

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

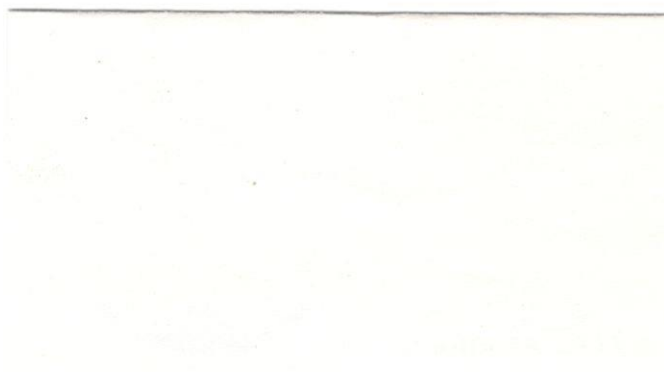
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

УТВЕРЖДАЮ



проректор

сор

това

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I» о диссертационной работе Рощина Дмитрия
Александровича «Комплексная видеограмметрическая система компьютерного
зрения для контроля геометрических параметров железнодорожного пути»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по
специальности 2.2.11. – «Информационно-измерительные и управляющие
системы»

Актуальность избранной темы

Стратегическая программа развития ОАО «РЖД» предусматривает развитие
грузовых маршрутов с обращением тяжеловесных грузовых поездов, введение в
обращение грузовых вагонов с увеличенными нагрузками на ось, расширение
направлений со смешанным движением и увеличение протяженности сети
скоростного и высокоскоростного движения поездов. Все это приводит к
деформативности пути. Определение параметров деформативности с учетом

трендов цифровизации в транспортной отрасли целесообразно осуществлять в реальном времени и с высокой точностью для обеспечения безопасной эксплуатации железнодорожного транспорта. Для решения этой задачи существуют технологии компьютерного зрения, наземное лазерное сканирование, измерения на основе наблюдения спутников спутниковых навигационных систем, фотограмметрические методы.

Сложившееся противоречие между необходимостью совершенствования информационно-вычислительных и управляющих систем и расширением их функциональных возможностей – с одной стороны и отсутствие теоретических исследований по комплексному использованию отмеченных выше технологий для контроля геометрических параметров железнодорожного пути – с другой стороны определяет диссертационную работу Рощина Дмитрия Александровича, посвященную разработке комплексной видеограмметрической системы компьютерного зрения для контроля геометрических параметров железнодорожного пути, как чрезвычайно актуальную.

Содержание работы, соответствие паспорту специальности

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и четырех приложений. Объём диссертационной работы составляет 441 страницу основного машинописного текста, включающего 203 рисунка, 14 таблиц и список использованных источников из 359 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определены цели и задачи исследования, сформулированы научная новизна и практическая ценность полученных результатов, изложены основные положения, выносимые на защиту. Приведены данные об объеме и структуре диссертации.

В первой главе сформулирована концепция разработки видеограмметрической системы компьютерного зрения, которая определяет цель, задачи, основные принципы построения и направления работ, необходимые для её создания. На основе анализа существующих технических средств контроля геометрических параметров железнодорожного пути сформирован технический облик системы и определена наиболее приемлемая конфигурация для достижения поставленной цели исследования.

Во второй главе рассмотрены основные методы измерений геометрических параметров железнодорожного пути на основе различных физических принципов и технических решений. Дается анализ достоинств и недостатков контактных и бесконтактных методов измерений. Рассмотрены основные принципы формирования изображений объектов и методы их компьютерной обработки. Приведена сущность технологии компьютерного зрения, а также методические и технологические основы координатно-временной привязки результатов измерений.

