

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 32.1.008.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЙ» (ФГБУ «ВНИИОФИ») ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 14.05.2025 № 2-25

О присуждении Рощину Дмитрию Александровичу ученой степени доктора технических наук.

Диссертация **«Комплексная видеограмметрическая система компьютерного зрения для контроля геометрических параметров железнодорожного пути»** по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы принята к защите 19 декабря 2024 г. (протокол заседания № 1-24) диссертационным советом 32.1.008.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, 119361, г. Москва, ул. Озерная, 46, приказ о создании диссертационного совета № 577/нк от 11.06.2024.

Соискатель – **Рошин Дмитрий Александрович**, 27 октября 1983 года рождения.

В 2008 году окончил Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Повышение точности бесконтактного контроля геометрических параметров объектов машиностроения на основе пространственной цифровой обработки изображений» защитил в 2011 году в диссертационном совете, созданном на базе ФГБОУ ВПО «Московский государственный технологический университет "СТАНКИН"», работает старшим научным сотрудником в ФГБУ «Научно-исследовательский испытательный центр Железнодорожных войск» Министерства обороны Российской Федерации.

Диссертация выполнена в отделе системных исследований перспектив развития техники Железнодорожных войск ФГБУ «НИИЦ ЖДВ» Минобороны России при научной методической поддержке ФГБУ «Всероссийский НИИ оптико-физических измерений» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Научный консультант – доктор технических наук, **Сахаров Константин Юрьевич**, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский

институт оптико-физических измерений», научная лаборатория генерирования и измерения параметров электромагнитных импульсов, начальник.

Официальные оппоненты:

- **Бусурин Владимир Игоревич**, доктор технических наук, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Системы автоматического и интеллектуального управления», профессор;

- **Соколов Сергей Михайлович**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН», главный научный сотрудник;

- **Щербаков Владимир Васильевич**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», кафедра «Инженерная геодезия», заведующий,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» Федерального агентства железнодорожного транспорта, г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Брынem Михаилом Ярославовичем, профессором, доктором технических наук, заведующим кафедрой инженерная геодезия, утвержденном первым проректором – проректором по научной работе ФГБОУ ВО ПГУПС, доктором технических наук, профессором Титовой Тамилой Семеновной, указала на актуальность темы диссертационного исследования, значимость результатов, а также достоверность и обоснованность выводов, полученных в диссертации. Результаты диссертационной работы могут быть использованы при строительстве новых железнодорожных участков (объектов) в ходе проведения инженерно-геодезических изысканий и топографической съемки местности, включая съемку искусственных сооружений. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические решения по разработке видеограмметрической системы компьютерного зрения и технологические решения по ее использованию, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие теории и практики информационно-измерительных и управляющих систем, геодезии, железнодорожной отрасли и страны.

Соискатель имеет 97 опубликованных работ по теме диссертации из них 32 публикации в изданиях из перечня ВАК, 33 тезисов докладов на научно-технических конференциях, 12 патентов на изобретения, 12 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Roshchin, D.A. Increasing the efficiency of systems for the detection of the contours of parts on the basis of Hough's transformation / D.A. Roshchin // Measurement Techniques. – 2012. – Vol. 54. – No 12. – P. 1357-1364.

2. Roshchin, D.A. Improving the Accuracy of Forming a Digital Terrain Model Along a Railway Track / D.A. Roshchin // Measurement Techniques. – 2021. – Vol. 64. – No 2. – P. 100-108.

3. Roshchin, D.A. Loading of Tracked Vehicles under their Own Power on a Trailer under the Control of a Machine Vision System / D.A. Roshchin // Measurement Techniques. – 2022.

4. Roshchin, D.A. Application of a Machine Vision System for Controlling the Spatial Position of Construction Equipment / D.A. Roshchin // Measurement Techniques. 65, – 2022.

5. Рошин, Д.А. Технология видеogramметрического позиционирования рабочего органа строительной техники в задачах автоматизации производства земляных работ / Д.А. Рошин // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2022. – № 12. – С. 27-35.

