ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

24.2.402.01, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 6 октября 2026 г. протокол № 12

О присуждении Шаворину Виталию Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование методики геодезического мониторинга в горнорудной промышленности с использованием наземных интерферометрических радаров», по специальности 1.6.22. Геодезия принята к защите от 1 июня 2026 года, протокол № 8 диссертационным советом 24.2.402.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, находящегося по адресу: 630108, г. Новосибирск, улица Плахотного, 10. Диссертационный совет утвержден 02.11.2012 г. приказом № 714/нк.

Соискатель Шаворин Виталий Андреевич «7» июля 1993 года рождения.

В 2016 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по специальности «Прикладная геодезия», с присвоением квалификации специалист.

С 22 сентября 2020 г. по 21 сентября 2023 г. являлся аспирантом очной формы обучения по направлению подготовки научно-педагогических кадров 21.06.02 Геодезия, направленность (профиль) «Геодезия» в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий».

Шаворин Виталий Андреевич освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуры по направлению подготовки 21.06.02 Геодезия с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий». Год окончания аспирантуры – 2023.

Работает Шаворин Виталий Андреевич в должности ведущего инженера-технолога лаборатории геомеханики научно-исследовательского и проектного института алмазодобывающей промышленности «Якутнипроалмаз» Акционерная компания «Алроса».

Диссертация выполнена на кафедре инженерной геодезии и маркшейдерского дела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Шоломицкий Андрей Аркадьевич, работает профессором кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Соловицкий Александр Николаевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», профессор кафедры геологии и географии;

2. Розанов Иван Юрьевич, кандидат технических наук, Горный

институт – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», старший научный сотрудник лаборатории «Геомониторинга и устойчивости бортов карьеров» отдела геомеханики

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (г. Иркутск) в своем положительном заключении, утвержденном ректором, доктором технических наук, доцентом Корняковым Михаилом Викторовичем, и подписанном исполняющим обязанности заведующего кафедрой маркшейдерского дела и геодезии, кандидатом технических наук, доцентом Загибаловым Александром Валентиновичем, доктором технических наук, доцентом Ступиным Владимиром Павловичем указала, что диссертация Шаворина Виталия Андреевича соответствует критериям п. 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., и является завершённой квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи внедрения технологии наземного интерферометрического сканирования в качестве базового инструмента в существующую систему геодезического мониторинга и повышения эффективности его применения, а ее автор, Шаворин Виталий Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ по теме диссертации общим объемом 3,72 печатных листов, из них авторских 2,28 печатных листов, в том числе 3 работы общим объемом 1,74 печатных листов, из них авторских 0,94 печатных листов, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, 1 – в журнале, входящем в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus общим объемом 0,23 печатных листов, из них авторских

0,06 печатных листов.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Шаворин, В. А. Вычисление объемов горной массы забоя экскаватора методом наземной интерферометрии по результатам сканирования георадара Reutech MSR300 / В. А. Шаворин. – Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. – 2022. – № 12. – С. 361–369. [В статье приведена методика определения объема горной массы по данным сканирования наземного интерферометрического радара].

2. Анализ данных сканирования наземных интерферометрических радаров на объектах открытых горных работ для выявления ложных сигналов / А. А. Шоломицкий, Г. А. Уставич, В. А. Шаворин, Е. В. Ситникова // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 2. – С.61–70. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-2-61-73. (К 1) [В статье приведена разработанная автором схема методики обработки данных интерферометрического сканирования для выявления ложных сигналов].

3. Шоломицкий, А. А. Сравнение интерпретации данных наземных георадаров с результатами геодезических методов наблюдений при мониторинге деформаций на открытых горных работах / А. А. Шоломицкий, В. А. Шаворин. – Текст : непосредственный // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2025. – Т. 10, № 3 (41). – С. 89–96. DOI 10.25744/genb.2025.3.41.014. (К 2) [В статье сравниваются традиционные геодезические методы мониторинга деформаций с данными наземного интерферометрического сканирования].