В третьей главе описан процесс проектирования видеограмметрической системы компьютерного зрения на основе блочно-иерархического подхода, позволяющего разделить процесс проектирования на виды выполняемых работ с учетом функционального алгоритмического, конструкторского и технологического аспектов. Для каждого вида работ производилось структурирование модельного и математического описания видеограмметрической системы путём разделения ее на ряд иерархических уровней по степени детальности отображения свойств и отдельных элементов системы. Также приведены оптические методы, разработанные для обнаружения, распознавания и идентификации объектов по визуальным признакам. В частности, приводятся методы для идентификации визирных целей активного типа по частоте мигания.

В четвертой главе описываются технические решения на основе применения технологии компьютерного зрения, разработанные автором в целях контроля геометрических параметров железнодорожного пути. Приводятся результаты имитационного моделирования и натурных экспериментов, позволяющие оценить эффект от применения разработанной комплексной видеограмметрической системы в целях контроля геометрических параметров железнодорожного пути.

В пятой главе проводится метрологический анализ разработанной видеограмметрической системы компьютерного зрения. Определяются составляющие погрешности результатов измерений и оцениваются погрешности данной системы при определении геометрических параметров железнодорожного пути. Приведены результаты сравнительной оценки погрешности сегментов видеограмметрической системы и средств измерений утвержденного типа.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.2.11. «Информационно-измерительные и управляющие системы» по пунктам 1, 2, 3, 4, 7 и 8.

Научная новизна

В ходе исследований автором впервые были выявлены особенности пространственно-распределенных видеограмметрических систем и обобщены подходы для их проектирования на основе технологии компьютерного зрения. Была сформирована концепция проектирования комплексной видеограмметрической системы компьютерного зрения на элементной базе радиоэлектронных и оптико-электронных средств измерений утвержденного типа. Разработаны методы: фильтрации шумов матричного фотоприемника; калибровки видеограмметрической системы; построения трехмерных панорамных изображений объектов и цифровых трехмерных моделей участка железнодорожного пути; определения координат точек на местности, находящихся вне зоны прямой оптической видимости видеограмметрической системы; определения пространственного положения рабочих органов дорожно-строительных машин в локальной системе координат; контроля параметров геометрии рельсовой колеи.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

- Анализом научной литературы в количестве 359 наименований;
- Докладами результатов исследований на 33 международных и национальных научно-практических конференциях;
- Получением 11 патентов на изобретения, в том числе таких: способ определения параметров рельсовой колеи и система для его осуществления; способ построения трехмерной модели местности вдоль полотна железнодорожного пути; устройство для панорамной пространственной фотосъемки;
- Представлением 12 свидетельств о государственной регистрации программы на ЭВМ, в том числе таких: программа для расчета параметров геометрии рельсовой колеи с помощью фотограмметрической системы; программа для определения характеристик гармонических колебаний маятника; программа для создания панорамных пространственных изображений.

Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования

Достоверность полученных результатов исследования обеспечивается исходными теоретико-методологическими положениями, составом выбранных методов исследования, отвечающим целям и задачам диссертации, а также тщательной апробацией полученных результатов в рамках практического применения предлагаемых методов, моделей, алгоритмов и системы.

Теоретическая и практическая значимость исследований

Теоретическая значимость работы состоит в разработке информационно-измерительных систем, позволяющих повысить эффективность процессов контроля геометрических параметров железнодорожного пути. Разработаны теоретические основы повышения точности цифровых моделей железнодорожного пути и прилегающей территории с помощью технологий компьютерного зрения, лазерного сканирования и координатных измерений по сигналам спутников глобальных навигационных спутниковых систем. Исследована проблема операционного контроля геометрических параметров земляного полотна железной дороги посредством позиционирования рабочего органа строительной техники в процессе производства земляных работ, что, в конечном итоге, способствует повышению безопасности, качества и скорости их выполнения. Разработан комплекс программного обеспечения, предназначенный для обработки результатов сравнения шкал времени с помощью сигналов времени и частоты, передаваемых космическими аппаратами.