6. Рошин, Д.А. Калибровка видеogramметрической системы с помощью физического маятника / Д.А. Рошин // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2024. – № 1. – С. 1-9.

7. Рошин, Д.А. Разработка программно-методического комплекса на основе метода главных компонент для системы сопоставления объектов с шаблонами. Метрология. – 2011. – № 7. – С. 3-11.

8. Рошин, Д.А. Повышение эффективности систем распознавания контуров деталей на основе преобразования Хафа / Д.А. Рошин // Метрология. – 2011. – № 10. – С. 35-45.

9. Рошин, Д.А. Классификация и представление образов деталей машиностроения с помощью системы машинного зрения под управлением SQL Server / Д.А. Рошин // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2011. – Т. 9. – № 12. – С. 111-120.

10. Рошин, Д.А. Оценка возможностей фотокамеры в качестве средства измерения расстояний / Д.А. Рошин // Информационно-измерительные и управляющие системы, № 11, 2016, с. 34-40.

11. Рошин, Д.А. Оценка влияния визуальных признаков визирных целей на вероятность их обнаружения оптико-электронным устройством. Информационно-измерительные и управляющие системы, № 1, 2021, с. 5-13.

12. Рошин, Д.А. Методика применения устройств компьютерного зрения для повышения безопасности движения железнодорожного транспорта / Д.А. Рошин // Информационно-измерительные и управляющие системы, № 11, 2017, с. 47-53.

13. Рошин, Д.А. Способ применения автоматизированной фотограмметрической системы для контроля параметров геометрии рельсовой колеи / Д.А. Рошин // «Информационно-измерительные и управляющие системы», № 7, 2018, с. 23-27.

14. Рошин, Д.А. Способ применения технологии "Лидар" в фотограмметрической координатно-измерительной системе / Д.А. Рошин // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2018. – Т. 16. – № 10. – С. 19-24.

15. Рошин, Д.А. Повышение точности формирования трехмерной модели местности / Д.А. Рошин // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2019, – № 3. – С. 46-53

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечаются актуальность работы, новизна, научная и практическая значимость полученных результатов, вместе с тем отмечены недостатки:

1. Отзыв д.т.н., главного научного сотрудника ИПС имени А.К. Айламазяна РАН, Хачумова В.М.: «При составлении математической модели системы следовало указать величины допустимых отклонений параметров объекта измерений от номинальных значений».

2. Отзыв к.т.н., доцента ООО «Русский Сертификационный Центр», Корниyseва В.В.: «На рисунке 26 автореферата представлены графики параметров геометрии рельсовой колеи, отображающие положение рельсовых нитей в плане и профиле, полученные в процессе движения путеизмерительной тележки с разными погрешностями, находящимися в зависимости от дальности расположения видеограмметрического устройства. Однако на графиках не изображены допустимые отклонения измеренных геометрических параметров от проектных значений».

3. Отзыв д.т.н., профессора ФГБОУ ВО «МАДИ», Савельева А.Г.: «Из рисунка 5 и описания разработанной структурно-функциональной схемы комплексной видеограмметрической системы компьютерного зрения неясно, сколько требуется средств измерений и датчиков для контроля геометрических параметров железнодорожного пути, на каком расстоянии от базовой станции, передающей информацию со спутников и дифференциальные поправки они могут находиться и как они будут опрашиваться».

4. Отзыв д.т.н., профессора ФГАОУ ВО "МГТУ "СТАНКИН" Вороненко В.П.: «Исходя из анализа содержания автореферата непонятно была ли применена теория обучения при разработке видеограмметрической системы компьютерного зрения, о возможности использования которой упоминается в транспортной стратегии РФ до 2030 года. Из автореферата неясно, каким образом осуществляется передача измерительной информации с датчиков на ЭВМ».

