

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.121.09,**

созданного на базе федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго  
Орджоникидзе» Министерства науки и высшего образования Российской  
Федерации, по диссертации на соискание ученой степени доктора  
технических наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 07.09.2022г. № 1

О присуждении **Поповой Марине Сергеевне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация **«Научные основы разработки алмазного бурового инструмента методами компьютерного моделирования процессов разрушения горных пород»** по специальности **25.00.14 - "Технология и техника геологоразведочных работ"** принята к защите 25.05.2022 г. (протокол заседания № 3/2022) диссертационным советом Д 212.121.09, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 23, приказ № 254/нк от 28.02.2020 г.

Соискатель **Попова Марина Сергеевна**, 1983 года рождения, в 2005 году окончила Донецкий национальный технический университет по специальности «Бурение». Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.14 – «Технология и техника геологоразведочных работ» на тему «Обоснование параметров однослойных коронок, армированных синтетическими алмазными монокристаллами с повышенной термостойкостью» защитила в 2020 г. в диссертационном совете, созданном на базе ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский Горный университет (совет ГУ 2019.2). Ра-

ботает в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» доцентом кафедры «Технология и техника разведки».

Диссертация выполнена на кафедре технологии и техники разведки в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Минобрнауки России.

Научный консультант – Нескормных В. В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Технологии и техники разведки, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет».

**Официальные оппоненты:**

**Богомолов Родион Михайлович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедр «Технология машиностроения» и «Бурение нефтяных и газовых скважин» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет»,

**Спирин Василий Иванович**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ООО «ПРОЕКТЦЕНТР»,

**Сериков Дмитрий Юрьевич**, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры стандартизации, сертификации и управления качеством производства нефтегазового оборудования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация**– Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», (ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»), город Иркутск, в своем положительном отзыве, подписанном Бугловым Николаем Александровичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой нефтегазового дела, указала, что диссертация является целостным, законченным научно-исследовательским трудом, а полученные результаты работы имеют теоретическое и прикладное значение для решения задач повышения

ресурса породоразрушающего инструмента и вносят существенный прогресс в реализацию геологоразведочных работ.

Соискатель имеет 39 печатных работ по теме диссертации, в том числе 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 13 – в изданиях, индексируемых международной научной базой цитирования SCOPUS, 1 монографию, 12 патентов на изобретения. Общий объем публикаций составляет 12,75 п.л., (в т.ч. вклад соискателя – 9,85 п.л.).

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Попова М.С. Результаты компьютерного моделирования температурного режима алмазного бурового инструмента / М.С. Попова // Инженер-нефтяник. Научно-технический журнал. – 2018 – № 2. – С. 23-26;
2. Основы системного подхода к проектированию бурового инструмента / В.В. Нескоромных, М.С. Попова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. Научно-технический журнал. – 2018. – №8. – С. 26-31;
3. Попова М.С. Компьютерное моделирование процессов, протекающих при бурении скважин / М.С. Попова, А.Ю. Харитонов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 12. – С. 18–27;
4. Разработка методики управления процессом бурения на основе комплексного анализа критериев / В.В. Нескоромных, М.С. Попова // Записки Горного института. – 2019. – Т. 240. – С. 701-710;
5. Разработка породоразрушающего инструмента с резцами *PDC*/ В.В. Нескоромных, М.С. Попова, Е.В. Парахонько // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2020. – Т. 331. – № 2. – С.131-138;
6. Влияние сил сопротивления на глубину резания-скалывания горной породы алмазным/ В.В. Нескоромных, М.С. Попова, А.Ю. Харитонов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2020. – Т. 331. – № 10. – С. 40–48;

