

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Гура Дмитрия Андреевича на диссертацию Токина Александра Алексеевича на тему «Разработка методики автоматизированной съемки и подсчета объемов сыпучих материалов на складах», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

Актуальность избранной темы

В условиях современного промышленного производства оперативный и точный учет сырьевых ресурсов является ключевым фактором экономической эффективности. Особую сложность представляет учет объемов сыпучих материалов на крытых и закрытых складах, где применение беспилотных летательных аппаратов и стационарных систем сканирования сопряжено с техническими и экономическими трудностями. Предложенный в диссертации подход к автоматизации съемки с использованием существующей инфраструктуры склада — подъемно-транспортного оборудования является практически значимым и актуальным решением, позволяющим закрыть существующий технологический пробел.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обладают высокой степенью обоснованности. Они базируются на глубоком анализе значительного объема отечественных и зарубежных научных трудов в области прикладной геодезии, фотограмметрии и лазерного сканирования, а также на изучении патентной документации и нормативно-технической литературы.

Корректность положений подтверждается строгим математическим аппаратом, включающим теорию математической обработки геодезических измерений, методы дискретной математики и численные методы подсчета объемов. Экспериментальная часть исследования выполнена на реальном производственном объекте — закрытом складе нефтяного кокса — с использованием сертифицированного геодезического оборудования (тахеометр Nikon prl-352) для контроля точности. Сходимость результатов, полученных разработанной методикой, с данными контрольных геодезических измерений и весового учета (в пределах допусков 2%) служит убедительным доказательством обоснованности выносимых на защиту положений.

Вх № 01.05/01/6
ДАТА 17.04.2026

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных результатов не вызывает сомнений и обеспечивается использованием апробированных методов исследований, применением современных программных средств (Agisoft Metashape, AutoCad Civil 3D) для обработки данных, а также значительным объемом экспериментальных данных, полученных в ходе многократных натурных испытаний.

Основные результаты диссертации прошли широкую апробацию, докладывались и обсуждались на всероссийских и международных научных конференциях, включая «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» и «Неделя горняка». По теме диссертации опубликовано 6 научных работ, из которых 3 — в изданиях, рекомендованных ВАК, что подтверждает приоритет и новизну полученных результатов. Также получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, что говорит о практической реализации разработанных алгоритмов.

Научная новизна:

1. Впервые предложено использование подъемно-транспортного оборудования (мостового грейферного крана) в качестве мобильной платформы для размещения комплекса IP камер с целью имитации аэрофотосъемки в условиях закрытых складов, где применение БПЛА невозможно;

2. Разработан новый алгоритм фильтрации облака точек «скользящим конусом», основанный на учете геометрических характеристик сыпучих материалов (угла естественного откоса), что позволило повысить точность выделения релевантной поверхности по сравнению со стандартными методами;

3. Установлена и количественно оценена зависимость между ошибками определения координат центров фотографирования в точках начала и конца маршрута и результирующей ошибкой подсчета объемов, что вносит вклад в теорию оценки точности фотограмметрических методов.

Теоретическая и практическая значимость исследований

Теоретическая значимость исследований заключается в развитии методов интеграции фотограмметрии и мобильных платформ для задач инженерной геодезии, а также в создании новых алгоритмов обработки пространственных данных, адаптированных под специфику сыпучих материалов.

Практическая значимость исследований заключается в том, что разработанная и апробированная система позволяет в автоматическом режиме выполнить съемку, получить

точные данные об объемах сырья, сформировать отчет и направить его пользователю. Это позволяет перейти от эпизодических замеров к оперативному мониторингу, что крайне важно для логистики и управления запасами. Система масштабируема и может быть адаптирована для многих предприятий нефтеперерабатывающей, угольной, строительной и других отраслей.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, отражает ее основные идеи, научную новизну, практическую значимость и выводы. Структура и оформление автореферата отвечают установленным требованиям.

Замечания и вопросы:

1. В работе убедительно показано, что система не может учитывать объем под железнодорожным полотном, и вводится усредненная поправка. Возникает вопрос: как предлагается контролировать возможные изменения этого «неизвлекаемого» объема со временем?

2. Хотя автором разработана собственная камера, в диссертации отсутствует детальный сравнительный анализ стоимости внедрения всей системы в сравнении с альтернативными решениями на базе серийного оборудования. Такой анализ усилил бы обоснование экономической эффективности разработки.

3. В работе обоснован выбор угла наклона камер в 30° от вертикали и количество камер (6 штук). Однако отсутствует анализ чувствительности результатов к изменению этих параметров. Не до конца ясно, проводилось ли исследование по определению оптимального угла или минимально необходимого количества камер, обеспечивающего требуемую точность при различных конфигурациях склада. Демонстрация того, что выбранная конфигурация является оптимальной, а не одной из возможных, добавила бы веса предложенным техническим решениям.

4. На рисунке 3.4 представлена схема фильтрации, но из описания не совсем ясно, каким образом программно выбираются оптимальные параметры конуса (высота H и радиус R) для всего множества точек, особенно при сильно пересеченном рельефе поверхности.

Указанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общего высокого уровня выполненного исследования.

Заключение

Диссертационное исследование Токина Александра Алексеевича на тему «Разработка методики автоматизированной съемки и подсчета объемов сыпучих материалов на складах» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научно-технической задачи — повышение точности и оперативности учета сыпучих материалов на складах закрытого типа путем автоматизации геодезических съемок и обработки данных, имеющей важное значение для развития методов автоматизации в прикладной геодезии и маркшейдерском деле.

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям установленным пунктом 9 «Положение о присуждении учёных степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а её автор, Токин Александр Алексеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

Официальный оппонент,
канд техн. наук, доцент

10.04.2026

Ученый секретарь
Ученого совета



Гура Дмитрий Андреевич

Гончар Виктория Викторовна

Информация об оппоненте:

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»

Структурное подразделение: кафедра кадастра и геоинженерии

Должность: доцент

Почтовый адрес: 350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2, корп. В, каб. 207

Телефон: +7 (861) 239-56-18

Электронная почта: gda-kuban@mail.ru

Шифр специальности, по которой защищена кандидатская диссертация оппонента: 1.6.22. Геодезия.