

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 2024.2
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.10.2024 № 3

О присуждении **Васильеву Дмитрию Александровичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование и разработка технологии бурения скважин в снежно-фирновой толще с обратной призабойной циркуляцией воздуха» по специальности 2.8.1. Технология и техника геологоразведочных работ принята к защите 26.07.2024, протокол заседания № 2, диссертационным советом ГУ 2024.2 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 28.06.2024 № 1051 адм, с изменениями от 02.09.2024 № 1281 адм.

Соискатель, Васильев Дмитрий Александрович, 7 июля 1996 года рождения, в 2019 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

В 2023 году соискатель освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре с присуждением квалификации «Преподаватель-исследователь» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России. Диплом получен 10.10.2023 г.

Работает ассистентом кафедры начертательной геометрии и графики в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре бурения скважин федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научные руководители:

– доктор технических наук, старший научный сотрудник

Васильев Николай Иванович федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра бурения скважин, профессор кафедры;

– кандидат технических наук, доцент **Большунов Алексей Викторович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», лаборатория «Технологии и техники бурения скважин в условиях станции Восток» научного центра «Арктика», научный руководитель лаборатории.

Официальные оппоненты:

Попов Сергей Викторович – доктор геолого-минералогических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», кафедра гидрологии суши, доцент;

Мелехин Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра «Нефтегазовые технологии», доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном **Михаленко Владимиром Николаевичем**, доктором географических наук, главным научным сотрудником отдела гляциологии, **Тороповым Павлом Алексеевичем**, кандидатом технических наук, заведующим того же отдела и **Муравьевым Антоном Ярославовичем**, кандидатом географических наук, старшим научным сотрудником того же отдела, и утвержденном **Соломиной Ольгой Николаевной**, доктором географических наук, профессором, чл.-корр. РАН, директором, указала, что теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность работы циклонных шламосборных фильтров для улавливания ледяного шлама при бурении снежно-фирновой толщи с обратной призабойной циркуляцией воздуха. Разработан стенд для определения скоростей витания и транспортирования сыпучих материалов, в том числе ледяного шлама. Разработаны методики экспериментального определения скоростей витания и транспортирования сыпучих материалов, в том числе ледяного шлама. Аналитически определены и экспериментально

уточнены режимы циркуляции (объемный расход воздуха и потери давления) при бурении снарядом на грузонесущем кабеле с обратной призабойной циркуляцией воздуха, что позволило обосновать конструктивные параметры колонкового бурового снаряда.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, в том числе в 3 изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 2 патента на изобретения.

Общий объем – 4,21 печатных листа, в том числе 2,2 печатных листа – соискателя.

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

1. Turkeev, A.V. Drilling the new 5G-5 branch hole at Vostok Station for collecting a replicate core of old meteoric ice / A.V. Turkeev, N.I. Vasilev, V.Ya. Lipenkov, A.V. Bolshunov, A.A. Ekaikin, A.N. Dmitriev, **D.A. Vasilev** // *Annals of Glaciology*. – 2021. – №62. С.305-310. (Туркеев, А.В. Бурение нового бокового ствола 5Г-5 на станции Восток для обора параллельного керна древнего атмосферного льда / А.В. Туркеев, Н.И. Васильев, В.Я. Липенков, А.В. Большунов, А.А. Екайкин, А.Н. Дмитриев // *Анналы гляциологии*. – 2021. – №62. С.305-310.)

Соискателем было выполнено компьютерное моделирование конструкции бурового снаряда на грузонесущем кабеле и составлена схема распределения сил, действующих на снаряд в скважине.

2. Большунов, А.В. Механическое бурение ледников с очисткой забоя сжатым воздухом / А.В. Большунов, **Д.А. Васильев**, С.А. Игнатъев, А.Н. Дмитриев, Н.И. Васильев // *Лёд и Снег*. – 2022. – №1. – С. 35-46.

Соискателем был проведен обзор и анализ международного опыта бурения ледников с очисткой забоя сжатым воздухом. Предложена концепция применения обратной призабойной циркуляции для эффективной очистки скважины от ледяного шлама при бурении снежно-фирновой толщи внутриконтинентальных областей Антарктиды и Гренландии.

