

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о соискателе Александрове Александре Александровиче и его диссертации на тему: «Информационно-измерительная система идентификации деталей на конвейерной линии на основе лазерного 3D-сканирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11 Информационно-измерительные и управляющие системы

В 2023 году соискатель Александров А.А. с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) с присвоением степени «Магистр» по направлению «Информатика и вычислительная техника».

С 2023 по 2026 год являлся аспирантом кафедры 307 «Цифровые технологии и информационные системы» МАИ. В качестве направления для исследования соискатель выбрал тему, связанную с улучшением характеристик информационно-измерительных систем идентификации деталей на производственной линии в составе систем бесконтактного контроля с использованием устройств лазерного 3D-сканирования.

С 2023 года по совместительству работает в научно-исследовательском отделе (НИО-307) МАИ в должности инженера.

Александров А.А. проявил себя целеустремленным исследователем, способным самостоятельно проводить комплексный анализ, ставить и решать сложные научные задачи в области проектирования и технологии контроля изделий на производственных линиях. В частности, **принимал активное участие в научных работах**, связанных с разработкой и исследованием методов контроля:

- «Разработка автоматизированного комплекса бесконтактного контроля геометрических параметров деталей» шифр «Автоконтроль». Заказчик АО «СМЗ», 2023–2024;
- «Разработка и исследование моделей, методов, алгоритмов и создание цифровых сервисов проектирования и использования БЛА

для решения задач доставки грузов в труднодоступные районы нашей страны и повышения аэромобильности населения», государственное задание Минобрнауки России, номер темы FSFF-2023-005, 2023-2025.

Актуальность выбранной темы.

Повышение требований к увеличению объемов выпуска и номенклатуры машиностроительных производств требует новых подходов к автоматизации технологических процессов, в частности, идентификации деталей, находящихся на конвейере.

Несмотря на большое количество способов идентификации деталей, однако, из-за многономенклатурности машиностроительных производств внедрение большинства из этих способов или крайне затруднено или не устраивает по точности и времени работы. В связи с этим разработка методик идентификации, которые позволят решить указанные проблемы, остается актуальной.

В диссертационной работе получен ряд **новых научных результатов**:

1. Разработана методика эмуляции системы лазерного сканирования детали, движущейся по конвейеру, позволяющая воспроизводить структуру облака точек реального сканирования, отличающаяся возможностью воспроизведения ошибок, связанных с обработкой изображений луча лазера на поверхности детали без необходимости отрисовки всей сцены сканирования.

2. Разработан новый дескриптор Laser Scanner Feature Histogram (LSFH), предназначенный для информационно-измерительной системы лазерного 3D-сканирования, отличающийся расчетом средней точки по параметрам объектно-ориентированного ограничивающего параллелепипеда и вводом дополнительной компоненты дескриптора, основанной на геометрических параметрах детали, и позволяющий осуществлять идентификацию детали сложной формы по набору облаков точек, полученных с разных ракурсов.

3. Разработана методика формирования эталонных дескрипторов по цифровым моделям деталей для информационно-измерительных систем контроля на конвейерных линиях, основанная на построении карты

дескрипторов LSFH и её последующей кластеризации, отличающаяся адаптивным выбором числа значимых дескрипторов в зависимости от геометрической сложности детали и отсутствием необходимости проведения натурного сканирования эталонных образцов.

4. Предложена методика идентификации детали в составе информационно-измерительной системы на основе голосования по нескольким дескрипторам LSFH, вычисленным для двух и более ракурсов сканирования, отличающаяся совместным использованием метрик соответствия дескриптора и габаритных параметров детали и обеспечивающая повышение точности идентификации до уровня, близкого к 0,996.

Практическая значимость работы состоит в том, что:

1. Разработанная методика эмуляции системы лазерного сканирования позволяет получить облако точек, отличающееся от облака точек с реального устройства сканирования не более чем на 10%, что позволяет подобрать оптимальную конфигурацию параметров в алгоритмах путем тестирования на большом количестве различных деталей и различных конфигурациях систем сканирования без необходимости проведения реального сканирования.

2. Разработанный дескриптор, адаптированный под систему контроля с использованием устройств лазерного сканирования, а также методика идентификации с использованием разработанного дескриптора позволяют идентифицировать детали различного размера и сложной формы по облаку точек, с точностью 0,996 на тестовом наборе деталей с возможностью повышения точности путем увеличения ракурсов сканирования.

3. Разработанная методика формирования эталонных дескрипторов позволяет сократить число эталонных дескрипторов, используемых в процессе идентификации, что сокращает время идентификации детали.

4. Разработанное программное обеспечение для эмуляции лазерного сканирования, позволяющее получить облака точек по заданным параметрам устройства сканирования, а также программное обеспечение для идентификации детали, которое позволяет идентифицировать деталь по ее облаку точек, обеспечивают возможность внедрения разработанных методик для повышения точности идентификации.

По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 5 в рецензируемых изданиях Перечня ВАК РФ по специальности 2.2.11., 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, 1 патент на полезную модель.

Результаты работы внедрены в ООО «ЦПР РТСофт», использованы в Московском авиационном институте при выполнении государственного задания Минобрнауки России.

Александров А.А. является квалифицированным специалистом в области проектирования систем бесконтактного контроля деталей на производственных линиях. Диссертационная работа Александрова А.А. написана на высоком научно-техническом уровне и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа соискателя Александрова А.А. достойна рассмотрения диссертационным советом 24.2.327.12 при Московском авиационном институте с целью её защиты Александровым А.А. на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы.

Научный руководитель, кандидат
технических наук, доцент, заведующий
кафедрой 307 «Цифровые технологии и
информационные системы», МАИ

4.04.2026

Ф.В. Васильев

Подпись Васильева Ф.В. заверяю,
Заместитель начальника отдела кадров
МАИ



М.А. Иванов