

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.7
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.06.2026 № 16

О присуждении Зигангирову Рамилю Ринатовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование энергозатрат на взрывное дробление неоднородного массива горных пород» по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика принята к защите 09.04.2026, протокол заседания № 6, диссертационным советом ГУ.7 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 155 адм, с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм, от 29.12.2023 № 1965 адм, от 11.11.2024 № 1690 адм.

Соискатель, Зигангиров Рамиль Ринатович, 30 марта 1998 года рождения, в 2021 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

С 01.10.2021 года по 30.09.2025 года являлся аспирантом очной формы обучения кафедры взрывного дела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Работает в должности ассистента кафедры информатики и компьютерных технологий Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II.

Диссертация выполнена на кафедре взрывного дела в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, старший научный сотрудник **Виноградов Юрий Иванович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра взрывного дела, доцент.

Официальные оппоненты:

Тюпин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», кафедра прикладной геологии и горного дела, профессор;

Реготунов Андрей Сергеевич – кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория разрушения горных пород, старший научный сотрудник; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное учреждение науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук**, г. Хабаровск, в своем положительном отзыве, подписанном Галимьяновым Алексеем Алмазовичем, кандидатом технических наук, ведущим научным сотрудником сектора разрушения горных пород Института горного дела – обособленного подразделения, председателем заседания, Мишневым Владимиром Игоревичем, младшим научным сотрудником того же сектора, секретарем заседания и утвержденном Рассказовым Игорем Юрьевичем, доктором технических наук, академиком РАН, директором, указала, что в

диссертационной работе предлагается решение научной и практической задачи – минимизации энергозатрат на дробление неоднородных массивов горных пород взрывом и обеспечение снижения выхода негабаритной фракции во взорванной горной массе. Автором проведены полевые и лабораторные эксперименты. Результаты экспериментов показали, что коэффициент крепости горных пород для месторождений с неоднородной геологической структурой определяется на основе эмпирической зависимости этого коэффициента от параметров шарошечного бурения, а взаимосвязь коэффициента крепости с эталонными удельными энергозатратами на дробление горных пород описывается линейной зависимостью в диапазоне значений коэффициента крепости от 6 до 10.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, 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 международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 2 патента.

Общий объем – 4,2 печатных листов, в том числе 1,8 печатных листа - 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. Зигангиров, Р.Р. Алгоритм определения зависимости между параметрами бурения и физико-механическими свойствами горных пород / **Р.Р. Зигангиров, Ю.И. Виноградов, С.В. Хохлов, Р.А. Рахманов** // Научно-технический сборник «Взрывное дело». – 2021. – № 133/90. – С. 122-136 (№ 749 Перечня ВАК ред. 21.12.2021 г.).

Соискателем проанализированы основные методы расчёта параметров буровзрывных работ при взрывании геологически неоднородного массива горных пород, а также современные достижения в области определения физико-механических свойств горных пород по параметрам бурения взрывных скважин. Приведена методика определения зависимости удельной энергоемкости шарошечного бурения от коэффициента крепости пород.

2. Виноградов, Ю.И. К вопросу проектирования буровзрывных работ на месторождениях со сложным геологическим строением на примере Куранахского рудного поля / Ю.И. Виноградов, С.В. Хохлов, **Р.Р. Зигангиров**, Р.А. Рахманов // Научно-технический сборник «Взрывное дело». – 2022. – № 137/94. – С. 45-65 (№ 790 Перечня ВАК ред. 20.12.2022 г.).

Соискателем рассмотрены преимущества расчёта параметров буровзрывных работ с точки зрения затрачиваемой энергии взрыва. Разработаны рекомендации к расчёту параметров буровзрывных работ на горных массивах с неоднородным геологическим строением.

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

3. Виноградов, Ю.И. Оптимизация удельных энергозатрат на дробление горных пород взрывом на месторождениях со сложным геологическим строением / Ю.И. Виноградов, С.В. Хохлов, **Р.Р. Зигангиров**, А.А. Мифтахов, Ю.И. Суворов // Записки Горного института. – 2024. – Т. 266. – С. 231-245. EDN: RUUFNM.

