

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»)**

664074 Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 83
телефон: +7(3952)405-000, факс: +7(3952)405-100

E-mail: info@istu.edu

ОКПО 02068249, ОГРН 1023801756120

ИНН/КПП 3812014066/381201001



УТВЕРЖДАЮ

Ректор
доктор технических наук, доцент
Корняков Михаил Викторович

« 03 » 07 2026 г.

на № 03.07.2026 № 006899
от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации - федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» на диссертацию Шаворина Виталия Андреевича на тему «Совершенствование методики геодезического мониторинга в горнорудной промышленности с использованием наземных интерферометрических радаров», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

1. Актуальность темы диссертации

В современной практике открытых горных работ наблюдается обоснованная тенденция к увеличению глубины карьеров и увеличению генеральных углов их бортов. Это позволяет сократить объемы вскрыши и повысить экономическую эффективность, однако сопряжено с повышенными рисками потери устойчивости уступов и бортов, что снижает безопасность освоения месторождений.

На сегодняшний день наиболее прогрессивным методом оценки устойчивости откосов является геодезический мониторинг с применением наземных интерферометрических радаров. Вместе с тем внедрение этой технологии в отечественную практику идет с задержками из-за ряда проблем: отсутствия детальных инструкций и нормативной базы по эксплуатации оборудования, технических сложностей интеграции радарных наблюдений в существующие системы мониторинга, а также отсутствия методик интерпретации данных и критериев безопасности.

Для эффективного управления рисками требуется комплексная переоценка проектных решений, реализация противодеформационных мероприятий и непрерывный контроль состояния бортов, включая наземное интерферометрическое сканирование. В связи с этим актуальной является задача разработки комплексного подхода к анализу данных интерферометрических радаров и их корректной интеграции в действующую систему геодезического мониторинга.

Вх № 01.05/01/23

Дата 06.08.2020

Диссертационное исследование Шаворина Виталия Андреевича непосредственно решает обозначенную задачу. В его работе предложена усовершенствованная методика комплексного геодезического мониторинга для горнорудной промышленности, ключевым элементом которой является внедрение наземных интерферометрических радаров. Автор разработал подходы к анализу и интерпретации данных радиолокационной интерферометрии, а также к их корректной интеграции с традиционными геодезическими методами. Это позволяет не только своевременно выявлять начальные стадии деформационных процессов на глубоких и сверхглубоких карьерах, но и прогнозировать их развитие, что существенно повышает безопасность горных работ и управляемость рисками обрушений.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертационного исследования Шаворина Виталия Андреевича заключается в следующем:

1. Обоснована целесообразность повышения эффективности системы геодезического мониторинга путем внедрения интерферометрических радаров в качестве базового средства наблюдения за смещениями горного массива.
2. Разработана схема интеграции интерферометрического сканирования в действующую систему геодезического мониторинга, что представляет собой усовершенствование методической базы геодезического контроля на горнорудных предприятиях.
3. Предложена алгоритмическая схема обработки данных интерферометрического сканирования, обеспечивающая распознавание и классификацию ложных срабатываний системы мониторинга; это позволяет сократить простои оборудования и тем самым повысить эффективность горных работ.
4. Разработана матрица реагирования в структуре мониторинга с применением интерферометрических радаров, дающая возможность количественно оценивать опасность деформационных процессов и уровень сопутствующих рисков для горного предприятия.

3. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития геодезии

Теоретическая ценность работы заключается в развитии геодезического мониторинга устойчивости бортов карьеров. Предлагаемое усовершенствование методики базируется на интеграции наземного интерферометрического сканирования в систему наблюдений. Обоснование эффективности данного метода позволяет повысить точность и достоверность результатов измерений.

Практическая ценность подтверждена внедрением результатов исследований на объектах открытых горных работ АО «Полус Красноярск» и заключается в следующем:

- интеграция наземного интерферометрического сканирования в существующую систему геодезического мониторинга в качестве базового метода, позволяет повысить надежность определения смещения бортов и уступов;
- реализация разработанной алгоритмической схемы определения ложных тревог при мониторинге с применением наземных интерферометрических радаров, сокращает простои горного оборудования и тем самым повышает общую эффективность производственных процессов.;
- предлагаемая пятиуровневая матрица реагирования при радарном мониторинге классифицировать риски потери устойчивости и определять реакцию на ожидаемые процессы сдвигания.