Практическая значимость работы заключается в создании архитектурных, алгоритмических и программных решений, нашедших применение при разработке комплексной видеограмметрической системы для контроля геометрических параметров железнодорожного пути и подтверждается внедрением полученных результатов в технические средства, программы и комплексы, предназначенные для мониторинга и диагностики железнодорожных путей, высокоточной оценки объемов грунта при строительстве (восстановлении) земляного полотна железной дороги, а также автоматизированного управления строительной и специальной техники.

Основные научные результаты диссертации, на которых базируются перечисленные внедрения, получены лично автором в процессе: создания и

обучения интеллектуальных систем автоматического управления спецтехникой, исследования комплексов с беспилотными летательными аппаратами, разработки моделирующих комплексов для проектирования железных дорог, исследования аддитивных технологий для обоснования разработки перспективных образцов железнодорожной техники, разработки имитационных моделей технологических процессов восстановления железнодорожных объектов, оптимизации производственных процессов сооружения верхнего строения пути, разработки программно-аппаратного комплекса и интегрированной информационно-вычислительной среды центра коллективного доступа. Данные работы выполнялись в рамках реализации национального проекта «План комплексной модернизации и расширения магистральной инфраструктуры» до 2024 года.

Публикации, апробация работы и личное участие автора

В процессе подготовки диссертации опубликовано 97 печатных работ, отражающих основное содержание диссертации, в том числе, 33 публикации в журналах и сборниках, входящих в перечень рекомендуемых ВАК (из них 30 без соавторов), и 4 в изданиях, индексируемых Web of Science и/или Scopus (из них 4 без соавторов), 31 статья в сборниках докладов всероссийских и международных конференций (из них 29 без соавторов). Получены свидетельства о государственной регистрации 12 изобретений и 12 программ для ЭВМ (из них 22 без соавторов).

Основные положения и материалы диссертационной работы представлялись и обсуждались на 3-х вузовских семинарах (ИПИМ РАН, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ВолгГТУ), на которых была дана положительная оценка научной и практической значимости результатов диссертационного исследования. Все основные теоретические результаты, определяющие научную новизну, получены автором лично.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных 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. Разработанные методы и технические

решения позволяют существенно облегчить решение задач, направленных на выявление: особенностей рельефа местности; состояния транспортных коммуникаций; наличия естественных препятствий; характера водных преград и условий их преодоления; районов разрушений, пожаров и затоплений, возможных путей их преодоления (обхода); местных ресурсов, которые могут быть использованы для выполнения строительно-восстановительных работ на железных дорогах.

Замечания по диссертационной работе

1. Во введении на стр. 24 диссертации не совсем ясно, что подразумевается под повышением качества железных дорог – уменьшение отступлений геометрических параметров от проектных значений или качество используемых материалов для изготовления верхнего и нижнего строений железнодорожного пути.

2. На рисунке 4.1 диссертации представлена классификация измерительных технологий по области технических наук, вводящие новые определения для «оптико-электронных» и «радиоэлектронных» технологий измерений, однако в нормативной документации уже представлены различные классификации такого рода. В диссертации не указано, являются ли данные определения вновь введенным или авторскими.

3. Согласно предлагаемым в диссертационной работе подходам и техническим решениям, используется достаточно большое количество данных для оценки технического состояния железных дорог, однако не указано является ли разработанная комплексная видеограмметрическая система централизованной и как осуществляется обмен данными между сегментами этой системы, а также каким образом обеспечивается передача данных в условиях частичного или полного отсутствия радионавигационных сигналов.

4. В главе 3 на стр. 196 указано, что для определения времени прохождения спутникового сигнала ГНСС применяется опорный генератор сигналов времени и частоты. При этом в приложении Г на стр. 465 представлено свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ «Программа для формирования шкалы времени группового хранителя частоты», которое включено в раздел основных публикаций по теме диссертации. Однако, в диссертации не описано для чего данная программа используется.

5. В главе 4 на страницах 268 – 271 приводится решение частной задачи, связанной с контролем видеограмметрической системой параметров погрузки на грузовую платформу дорожно-строительной машины, что напрямую не относится к теме диссертационного исследования, направленной на обеспечение контроля геометрических параметров железнодорожного пути, а имеет отношение к автоматизации технологических операций, выполняемых дорожно-строительными машинами.