Соискателем получена корреляционная зависимость удельной энергоемкости шарошечного бурения от коэффициента крепости горных пород. Представлен диапазон значений этого коэффициента, в пределах которого представленная зависимость даёт достоверные результаты. Приведены результаты опытно-промышленных взрывов, доказывающие эффективность применения данной зависимости при расчёте параметров заложения скважинных зарядов при ведении буровзрывных работ на массивах горных пород с неоднородным геологическим строением.

4. Виноградов Ю.И. Энергетическая концепция расчёта массы скважинного заряда на карьерах при изменчивости физико-механических свойств горных пород / Ю.И. Виноградов, С.В. Хохлов, **Р.Р. Зигангиров** // Горный информационно-аналитический бюллетень (ГИАБ). – 2024. – № 6. – С. 50-68. DOI: 10.25018/0236_1493_2024_6_0_50.

Представлены результаты экспериментальных взрывов по методу воронкообразования массива горных пород Куранахского рудного поля. На их основании получена линейная зависимость эталонных удельных энергозатрат на дробление горных пород взрывом от коэффициента крепости в диапазоне значений этого коэффициента от 6 до 10. Представлена методика расчёта и выбора конструкции каждого скважинного заряда с учетом изменчивости прочностных свойств пород по глубине скважины.

Публикации в прочих изданиях:

5. **Зигангиров Р.Р.** Исследование энергозатрат на взрывное разрушение неоднородного массива / **Р.Р. Зигангиров** // Актуальные проблемы недропользования: тезисы докладов XVIII Международного форума-конкурса студентов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 15–21 мая 2022 года. – 2022. Том 1. – С. 411-414. EDN MNYVEB.

Соискателем обосновано применение энергетической концепции к расчёту параметров буровзрывных работ. Представлена эмпирическая зависимость удельной энергоемкости шарошечного бурения от коэффициента крепости горных пород.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022684396 Российская Федерация. Программа расчёта коэффициента крепости горных пород параметрам, полученным при бурении взрывных скважин. Заявка № 2022683251: заявл. 01.12.2022; опубл. 13.12.2022 / С.В. Хохлов, Ю.И. Виноградов, **Р.Р. Зигангиров**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». – 1 с.: ил. – Текст: непосредственный.

Соискателем адаптирован расчёт коэффициента крепости горных пород по глубине скважины в зависимости от параметров шарошечного бурения – скорости и удельной энергоемкости бурения. Проведены натурные эксперименты на контрольных скважинах, включающие в себя отбор образцов горных пород и фиксирование параметров шарошечного бурения по глубине скважины.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683950 Российская Федерация. Программа расчета массы скважинного заряда на основе параметров, полученных при бурении взрывных скважин. Заявка № 2024681239: заявл. 16.09.2024; опубл. 14.10.2024 / С.В. Хохлов, Ю.И. Виноградов, **Р.Р. Зигангиров**; заявитель/правообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». – 1 с.: ил. – Текст: непосредственный.

Соискателем адаптирован расчёт массы и выбора конструкции каждого скважинного заряда в зависимости от коэффициента крепости горных пород по глубине скважины. Проведены опытно-промышленные взрывы, параметры заложения зарядов взрывчатого вещества рассчитывались по предлагаемой методике.

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

1. IV Международная научно-практическая конференция «Горное дело в XXI в.: технологии, наука, образование», Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, 26-28 октября 2021 г.;

2. XVIII Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования», Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, 16-20 мая 2022 г.;

3. XXXI Международный научный симпозиум «Неделя горняка 2023», НИТУ «МИСиС», г. Москва, 30 января-3 февраля 2023 г.;

4. XII Международный научно-практический форум «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий. Безопасное и эффективное освоение месторождений полезных ископаемых», Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, г. Санкт-Петербург, 27-31 мая 2025 г.

