

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.08
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21.09.2021 № 11

О присуждении Мукминовой Диане Зинуровне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Оценка сдвижений и деформаций пород с использованием методов математического моделирования при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания» по специальности 25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр принята к защите 07 июля 2021 г., протокол № 6, диссертационным советом ГУ 212.224.08 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, дом 2, приказ ректора Горного университета от 08.11.2019 № 1518 адм., изм. от 09.12.2019 № 1684 адм, изм. от 15.06.2020 №736 адм, от 19.10.2020 №1422, от 25.02.2021 №327 адм, от 06.04.2021 №662 адм.

Соискатель, Мукминова Диана Зинуровна 18.08.1993 года рождения, в 2017 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело. С 2017 года по настоящее время является аспиранткой кафедры маркшейдерского дела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Работает сменным маркшейдером в Горно-строительном управлении ОАО «Метрострой».

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» на кафедре маркшейдерского дела.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Волохов Евгений Михайлович, доцент кафедры маркшейдерского дела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Официальные оппоненты:

Ашихмин Сергей Геннадьевич, доктор технических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем, кафедра маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем, профессор кафедры;

Богомолва Наталья Николаевна, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Инженерная геодезия», доцент кафедры;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Открытое акционерное общество "Научно-исследовательский, проектно-изыскательский институт "Ленметрогипротранс"**, г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном к.т.н. Лебедевым Михаилом Олеговичем, заместителем генерального директора по научно-исследовательской работе и утвержденным генеральным директором к.т.н. Маслаком Владимиром Александровичем, указала, что результаты диссертационной работы позволяют осуществлять достоверную прогнозную оценку эффектов пучений в период нарастания ледопородного ограждения в условиях развития наиболее опасных деформаций растяжения над осью тоннеля, многократно

превышающих критические. Такой прогноз ориентирован на обеспечение безопасности подрабатываемых зданий и сооружений при проектировании и строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, *в том числе 2 статьи - 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), 2 статьи - в изданиях, входящих в международную базу данных и системы цитирования Scopus. Получен 1 патент.*

Общий объем – 2,5 печатных листа, в том числе 1,6 печатных листов – соискателя.

Публикации 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:

1. Мукминова, Д.З. Анализ влияния геомеханических процессов при использовании технологии искусственного замораживания грунтов на деформации обделки эскалаторных тоннелей / Д.З. Мукминова, Е.М. Волохов // Маркшейдерия и недропользование. – 2021. - №1. – С.33-37.

Соискателем проведен анализ влияния эффектов замораживания на обделку эскалаторного тоннеля, выявлена корреляционная зависимость между вертикальными и горизонтальными деформациями колец.

2. Новоженин, С.Ю. Анализ данных натурных маркшейдерских наблюдений при сооружении эскалаторных тоннелей в Санкт-Петербурге // С.Ю. Новоженин, Д.З. Мукминова / Маркшейдерский вестник. – 2015. - №6. – С.50-54.

Соискателем приведены методы типовых кривых и методы аналогии при анализе мурд сдвижения для эскалаторных тоннелей Санкт-Петербургского метрополитена.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и системы цитирования Scopus:

3. Mukminova, D. Analysis of escalator tunnels deformations, when exposed to soils freezing // D.Mukminova, E. Volohov / E3S Web of Conferences 135, 01046(2019) ITESE-2019. – 2019. – V.135. – URL: https://www.researchgate.net/publication/337733892_Analysis_of_escalator_tunnels_deformations_when_exposed_to_soils_freezing. (дата обращения: 19.05.2021) DOI:10.1051/e3sconf/201913501046.

Соискателем проведен анализ влияния строительства эскалаторных тоннелей на земную поверхность, выявлены деформации пучений в период активной и пассивной стадии замораживания, превышающие предельно-допустимые значения.

4. Mukminova, D. Evaluation problem of harmful effects in mining works during constraction of subway escalator tunnels with the help of soils freezing method // D.Mukminova, E. Volohov / Scientific and Practical Studies of Raw Material Issues / 1st Edition, 2019, P.82-90. DOI:10.1201/9781003017226-12.

Соискателем определены основные факторы, определяющие развитие геомеханических процессов в период активной и пассивной стадии замораживания и в период естественного оттаивания.

Публикации в прочих изданиях:

5. Волохов, Е.М. Проблема оценки вредного влияния горных работ при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания грунтов // Е.М. Волохов, Д.З. Мукминова / Маркшейдерский вестник. – 2019. - №2. – С. 47-55.

Соискателем рассмотрены проблемы оценки сдвижений и деформаций горных пород и вредного влияния горных работ при строительстве

эскалаторных тоннелей способом искусственного замораживания грунтов. Описаны существующие методы и выявлены их недостатки.

6. Мукминова, Д.З. Анализ натуральных данных маркшейдерских наблюдений при сооружении эскалаторных тоннелей, пройденных с замораживанием грунтов в городе Санкт-Петербург // Д.З. Мукминова, С.Ю. Новоженин / Сборник статей VI международной научно-практической конференции. Пенза. – 2018. – С.268-272.

