

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 44.2.005.02,
созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования

«Ростовский государственный университет путей сообщения» (РОСЖЕЛДОР),
по диссертации на соискание ученой степени кандидата (доктора) наук

аттестационное дело №

решение диссертационного совета от 08.12.2025 № 5

О присуждении Куриленко Марианне Витальевне, Российской Федерации,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Интеллектуальная интегрированная навигационная система с обучением алгоритма стохастической оценки параметров движения подвижных единиц железнодорожного транспорта по непериодическим точным измерениям» по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы принята к защите 02.10.2025 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом 44.2.005.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения», РОСЖЕЛДОР, 344038, Ростовская область, городской округ город Ростов-на-Дону, г. Ростов-на-Дону пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, зд. 2, Приказ Минобрнауки РФ № 227/нк от 14.02.2023, далее – ФГБОУ ВО РГУПС.

Куриленко Марианна Витальевна, 24 апреля 1992 г.р., в 2014 г. с отличием окончила ФГБОУ ВПО РГУПС по специальности 210404 «Многоканальные телекоммуникационные системы». С 2014 г. по 2018 гг. обучалась в очной аспирантуре ФГБОУ ВО РГУПС по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами». В 2024 г. была прикреплена для сдачи кандидатских экзаменов по научной специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы. С 01.09.2024 по настоящее время обучается в очной аспирантуре по научной специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы. В настоящее время работает младшим научным сотрудником научно-исследовательской лаборатории «Системы диспетчерского контроля и управления» (НИЛ СДКУ НИЧ) ФГБОУ ВО РГУПС.

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» ФГБОУ ВО РГУПС, РОСЖЕЛДОР.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Соколов Сергей Викторович, профессор кафедры «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» ФГБОУ ВО РГУПС.

Официальные оппоненты: Бушуев Сергей Валентинович – доктор технических наук, доцент, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»; Юрченко Константин Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и транспортно-технологические комплексы» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный

политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС), г. Санкт-Петербург – в своем положительном отзыве, составленном Блюдовым Антоном Александровичем – и.о. заведующего кафедрой «Автоматика и телемеханика на железных дорогах», кандидатом технических наук, принятом на заседании кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» и утвержденном Титовой Тамилой Семеновной – первым проректором – проректором по научной работе ФГБОУ ВО ПГУПС, доктором технических наук, профессором, указала, что диссертация Куриенко М.В. «Интеллектуальная интегрированная навигационная система с обучением алгоритма стохастической оценки параметров движения подвижных единиц железнодорожного транспорта по непериодическим точным измерениям» написана самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, позволяющие существенно повысить точность определения местоположения подвижных единиц железнодорожного транспорта. Диссертационная работа соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 по пунктам 9-14, а её автор, Куриенко Марианна Витальевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.8. Интеллектуальные транспортные системы.

Соискатель имеет 46 опубликованных научных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 46 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России - 11 работ, 18 статей в журналах научометрических баз Web of Science и Scopus, глава в книге «Advances in Engineering Research». Все публикации достаточно полно отражают основные результаты исследований, имеются ссылки на авторов и источники заимствования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Соколов, С.В. Адаптивный нелинейный фильтр Калмана на основе нерегулярных точных измерений / С.В. Соколов, М.В. Полякова // Авиакосмическое приборостроение. – 2018. – № 11. – С. 10–17.

2. Полякова М.В. Применение адаптивного нелинейного фильтра Калмана на основе непериодических точных измерений в решении навигационной задачи подвижного объекта / М.В. Полякова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 3. – С. 170–175.

3. Соколов, С.В. Аналитический синтез адаптивного фильтра Калмана на основе нерегулярных точных измерений / С.В. Соколов, М.В. Полякова, П.А. Кучеренко // Измерительная техника. – 2018. – № 3. – С. 19–23.

4. Структурная идентификация стохастических объектов в интеллектуальных динамических системах / П.А. Кучеренко, Л.Н. Стажарова, А.В. Костюков, О.И.

Соколова, М.В. Куриенко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 3 (87). DOI: 10.46973/0201-727X_2022_3_126.

