

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 2 июня 2026 г. протокол № 9

О присуждении Токину Александру Алексеевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методики автоматизированной съемки и подсчета объемов сыпучих материалов на складах», по специальности 1.6.22. Геодезия принята к защите от 16 февраля 2026 года, протокол № 2 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 Плеханова, 10. Диссертационный совет утвержден 02.11.2012 г. приказом № 714/нк.

Соискатель Токин Александр Алексеевич, «04» ноября 1984 года рождения.

В 2008 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный технический университет» по специальности «Маркшейдерское дело», с присвоением квалификации «Горный инженер».

С 1 сентября 2024 г. по настоящее время Токин Александр Алексеевич прикреплен для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программы подготовки научных и научно-педагогических

кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по научной специальности 1.6.22. Геодезия. Отрасль науки, по которой подготавливается диссертация – технические науки.

В период с 3 февраля 2025 года по 31 июля 2025 года был прикреплен для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по научной специальности 1.6.22. Геодезия. Отрасль науки, по которой подготавливается диссертация – технические науки.

Токин Александр Алексеевич работал в компании общество с ограниченной ответственностью «Сибирский меридиан», в должности руководителя отделом изысканий.

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. Брынь Михаил Ярославович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей

сообщения Императора Александра I», заведующий кафедрой инженерной геодезии;

2. Гура Дмитрий Андреевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет», доцент кафедры кадастра и геоинженерии

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» (г. Санкт-Петербург) в своем положительном заключении, утвержденном первым проректором, доктором технических наук, профессором Рудаковым Маратом Леонидовичем, и подписанном заведующим кафедрой инженерной геодезии, доктором технических наук, доцентом Мустафиным Муратом Газизовичем указала, что диссертационная работа Токина Александра Алексеевича на тему: Разработка методики автоматизированной съемки и подсчета объемов сыпучих материалов на складах» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи повышения точности определения объема сыпучих материалов закрытых складов с автоматизацией геодезической съемки, имеющей существенное значение для развития методов прикладной геодезии. Работа соответствует пунктам 11, 14 паспорта специальности 1.6.22. Геодезия и требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, установленным пунктом п. 9 «Положение о присуждении учёных степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а её автор – Токин Александр Алексеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ по теме диссертации общим объемом 1,45 печатных листов, из них авторских 1,07 печатных листов, в том числе 3 работы общим объемом 0,91 печатных листов, из них авторских 0,53

печатных листов, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1 Токин, А. А. Фотограмметрический метод съемки сыпучих материалов на складах с размещением IP камер на грузоподъемных механизмах / А. А. Токин – Текст : непосредственный // Маркшейдерский вестник. – 2024. – № 2 (152). С. 31–38. (К 3) [Статья посвящена разработке и тестированию автоматизированного фотограмметрического метода оперативной съёмки объёмов сыпучих материалов на складах с использованием IP камер, размещаемых на грузоподъёмных механизмах].

2 Токин, А. А. Методика автоматизированной съемки и подсчета объемов сыпучих материалов на складах / А. А. Токин, А. А. Шоломицкий – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 3. – С. 31–40. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-3-31-40. (К 1) [Статья посвящена разработке и внедрению автоматизированной методики съемки и подсчета объемов сыпучих материалов на складах с использованием IP камер, установленных на мостовом грейферном кране, и их фотограмметрической обработки].

3 Токин, А. А. Методика фильтрации облака точек методом скользящего конуса / А. А. Токин, А. А. Шоломицкий, В. В. Щербаков // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 5. – С. 15–23. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-5-15-23. (К 1) [Статья посвящена разработке и применению инновационного метода фильтрации облаков точек «скользящим конусом» для повышения точности автоматизированного подсчёта объёмов сыпучих материалов на складах].

4 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, № 2024617179 Российская Федерация. Лис-Объем: № 2024615605; дата поступления 21.03.2024; дата регистрации: 29.03.2024 / Токин А. А.; правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (RU). – Текст: непосредственный. [Программа представляет собой решение для

автоматизации подсчёта объёмов сыпучих материалов на складах по данным трёхмерных облаков точек].