Усовершенствованная методика представляет законченное научно-техническое решение, готовое к широкому практическому применению на промышленных предприятиях Российской Федерации.

4. Рекомендации по использованию результатов работы

Полученные в диссертационном исследовании теоретические и практические результаты имеют существенное значение для развития геодезии, в частности, в области геодезического мониторинга состояния бортов и уступов карьеров. Усовершенствованная методика геодезического мониторинга с внедрением наземных интерферометрических радаров в качестве базового метода позволяет повысить надежность определения смещений горного массива с высокой точностью. Предложенная алгоритмическая схема определения ложных срабатываний радара при мониторинге, позволяет повысить эффективность ведения горных работ. Матрица реагирования, позволяет классифицировать риски и своевременно определять реакцию на ожидаемые процессы сдвижения горного массива, учитывая не только скорость смещения, но и предполагаемый объем обрушения. Результаты работы рекомендуется использовать в практической деятельности предприятий горнодобывающей отрасли, а также в учебном процессе при подготовке специалистов в области геодезии, маркшейдерского дела и геомеханики для демонстрации современных подходов при мониторинге бортов и уступов карьеров.

- При сравнении методов мониторинга (таблица 15, стр. 82) используются паспортные значения точности оборудования без учета реальных условий эксплуатации (запыленность, вибрации, температурные градиенты, угол падения радиолуча, наличие помех). Как это сказывается на точности и расчетной периодичности наблюдений?

- В работе на стр. 90 приводится противоречивая информация о геопространственной привязке радаров. С одной стороны, указано, что радары GroundProbe могут работать без привязки, используя наложение на фотоизображение, что ускоряет работу. С другой стороны, утверждается, что отказ от привязки ограничивает экспорт данных в CAD/GIS-системы. Однако не дано рекомендаций, в каких случаях допустимо использование «быстрой» (без привязки) схемы, а в каких обязательна полная геодезическая привязка. Формализация этого выбора (например, в виде блок-схемы или таблицы решений) улучшила бы практическую ценность работы.

- В работе демонстрируется успешное использование тепловизора для идентификации водопроявлений и наледей. Была ли тепловизионная съёмка регламентирована как штатная процедура при получении радарного сигнала тревоги в зимнее время, или проводилась эпизодически?

- Насколько универсальна разработанная матрица реагирования при радарном мониторинге для карьеров, расположенных в иных, от анализируемых в работе климатических и геологических условиях?

Отмеченные замечания носят частный характер и не влияют на общую высокую оценку выполненной работы.

Заключение

Диссертационная работа Шаворина Виталия Андреевича на тему: «Совершенствование методики геодезического мониторинга в горнорудной промышленности с использованием наземных интерферометрических радаров» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи по внедрению наземного интерферометрического сканирования в существующую систему геодезического мониторинга, имеющей существенное значение для развития и совершенствования системы геодезического мониторинга бортов и уступов карьеров.

Диссертация соответствует областям исследования: 2 – Методы и средства космической геодезии, включая радиоинтерферометрию со сверхдлинными базами, радарную интерферометрию, доплеровские дальномерные системы, спутниковую альтиметрию, спутниковую градиентометрию, лазерную локацию спутников, запросные и беззапросные дальномерные и другие системы. Методы и средства геодезической астрономии; 10 – Дистанционный геодезический мониторинг состояния окружающей среды, в первую очередь, опасных процессов и явлений, способствующих возникновению стихийных бедствий и кризисных ситуаций, в том числе путем создания сетей непрерывных и повторных наземных, морских, спутниковых наблюдений паспорта научной специальности 1.6.22. Геодезия, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России.

Диссертация соответствует пункту 9 «Положение о присуждении учёных степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а её автор – Шаворин Виталий Андреевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация обсуждена и одобрена на заседании кафедры маркшейдерского дела и геодезии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» от «03» 07 2026 г, протокол № 9.

Присутствовали на заседании 15 человек. Проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 0.

и. о. зав. кафедрой маркшейдерского дела и геодезии,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент

/Загибалов Александр Валентинович/

«03» 07 2026 г

Доктор технических наук, доцент

/Ступин Владимир Павлович/

Сведения о ведущей организации:

Полное наименование на русском языке: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Сокращенное наименование на русском языке: ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

Адрес: 664074, г.Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Телефон: 8-3952-405102, 8-3952-405105, +79148992138

Официальный сайт в сети Интернет: www.istu.edu

E-mail: info@istu.edu

Контактный телефон: 8(3952)405-100, 405-102