5. Polyakova, M.V. Use of irregular exact measurements in a problem of an adaptive filtration / M.V. Polyakova, A.A. Bayandurova, S.V. Sokolov // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – T.679. – P. 379–387. DOI: 10.1007/978-3-319-68321-8_39.

6. Sokolov, S.V. Adaptive stochastic filtration based on the estimation of the covariance matrix of measurement noises using irregular accurate observations / S.V. Sokolov, A.I. Novikov, M.V. Polyakova // INVENTIONS. – 2021. – Vol. 6. – № 1. – № 10. DOI: 10.3390/inventions6010010.

7. Nonlinear stochastic filtration of satellite measurements / I.V. Reshetnikova, S.V. Sokolov, A.A. Manin, M.V. Polyakova, M.S. Gerasimenko // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – T. 2131. – № 2. – C. 022128. DOI: 10.1088/1742-6596/2131/2/022128.

8. Sokolov, S.V. Solution of the problem of terminal nonlinear filtering of stochastic processes / S.V. Sokolov, M.V. Kurinenko // Advanced Signal Processing for Industry 4.0. – 2023. – Vol. 2. – P. 7-1–7-15.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

– **ведущей организации** – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС). Отзыв положительный. Замечания: **1.** В диссертации рассмотрен только один вид траекторий, позволяющих сократить размерность навигационного вектора за счет существующих для них зависимостей навигационных параметров, – локсодромические. Но при этом не исследована возможность аналогичного сокращения размерности навигационного вектора за счет использования другого вида аналитических траекторий – ортодромических. **2.** При описании вероятностного характера помех измерения не учитывалась их возможная корреляция. **3.** Диссертационная работа «перегружена» математическими выражениями, описательная часть недостаточно подробная.

– **официального оппонента** – д.т.н., доцента, проректора по научной работе ФГБОУ ВО УрГУПС **Бушуева Сергея Валентиновича**. Отзыв положительный. Замечания: **1.** Цель работы следовало бы сформулировать более конкретно относительно роли систем навигации на ПЕ ЖДТ в настоящее время и перспективе. **2.** Не до конца раскрыт механизм идентификации непериодичности измерений навигационной системы и влияние этого на процесс адаптации фильтра. **3.** Какие еще методы адаптивной фильтрации можно применить для данной задачи и почему выбор остановился именно на фильтре Калмана? **4.** Чем обоснован выбор модели помех измерений в виде белого гауссовского шума? Как повлияют параметры шума на результат работы предлагаемых решений? **5.** Чем обоснован выбор траектории движения при экспериментальной оценке нелинейного вектора навигационных параметров подвижных единиц железнодорожного транспорта? **6.** Почему для экспериментов выбран период обновления 20 секунд? Как влияет на результаты увеличение или уменьшение этого интервала?

– **официального оппонента** – к.т.н., доцента кафедры «Автомобили и транспортно-технологические комплексы» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» **Юренко Константина Ивановича**. Отзыв положительный. Замечания: **1.** В первой главе диссертационной работы после параграфа 1.4 «Постановка частных задач исследования» представлен 1.5 «Выводы по главе», что представляется избыточным и не соответствует логике изложения диссертационной работы. Представленные выводы 1–3 носят констатирующий, а не содержательный характер. **2.** В главе 2, параграф 2.1 в качестве модели Земли была выбрана сферическая модель, а не эллипсоидальная, что может снизить точность оценки параметров движения ПЕ ЖДТ. **3.** На всех графиках параметры позиционирования представлены в радианах, а оцениваемые погрешности – в метрах. Более рациональным представляется масштабирование параметров позиционирования сразу в метрах, без перевода из угловой системы измерения в линейную. **4.** В диссертации автором неоднократно используется термин «режимы интеллектуальной интеграции», в частности раздел «Основные задачи исследования», п. 2 «Разработка моделей автономных наблюдателей вектора навигационных параметров ПЕ ЖДТ для режимов интеллектуальной интеграции НС», стр. 7. При этом автор не дает пояснения, что он под этим подразумевает, что порождает неоднозначность толкования. **5.** В параграфе 3.6 «Интеллектуальный алгоритм обучения нелинейного фильтра Калмана, использующий непериодические точные измерения», стр. 107 автор пишет «... позволяет аналитически решить поставленную задачу адаптации (обучения) интеллектуального нелинейного калмановского алгоритма...». Здесь термины «адаптация» и «обучение» трактуются как эквивалентные, что, строго говоря некорректно. Следовало бы сформулировать задачу адаптации в явном виде как задачу машинного обучения параметров модели (коэффициента усиления фильтра и коэффициента адаптации фильтра) и показать ее решение.