В диссертации Токина Александра Алексеевича 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 образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусства имени А. Д. Крячкова». Отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом, деканом факультета базовой подготовки Соболевой Екатериной Леонидовной.

Замечания по автореферату:

– Почему на кране камеры располагаются только вперед и назад? Вертикальное расположение камер улучшило бы перекрытие снимков и точность определения точек поверхности склада.

– Можно ли применять эту методику съемки на открытых складах с козловыми кранами?

– Какими средствами можно было бы повысить точность позиционирования камер при съемке?

2. Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт трубопроводного транспорта». Отзыв подписан доктором технических наук, главным научным сотрудником Центра мониторинга и геоинформационных систем объектов трубопроводного транспорта Долгополовым Дániлом Валентиновичем.

Замечания по автореферату:

– В автореферате подробно описаны технические и метрологические результаты исследований, проведенного автором, однако, к сожалению, не приведены нормативно-технические требования к измерению объемов сыпучих масс. Из автореферата остается неясным, какая точность вычисления объемов

требуется?

– В таблице 1 на странице 18 автореферата в колонке методов фильтрации среди прочих, приведен «Agisoft Metashape». Но это название программного обеспечения, а не метода. Было бы правильнее указать метод фильтрации, реализованный в данном программном обеспечении.

– Рисунок 9 «Блок-схема разработанной методики» на странице 19 автореферата требует пояснения. Почему блок работ «Уравнивание сети фототриангуляции» не отнесен к фотограмметрическим работам?

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

Замечания по автореферату:

– Каким образом решается задача привязки снимков, полученных с движущегося крана, в единую систему координат. В автореферате упоминается создание локальной сети координат на складе и определение элементов внешнего ориентирования камер в точках «старт» и «стоп», однако не раскрывается, как осуществляется определение параметров ориентирования для промежуточных положений крана.

– Также хотелось бы получить дополнительную информацию об эксплуатационных аспектах системы. Каков регламент обслуживания камер «ЛИС-Кам» в условиях высокой запыленности? Требуется ли регулярная очистка оптики, и если да, то с какой периодичностью?

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

Замечание по автореферату: на странице 12 автореферата указано: «В результате были разработаны 6 IP камер «ЛИС-Кам» со следующими характеристиками...». Правильнее указать, что разработана IP камера «ЛИС-Кам», построено 6 одинаковых опытных образцов, объединенных в систему.

5. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС». Отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры геологии и маркшейдерского дела Абрамяном Георгием Ониковичем.

Замечания по автореферату:

– В разделе, посвященном характеристикам разработанной камеры «ЛИС-Кам» (стр. 12), указано фокусное расстояние 1,325 мм и угол обзора 120 градусов. Не уточняется, обеспечивает ли данная оптика достаточное разрешение на максимальной высоте подъема крана? Проводился ли расчет пространственного разрешения на поверхности штабеля? Этот параметр важен для оценки возможности распознавания мелких деталей рельефа.

– На рисунке 5 представлена схема проведения съемочных работ с указанием трех камер «вперед» и трех «назад». Из схемы не очевидно, обеспечивается ли 100% перекрытие снимков между камерами одного направления и между встречными маршрутами. Каким образом контролируется полнота покрытия территории склада?

- Почему не использовались камеры с расположением оси в наadir?

6. 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.

Замечание по автореферату: в автореферате не представлена полная информация о нормативной точности при определении объемов на складах

нефтяного кокса и других сыпучих материалов (стр. 10), что должно было бы служить одним из обоснований для применения разработанной камеры «ЛИС-Кам».

7. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет». Отзыв подписан доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры геологии и географии Соловицким Александром Николаевичем.

Замечания по автореферату:

– В разделе 2 автореферата соискателем предложено использовать подъемно-транспортное оборудование в качестве мобильной платформы для размещения съемочной камеры и выполнения съемки склада в движении, однако мало внимания, уделено определению внешнего ориентирования снимков, полученных с движущегося крана, в условиях отсутствия традиционных опорных знаков на поверхности материала.

– На рисунке 10 автореферата (стр. 21) приведена зависимость отклонения объемов от ошибок определения координат в точках «старт» и «стоп», однако мало внимания при построении этой модели, уделено погрешностям траектории движения крана.

8. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет». Отзыв подписан кандидатом геолого-минералогических наук, доцентом, и. о. заведующего кафедрой маркшейдерского дела и геодезии Загибаловым Александром Валентиновичем.

Замечания по автореферату:

– Представленная работа рассматривает только один вариант применения автоматизированной системы подсчета объемов – склады сыпучих материалов. Из автореферата не ясно, можно ли использовать разработанную технологию подсчета объемов других объектов, например, отвалов горных пород с

применением фотограмметрической съемки с БПЛА с установкой на борт последнего IP-камер?

– Также из автореферата непонятно, как влияет запыленность склада на конечные результаты съемки.

9. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет». Отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры геоинформатики, геодезии и землеустройства Мотылевым Игорем Викторовичем.

Замечание по автореферату: в формулах 1-3 (стр. 16-17 автореферата) не все символы пояснены.

10. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии». Отзыв подписан доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой геодезии Ознамец Владимиром Владимировичем.

Замечание по автореферату: сыпучие материалы могут иметь различные структуры и характеристики. Хотелось бы знать мнение автора, пригодны ли прилагаемые им методы и технологии для определения объемов сыпучих материалов любой консистенции, а не только нефтяного кокса. И есть ли в этом ограничения?

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются высококвалифицированными специалистами в области разработки методик крупномасштабных геодезических съемок, фотограмметрической обработки данных, 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 съемок и последующей обработки пространственных данных для определения геометрических параметров сложных инженерных сооружений, а также имеет специалистов, способных определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика автоматизированной геодезической съемки складов сыпучих материалов, включающая предложенное автором оригинальное измерительное технологическое оборудование, содержащее установленные на подъемно-транспортном оборудовании IP-камеры и программное обеспечение для дальнейшей обработки результатов измерений и вычисления объемов сыпучих материалов;

предложен алгоритм математической фильтрации облака точек «скользящим конусом», который, позволяет эффективно устранять шумы и ошибочные измерения, сохраняя при этом достоверные данные о реальной поверхности сыпучих материалов, что существенно повышает точность последующих вычислений;

доказана перспективность использования измерительного оборудования для выполнения геодезической съемки на подъемно-транспортном оборудовании складов в качестве мобильной платформы, а также наличие линейной зависимости между погрешностями определения координат центров фотографирования IP-камер в точках «старт» и «стоп» маршрута и точностью вычисления объемов сыпучих материалов, что позволяет объективно оценивать достоверность результатов математической обработки результатов геодезических измерений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны теоретические положения разработанной методики автоматизированной геодезической съемки с применением IP-камер, алгоритма фильтрации облака точек «скользящим конусом» и выявленной зависимости точности вычисления объемов сыпучих материалов от ошибок

позиционирования разработанного измерительного технологического оборудования, которые вносят вклад в развитие теории автоматизации геодезических съемок и методов обработки пространственных данных;

применительно к проблематике диссертации эффективно использованы методы математической обработки результатов геодезических измерений, дискретной математики, статистического анализа и численные методы подсчета объемов, что обеспечило достоверность полученных результатов;

изложены теоретические положения разработанной методики, включающие этапы от выбора и размещения измерительного технологического оборудования для выполнения геодезической съемки до фильтрации пространственных данных и вычисления объемов сыпучих материалов на складах;

раскрыты закономерности группирования погрешностей при использовании разработанного измерительного технологического оборудования и установлено их влияние при определении позиционирования измерительного съемочного оборудования на итоговый результат вычисления объемов сыпучих материалов;

изучена возможность использования геометрических характеристик сыпучих материалов (угла естественного откоса) для разработки нового алгоритма фильтрации облаков точек, что дополняет существующие подходы к анализу полученных пространственных данных;

проведена модернизация существующих подходов к автоматизации учета сыпучих материалов на складах путем интеграции разработанного измерительного технологического оборудования, предложенного алгоритма фильтрации «скользящим конусом» и вычисления объемов в единый программно-аппаратный комплекс.