3. Игнатъев, С.А. Экспериментальные исследования переноса ледяного шлама воздухом при бурении снежно-фирновой толщи / С.А. Игнатъев, **Д.А. Васильев**, А.В. Большунов, М.А. Васильева, А.Ю. Ожигин // *Лёд и Снег*. – 2023. – №1. – С. 141-152.

Соискателем была разработана методика проведения научно-исследовательских работ по определению скорости витания ледяного шлама снежно-фирновой толщи Центральной Антарктиды, получены и обработаны экспериментальные данные.

Публикации в прочих изданиях:

4. Большунов А.В. Механический способ бурения скважин в ледниках / А.В. Большунов, С.А. Игнатьев, Е.В. Шишкин, **Д.А. Васильев**, И.В. Ракитин // Материалы Международной междисциплинарной научно-практической конференции. – СПб: Санкт-Петербургский горный университет. – 2021. С. 15-22.

Соискателем был проведен литературный обзор проектов механического бурения ледников и выполнена схема глубоких скважин на станции Восток.

5. **Васильев Д.А.** Экспериментальные исследования процесса бурения снежно-фирнового горизонта с продувкой воздухом в районе станции Восток / **Д.А. Васильев** // Материалы Международного форум-конкурса студентов и молодых ученых. – СПб: Санкт-Петербургский горный университет. – 2022. С. 124-126.

Соискателем была разработана методика проведения научно-исследовательских работ по исследованию процесса улавливания ледяного шлама циклонными и сетчатыми шламособорными фильтрами, получены и обработаны экспериментальные данные.

6. Васильев Д.А. Экспериментальные исследования процесса бурения снежно-фирнового горизонта с продувкой воздухом в районе станции Восток / **Д.А. Васильев**, А.В. Большунов, С.А. Игнатьев, А.Р. Молчанова // Международная научно-практическая конференция – СПб: Санкт-Петербургский горный университет. – 2022. С. 29.

Соискателем была разработана методика проведения научно-исследовательских работ по исследованию процесса улавливания ледяного в природных условиях Центральной Антарктиды, получены и обработаны экспериментальные данные.

7. Туркеев А.В. Бурение мелких (до 70 м) фирновых скважин в районе станции восток с целью изучения палеоклимата за последние 2000 лет / А.В. Туркеев, А.А. Екайкин, В.Я. Липенков, А.Н. Верес, В.Н. Заровчатский, А.В. Большунов, С.А. Игнатьев, **Д.А. Васильев** // Международная научно-практическая конференция – СПб: Санкт-Петербургский горный университет. – 2022. С. 132.

Соискателем были получены и обработаны экспериментальные данные, полученные в ходе бурения неглубоких скважин в районе станции Восток.

8. **Васильев Д.А.** Экспериментальное исследование процесса улавливания шлама при бурении ледников с продувкой воздухом / **Д.А. Васильев**, А.В. Большунов // Международная научно-практическая

конференция – СПб: Санкт-Петербургский горный университет. – 2023. С. 31.

Соискателем была разработана методика проведения научно-исследовательских работ, получены и обработаны экспериментальные данные.

Патенты:

9. Патент №2792401 Российская Федерация, МПК G01P 5/16 (2006.01), G01P 5/16 (2006.01). Стенд для определения скорости витания сыпучих материалов: № 2022119518: заявл. 18.07.2022: опубл 21.03.2023 / А.В. Большунов, Д.А. Васильев, С.А. Игнатъев, М.А. Васильева, А.Ю. Ожигин; заявитель ФГБОУ «Санкт-Петербургский горный университет».

Соискателем разработана конструкция экспериментального стенда для исследования процесса витания сыпучих материалов, в том числе ледяного шлама.

10. Патент №2799953 Российская Федерация, МПК G01P 5/16 (2006.01), G01P 5/16 (2006.01). Стенд для определения скорости витания сыпучих материалов: № 2023109183: заявл. 12.04.2023: опубл 14.07.2023 / А.В. Большунов, Д.А. Васильев, С.А. Игнатъев, А.Ю. Ожигин; заявитель ФГБОУ «Санкт-Петербургский горный университет».