На автореферат поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Отзыв заместителя директора по научной работе ростовского филиала Российской таможенной академии, д.т.н., профессора **Безуглова Дмитрия Анатольевича**. Замечания: **1.** В автореферате не показана линеаризованная система уравнений навигационных параметров БИНС при движении ПЕ ЖДТ по локсадромии. **2.** Формулы, содержащие двойные индексы (с. 10-12), следовало бы изобразить крупнее, т.к. затруднительно рассмотреть написанное.

2. Отзыв заведующего кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения», д.т.н., профессора **Тарасова Евгения Михайловича**. Замечания: **1.** В автореферате указано, что целью исследования является повышение безопасности движения за счёт разработки навигационной системы, обеспечивающей высокоточное позиционирование и определение угловой ориентации, но совершенно не отражено, каким образом точность указанных параметров непосредственно влияет на безопасность движения. **2.** Из автореферата не ясно, был ли произведён количественный анализ влияния интенсивности помех на точность измеряемых параметров. **3.** Согласно рисункам 1 и 2 общее время моделирования составляет 300 секунд. Из текста автореферата не совсем ясно, по

каким соображениям было выбрано такое время моделирования и является ли оно достаточным для однозначной оценки работы системы.

3. **Отзыв** заслуженного деятеля науки РФ, начальника управления подготовки кадров высшей квалификации ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи», д.т.н., профессора **Хуторцева Валерия Владимировича**. Замечания: **1.** Представлены графики только для нелинейного варианта предложенного алгоритма, графики алгоритмов с использованием линеаризованных моделей не показаны. **2.** Нет информации о начальных условиях, используемых при моделировании разработанных алгоритмов.

4. **Отзыв** заведующего кафедрой инфокоммуникационных технологий и систем связи СКФ МТУСИ, к.т.н., доцента **Юхнова Василия Ивановича**. Замечаний нет.

5. **Отзыв** профессора кафедры «Управление и защита информации» ФГАОУ ВО «РУТ», д.т.н., профессора **Сидоренко Валентины Геннадьевны**. Замечания: **1.** В раздел «Степень разработанности темы исследования» следовало бы добавить больше ученых, которые внесли значительный вклад в развитие теории и методов стохастической фильтрации. **2.** Неясно, почему на графиках с 13-14 автор выбрал именно этот временной интервал? **3.** Из автореферата непонятно, как именно производилась коррекция параметров фильтра непериодическими точными измерениями. **4.** К сожалению, ни в автореферате, ни в диссертации я не увидела иллюстрации, демонстрирующей структуру интеллектуальной интегрированной навигационной системы ПЕ ЖДТ.

6. **Отзыв** профессора кафедры информационных систем и технологий ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» д.т.н., доцента **Колоденковой Анны Евгеньевны**. Замечание: в автореферате приведены только графики ошибок оценок параметров вектора состояния системы при использовании нелинейной фильтрации с обучением, в то время как в заключении дан сравнительный анализ полученных результатов при использовании и традиционной фильтрации, а также фильтрации с обучением.

7. **Отзыв** заместителя генерального директора АО «НИИАС», к.т.н., доцента **Хатламаджияна Агопа Ервандовича**. Замечания: **1.** В описании степени разработанности темы не представлена предыстория исследуемых вопросов. **2.** В представленных уравнениях не указаны размерности используемых векторов и матриц. **3.** Не представлено описание физического смысла вектора Δ .

8. **Отзыв** профессора кафедры «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и наземного оборудования» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» д.т.н., доцента **Погорелова Вадима Алексеевича**. Замечания: **1.** Следовало бы более развернуто представить содержание глав 2 и 3 для лучшего понимания произведенных математических преобразований. **2.** Представленные на стр. 12 данные об уменьшении ошибок фильтрации сложно оценить, т.к. нет информации об их численных значениях, а только качественные результаты сравнения.