5. Отзыв д.т.н., доцента МГТУ им. Н.Э. Баумана Локтева Д.А.: «Судя по рис. 6 (стр. 20 автореферата) в системах контроля используются вычислительные операции, например, для решения уравнений и цифровой обработки видеоизображений. Эти операции обычно требуют некоторого времени, в особенности при использовании цифровых средств, что приводит к запаздыванию в контуре управления. Неясно, исследовалось ли влияние этого запаздывания на точность процессов контроля».

6. Отзыв д.т.н., профессора РУТ (МИИТ) Сладковой Л.А.: «Отсутствует пояснение, как были получены численные значения в элементах матриц, используемых для определения уровня доверия к выборке результатов измерений времени прохождения радионавигационного сигнала по трассе

спутник-приемник. Непонятно, каким образом оценивалась точность результатов обработки измерения модифицированным фильтром Калмана и метода несмещенной оценки времени прохождения радионавигационных спутниковых сигналов».

7. Отзыв д.т.н., ведущего научного сотрудника ФГКУ "ГНИИМЦ ПВ" Абросимова В.К.: «Из автореферата непонятно каким образом и с помощью каких каналов связи осуществляется управление беспилотным летательным аппаратом, предназначенного для мониторинга протяженных участков железных дорог, в условиях частичного или полного отсутствия спутниковых радионавигационных сигналов. Непонятно как определяются другие составляющие погрешности измерения, кроме шумовых и динамических. В разработанном методе дистанционной идентификации визирных целей используются измерения частоты мигания, но о необходимом времени выполнения таких замеров в автореферате информация отсутствует».

8. Отзыв д.т.н., доцента ФГБОУ ВО «СГУГиТ» Комиссарова А.В.: «При исследовании динамики движения затухающих колебаний маятника на нерастяжимой нити не ясно, как определяется величина ускорения свободного падения и декремент затухания маятника (рисунок 10). Из текста автореферата непонятно, как неправильная идентификация визирных целей по частоте мигания окажет влияние на точность определения координат видеограмметрического устройства. По тексту автореферата не совсем корректно применяются термины относящиеся к области фотограмметрии и обработки изображений».

Выбор официальных оппонентов обоснован тем, что оппоненты – признанные специалисты в областях технических и физико-математических наук, имеют научные труды по фундаментальным и прикладным научным исследованиям, связанным с разработкой интеллектуальных информационно-телекоммуникационных систем управления, а также систем управления базами знаний и хранения данных; занимаются разработкой и созданием программно-аппаратных средств, виртуальных моделей объектов, геодезическим обеспечением строительства, реконструкцией и эксплуатацией транспортных и инженерных сооружений, обладают знаниями и навыками применения высокоточного оборудования, построения высокоточных разбивочных сетей для строительства, в том числе спутниковой геодезической аппаратуры. Выбор ведущей организации обоснован тем, что Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I имеет высокий статус научно-образовательного центра, обеспечивающего опережающее развитие и эффективную эксплуатацию транспортных систем и территорий страны.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана научная концепция проектирования комплексной видеограмметрической системы на основе технологии компьютерного зрения с применением радиоэлектронных и оптико-электронных средств измерений, позволившая повысить точность измерений линейных размеров конструкции

земляного полотна и рельсовой колеи с расширением границ применимости полученных результатов, обеспечивающих комплексную оценку технического состояния железнодорожного пути;

- предложен нетрадиционный подход к калибровке видеограмметрической системы с помощью физического маятника, совершающего свободные плоскопараллельные затухающие колебания, позволяющий оценивать зависимость динамической составляющей погрешности системы от угловой скорости объекта измерений;

- доказана перспективность использования видеограмметрической системы в практике для повышения точности координатных измерений и оперативности контроля геометрических параметров железнодорожного пути по сравнению с традиционными средствами контроля;

- введено новое понятие «Видеограмметрическая технология позиционирования», определяющее применение видеограмметрических методов и оптико-электронных устройств для построения локальных систем навигации и позиционирования.

