стадию замораживания и оценку «временного» воздействия мульды поднятий, не учитывают неоднородность замораживания по литотипам, не выявляют механизма развития деформаций в породном массиве.

Поставленные в диссертационной работе задачи решались с привлечением как традиционных для маркшейдерии эмпирических и полуэмпирических методов с опорным теоретическим компонентом, так наиболее востребованных и доступных на сегодня методов математического моделирования на основе метода конечных элементов, реализованных в ПО PLAXIS 3D. Причем методы эти использовались в комплексе, как взаимодополняющие.

Решение задачи разработки прогнозной оценки деформаций для данной технологии предопределило необходимость решения ряда отдельных более конкретных исследовательских и расчётных задач, которые во многом определили составляющие научной новизны работы. К ним можно отнести: выявление

механизмов и закономерностей развития сдвижений для активной и пассивной стадий замораживания; установление факта существенного влияния пассивной стадии замораживания на деформации обделок тоннелей и его описание; определение основных факторов, определяющих развитие сложных теплофизических и геомеханических процессов в период активной и пассивной стадии замораживания и в период естественного оттаивания; обоснование упрощенного подхода для прогноза деформаций на базе использования численного моделирования методом конечных элементов с послойной оценкой параметров ледопородного ограждения по уровню природной влажности пород.

Сформулированные в диссертации, защищаемые научные положения полностью соответствуют её содержанию и фиксируют основные принципы оценки деформаций, предложенные в работе.

Характеризуя уровень личного участия автора в представленном исследовании можно отметить его инициативу в постановке научно-технических задач, проектировании и закладке наблюдательной станции для эскалаторного тоннеля Санкт-Петербургского метрополитена на станции «Казаковская». Лично автором выполнена вся обработка, представленных в работе, натурных данных маркшейдерских наблюдений при строительстве эскалаторных тоннелей метрополитена, вывод формул и зависимостей для методики прогнозной оценки, а также создание и обработка данных всех численных моделей.

Достоверность полученных в работе данных, зависимостей и их параметров подтверждается большим объемом построенных и обработанных с использованием метода конечных элементов численных моделей, их внутренней сходимостью и общей сходимостью результатов моделирования с данными натурных маркшейдерских наблюдений, а также высокими показателями сходимости расчетов деформаций по предлагаемой упрощенной прогнозной методике с имеющимися натурными данными, полученными при строительстве пяти эскалаторных тоннелей Петербургского метрополитена.

Очевидная инженерно-практическая направленность диссертационной работы и определяет её практическую значимость. Так, предложенные методы

расчёта позволяют осуществлять прогнозную оценку эффектов в мульде поднятий и мульде оседаний для разных входных параметров пород и показателей системы замораживания. Такой прогноз ориентирован на обеспечение защиты подрабатываемых зданий и сооружений при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания грунтов на всех его стадиях и комплексного решения вопросов охраны объектов наземной инфраструктуры. Кроме того, в работе разработаны рекомендации по организации мониторинга деформаций на земной поверхности, который позволяет обеспечить оценку текущих уровней риска для подрабатываемых зданий и сооружений.

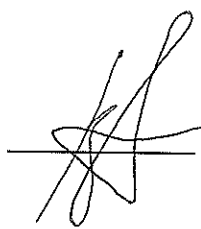
Результаты диссертационной работы Мукминовой Д.З. в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук* (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus), получен 1 патент на методику организации натурных наблюдений за сдвижением земной поверхности.

Диссертация на тему «Оценка сдвижений и деформаций горных пород с использованием методом математического моделирования при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика маркшейдерское дело и геометрия недр, является законченной научной работой, в которой решена важная научно-техническая задача повышения достоверности прогнозной оценки деформаций на основе применения современных средств численного моделирования сдвижений и обобщения данных натурных измерений. Тема весьма актуальна и востребована, работа содержит элементы научной новизны, имеет явное прикладное значение и соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»,
утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755
адм., а её автор – Мукминова Диана Зинуровна – заслуживает присуждения
ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 –
Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика
маркшейдерское дело и геометрия недр.

Научный руководитель, к.т.н., доцент,
Доцент кафедры маркшейдерского дела
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

Волохов Евгений Михайлович,



21.06.2021

199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, Средний пр., д.82

Телефон: (812) 328-82-59

e-mail: volohov@spmi.ru



Исполнитель: Е.М. Волохова
Место: Специальный отдел
Производства: Е.Р. Яновицкая
21 " 06 " 2021 г.