7. Гидродинамика процесса резания резцами *PDC* / В.В Нескоромных, М.С. Попова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. Научно-технический журнал. – 2020. – №7 (331). – С. 13-15 (0,125/0,07 п.л.);
8. Методика управления процессом бурения и экспериментальные исследования сил сопротивления при бурении долотами с резцами *PDC* / В.В. Нескоромных, М.С. Попова, П.Г. Петенев А.Е. Головченко, Лиу Баочанг // Записки Горного института. – 2020. – Т. 245. – С. 539-546;
9. Современные направления совершенствования бурового инструмента типа *PDC* / В.В. Нескоромных, Лиу Баочанг, Чжаоран Чен, М.С. Попова, П.Г. Петенев, А.Е. Головченко // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2021. – Т. 332. – № 5. – С. 60–69;
10. Исследование сопротивления породы при бурении мелкорезцовым алмазным инструментом / В.В. Нескоромных, М.С. Попова, Лиу Баочанг // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2021. – Т. 332. – № 6. – С. 167–177;
11. Влияние среды призабойной зоны скважины на эффективность разрушения горной породы резцом *PDC* / В.В. Нескоромных, М.С. Попова, Лиу Баочанг // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2021. – Т. 332. – № 9. – С. 119–127;
12. Алгоритм управления системой алмазного бурения / В.В. Нескоромных, М.С. Попова, З.Г. Зотов, Лиу Баочанг // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2022. – Т. 333. – № 2. – С. 81–89;
13. Резцы *PDC* с вогнутой поверхностью режущей грани / В.В. Нескоромных, М.С. Попова, З.Г. Зотов, Лиу Баочанг // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – №. 4. – С. 181-192.

В диссертации Поповой Марины Сергеевны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию поступило **16 положительных отзывов.**

Отзывы прислали:

1. Джураев Рустам Умарханович, доктор технических наук, профессор Навоийского государственного горного и технологического университета (Республика Узбекистан). Отмечен высокий уровень практической ценности работы, заключающейся в разработке и внедрении алмазной однослойной коронки, которая обеспечивает не только высокую механическую скорость, работоспособность, позволяет снизить расход дорогостоящего алмазного сырья, но и расширяет область применения алмазного бурового инструмента при геологоразведочном бурении. Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 25.00.14 и отвечает требованиям предъявляемым Положением о присуждении учёных степеней. Отзыв положительный, замечаний нет.

2. Мнацаканов Вадим Александрович, доктор технических наук, начальник центра технологий строительства и ремонта скважин ООО «Газпром ВНИИГАЗ». В отзыве отмечено применение разностороннего методологического аппарата исследований, работа является законченной научно-квалификационной работой. Отзыв положительный. Замечания: 1) Из автореферата не ясно, какие условия моделирования гидравлических процессов бурения были приняты; 2) в автореферате имеется упоминание алмазного резца диаметром 3 мм, хотелось бы уточнить о каком сырье идет речь;

3. Ратухин Максим Григорьевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения НИТУ «МИСиС». Отмечено, что диссертация представляет законченную научно-исследовательскую работу, решающую важную научно-техническую проблему, соответствует всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. Отзыв положительный. Замечание: на наш взгляд в выводах в п. 2 и п.3 научной новизны (стр.7) следовало бы не только констатировать установление аналитических зависимостей, но и описать их.

4. Савенок Ольга Вадимовна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Санкт-Петербургского горного университета. Отмечено, что работа является

научно-квалификационной работой, в которой на основании самостоятельно выполненных соискателем исследований решена научная проблема по разработке конструкции буровых инструментов, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие геологоразведочной отрасли страны. Отзыв положительный. Замечаний по работе нет.

5. Бузанов Кирилл Владимирович, кандидат технических наук, технический директор ООО «Дриллингтехнолоджисервисез». На взгляд рецензента особую научную и практическую ценность имеет научное положение, представляющее, по своей сути, алгоритм управления режимом бурения, основанный на полном факторном эксперименте. Реализация алгоритма, предложенного Поповой М.С., в программном продукте позволит усовершенствовать процедуру drill-offtest, сделать подбор параметров более точным, благодаря принципу самого полного факторного эксперимента. Отзыв положительный. Замечания: автор вводит термин «раздавливание породы», дополняя им известный механизм разрушения «резания-скалывания». Из автореферата диссертации не ясно определение этого термина. Также из текста автореферата не следует четкого изложения, в чем заключается уточнение основных теоретических положений механизма разрушения горных пород относительно последних научных исследований.

6. Фролов Сергей Георгиевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой ТТР МПИ Уральского государственного горного университета. Отмечено, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой. Отзыв положительный. Замечания: 1) очевидно, что при использовании конструкции коронки с вращающимися резцами PDC на ресурс инструмента будет оказывать влияние скорость проворачивания резцов. Из автореферата не понятно, на сколько изучен этот вопрос? 2) разрушение горных пород может быть как объемным так и усталостным, как этот факт учтен в представленном научном исследовании?

7. Оганов Гарри Сергеевич, доктор технических наук, профессор, первый заместитель генерального директора ООО «Красноярскгазпромнефтегаз про-

ект». Отмечено, что материал диссертационной работы имеет большую практическую значимость, работа является законченной научно-квалификационной работой. Отзыв положительный. Замечаний нет.