Соискателем разработана конструкция экспериментального стенда для исследования процесса витания сыпучих материалов, в том числе ледяного шлама.

Апробация основных положений и результатов исследований диссертационной работы проведена на научно-практических мероприятиях с докладами:

1. Международная междисциплинарная научно-практическая конференция «Человек в Арктике» (Санкт-Петербург, 2021 г.);
2. XVIII Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования (Санкт-Петербург, 2022 г.);
3. I Международная научно-практическая конференция «Прорывные технологии в разведке и добыче углеводородных ресурсов» (Санкт-Петербург, 2022 г.);
4. II Международная научно-практическая конференция «Прорывные технологии в разведке и добыче углеводородных ресурсов» (Санкт-Петербург, 2023 г.).

В диссертации **Васильева Дмитрия Александровича** отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: ведущего научного сотрудника, заведующего лабораторией ФГБУ «ААНИИ», к.г.н. **В.Я. Липенкова** и научного сотрудника той же организации, руководителя буровых работ на станции Восток **А.В. Туркеева**; старшего научного сотрудника ФГБУ «ААНИИ», д.т.н. **В.В. Харитонова**; генерального директора ООО НПП «БРИНТЕХ», д.т.н., профессора **Г.Г. Ишбаева** и заместителя начальника отдела породоразрушающего инструмента той же организации, к.т.н. **Е.А. Ковалевского**; первого проректора ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», к.т.н., доцента **А.А. Каракозова**; директора Института полярных наук и технологий Цзилинского Университета, профессора **П.Г. Талалая**; доцента Высшей нефтяной школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», к.т.н. **И.В. Чудиновой**; доцента кафедры «Ядерно-физических методов исследований» Физического факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», к.ф.-м.н. **В.Ф. Ежова**.

В отзывах дана положительная оценка проведения исследований, отмечена актуальность и научная новизна работы, комплексность проведенных исследований, отмечены сложные условия, в которых были проведены экспериментальные работы, логичность и последовательность изложения материала, однако имеется ряд вопросов и замечаний:

1. Натурные испытания, описанные в работе, проведены на российской антарктической станции Восток. Из текста не ясно, будут ли полученные экспериментальные данные применимы в других регионах Антарктиды и Гренландии (**к.т.н. И.В. Чудинова**);

2. Неясно, каким образом применяемая в экспериментальных исследованиях модель классического циклонного фильтра с одним подводом могла бы быть использована в конструкции бурового снаряда (**к.т.н. И.В. Чудинова**);

3. В разделе 5.2.2 диссертации показано, что отрыв керна осуществляется kernорвателем 21, однако механизм работы ножей подробно не описан. Необходимо обоснование корректной работы механизма отрыва керна и складывания ножей, т.к. вероятны риски повреждения керна в процессе бурения, если произойдет несвоевременная активация (**д.т.н. Г.Г. Ишбаев** и **к.т.н. Е.А. Ковалевский**);

4. На странице 96 диссертации показан общий вид циклонного фильтра с эскизным гладким шламоподъемным патрубком 5 (рисунок 3.12, б) и фактическим гофрированным патрубком 5 (рисунок 3.12, а). Вероятно фактическая скорость транспортирования шлама в циклон будет ниже расчётной, т.к. гофра благодаря ребристой геометрии будет улавливать и

затормаживать часть ледяных частичек (т.н. **Г.Г. Ишбаев** и к.т.н. **Е.А. Ковалевский**);

5. В список специалистов, внесших весомый вклад в развитие технологии бурения льда с обратной призабойной циркуляцией воздухом, я бы добавил сотрудника Горного института В.М. Зубкова, который около 25 лет назад был в числе тех, кто модернизировал колонковый электромеханический снаряд КЭМС-135, заменив в нем циркуляционный насос на вакуумный насос, В 1999-2000 гг. этой версией снаряда была пробурена «сухая» скважина до глубины 109 м на леднике Академия Наук на Северной Земле (**П.Г. Талалай**);