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

разработаны и внедрены программно-аппаратный комплекс на базе IP-камер «ЛИС-Кам» и сервера, а также алгоритмы автоматизации съемочных

работ и подсчета объемов, которые позволяют в автоматическом режиме получать результаты учета сыпучих материалов на складе;

определены перспективы практического применения разработанной методики на предприятиях горнодобывающей, нефтеперерабатывающей, строительной и других отраслей промышленности Российской Федерации для повышения эффективности учета и управления запасами, а также снижения трудоемкости выполнения этих технологических процедур;

создана система практических рекомендаций по применению разработанного алгоритма фильтрации «скользящим конусом» и метода подсчета объемов сыпучих материалов, которые обеспечивают соответствие современным нормативным требованиям по точности определения данного параметра;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию методики в направлении разработки более точного позиционирования измерительного технологического оборудования для улучшения определения параметров внешнего ориентирования IP-камер.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовались пространственные данные, полученные в ходе применения разработанной методики на производственном объекте (закрытый склад нефтяного кокса), которые сравнивались с результатами, полученными в ходе контрольных геодезических измерений электронным тахеометром и наземным лазерным сканированием;

теория выполненных исследований базируется на фундаментальных положениях геодезии, фотограмметрии, теории математической обработки результатов измерений и численных методов, а также на анализе научных трудов отечественных и зарубежных ученых в области прикладной геодезии и автоматизации;

идея базируется на новом принципе использования существующей складской инфраструктуры (подъемно-транспортного оборудования) в

качестве носителя измерительного съемочного оборудования для проведения геодезической съемки в закрытых помещениях;

использованы опубликованные результаты и материалы работ других исследователей в области автоматизации подсчета объемов сыпучих материалов, результатов лазерного сканирования и обработки пространственных данных для сравнительного анализа эффективности разработанной методики;

установлено, что применение разработанного алгоритма фильтрации «скользящим конусом» позволяет практически в два раза повысить точность подсчета объемов сыпучих материалов по сравнению со стандартными методами фильтрации, при условии выполнения нормативных требований к определению данного параметра в соответствии с действующим законодательством;

использованы современные технологии и методы геодезических измерений, фотограмметрической обработки (Agisoft Metashape), программирования (Python) и вычислительной техники, а также экспериментальные данные, полученные в результате выполнения геодезической съемки склада нефтяного кокса.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном выполнении следующих научных исследований:

– выполнении обзора нормативно-технической документации и анализа существующих методов и технологий геодезической съемки и подсчета объемов сыпучих материалов, который показал необходимость разработки новой, более точной и экономически эффективной автоматизированной методики для закрытых складов;

– обосновании и выборе метода обработки пространственных данных, расчете параметров геодезической съемки и разработке собственных IP-камеры «ЛИС-Кам» с последующим их размещением на мостовом грейферном кране;

- разработке методики выполнения автоматизированной геодезической съемки с использованием предложенного измерительного технологического оборудования и математической обработкой результатов измерений разработанным мобильным приложением «Skład» в локальной пространственной системе координат для вычисления объемов сыпучих материалов на закрытых и открытых складах;

- разработке нового алгоритма фильтрации облака точек «скользящим конусом», основанного на геометрических характеристиках сыпучих материалов, и его программной реализации;

- разработке алгоритма автоматизации подсчета объемов сыпучих материалов с определением оптимального размера ячейки сеточной модели поверхности, обеспечивающий требуемую точность определения параметра;

- выполнении экспериментальных исследований по сравнению результатов разработанной методики с данными контрольных геодезических измерений, и наземным лазерным сканированием, а также анализе влияния точности определения позиционирования измерительного технологического оборудования на результаты подсчета объемов сыпучих материалов;

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

В ходе защиты диссертации не были высказаны критические замечания.

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

На заседании 2 июня 2026 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные методические, технические и технологические решения по совершенствованию процесса автоматизированной геодезической съемки с использованием IP-камер, установленных на подъемно-транспортном оборудовании в качестве мобильной платформы, оригинальном алгоритме фильтрации облака точек «скользящим конусом», позволяющие существенно повысить точность и оперативность подсчета объемов сыпучих материалов на складах, что имеет

важное значение для геодезического обеспечения горнодобывающей, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности Российской Федерации, присудить Токину Александру Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.6.22. Геодезия, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

 Хорошилов Валерий Степанович

Ученый секретарь

диссертационного

 Аврунев Евгений Ильич

«2» июня 2026 года.