8. Середкин Владимир Георгиевич, генеральный директор, член Совета директоров АО «Красноярскгеология». Отмечено, что изложенные научные положения представляют ценность для развития отечественного бурового инструмента. АО «Красноярскгеология» проводило опытные работы на объектах АО «Полюс Красноярск» по «Программе испытания технических решений, разработанных на основе выводов диссертационного исследования». Испытание алмазной коронки, армированной синтетическим монокристаллом и отличающейся развитой промывочной системой, позволило зафиксировать достижение повышенных значений механической скорости бурения и проходки на инструмент в горных породах средней твердости и твердых. Сделан вывод об обоснованной целесообразности внедрения результатов научного исследования в производственный процесс геологоразведочного бурения. Полученные технические решения рекомендуются к продвижению и серийному производству. Отзыв положительный. Замечаний нет.

9. Борисов Константин Иванович, доктор технических наук, профессор отделения нефтегазового дела школы природных ресурсов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Отмечено, что диссертационная работа является актуальной и законченной научно-квалификационной работой, является законченной научно-квалификационной работой является. Отзыв положительный. Замечания: 1) В тексте второго защищаемого положения (стр. 23) приведена фраза: «Регулирование распределения усилия  $R$  по режущей грани резца возможно путем создания на ней продольного углубления в виде конуса или сферы...» Кажется, что формирование вогнутой рабочей поверхности автор производит за счет пересечения клина с определенным углом или цилиндра определенного диаметра с цилиндром PDC резца определенного размера. 2) Если это так, то для расчета угла « $\alpha$ » целесообразно уточнить использование формулы (10), которая определяет угол при

вершине конуса. 3) На рис. 7 (стр. 23) «б» и «г» имеется обозначение «В». Однако, видно, что количественно это разные величины: «В» – сторона клина (б) и «В» – его проекция (г) Если это так, то использование результатов формулы (13) в формуле (14) следует уточнить.

10. Есауленко Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, кафедра «Автоматика и управление» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Отмечено, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой. Отзыв положительный. Замечания: 1) Существует проблема контроля забойных параметров в процессе бурения. В работе декларируется необходимость автоматизации процесса алмазного бурения, предложена блок-схема алгоритма управления, но не представлены основные требования к забойному измерительному блоку, к забойным датчикам, какой канал связи забоя с устьем скважины предлагается использовать, какова его пропускная способность, соответствия объема сигналов и объема канала связи. 2) По тексту автореферата имеется ряд технических ошибок (стр.3 вторая строка снизу, стр.14 пятнадцатая строка сверху, стр.15 схема, стр.35 верхняя строка), стилистические ошибки: стр. 19

11. Гусев Виктор Викторович, директор по развитию АО «Красноярская буровая компания». Отмечено, что диссертационная работа содержит большое количество решений полезных для развития бурения и минерально-сырьевого комплекса соответственно. На первом этапе производственных испытаний, представленные в работе технические решения показали достаточно серьезные положительные результаты, анализ которых позволяет отметить перспективные направления развития представленных научных выводов. Среди полученных результатов – повышение механической скорости бурения и проходки на инструмент. *АО «Красноярская буровая компания» рекомендует* результаты диссертационной работы для дальнейшего производственного исследования с последующим внедрением. Отзыв положительный. Замечаний нет.

12. Федорова Наталья Григорьевна, доктор технических наук, профессор кафедры строительства нефтяных и газовых скважин Института наук о Земле

СКФУ, ФГАУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». Отмечено, что работа обстоятельная, цельная и многоплановая. Диссертация имеет практическую и научную значимость, является законченной научно-квалификационной работой. Отзыв положительный. Замечания: 1. (с. 8, «Практическая значимость работы») «Практическая значимость работы состоит в создании методики анализа процессов разрушения горной породы с учетом множества факторов». Употребление словосочетания «множества факторов» представляется ненаучным. Корректнее использовать, например, выражение: «Таких факторов как...»; 2. (с.23, рисунок 9) Не рассмотрены усилия, передающиеся на ось вращения при стопорении резцов; 3. При строительстве скважин формируются такие свойства крепи, как герметичность, прочность и долговечность. Первостепенное значение при этом имеет конфигурация ствола скважины, к сожалению, вопрос о качестве ствола скважины, формируемого инструментом предлагаемой конструкции, не нашел отражения в работе автора.