Патенты:

7. Патент № 2738633 Российская Федерация, МПК E21C 39/00 (2006.01) E02D 31/00, E21C 39/00, E21B 47/00, G01B 9/00. Способ мониторинга развития пучений, вызванных строительством наклонных подземных горных выработок, пройденных с замораживанием грунтов: № 2020118827/03(031949): заявл. 08.06.2020: опубл. 26.11.2020 / Мукминова Д.З.; заявитель Санкт-Петербургский горный университет. – 13 с.: 3 ил.

Соискателем разработаны рекомендации по организации мониторинга деформаций за сдвигами и деформациями на земной поверхности, позволяющие обеспечить оценку текущих уровней риска для подрабатываемых зданий и сооружений.

Апробация работы проведена на IV Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие современной науки: Проблемы, закономерности, перспективы» (г.Пенза, 2018 г.); Международной научно-практической конференции «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 Всероссийской конференции-конкурс студентов и аспирантов горно-геологического, нефтегазового, энергетического, машиностроительного и металлургического профиля (г. Санкт-Петербург, 2019 г.).

В диссертации Мукминовой Дианы Зинуровны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от **А.В. Гришина**, к.т.н., доцента, генерального директора Научно-внедренческой компании «Горная геомеханика»; **Г.О. Абрамяна**, к.т.н., и.о. заведующего кафедрой, доцента кафедры геологии и маркшейдерского дела, руководителя направления «Маркшейдерское дело» Горного института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»; **В.П. Хуцкого**, к.т.н., главного специалиста Общества с ограниченной ответственностью «ГИРО»; **В.И. Волкова**, д.т.н., профессора, профессора кафедры геодезии, землеустройства и кадастров федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»; **В.А. Гордеева**, д.т.н., профессора, профессора кафедры кадастра и геоинженерии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный технологический университет».

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность выбранной темы, большая практическая значимость работы и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеется ряд замечаний:

1. Для определения формы кривой в главных сечениях применялся метод типовых кривых, описание кривой производится аналитически через показательную-степенную функцию Н.С. Бака, но кроме такого описания известно и обосновано множество других функций, предложенных С.Г. Авершиным, С.П. Колбенковым и др. Из текста автореферата не ясен выбор именно такой функции, обоснование его здесь не приведено (к.т.н. **Г.О. Абрамян**).

2. В качестве замечания стоит отметить, что из автореферата непонятно на каком расстоянии от БВВ находится точка максимального пучения и как она соотносится с точкой максимального оседания (насколько область пучения и зона оседания земной поверхности перекрывают друг друга) (к.т.н. В.П. Хуцкий).

3. В автореферате, на наш взгляд, не достаточно уделено внимание вопросу обоснования показателей, определяющих величину морозного пучения грунтов и степени развития деформаций. В частности, здесь предлагается использовать только природную влажность, но показатели пучинистости определяются многими факторами и особенностями грунтов (д.т.н. В.И. Волков).

4. Непонятно как получена правая часть формулы (2) (д.т.н. В.А. Гордеев).

5. Не раскрыто обозначение $\xi_{рас}$ в формулах (3) и (4) (д.т.н. В.А. Гордеев).

6. В формуле (7) и на рис.7 L_x – длина полумульды (д.т.н. В.А. Гордеев).

7. На рис. 10 приведены данные маркшейдерских наблюдений 60-летней давности (д.т.н. В.А. Гордеев).

8. Метрополитен все-таки «петербургский», а не «петербуржский» (с.8, с.14, с.18) (д.т.н. В.А. Гордеев).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана концепция оценки деформационного состояния породного массива при проходке эскалаторных тоннелей способом замораживания

использовании, учитывающая в расчётах активную и пассивную стадии замораживания;

предложен подход к оценке сдвижений и деформаций горных пород на базе математического моделирования методом конечных элементов, обеспечивающий учёт неоднородного нарастания ледопородного ограждения по литологическим разностям;

доказано проявление в породном массиве и на земной поверхности весьма существенных деформаций растяжения, кратно превышающих предельные уровни, на первых стадиях сооружения эскалаторного тоннеля — стадиях формирования ледопородного ограждения;

введено понятие водонасыщенного слоя, как особого слоя в приповерхностной части геологического разреза с повышенными показателями влажности, который определяет основные количественные показатели процесса сдвижений на земной поверхности, части положение точки максимальных оседаний после оттаивания замороженных пород.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана сложность и гетерогенность процессов в неоднородных массивах слабых и сильнообоводненных пород, подвергаемых замораживанию и разморозке на всю глубину четвертичной толщи, и перспективность использования упрощенного подхода к оценке накапливаемых деформаций через интегральные показатели для разных типов пород, характеризующие их деформирование при замораживании и оттаивании;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использован комплекс, увязанных между собой, методов исследования деформаций, включающий эмпирические методы оценки деформаций, теоретические методы оценки изменений теплофизических свойств пород, методы математического моделирования напряженно-деформированного состояния породного массива численными методами;

изложены принципы и аргументы для упрощенной оценки деформаций пучения обводненных горных пород, опирающейся на стандартные показатели, получаемые из инженерно-геологических испытаний пород и широкое использование данных натуральных маркшейдерских измерений на земной поверхности и в тоннеле;