6. В главе 4 на стр. 296 приведена сравнительная таблица оперативности применения разработанных в диссертационной работе сегментов видеограмметрической системы для контроля геометрических параметров железнодорожного пути относительно существующих средств контроля, однако не указано каким образом оценивалась оперативность применения разработанных сегментов системы.

Заключение

Диссертационная работа Рощина Дмитрия Александровича на тему «Комплексная видеограмметрическая система компьютерного зрения для контроля геометрических параметров железнодорожного пути» 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.

Диссертация соответствует всем требованиям (п. 9, 13, 14), предъявляемым к докторским диссертациям согласно «Положению о присуждении учёных степеней», утверждённому Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г, а её автор, Рошин Дмитрий Александрович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.2.11. – «Информационно-измерительные и управляющие системы».

Отзыв о диссертации Рощина Дмитрия Александровича обсужден на расширенном заседании кафедры «Инженерная геодезия» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I», протокол № 1 от «10» марта 2025 года.

Присутствовали:

Сотрудники кафедры «Инженерная геодезия» ФГБОУ ВО ПГУПС:
заведующий кафедрой д.т.н, профессор Брынь М.Я., д.т.н., профессор Анисимов
В.А., к.т.н., доцент Афонин Д.А., к.т.н., доцент Канахин Н.В., к.т.н., доцент Козин
Е.В., к.т.н., доцент Лобанова Ю.В., к.т.н., доцент Меркушева В.С., к.т.н., доцент
Никитчин А.А.

Приглашенные:

заведующий кафедрой «Информационные и вычислительные системы»,
д.т.н., профессор Ермаков С.Г., д.т.н., профессор Хомоненко А.Д. – профессор
кафедры «Информационные и вычислительные системы».

Результаты голосования: «за» – 8 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0
чел.

Заведующий кафедрой «Инженерная геодезия»

доктор технических наук

Брынь Михаил Ярославович

Секретарь заседания

кандидат технических наук

Лобанова Юлия Васильевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I», кафедра «Инженерная геодезия».

Почтовый адрес: 190031, г. Санкт - Петербург, Московский пр., д. 9.

Официальный сайт: pgups.ru.

e-mail: geo@pgups.ru.

Тел.: (812) 436-97-99.

Я, Титова Тамила Семеновна, даю согласие на включение своих персональных
данных в документы, связанные с работой диссертационного Совета и их
дальнейшую обработку

Титова Тамила Семеновна

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

**«Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 190031
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21
E-mail: dou@pgups.ru; <http://www.pgups.ru>
ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,

ИНН 7812009592/ КПП 783801001

Председателю диссертационного
совета

32.1.008.01

шифр дис.совета

при ФГБУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт оптико-
физических измерений»

д.т.н. Крутикову В.Н.

05.02.2025 № 005.01.6-474/14

На № 48-7/376 от 27 января 2025

Г
О согласии выступить
ведущей организацией

Уважаемый Владимир Николаевич!

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» сообщает о своем согласии выступить в качестве ведущей организации по диссертации Рощина Дмитрия Александровича на тему: «Комплексная видеограмметрическая система компьютерного зрения для контроля геометрических параметров железнодорожного пути», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.2.11 «Информационно-измерительные и управляющие системы».