6. Понятно, что для экономии места автор очень часто использует аббревиатуру «СФТ с ОПЦ», однако поскольку эта аббревиатура не имеет устоявшегося применения в литературе, ее смысл часто ускользает при чтении автореферата (**П.Г. Талалай**);

7. Синтаксис второго защищаемого положения тяжеловесен, Если убрать середину, получится: «Использование принципа ... реализуется за счет применения ...» (стр.7) (**П.Г. Талалай**);

8. Личный вклад автора лучше бы написать, как о событиях, в которых автор принимал непосредственное участие (стр. 7). Например, «Личный вклад автора состоит в выявлении проблемы...» или «Автором проведен обзор...» (**П.Г. Талалай**);

9. Числа до 10 в текстах рекомендуется записывать словами, если они используются в косвенных падежах. Например: «Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в восьми печатных работах, в том числе в трех статьях...» (стр.7) (**П.Г. Талалай**);

10. Не совсем понятно, почему рисунок 3 вставлен в текст автореферата, а остальные рисунки помещены в конце. С точки зрения читателя, удобнее, если рисунки помещаются после первой ссылки на этот рисунок. Тот же вопрос относится и к таблицам (**П.Г. Талалай**);

11. В работе надо использовать общепринятые сокращения физических величин, например, 5 метров - 5 м (стр. 11) (**П.Г. Талалай**);

12. Не совсем понятно разница между моделями шламособорных фильтров циклонного типа №1, № 2 и №3 из описания и рисунков 6 и 7. Хорошо было бы дать три рисунка по типу рисунка 6 с тремя разными схемами (**П.Г. Талалай**);

13. Положения о том, буровой снаряд с обратной призабойной циркуляцией воздухом обеспечит высокую механическую скорость бурения и низкую энергоемкость (стр. 15 и далее на стр. 19) не подтверждены ни экспериментально, ни теоретически (**П.Г. Талалай**);

14. Вывод о том, что «разработан новый колонковый буровой снаряд на грузонесущем кабеле...» не соответствует действительности, поскольку нет даже физического прототипа снаряда. Правильнее сказать разработана концепция нового колонкового бурового снаряда (П.Г. Талалай);

15. Несколько грамматических и смысловых поправок: «уловленного шлама» > собранного шлама (стр. 13); «предотвращают чрезмерную углубку бурового снаряда» > контролируют глубину резания резцов буровой коронки (стр. 16); «проведшие» — «прошедшие» (подрисуночная подпись к рисунку 5) (П.Г. Талалай);

16. В качестве замечания необходимо отметить некоторые неточности в изложении, например, в выражении «скорость воздушного потока была меньше 1,5 м/с и не регистрировалась микроманометром». Как известно, манометром регистрируется давление. Также в начале автореферата отмечено, что сетчатый фильтр для улавливания шлама зарекомендовал себя при бурении глубоких скважин на станции Восток, однако в выводах говорится уже о низкой эффективности сетчатого шламосборного фильтра. Не избежал автор и довольно распространённого формального подхода, когда для аппроксимации зависимости применяется полиномальная функция, не учитывая при этом физического смысла. Аппроксимация полиномом зависимости скорости витания от размера частиц в данном случае не совсем корректна, так как полиномы предполагают наличие экстремумов, которое требует объяснения. Логично было бы использовать степенную или экспоненциальную функцию, как это подсказывают формулы для расчёта скорости витания, приведённые в таблице 2 (д.т.н. В.В. Харитонов).

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

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана технология колонкового бурения снежно-фирновой толщи с обратной призабойной циркуляцией воздуха снарядом на грузонесущем кабеле;

предложена оригинальная схема циркуляции очистного агента по внутренним каналам бурового снаряда и способ улавливания ледяного шлама из восходящего потока воздуха.

доказана высокая эффективность применения принципа инерционно-гравитационной очистки воздуха при реализации технологии бурения

скважин в снежно-фирновой толще с обратной призабойной циркуляцией воздуха.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказана эффективность разработанной технологии бурения скважин в снежно-фирновой толще с обратной призабойной циркуляцией воздуха, которая обеспечивается движением очистного агента по внутренним каналам бурового снаряда, что предотвращает катастрофические потери в проницаемой толще ледника.