13. Ишбаев Гниятулла Гарифуллович, доктор технических наук, профессор, генеральный директор ООО НПП «БУРИНТЕХ», Ковалевский Евгений Александрович, кандидат технических наук, заместитель начальника отдела породоразрушающего инструмента Центра разработки ООО НПП «БУРИНТЕХ». Отмечено, что важную ценность работы несут исследования направленные на разработку высокоресурсного бурового PDC инструмента с использованием принципов вращения резцов и с использованием 3D резцов, т.к. в настоящее время на рынке породоразрушающего инструмента существует тренд на увеличение количества конструкций с 3D резцами. Замечания: 1. Конструкция резца с вогнутой поверхностью режущей части не учитывает фаску на режущей кромке. В этой связи высока вероятность его преждевременного разрушения из-за внутренних напряжений в алмазном слое при работе, т.к. структура резца, как правило, обладает высокой хрупкостью. Также концентратором напряжений будет вершина вогнутого конуса резца. 2. В диссертации рассмотрена работа резца с вогнутой формой рабочей поверхности, однако не рассмотрены и не приведены сравнения с другими зарекомендовавшими себя

резцами пространственной формы, такими как гребневидный, конусный или резец с большой фаской. При использовании вогнутой формы резца, есть высокая вероятность ухудшения выноса шлама и вторичного перемалывания выбуренной породы в сравнении, например, с гребневидным резцом. Шлам либо в большей степени аккумулируется перед резцом в случае его вогнутой формы либо стремится огибать края гребня. А в случае зашламовывания режущих поверхностей ухудшится охлаждение резца, что приведёт к снижению его стойкости.

14. Тимофеев Николай Гаврильевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой Недропользования геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова, Скрябин Рево Миронович, к.т.н., профессор, профессор кафедры Недропользования геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова. Отмечено, что работа является законченной научно-квалификационной работой, весьма актуальной, а результаты ее исследований будут широко востребованы производством. Замечания носят рекомендательный характер: 1. в исследованиях перспектив эффективности наложения высокочастотных вибраций желательно изучить влияние этих же вибраций на ресурс самих алмазных породоразрушающих инструментов; 2. Учесть природу появления зоны предразрушения на забое с учетом температурного фактора забойного процесса с точки зрения теории термомеханического бурения; 3. Понимая масштабность выполненных исследований М.С. Поповой, которые охватывают широкий круг вопросов создания высокоресурсных алмазных буровых инструментов, хотелось бы пожелать в дальнейших своих исследованиях обратить внимание на существующие проблемы создания специализированных алмазных буровых породоразрушающих инструментов для специфичных горно-геологических условий бурения скважин с продувкой воздухом в криолитозоне.

15. Вахромеев Андрей Гелиевич, доктор геолого-минералогических наук, доцент ВАК (25.00.14.– Технология и техника геологоразведочных работ), гл. специалист геологического отдела Иркутского филиала ООО «РН-Бурение», Сверкунов Сергей Александрович, кандидат технических наук, зам. главного

технолога ИФ ООО «РН-Бурение». Отмечено, что научная значимость диссертационного исследования заключена в разработке дополнений и уточнений основных теоретических положений механизма разрушения горных пород различной твердости и обосновании комплексного подхода в проектировании конструктивных параметров и эксплуатации алмазного бурового инструмента, работа является законченной научно-квалификационной работой. Замечания:

1) В части разработки высоко ресурсного бурового инструмента с резцами PDC возможно ли было рассмотреть использование профилированных резцов различной формы режущей грани? 2) Также хотелось бы уточнить, рассматривались ли варианты разработки износостойкого породоразрушающего инструмента в условиях недостаточной промывки скважины при дефиците поверхностных источников воды и наличии поглощения в скважине? Такая проблема есть в практике буровых работ.

16. Чихоткин Виктор Федорович, доктор технических наук, профессор, директор по науке ООО ВТИ. Отмечено, что в диссертационной работе теория механизма разрушения горных пород алмазосодержащим режущим элементом дополнена гидродинамическими процессами, оказывающими существенное влияние на показатели разрушения горных пород, сооружения скважины и износ инструмента. Диссертационная работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней к докторским диссертациям, соответствует паспорту научной специальности 25.00.14. – «Технология и техника геологоразведочных работ». Замечания: 1. Некоторые формулировки положений и темы диссертации верны, но несколько размыты. Лишь полностью изучив диссертацию становится понятно, что работа выполнена прежде всего на основе методов компьютерного моделирования, а «принцип вращения буровых резцов» служит основой повышения ресурса бурового инструмента. 2. Термин «резание-скалывание и раздавливание» – громоздок и при этом не во всех случаях является однозначным. Учитывая, что работа посвящена развитию научных основ разработки алмазного инструмента, при изложении материала достаточно было бы применить понятие «разрушение» горных пород, которое включает

в себя процессы резания, скалывания или раздавливания породы, что будет зависеть от изучаемых геологических условий бурения.

