

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Токина Александра Алексеевича на тему:
«Разработка методики автоматизированной съемки и подсчета объемов сыпучих материалов на складах», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22. Геодезия.

Проблематика диссертационного исследования Токина А.А. лежит на стыке прикладной геодезии, фотограмметрии и автоматизации технологических процессов. В условиях цифровой трансформации промышленности особую значимость приобретают разработки, позволяющие интегрировать геодезические методы в общую систему управления предприятием. Склады сыпучих материалов, являясь объектами повышенной опасности и сложности для выполнения геодезических работ, долгое время оставались «белым пятном» в контексте полной автоматизации учета запасов.

Предложенная автором концепция использования подъемно-транспортного оборудования в качестве мобильной платформы для размещения съемочной аппаратуры представляет собой нетривиальное решение, расширяющее границы применимости фотограмметрического метода. Данный подход позволяет преодолеть ограничения, присущие как классическим геодезическим методам (высокая трудоемкость, необходимость присутствия персонала на объекте), так и современным методам с использованием БПЛА (невозможность применения в закрытых помещениях, требования безопасности).

Научная новизна и теоретический вклад

В ходе диссертационного исследования автором получены результаты, обладающие несомненной научной новизной:

1. Разработана методика автоматизированной съемки с использованием IP-камер, установленных на подвижном подъемно-транспортном оборудовании. В отличие от существующих подходов, предполагающих стационарное размещение камер или использование специализированных носителей, предложенное решение интегрировано в существующий технологический процесс, что исключает необходимость создания дополнительной инфраструктуры и минимизирует затраты на внедрение.

2. Предложен алгоритм фильтрации облака точек «скользящим конусом» (стр. 16–17), основанный на использовании угла естественного откоса сыпучего материала α . С теоретической точки зрения данный алгоритм представляет собой адаптацию методов морфологической фильтрации к объектам с известными геометрическими свойствами поверхности. Введение параметра α в качестве критерия отбора позволяет перейти от универсальных статистических методов фильтрации к методам, учитывающим физическую природу объекта измерений. Это направление представляется перспективным для дальнейшего развития: возможно создание библиотеки эталонных углов для различных типов сыпучих материалов и их комбинаций.

3. Установлена количественная зависимость между ошибками определения координат центров фотографирования в опорных точках и ошибками подсчета объемов (рисунок 10). Полученная зависимость имеет не только прикладное, но и теоретическое значение, так как позволяет формализовать требования к точности систем позиционирования мобильных платформ для фотограмметрической съемки. Автором показано, что при ошибках позиционирования в пределах ± 10 см погрешность

Вх № 01.05/01/2
ДАТА 01.04.2026

определения объема не превышает 2%, что может служить основой для разработки технических требований к подобным системам.

Методическая проработка и обоснованность результатов

Методологическая база исследования заслуживает отдельной положительной оценки. Автором корректно применены:

- методы теории ошибок для анализа точности определения объемов;
- методы дискретной математики и вычислительной геометрии для разработки алгоритма фильтрации;
- численные методы (метод призм) для подсчета объемов по регулярной сетке;
- методы сравнительного анализа для верификации результатов.

Реализация разработанных алгоритмов в виде программного обеспечения (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2024617179) и создание аппаратного прототипа камеры «ЛИС-Кам» (стр. 12) свидетельствуют о высоком уровне проработки технической составляющей работы. Проведенные калибровочные мероприятия, выбор оптимальных параметров съемки (продольное и поперечное перекрытие, частота съемки, скорость движения крана) демонстрируют системный подход к решению поставленных задач.

Достоверность и апробация

Достоверность полученных результатов подтверждается:

- значительным объемом экспериментальных данных (180 снимков, полученных шестью камерами);
- сопоставлением результатов с данными наземного лазерного сканирования, выполнявшегося на том же объекте;
- сравнением с весовым учетом по серии измерений;
- апробацией на авторитетных научных форумах, включая Международную выставку и научный конгресс «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» (2024, 2025), XXXIII Международный научный симпозиум «Неделя горняка – 2025» (Москва), МАЙНЕКС Дальний Восток – 2025 (Магадан).

Публикационная активность соискателя соответствует требованиям: 3 статьи в рецензируемых изданиях из перечня ВАК, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Замечания и предложения

При общей положительной оценке работы хотелось бы обратить внимание на следующие аспекты:

1. Почему на кране камеры располагаются только вперед и назад? Вертикальное расположение камер улучшило бы перекрытие снимков и точность определения точек поверхности склада.
2. Можно ли применять эту методику съемки на открытых складах с козловыми кранами?
3. Какими средствами можно было бы повысить точность позиционирования камер при съемке?


Указанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационного исследования, носят рекомендательный характер и могут быть учтены как при доработке методики, так и при планировании дальнейших исследований в данном направлении.

Заключение

Диссертационная работа Токина Александра Алексеевича «Разработка методики автоматизированной съемки и подсчета объемов сыпучих материалов на складах» является самостоятельным, завершенным научно-квалификационным исследованием, содержащим решение актуальной научно-технической задачи, имеющей существенное значение для развития геодезического обеспечения промышленных объектов.

Работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.22 – Геодезия.

Декан факультета
базовой подготовки
ФГБОУ ВО «НГУАДИ», к. т. н.

 _____ Соболева Е. Л.

«28» марта 2026 г.

Соболева Екатерина Леонидовна
кандидат технических наук, доцент
Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова»
Должность: декан факультета базовой подготовки
Почтовый адрес: 630099, Россия, г. Новосибирск. Красный проспект, д. 38
Телефон: + 7 (913) 740-13-22
Электронная почта: e.l.soboleva@mail.ru
Шифр специальности, по которой защищена диссертация рецензента: 1.6.22 «Геодезия».

Подпись  заверяю

Начальник Управления
кадровой политики