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс современных методов теоретических исследований, включающих программное обеспечение для анализа и обработки экспериментальных данных, результатов микроскопического анализа, проведения расчетов методом конечных элементов.

изложены соображения о причинах изменения гранулометрического состава и формы ледяного шлама снежно-фирновой толщи с увеличением глубины бурения и изменением параметров бурения, влияющих на режимы циркуляции очистного агента при бурении с обратной призабойной циркуляцией воздуха.

раскрыты противоречия ожидаемых результатов экспериментальных работ по исследованию процесса улавливания ледяного шлама сетчатыми фильтрами и полученных значений, объясняющихся измельчением шлама в сетчатом фильтре.

изучены зависимости скорости витания и транспортирования от размера и формы частиц ледяного шлама, полученного в ходе бурения скважин в снежно-фирновой толще на станции Восток.

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

разработаны и внедрены технические предложения в рамках 70-й Российской Антарктической экспедиции (2024-2025 гг.) в ходе создания нового бурового комплекса на российской антарктической станции Восток (акт внедрения от 11.04.2023 г.);

определены режимы расхода и давления воздушного потока, достаточного для полного выноса бурового шлама при бурении снежно-фирновой толщи с обратной призабойной циркуляцией воздуха.

созданы экспериментальный стенд для определения скоростей витания и транспортирования сыпучих материалов, в том числе ледяного шлама (патент на изобретение РФ №2792401 С1, патент на изобретение РФ №2799953 С1), методики определения скоростей витания и

транспортирования, конструкция бурового электромеханического снаряда с обратной призабойной циркуляцией воздуха;

представлены технико-технологические решения, направленные на повышение эффективности процесса бурения скважин в проницаемой снежно-фирновой толще внутриконтинентальных районов Антарктиды и Гренландии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ – результаты получены при помощи экспериментального стенда, разработанного в Санкт-Петербургском горном университете, с применением высокотехнологического контрольно-измерительного оборудования в натуральных условиях применения разрабатываемой технологии – районе станции Восток;

теория построена на известных проверяемых фактах о природе движения двухфазных сред, согласующихся с опубликованными ранее экспериментальными данными по теме диссертации и в смежных областях знаний;

идея базируется на внедрении в практику бурения снежно-фирновой толщи оригинального метода очистки забоя от продуктов разрушения ледяной горной породы восходящим воздушным потоком, движущимся по внутренним каналам бурового снаряда с последующим улавливанием ледяного шлама циклонными фильтрами.

использовано сравнение экспериментальных данных полученных соискателем и данных, опубликованных ранее по теме исследования;

установлено качественное совпадение экспериментальных данных, полученных соискателем с данными, представленными в независимых источниках по теме исследования;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации при решении поставленных в диссертации задач.

Личный вклад соискателя состоит в:

В проведении обзора и анализе современного состояния науки техники в области бурения снежно-фирновой толщи. Соискателем разработана методика проведения экспериментальных исследований в условиях антарктической станции Восток. Также соискателем разработан экспериментальный стенд для исследования процесса очистки скважины при бурении в снежно-фирновой толще с обратной призабойной циркуляцией. Васильев Д.А. провел сбор и обработку экспериментальных данных, на основании которых обосновал и разработал технологию бурения снежно-фирновой толщи и техническое средство её реализации. Соискателем

подготовлены основные публикации по выполненной работе, получены патенты на изобретения.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель **Васильев Дмитрий Александрович** согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 16.10.2024 диссертационный совет принял решение присудить **Васильеву Д.А.** ученую степень кандидата технических наук за разработку технологии и технических средств, позволяющих решить научную проблему повышения эффективности бурения снежно-фирновой толщи для обеспечения научно-исследовательских работ в Антарктиде и Гренландии, имеющие существенные значения для развития государства.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий, диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 9 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – нет.

Председатель
диссертационного совета



Двойников
Михаил Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Блинов
Павел Александрович

16.10.2024