**Выбор официальных оппонентов** и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы, их компетентностью и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. **Выбор ведущей организации** обосновывается широкой её известностью своими научными достижениями в вопросах, касающихся исследований процесса бурения, разрушения горных пород, бурового инструмента.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**Разработана** научная концепция разработки высокоресурсного алмазного бурового инструмента на основе компьютерного моделирования процессов разрушения горных пород;

**Предложены** 1. конструкции алмазного бурового инструмента, отличающегося высоким ресурсом, а именно:

- алмазная буровая коронка с развитой промывочной системой, новизна которой подтверждена патентом РФ на изобретение №2745546 от 12.10.2020;

- долота для бурения и буровых коронок, армированные вращающимися алмазосодержащими режущими элементами, новизна которых подтверждена патентами РФ на изобретение №190545 от 12.04.2019, №2702787 от 04.03.2019 и №2715574 от 22.10.2019;

- долото для бурения, режущая поверхность резцов которого выполнена в виде конусного углубления, новизна которого подтверждена патентом РФ на изобретение № 2764761;

2. комплексный подход к созданию алмазного бурового инструмента, включающий комплексную оценку параметров бурения;

3. алгоритм управления алмазным бурением, обеспечивающий рост результатов эксплуатации алмазного бурового инструмента;

**Доказана** 1. зависимость глубины внедрения резца в горную породу от скорости резания-скалывания породы с учётом сопротивления призабойной среды;

2. зависимость коэффициента сопротивления призабойной среды от скорости резания-скалывания горной породы с учётом влияния гидродинамических процессов, сопутствующих работе алмазных резцов;

3. возможность повышения ресурса алмазного бурового инструмента с применением при его конструировании основ динамизации (вращения) и изменения формы резцов PDC;

4. перспективность и эффективность применения методов компьютерного моделирования при конструировании алмазного бурового инструмента;

**Введено** понятие «сопротивление призабойной среды»

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказано:** влияние гидродинамических процессов, сопутствующих бурению, которые характеризуются скоростью резания-скалывания горной породы и сопротивлением призабойной среды, на глубину разрушения горных пород, что дополняет и расширяет понимание механизма разрушения горной породы алмазосодержащим резцом;

**применительно к проблематике результативно использованы:**

факторный анализ, позволяющий осуществлять комплексный анализ взаимной зависимости механической скорости бурения, углубления за оборот, энергоёмкости разрушения горных пород и параметров режима бурения и решать задачи управления процессом бурения в направлении поиска наиболее приемлемых для данной геолого-технической ситуации параметров с учетом ресурсных возможностей бурового инструмента; метод имитационного моделирования и метод конечных элементов, позволяющие детально изучать мелкогабаритную призабойную зону в пределах режущей части бурового инструмента не перегружая модель исследования и получать достоверные результаты моделирования.

**изложены:**

теория влияния гидродинамики процесса бурения на механизм разрушения горных пород алмазным резцом; этапы комплексного подхода к разработке алмазного бурового инструмента, обладающего высоким ресурсом; факторы, влияющие на производственные результаты алмазного бурения; теория управления процессом бурения с целью достижения высоких показателей механической скорости бурения и проходки на инструмент.

**раскрыты** в ходе исследований: условия повышения ресурса алмазного бурового инструмента; проблема оптимизации процесса алмазного бурения

**изучены:**

1. область взаимодействия алмазосодержащего режущего элемента с горной породой в процессе бурения скважины;
2. гидродинамические процессы, сопутствующие бурению и их влияние на механизм разрушения горной породы;
3. факторы, влияющие на производственные результаты (механическую скорость бурения и проходку на инструмент) эксплуатации алмазного бурового инструмента;

**проведена модернизация:**

1. теоретических основ механизма разрушения горных пород алмазным резцом;
2. алгоритма управления алмазным геологоразведочным бурением;
3. метода по обоснованию параметров буровых резцов алмазного бурового инструмента.