9. **Отзыв** директора Института компьютерных технологий и информационной безопасности Инженерно-технологической академии ФГАОУ ВО «Юный федеральный университет» д.т.н., доцента **Веселова Геннадия Евгеньевича**.

Замечание: по результатам моделирования в главе 4 представлен обширный сравнительный анализ различных погрешностей оценивания, однако из автореферата не ясно, откуда автор берет данные для сравнения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается соответсвием исследуемых ими научных проблем в области построения интеллектуальных систем управления, интеллектуальных транспортных систем, интеллектуальных алгоритмов с темой диссертационного исследования соискателя, что подтверждено наличием публикаций по данной тематике. Выбор ведущей организации обусловлен научными направлениями и разработками ее ученых в области исследования интеллектуальных транспортных систем и алгоритмов управления техническими системами.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработаны полная нелинейная модель вектора состояния интегрированной НС ПЕ ЖДТ, инвариантная к характеру движения ПЕ ЖДТ и виду действующих возмущений; модели автономных наблюдателей вектора навигационных параметров ПЕ ЖДТ для различных режимов интеллектуальной интеграции НС; интеллектуальные алгоритмы функционирования НС ПЕ ЖДТ в различных режимах интеграции на основе методов теории стохастической нелинейной фильтрации; интеллектуальные алгоритмы интегрированных НС на основе обучения стохастического фильтра параметров движения путем настройки коэффициента обучения алгоритма фильтрации по непериодическим точным наблюдениям, а не традиционной замены вектора состояния оценок на известные измерения;

– предложены методы высокоточного решения навигационной задачи ПЕ ЖДТ в условиях интенсивных помех измерений навигационного комплекса;

– доказана на основе численного моделирования возможность повышения точности определения параметров движения подвижных единиц железнодорожного транспорта при использовании разработанных интеллектуальных алгоритмов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– доказана эффективность применения разработанных интеллектуальных алгоритмов в сравнении с известными алгоритмами стохастического оценивания на основе численного моделирования;

– применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы теории инерциальной и спутниковой навигации, адаптивной калмановской фильтрации, машинного обучения, теории стохастической нелинейной фильтрации, а также имитационного моделирования;

– раскрыт механизм обучения алгоритма стохастической оценки параметров движения подвижных единиц железнодорожного транспорта по непериодическим точным измерениям при построении интеллектуальных интегрированных навигационных систем. Проведен анализ эффективности разработанного навигационного алгоритма в сравнении с известными методами оценки параметров движения ПЕ ЖДТ;

– изучены ключевые аспекты построения методов обучения алгоритмов калмановской фильтрации по точным измерениям.

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

- **разработаны и внедрены:** интеллектуальная интегрированная навигационная система; результаты использованы при выполнении исследования, финансируемого грантом РФФИ 18-07-00126 А «Аналитическое адаптивное извлечение динамических знаний в нечетко-стохастических нелинейных средах на основе непериодических точных измерений»; в программном обеспечении двунаправленного интерфейсного преобразователя в составе распределенного контролируемого пункта (РКП ДИП), что подтверждается актами внедрения;
- **определены** перспективы практического использования разработанных интеллектуальных алгоритмов в навигационных задачах подвижных единиц железнодорожного транспорта в условиях интенсивных помех измерений навигационного комплекса;
- **создано** программное обеспечение для реализации разработанных навигационных алгоритмов в современных и перспективных интеллектуальных интегрированных навигационных системах;
- **представлены** предложения по дальнейшему эффективному использованию разработанных интеллектуальных алгоритмов в навигационных системах ПЕ ЖДТ, в том числе беспилотных.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** результаты получены с использованием официальных статистических данных, исследований российских и зарубежных ученых, методов статистического анализа, натурных наблюдений и исследований, публикаций специалистов железнодорожного транспорта, посвященных проблемам применения интеллектуальных транспортных систем, международных публикаций, в том числе посвященных проблеме интегрирования навигационных систем в транспортный комплекс. В расчетах применены современные программные средства, в том числе специализированные пакеты Mathcad, для обеспечения компьютерного моделирования;
- **теория** построена на известных и проверенных данных и фактах, согласуется с ранее опубликованными источниками по теме диссертации;
- **идея базируется** на анализе современных подходов в области высокоточного позиционирования подвижных единиц железнодорожного транспорта с учетом стратегических направлений развития транспортной отрасли Российской Федерации;
- **использованы** современные апробированные методы стохастической фильтрации и построения алгоритмов с применением методов машинного обучения.