4. Современные методы геотехнического мониторинга и гидрогеологических исследований на карьерах Олимпиадинского ГОКа / В. П. Бережной, А. Е. Кулешов, В. А. Шаворин, В. Н. Лушников. – Текст : непосредственный // Горный журнал. – 2020. – № 10. – С. 26–29. [В статье рассмотрены современные геотехнические и гидрогеологические методы мониторинга карьеров компании АО «Полюс Красноярск»].

В диссертации Шаворина Виталия Андреевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от следующих организаций:

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н. В. Мельникова Российской академии наук. Отзыв подписан доктором технических наук, профессором, ведущим научным сотрудником лаборатории «Многофазных процессов в массивах горных пород при разработке месторождений» Кулибабой Сергеем Борисовичем.

Замечания по автореферату:

– На рисунке 1 (схема проекта эффективной системы геомеханического мониторинга с внедрением технологии наземного интерферометрического сканирования), указан блок, в котором происходит интеграция данных мониторинга с различных датчиков, в том числе, с наземных интерферометрических радаров, в единую информационную систему. Хотелось бы иметь более подробное описание того, что представляет из себя данный блок. Происходит ли обработка данных мониторинга в едином программном обеспечении или она происходит децентрализовано, с последующим сопоставлением результатов;

– Также хотелось бы получить хотя бы ориентировочные цифры о снижении простоев оборудования при идентификации ложных срабатываний.

2. Общество с ограниченной ответственностью «Сибирский проектно-технический институт». Отзыв подписан кандидатом технических наук, техническим директором Разумовым Егором Евгеньевичем.

Замечаний по автореферату нет.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А. Д. Крячкова». Отзыв

подписан кандидатом технических наук, доцентом, деканом факультета базовой подготовки Соболевой Екатериной Леонидовной.

Замечания по автореферату:

– Почему в формуле 1 для расчета периодичности наблюдений принято значение 120 мм/сутки. Как эта величина соотносится с нормативными документами и накопленными статистическими данными по обрушениям;

– В работе отмечается, что одной из основных причин ложных срабатываний является влияние атмосферной рефракции. Следовало бы более подробно описать, какие именно метеопараметры (температура, давление, влажность, турбулентность) вносят наибольший вклад и как учитывается их совместное влияние.

4. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет». Отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры «Геоинформатика, геодезия и землеустройство» Мотылёвым Игорем Викторовичем.

Замечание по автореферату: в тексте автореферата (стр. 10) приведена качественная оценка методов (таблица 1), где экспертно присвоены баллы от 1 до 5. Однако из автореферата не совсем ясно, каким образом верифицировались эти оценки.

5. Общество с ограниченной ответственностью «Газпром геотехнологии». Отзыв подписан кандидатом технических наук, руководителем группы картографии службы главного маркшейдера Дверницкой Екатериной Валерьевной.

Замечаний по автореферату нет.

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». Отзыв подписан доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой инженерной геодезии Мустафиным Муратом Газизовичем.

Замечания по автореферату:

– В работе приводится сравнительная качественная оценка методов дистанционного мониторинга (таблица 1) в условиях низких температур. Однако остается неясным, каким образом соискатель учитывал влияние снежного покрова и образования наледи на отражательных призмах при оценке надежности роботизированных тахеометров, учитывая, что в северных регионах это является критическим фактором;

– Расчет периодичности наблюдений (таблица 3) выполнен для пороговой скорости смещения 120 мм/сутки. Чем обоснован выбор именно этого значения скорости, и планируется ли корректировка периодичности для более низких скоростей (например, 10-20 мм/сутки), которые характерны для длительных фаз ползучести?

7. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет». Отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом кафедры кадастра и геоинженерии Гура Дмитрием Андреевичем.

Замечание по автореферату: существенных замечаний, снижающих научную ценность исследования, в автореферате не обнаружено, однако в качестве рекомендации к дальнейшим исследованиям можно отнести увеличение выборки случаев обрушений, на объектах с другими горно-геологическими и горно-технологическими условиями, и адаптации матрицы с учетом значительного климатического разнообразия регионов горнодобывающей промышленности Российской Федерации.

8. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения». Отзыв подписан доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры «Железнодорожный путь, изыскания и проектирование железных и автомобильных дорог» Никитиным Андреем Вячеславовичем.

Замечания по автореферату:

– Автором в таблице 1 (стр.10 автореферата) приведено сравнение различных методов мониторинга по среднему индексу эффективности, однако отсутствует оценка экономической эффективности предлагаемого комплекса в целом (стоимость внедрения радаров, срок окупаемости по сравнению с предотвращенным ущербом от простоев и аварий). Это могло бы усилить практическую аргументацию работы;

– Есть ли производственные исследования, подтверждающие высокую точность измерения расстояний интерференционными радарами?

9. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I». Отзыв подписан доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой инженерной геодезии Брынем Михаилом Ярославовичем.

Замечания по автореферату:

– Применима ли предложенная матрица реагирования при радарном мониторинге к насыпным сооружениям (дамбы, отвалы), или данная матрица подходит только для анализа смещения горного массива карьеров?

– Поскольку в автореферате отмечено отсутствие детальных инструкций и нормативной базы для применения наземных интерферометрических радаров в России, было бы полезно указать, какие именно нормативные документы горнорудной промышленности могут быть дополнены результатами работы. Это усилило бы практическую направленность диссертации и облегчило бы ее внедрение на других предприятиях.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются высококвалифицированными специалистами в области геодезического мониторинга на объектах открытых горных работ, в том числе с использованием наземного интерферометрического сканирования, и имеют научные публикации в данной сфере исследований. Оппоненты не являются работниками организации, где выполнялась диссертация, соавторами

соискателя, членами диссертационного совета, а также являются работниками разных организаций.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что она является передовым научным учреждением в области прикладной геодезии, имеет многолетний опыт проведения геодезических измерений и последующей обработки пространственных данных для определения геометрических параметров объектов открытых горных работ, а также имеет специалистов, способных определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана усовершенствованная методика геодезического мониторинга в горнорудной промышленности (бортов и уступов карьеров) с использованием технологии наземного интерферометрического сканирования, предусматривающая регламентацию действий оперативного персонала в зависимости от предполагаемого уровня риска;

предложен алгоритм математической обработки данных интерферометрического сканирования, который позволяет производить фильтрацию аварийных сигналов с радара, тем самым выделять ложные сигналы и исключать их при анализе риска неустойчивости бортов и уступов карьера;

доказано, что предложенная схема наземного интерферометрического сканирования позволяет с достаточной частотой выполнять определение активно развивающихся деформаций в условиях, в том числе глубоких и сверхглубоких карьеров в северных регионах РФ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны теоретические положения усовершенствованной методики геодезического мониторинга с использованием наземных интерферометрических радаров и методов выявления и фильтрации ложных сигналов при интерферометрическом сканировании;

применительно к проблематике диссертации эффективно использованы методы статистической обработки результатов интерферометрического сканирования, что обеспечивает достоверность полученных результатов;

изложены научно-методические положения усовершенствованной методики геодезического мониторинга с использованием технологии наземного интерферометрического сканирования, включающей внедрение интерферометрических радаров в действующую систему мониторинга, фильтрацию ложных сигналов и применение матрицы реагирования;

раскрыты методические подходы к интерпретации данных наземного интерферометрического сканирования с учетом методов атмосферной коррекции. Предложены наиболее эффективные схемы расположению радаров на карьерах различной формы;

изучена корреляционная связь между ключевыми параметрами деформации – величиной объема и скоростью смещения горной массы;

проведена модернизация методики геодезического мониторинга с внедрением технологии наземного интерферометрического сканирования, которая позволяет повысить эффективность мониторинга.

