

## **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.

### **Актуальность темы исследования**

В деятельности любого промышленного предприятия, связанного с переработкой и хранением сыпучих материалов (нефтепереработка, металлургия, горнодобывающая отрасль), задача оперативного и точного учета складских запасов является одной из ключевых. Традиционно применяемые геодезические методы — тахеометрическая съемка, наземное лазерное сканирование — обеспечивают необходимую точность, однако требуют значительных временных затрат, привлечения квалифицированных специалистов и не всегда позволяют выполнять измерения с требуемой периодичностью. Применение беспилотных летательных аппаратов в крытых складских помещениях часто ограничено по соображениям безопасности и отсутствия спутникового сигнала.

Разработанная автором методика автоматизированной съемки с использованием IP-камер, установленных на штатном подъемно-транспортном оборудовании, позволяет решить указанные проблемы. Предложенный подход не требует остановки производственного цикла, исключает присутствие персонала в опасной зоне и обеспечивает получение результатов в режиме, близком к реальному времени. Считаю тему диссертационного исследования безусловно актуальной и имеющей высокую практическую востребованность.

### **Обоснованность научных положений и достоверность результатов**

В ходе выполнения диссертационного исследования автором проведен значительный объем экспериментальных работ на действующем складе нефтяного кокса. Созданный аппаратный комплекс (6 IP-камер «ЛИС-Кам») прошел промышленную апробацию в реальных условиях эксплуатации при температурном диапазоне, вибрационных нагрузках и высокой запыленности, что подтверждает обоснованность выбранных технических решений.

Вх № 01.05/01/9  
Дата 24.04.2026

Особого внимания заслуживает комплексный подход к оценке достоверности результатов. Автором выполнено сопоставление данных автоматизированной системы с тремя независимыми источниками:

- наземное лазерное сканирование;
- традиционные геодезические замеры;
- весовой учет по серии измерений.

Сходимость результатов (отклонения преимущественно в пределах 2–8%) подтверждает высокую достоверность разработанной методики и возможность ее использования для целей складского учета.

### **Научная новизна и практическая значимость**

Практическая значимость работы, на мой взгляд, является ее основным достоинством. Внедрение разработанной системы позволило достичь следующих результатов:

- Сокращение времени измерений. Полный цикл съемки склада (получение снимков с шести камер при движении крана) занимает около 3 минут 20 секунд. Обработка данных выполняется автоматически без участия оператора. По сравнению с традиционными методами (лазерное сканирование — 3–4 часа, тахеометрическая съемка — 4–5 часов) трудоемкость снижена на порядок.
- Повышение безопасности работ. Отсутствует необходимость выхода персонала в зону действия грейферного крана и на поверхность штабелей сыпучих материалов, что исключает риск травматизма.
- Оперативность получения информации. Результаты подсчета объемов формируются в виде автоматической справки и направляются на электронную почту ответственных лиц. Это позволяет принимать управленческие решения по движению сырья в режиме реального времени.
- Точность, соответствующая нормативным требованиям. Отклонения от весового учета по прокаленному нефтяному коксу составили от -0,3% до +1,9% (таблица 3), что находится в пределах допустимых значений для данного типа материалов.

С научной точки зрения интерес представляет разработанный алгоритм фильтрации облака точек «скользящим конусом». В отличие от универсальных фильтров, применяемых в коммерческом программном обеспечении, данный алгоритм учитывает физические свойства сыпучего материала (угол естественного откоса), что обеспечивает более корректное удаление шумов и сохранение геометрии поверхности.

### **Замечания по автореферату**

В процессе ознакомления с авторефератом возникли следующие вопросы и замечания:

- 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? 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 надир?

Указанные замечания носят уточняющий характер и не влияют на общую высокую оценку выполненной работы. Они могут быть учтены при подготовке методических рекомендаций для тиражирования системы на других предприятиях.

### **Заключение**

Диссертационная работа Токина Александра Александровича представляет собой завершенное научно-квалификационное исследование, выполненное на высоком техническом уровне. Разработанная методика автоматизированной съемки и подсчета объемов сыпучих материалов прошла успешную промышленную апробацию и может быть рекомендована к внедрению на предприятиях различных

отраслей промышленности, имеющих в своем составе склады сыпучих материалов с подъемно-транспортным оборудованием.

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.

Даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их обработку.

**Сведения о оппоненте:**

Абрамян Георгий Оникович

кандидат технических наук, доцент

Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Структурное подразделение: Горный институт, кафедра геологии и маркшейдерского дела

Должность: доцент

Почтовый адрес: Россия, Москва, Ленинский проспект, 4, стр.1

Телефон: +7 499 230-24-85

Электронная почта: abramyan.go@misis.ru

Шифр специальности, по которой защищена кандидатская диссертация: 2.8.3

*Доцент кафедры*

*Геологии и маркшейдерского дела*

*НИТУ МИСИС, к. т. н.*



*Абрамян Георгий Оникович*

*«02» апреля 2026 г.*



Подпись  
заверяю  
Зам. начальника  
отдела кадров

*Абрамян Г.О.*



Кузнецова А.Е.

*«02» 04 2026 г.*