1	Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»
2	Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	ФГБОУ ВО ПГУПС
3	Ведомственная принадлежность	Федеральное агентство железнодорожного транспорта

4	Место нахождения	г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9
5	Руководитель организации ФИО, ученое звание, ученая степень	Валинский Олег Сергеевич, кандидат технических наук
6	Полный почтовый адрес организации	190031, Северо-Западный федеральный округ, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9
7	Веб-сайт	http://www.pgups.ru
8	Телефон	+7 (812) 315-26-21
9	Адрес электронной почты	dou@pgups.ru

Список основных публикаций ведущей организации по теме диссертации соискателя за последние 5 лет (не более 15 публикаций):

1. Большаков, М. А. Автоматическая генерация пайплайнов для детектирования событий в системах проактивного мониторинга сложных систем / М. А. Большаков, А. Д. Хомоненко, В. А. Ходаковский // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2024. – № 12. – С. 48-59.
2. Афонин, Д. А. Геодезический контроль вертикальных деформаций инженерных сооружений на основе комбинации методов геометрического и тригонометрического нивелирования / Д. А. Афонин, Н. В. Канашин // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий) – 2024. – № 1. – С. 6-16.
3. Использование суперкомпьютеров для анализа данных об информационной безопасности / С. Е. Ададуров, И. В. Котенко, И. Б. Саенко, А. П. Глухов // Автоматика, связь, информатика. – 2024. – № 11. – С. 14-17.
4. Плеханов, П. А. БПЛА на службе железнодорожного транспорта / П. А. Плеханов, Д. Н. Роевков // Автоматика, связь, информатика. – 2023. – № 9. – С. 13-16.
5. Горбачев, А. М. Современные тенденции развития автоматизированных систем управления городским транспортом / А. М. Горбачев, П. А. Василенко // Автоматизация в промышленности. – 2023. – № 2. – С. 41-44.
6. Казакевич, Е. В. Совершенствование системы безопасности объектов железнодорожной инфраструктуры / Е. В. Казакевич // Автоматика, связь, информатика. – 2023. – № 10. – С. 30-32.
7. Седых, Д. В. Декодирование сигналов в тональных рельсовых цепях при измерениях приборов ЭТАЛОН-Ш / Д. В. Седых, В. П. Бубнов // Автоматика, связь, информатика. – 2023. – № 2. – С. 20-23.
8. Канашин, Н. В. О точности разбивочной сети для строительства высокоскоростной железнодорожной магистрали / Н. В. Канашин // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2023. – Т. 28, № 1. – С. 14-21.
9. Технические решения по централизации управления железнодорожным транспортом в подземных горных выработках / А. Б. Никитин, С. В. Бушуев, К. В. Гундырев, Д. В. Копытов // Автоматика, связь, информатика. – 2023. – № 4. – С. 21-26.
10. Рыбкина, А. М. Методы интеллектуального анализа территории при

строительстве объектов дорожного транспорта / А. М. Рыбкина, П. М. Демидова, Е. С. Коробицына // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2023. – Т. 28, № 4. – С. 138-149. – DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-4-138-149. – EDN COVFCO.

11. Ефанов, Д. В. Синтез самопроверяемых комбинационных устройств с контролем вычислений по двум диагностическим параметрам / Д. В. Ефанов, Д. В. Пивоваров // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2022. – Т. 65, № 7. – С. 461-477.

12. Формализация процесса проектирования систем автоматики и телемеханики для метрополитена / И. Э. Кудашев, П. Е. Булавский, О. К. Ваисов, Д. А. Пентегов // Автоматика, связь, информатика. – 2022. – № 1. – С. 20-24.

13. Баширова, Д. Р. Прогнозирование осадок оснований автомобильных дорог на высоких насыпях на основе машинного обучения по данным геодезических измерений / Д. Р. Баширова, М. Я. Брынь, Д. А. Кривоносов // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2022. – Т. 27, № 5.

14. Куценко, С. М. Применение технологий IoT на пути к цифровизации железнодорожного комплекса / С. М. Куценко, О. Г. Евдокимова // Автоматика, связь, информатика. – 2022. – № 11. – С. 8-10.

15. Брынь, М. Я. Сравнительная оценка эффективности мобильного лазерного сканирования и аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов при съемке автомобильных дорог / М. Я. Брынь, Д. Р. Баширова // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2021. – Т. 26, № 3. – С. 20-27.

Первый проректор –
д.т.н, профессор

Т.С. Титова