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

разработаны и внедрены алгоритм математической обработки данных интерферометрического сканирования, позволяющий выполнять фильтрацию ложных сигналов и получать пятиуровневую матрицу реагирования при геодезическом мониторинге;

определены перспективы практического применения усовершенствованной методики мониторинга бортов и уступов карьера, на основе наземного интерферометрического сканирования на предприятиях горнодобывающей отрасли Российской Федерации;

создана система практических рекомендаций по применению разработанной матрицы реагирования при интерферометрическом

сканировании, при которых матрица адаптируется к горно-геологическим и горно-технологическим условиям карьера;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию методов геодезического мониторинга, в том числе на глубоких и сверхглубоких карьерах Российской федерации, разрабатываемых в северных регионах Российской Федерации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовались массивы данных, полученные при интерферометрическом сканировании бортов глубоких карьеров с использованием радаров Reutech, IDS и GroundProbe. Для обработки и анализа измерений применялось специализированное ПО, являющееся структурным элементом интерферометрических радаров, а также программа IBM SPSS Statistic;

теория выполненных исследований базируется на фундаментальных положениях геодезии, теории математической обработки результатов измерений, а также на анализе научных трудов отечественных и зарубежных ученых в области геодезического мониторинга;

идея базируется на применении технологии использования наземных интерферометрических радаров при реализации геодезического мониторинга в горнорудной отрасли Российской Федерации;

использованы опубликованные результаты и материалы работ отечественных и зарубежных исследователей в области геодезического мониторинга для определения рисков развития деформаций бортов и уступов карьеров;

установлено, что усовершенствованная методика, интегрирующая ключевые параметры при развитии деформаций – величину объема и скорость смещения горной породы, может быть использована в нормативной документации по оценке рисков развития деформаций и управлению устойчивостью бортов и уступов карьеров;

использованы современные технологии и методы геодезических измерений, статистической обработки (IBM SPSS Statistic) и вычислительной техники, специализированного ПО (HMI, Guardian, SSR-Viever), а также экспериментальные данные по зафиксированным деформациям горного массива, полученные в результате мониторинга бортов и уступов карьера наземными интерферометрическими радарами (Reutech, IDS, GroundProbe).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном выполнении следующих научных исследований:

– обзора научно-технических разработок в области современных методов геодезического мониторинга, который показал, что в настоящее время существующие методы не удовлетворяют современному уровню развития технологий в сфере мониторинга бортов глубоких и сверхглубоких карьеров;

– анализе применяемой в настоящее время на карьерах российских компаний традиционной системы геодезического мониторинга, в результате которого выявлены ее недостатки, применительно к глубоким и сверхглубоким карьерам в условиях низких температур для северных регионов страны, а также усовершенствовании методики геодезического мониторинга;

– определении эффективности применения наземного интерферометрического сканирования на объектах открытых горных работ, в разработке математического алгоритма обработки измерений, позволяющего отфильтровать ложные срабатывания радара в результате различных помех или аппаратных сигналов радара;

– разработке матрицы реагирования при геодезическом мониторинге, интегрирующей ключевые параметры деформации (величину объема и скорость смещения горной породы), позволяющая формализовать процесс принятия решений при геодезическом мониторинге и определяющая регламентацию действий персонала в зависимости от уровня риска;

– выполнении экспериментальных исследований по выполнению геодезического мониторинга на глубоких и сверхглубоких карьерах в северных регионах Российской Федерации;

– подготовке основных публикаций и докладов по результатам выполненных экспериментальных исследований.

В ходе защиты диссертации не были высказаны критические замечания.

Соискатель Шаворин В. А. ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 6 октября 2026 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные методические и технологические решения по совершенствованию методики геодезического мониторинга, в том числе на глубоких и сверхглубоких карьерах, с использованием технологии интерферометрического сканирования, имеющие важное значение в горнорудной отрасли Российской Федерации, присудить Шаворину В. А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.6.22. Геодезия, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 13, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета Хорошилов Валерий Степанович

Ученый секретарь
диссертационного Аврунев Евгений Ильич

«6» октября 2026 года.