В диссертации Зигангирова Рамиля Ринатовича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: заведующего лабораторией разрушения горных пород, ведущего научного сотрудника ИГД УрО РАН, к.т.н. **С.Н. Жарикова**; проректора по развитию наукоемкого производства ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», к.т.н., доцента **И.М. Игнатенко**; главного инженера проекта производственно-технического отдела, АО «ЛСР. Базовые» – Акционерное общество «ЛСР. Базовые материалы», к.т.н. **Р.А. Возгрина**; начальника горного отдела общества с ограниченной ответственностью «СГП-Руда», к.т.н., доцента **А.С. Семенова**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены замечания:

1. На стр. 4 указано, что вариация сетки скважин невозможна, однако это не так. Имеются работы, в которых представлены методики оперативной вариации сетки скважин при применении предлагаемой соискателем методики (к.т.н. **С.Н. Жариков**);

2. Не рассмотрено влияние трещиноватости массива горных пород на значения параметров шарошечного бурения (к.т.н. **С.Н. Жариков**);

3. Для формул (4)-(6) не указаны единицы измерения (к.т.н. **С.Н. Жариков**);

4. Не представлено, как на показатели параметров бурения влияет износ буровой коронки (к.т.н. **И.М. Игнатенко**);

5. На гранулометрический состав взорванной горной массы, кроме параметров сетки скважин и удельного расхода влияет схема последовательности взрывания зарядов и интервалы замедления между группами зарядов (к.т.н. **И.М. Игнатенко**);

6. В таблице 1 не указан удельный расход ВВ для предлагаемого варианта (к.т.н. **И.М. Игнатенко**);

7. Не представлены результаты, отражающие влияние трещиноватости горного массива на значения удельной энергоемкости шарошечного бурения (к.т.н. **Р.А. Возгрин**);

8. Учитывалась ли степень износа шарошечного долота при проведении экспериментов на контрольных скважинах? (к.т.н. **Р.А. Возгрин**);

9. Не представлены единицы измерения для формул (4)-(6) (к.т.н. **Р.А. Возгрин**);

10. Не указаны пределы применимости полученной зависимости удельной энергоемкости шарошечного бурения от коэффициента крепости горных пород (к.т.н. **А.С. Семенов**);

11. Не рассмотрено влияние диаметра шарошечного долота на значения параметров бурения (к.т.н. **А.С. Семенов**);

12. Не представлен удельный расход ВВ для каждого из опытно-промышленных блоков по предлагаемому варианту (к.т.н. **А.С. Семенов**).

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 новая научная идея, заключающаяся в определении коэффициента крепости горных пород по параметрам шарошечного бурения взрывных скважин и дальнейшем расчёте массы скважинного заряда на основе эталонных удельных энергозатрат на дробление различных по крепости горных пород взрывом;

предложен новый подход по минимизации энергозатрат на дробление горных массивов с неоднородным геологическим строением при условии обеспечения снижения выхода негабаритной фракции во взорванной горной массе;

доказана перспективность комплексного подхода к расчёту параметров буровзрывных работ, основанного на корреляционной связи между удельной энергоемкостью шарошечного бурения и эталонными удельными энергозатратами на дробление пород взрывом;

введены зависимости удельной энергоемкости шарошечного бурения и эталонных удельных энергозатрат на дробление пород взрывом от коэффициента крепости горных пород, что позволяет корректировать массу скважинного заряда для минимизации энергозатрат на взрывное дробление горного массива.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана необходимость учета неоднородного распределения прочностных свойств горных пород по длине каждой скважины;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс апробированных методов, включающий экспериментальные, лабораторные и натурные исследования, для оценки влияния коэффициента крепости горных пород на параметры шарошечного бурения и энергозатраты на взрывное дробление;

изложены подходы к снижению энергозатрат на взрывное дробление массива горных пород с неоднородным геологическим строением и к сокращению выхода негабаритной фракции;

раскрыта проблема неудовлетворительного качества взрыва при расчёте параметров буровзрывных работ по усредненным показателям механических свойств горных пород с неоднородным строением, слагающих подготавливаемый к взрыву блок;

изучены связи между параметрами шарошечного бурения и эталонными удельными энергозатратами на взрывное дробление горных пород в зависимости от коэффициента крепости в условиях разработки месторождений с неоднородным геологическим строением;

проведена модернизация существующей методики расчета массы и выбора конструкции скважинного заряда с учетом изменения коэффициента крепости горных пород по высоте скважины, определенного через удельную энергоемкость шарошечного бурения, и эталонных удельных энергозатрат на взрывное дробление горных пород.