- Теоретическая значимость исследования обоснована доказательствами положений о том, что:

- доказаны научные положения о навигации и позиционировании средств контроля геометрических параметров железнодорожного пути на основе технологии компьютерного зрения, расширяющие границы применимости информационно-измерительных и управляющих систем в условиях неуверенного приема спутниковых радионавигационных сигналов;

- применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс существующих методов системного анализа, фотограмметрии, фазовой дальнометрии, цифровой обработки изображений, имитационного стохастического моделирования;

- изложены аргументы, обосновывающие научный подход к решению проблемы оперативного контроля геометрических параметров строящихся и поврежденных участков железных дорог в условиях частичной или полной недоступности спутниковых сигналов,

- раскрыта новая проблема отсутствия методов и средств контроля для оперативного получения актуальной и достоверной информации о техническом состоянии поврежденных участков железных дорог в условиях быстрого реагирования и неуверенного приема спутниковых радионавигационных сигналов;

- изучены факторы и причинно-следственные связи, влияющие на погрешность измерений видеограмметрической системы;

- проведена модернизация алгоритмов и численных методов расчета усредненного значения времени прохождения спутникового сигнала на скользящем интервале времени наблюдения для повышения точности координатно-временных измерений с помощью спутниковых навигационных систем.

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

- разработаны и внедрены фото-видеограмметрические методы и технические решения на основе технологии компьютерного зрения для оперативного контроля геометрических параметров железных дорог на тракторном заводе ДСТ «Урал». Разработанный программный комплекс для проектирования железных дорог внедрен в научно-практической деятельности ФГБУ НИИЦ «ЖДВ» Минобороны России.

- определены пределы и перспективы практического использования видеограмметрической системы в области неразрушающего контроля объектов железнодорожного транспорта и инфраструктуры;

- создана система практических рекомендаций для применения разработанных фото-видеограмметрических методов и технических решений на основе технологии компьютерного зрения для оперативного контроля геометрических параметров железных дорог;

- представлены рекомендации в диссертации по дальнейшему совершенствованию видеограмметрических систем на основе технологии компьютерного зрения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для экспериментальных работ показана воспроизводимость полученных результатов в различных условиях и высокая степень сходимости с результатами моделирования. Разработанное программное обеспечение апробировано на эталонном комплексе Главного метрологического центра Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли;

- теория построена на классических методах исследования и фундаментальных положениях оптики, подтверждается математическими выводами, результатами экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением программными средств, разработанных на основе современных апробированных методик получения и обработки данных;

- идея базируется на обобщении передового опыта применения путеизмерительных средств и комплексов, предназначенных для мониторинга и диагностики железных дорог;

- использованы сравнения полученных автором экспериментальных данных с результатами современных средств измерений (ГНСС-приемник TRIUMPH-3, тахеометр 6Та2, комплекс с БПЛА «Геоскан-401», путеизмерительная тележка ПТ-12-01).

- установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данным съемки с беспилотных летательных аппаратов и геодезическим измерениям;

- использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, основанные на теории вероятности и математической статистике.

Личный вклад соискателя состоит в:

постановке цели и задач исследования; изобретении новых методов измерений, видеограмметрических систем и устройств; написании программ для ЭВМ; моделировании и проведении экспериментов; обработке и апробации полученных результатов; формулировке выводов и публикации основных результатов исследования. Авторский вклад в публикации основных результатов исследования составляет более 90 % (91 работа опубликована без соавторов).

В ходе защиты диссертации было высказано следующее критическое замечание: о необходимости – при проведении калибровки с помощью маятника – оценки погрешности расчетного значения, принятого за эталонное, и включения её в суммарную формулу для расчета итоговой погрешности.

Соискатель Рощин Д.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и на замечания, полученные в отзывах. С замечанием, высказанным в ходе дискуссии, согласился.

На заседании 14 мая 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Рощину Дмитрию Александровичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 5 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 11, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Заместитель
председателя диссертационного совета



Г.Г. Левин

Ученый секретарь
диссертационного совета

В.Л. Минаев

14.05.2025