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

**разработаны и внедрены**

1. конструкция эффективной алмазной буровой коронки, армированной монокристаллом зернистостью 1600/1250 мкм (при производственных испытаниях по породам VII-IX категории по буримости показала повышение механической скорости бурения и проходки более чем в 1,5 раза);
2. методика управления процессом бурения долотами, армированными резцами PDC, при производственных испытаниях на участках буровых работ ТОО

«Геобайт-инфо» показала повышение механической скорости и проходки на инструмент, а также снижение затрат мощности на бурение;

3. учебный курс, монография и учебник для подготовки специалистов по специальности «Технология геологической разведки», которые используются в ВУЗах РФ с целью повышения знаний в области моделирования процессов бурения.

**определены:**

перспективы практической реализации конструкции коронки, армированной вращающимися резцами; долота, армированного резцами PDC с вогнутой режущей поверхностью; перспективы разработки программного обеспечения, реализующего алгоритм управления алмазным бурением в режиме реального времени, разработанный на основе метода факторного анализа с учетом механизма разрушения горных пород.

**созданы:**

методика анализа процессов разрушения горной породы с учетом гидродинамики процесса резания-скалывания, которая может найти применение при проектировании бурового инструмента с алмазным вооружением как с резцами PDC, так и в виде кристаллов алмаза, а также методика управления алмазным бурением, предназначенная для использования в IT-системах, учитывающая динамические и гидравлические процессы при разрушении горных пород алмазным буровым инструментом на основе комплексной оценки таких параметров как механическая скорость бурения, энергоёмкость разрушения горной породы и величина углубления бурового инструмента за один оборот.

**представлены рекомендации и предложения по:**

1. разработке алмазного бурового инструмента с применением методов компьютерного моделирования процессов разрушения горных пород;
2. автоматизации управления процессом геологоразведочного бурения;
3. совершенствованию конструкций алмазного бурового направленного на повышение его ресурса.

**Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

для экспериментальных работ полученные результаты характеризуются высокой сходимостью данных, установленных с использованием сертифицированного оборудования, имеющегося в лабораторном центре Цилинского университета (КНР).

**Теория** построена на известных законах, приведенных в авторитетной научной зарубежной и отечественной литературе, согласуется с опубликованным аналитическим описанием механизма разрушения горных пород;

**идея базируется** на эффективном применении при проектировании конструктивных параметров бурового инструмента и параметров управления процессом алмазного бурения результатов теоретических исследований и компьютерного моделирования механизма разрушения горных пород в условиях возникающих сил сопротивления с учётом динамических процессов в призабойной среде.

**Использован** комплекс научных методов исследований; методы системного анализа; современный аппарат методов компьютерного моделирования (система *ANSYS*, *LabVIEW*), возможности языка программирования *Delphi*; научные достижения и данные ВИТР и ИСМ.

**установлена** сходимость результатов компьютерного моделирования, аналитических расчетов, данных ВИТР о результатах опытного определения усилий при работе алмазным резцом и опубликованных экспериментальных данных.

**Личный вклад соискателя состоит:**

в участии на всех этапах процесса, а именно в проведении аналитических исследований; участии в разработке конструкций бурового инструмента; построении моделей, постановке и проведении компьютерного моделирования в системе *ANSYS*; руководстве работами по написанию компьютерных программ *koronka2\_v.2.7* и *Burenie\_almazom03.vi*, проведении моделирования в разработанных программах; анализе полученных результатов моделирования и их статистической значимости; в участии при проведении опытных испытаний, обработке данных и формулировке основных выводов и рекомендаций, результа-

ты которых приведены в диссертации, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

На заседании 07.09.2022г. диссертационный совет отметил, что диссертация Поповой Марины Сергеевны **«Научные основы разработки алмазного бурового инструмента методами компьютерного моделирования процессов разрушения горных пород»** соответствует критериям п.п. 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям и, согласно п. 9, является научно-квалификационной работой, в которой изложено новое научное направление разработки конструкций алмазного бурового инструмента и научно-обоснованные технические и технологические решения по управлению процессом бурения, позволяющие разрабатывать элементы интеллектуальной скважины при алмазном бурении с использованием цифровых технологий для внедрения систем роботизации и автоматизации технологии буровых работ, имеющие существенное значение для геологоразведочной отрасли страны.

**На заседании 07.09.2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Поповой Марине Сергеевне ученую степень доктора технических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 6 докторов наук по специальности 25.00.14, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – 2.

Председатель  
диссертационного совета,  
докт. техн. наук,  
проф.

Ученый секретарь, докт.  
техн. наук



В. В. Куликов

А. Л. Вильмис

07.09.2022 г.