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

разработан и внедрен в 2024 году в проектную деятельность АО «Полюс Алдан» (акт внедрения от 05.07.2024 г.) метод расчёта массы и выбора конструкции каждого скважинного заряда, основанный на оценке значений коэффициента крепости горных пород на каждом единичном участке скважины на основании значений удельной энергоемкости шарошечного бурения и эталонных удельных энергозатрат на взрывное дробление горных пород;

определены перспективы практического использования разработанных рекомендаций по минимизации энергозатрат на взрывное дробление и снижению выхода негабаритной фракции во взорванной горной массе;

создана система практических рекомендаций для проектирования буровзрывных работ на карьерах рудных месторождений полезных ископаемых с неоднородным геологическим строением, основанная на оценке коэффициента крепости горных пород по данным, полученным при бурении взрывных скважин;

представлены рекомендации по расчёту массы и выбору конструкции каждого скважинного заряда на этапе подготовки горной массы к выемке для снижения затрат взрывчатых веществ на один массовый взрыв и снижения выхода негабаритной фракции во взорванной горной массе.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены по апробированным методикам на сертифицированном оборудовании, обеспечивающем их воспроизводимость, методы определения прочностных свойств пород, а также удельных энергозатрат на дробление горных пород взрывом научно обоснованы и неоднократно проверены на практике;

теория построена на обобщении данных экспериментальных исследований по оценке влияния прочностных свойств пород и неоднородности строения породного массива на требуемую энергию разрушения пород взрывом, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта ведения буровзрывных работ в условиях разработки месторождений с неоднородным геологическим строением, а также на анализе статистических данных наблюдений и инструментальных измерений;

использованы комплексные методы и подходы, заключающиеся в анализе существующих решений поставленной задачи, разработке методики полевых и лабораторных экспериментов, проведении экспериментов, обработке данных и обобщении результатов;

установлено соответствие полученных результатов поставленной цели исследования и отсутствие противоречий выводов и рекомендаций соискателя положениям теоретической и методологической базы по теме диссертации;

использованы современные методики сбора и обработки данных параметров шарошечного бурения скважин, прочностных свойств горных пород и удельных энергозатрат на взрывное дробление горных пород, обоснован выбор измеряемых параметров бурения и прочностных свойств горных пород.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах написания диссертации: проведении анализа технической и научной литературы, разработке методики исследования, подготовке и проведении полевых испытаний, проведении лабораторных исследований, сборе, анализе и обобщении результатов, формулировании защищаемых научных положений и выводов; обработке и интерпретации результатов полевых исследований по определению зависимостей удельной энергоёмкости бурения шарошечным способом и удельных энергозатрат на взрывное дробление от коэффициента крепости горных пород для условий месторождений Куранахского рудного поля.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

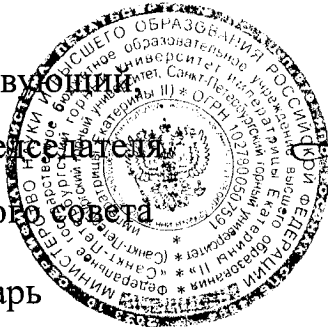
Соискатель Зигангиров Р.Р. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 16 июня 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Зигангирову Рамилю Ринатовичу ученую степень кандидата технических наук за решение актуальной научной задачи минимизации энергозатрат на дробление горных пород взрывом и снижения выхода негабаритной фракции во взорванной горной массе, имеющее важное значение для разработки рудных месторождений с неоднородным геологическим строением.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 4 доктора наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председательствующий
заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Трушко
Владимир Леонидович

Афанасьев
Павел Игоревич

16.06.2026 г.