раскрыты сущность деформационных процессов в окружающем выработку породном массиве и общие закономерности возникновения, распространения в подрабатываемом и нарабатываемом породном массиве объемных пластических деформаций и их влияния на сдвиги и деформации земной поверхности;;

изучены закономерности распределения сдвигов на земной поверхности их развития для разных стадий строительства эскалаторных тоннелей, описана аналитически форма распределения сдвигов в главных сечениях мульды сдвигов;

проведена существенная модернизация применяемой ранее инженерной методики оценки сдвигов и деформаций земной поверхности при сооружении эскалаторных тоннелей способом замораживания для горно-геологических условий строительства метрополитена в Санкт-Петербурге;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены рекомендации по проектированию наблюдательных станций и организации натуральных наблюдений за сдвигами и деформациями на земной поверхности, позволяющие обеспечить достоверную оценку зоны влияния проходки на земной поверхности и самих деформаций для обеспечения защиты подрабатываемых зданий и сооружений (получен патент);

определены варианты практического применения результатов исследования в части прогнозирования последствий проходки эскалаторных тоннелей способом замораживания, при проектировании метрополитенов, и организации натуральных наблюдений на строящихся объектах;

создана инженерная методика прогнозной оценки сдвижений и деформаций на земной поверхности для горно-геологических условий проходки эскалаторных тоннелей метрополитена в Санкт-Петербурге, позволяющая учитывать конкретные свойства породного массива и реальные показатели системы замораживания;

представлены методические рекомендации для проектирования наблюдательных станций над будущими эскалаторными тоннелями, а также рекомендации для осуществления математического моделирования сдвижений методом конечных элементов и обобщения его результатов, через граничные углы и типовые кривые распределения сдвижений и деформаций на поверхности;

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:

для экспериментальных работ использовались традиционные маркшейдерско-геодезические методы наблюдения за деформациями, которые обеспечивали требуемую точность оценок сдвижений;

теория предложенных методов оценки сдвижений и деформаций горных пород

построена на известных и признанных в маркшейдерии методах расчета деформаций: методе конечных элементов для расчёта НДС неоднородного породного массива, методе типовых кривых для расчета распределения сдвижений и деформаций в мульдах сдвижения;

идея базируется на известном и признанном в науке и практике эффекте проявления деформаций пучения при замораживании грунтов и обобщении данных оценки сдвижений натурными методами, осуществленной в рамках исследования на строящихся объектах метрополитена;

использованы сравнения авторских данных оценки деформаций и данных, полученных по расчетным методикам применяемых ранее, которые показали осязаемое повышение показателей достоверности оценки деформаций при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания;

установлено качественное и количественное совпадение результатов оценки сдвижений земной поверхности на базе математического моделирования предложенной в исследовании с данными натуральных маркшейдерских наблюдений, расхождения по оседаниям для центральной части мульд сдвижения не превышали 10-20% для горно-геологических условий строительства эскалаторных тоннелей Санкт-Петербургского метрополитена; **использованные** в работе методы сбора и обобщения данных натуральных наблюдений и математического моделирования сдвижений методом конечных элементов в программном комплексе Plaxis 3D в целом обеспечивают представительность выборки, надежность и воспроизводимость полученных оценок деформаций.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке цели и решении задач диссертационного исследования; анализе зарубежной и отечественной литературы; проектировании и закладке наблюдательной станции для эскалаторного тоннеля Санкт-Петербургского метрополитена, обработке данных натуральных маркшейдерских наблюдений, создании и обработке численных моделей; обобщении полученных экспериментальных результатов, анализе и обсуждении их с научным руководителем; составлении и оформлении публикаций; апробации основных положений работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. В инженерной геологии существует такой показатель как относительная деформация пучинистости, по которой определяется категория пучинистости, он совокупно учитывает все характеристики грунтов, но не только влажность. Почему в качестве одного из расчетных параметров в разработанной методике используется влажность, а не этот показатель, который по своей значимости для процессов морозного пучения может использоваться как модуль деформации? (д.т.н., с.н.с. Н.А. Кутепова).

2. При моделировании учитывалось ли наличие несплошности? Ведь от этого показателя зависит поведение геологических слоев в процессе замораживания/размораживания (д.т.н., с.н.с. Т.А. Василенко).

3. Маркшейдерские наблюдательные станции не всегда можно обработать из-за недостатка данных, но ведь основным направлением исследования является проектирование наблюдательных станций. Как вы могли в наиболее опасной зоне сделать сделать число реперов меньше, чтобы не получить никакую информацию. Зачем тогда нужен был проект наблюдательной станции? (д.т.н., проф. П.С. Шпаков).

Соискатель Мукминова Д.З. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 21 сентября 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Мукминовой Д.З. ученую степень кандидата технических наук за решение важной научно-технической задачи оценки сдвижений и деформаций пород при строительстве эскалаторных тоннелей способом замораживания.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Мустафин Мурат Газизович

Кузин Антон Александрович

21.09.2021 г.