Личный вклад соискателя заключается в постановке задач исследования, обосновании актуальности темы, проведении исследований и практического компьютерного моделирования, в построении полной нелинейной модели вектора состояния интегрированной навигационной системы подвижных единиц железнодорожного транспорта (ПЕ ЖДТ), инвариантной к характеру движения ПЕ ЖДТ и виду действующих возмущений, в анализе стохастических моделей автономных наблюдателей вектора навигационных параметров ПЕ ЖДТ; в использовании методов теории стохастической нелинейной фильтрации при синтезе интеллектуальных алгоритмов функционирования навигационных систем ПЕ ЖДТ; в построении

интеллектуальных алгоритмов интегрированных навигационных систем на основе обучения стохастического фильтра параметров движения путем настройки коэффициента адаптации алгоритма фильтрации по непериодическим точным наблюдениям, а также в подготовке основных публикаций по выполненной работе и аprobации полученных результатов исследования на конференциях и конкурсах.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания, связанные с критериями выбора метода стохастической фильтрации, траектории и начальных условий движения ПЕ ЖДТ, используемых при разработке интеллектуальных алгоритмов, а также с неполным раскрытием механизма возникновения непериодичности точных измерений навигационной системы и его влияния на процесс адаптации фильтра. Отмечено, что получена высокая точность определения местоположения ПЕ ЖДТ, но не указаны конкретные направления применения полученных результатов на железнодорожном транспорте. Рекомендовано обратить внимание на доработку предложенных алгоритмов в части возможного внедрения методов определения местоположения ПЕ ЖДТ путем по пикетам.

Соискатель Куриенко М.В. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию. Проведенный анализ существующих методов стохастической фильтрации показал, что схемы калмановской фильтрации (как линейная, так и расширенная нелинейная) являются наиболее эффективными по критерию «точность-вычислительные затраты», что, в свою очередь, позволяет рекомендовать их приоритетное использование в бортовых вычислителях ПЕ ЖДТ. При проведении численного эксперимента траектория движения была выбрана в соответствии с предложенным в работе подходом в виде локсодромического траекторного интервала, использование которого позволяет существенно сократить размерность навигационного вектора за счет соответствующих зависимостей навигационных параметров. Были произвольно выбраны широта и долгота начальной точки направления объекта, а также значения начальных углов ориентации Эйлера – Крылова, характерные для реальных условий эксплуатации ПЕ ЖДТ. Скорость движения принята равной средней скорости ПЕ ЖДТ (20 м/с). Высота над уровнем моря принята постоянной в силу ее незначительных изменений при движении ПЕ ЖДТ относительно значений широты и долготы. При разработке процедуры обучения алгоритма стохастической оценки никаких ограничений на характер непериодичности точных измерений не накладывалось. В общем случае характер их появления может быть случайным – на процесс обучения алгоритма фильтрации это никакого влияния не оказывает. Возможны несколько направлений, для которых важна полученная высокая точность, среди которых управление движением на малодеятельных линиях и станциях, необорудованных средствами сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), обеспечение безопасности маневровых и горочных работ – за счет точности позиционирования ПЕ ЖДТ в режиме реального времени, а также автоматическое определение местоположения объекта в режиме реального времени на цифровой карте путевого развития станций и перегонов, что особенно актуально для беспилотных ПЕ ЖДТ. В рамках диссертационного исследования вопрос о переводе географических координат в линейные параметры позиционирования подробно не рассматривался. Однако в тексте диссертации имеется ссылка на существующий

метод подобного перерасчета, что позволяет определять координаты ПЕ ЖДТ относительно установленных пикетных столбиков.

Диссертация охватывает в полном объеме вопросы поставленных задач, обладает внутренним единством, что подтверждается корректной постановкой цели и задач исследований, содержит новые научные результаты, а также свидетельства личного вклада автора в науку. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На заседании «08» декабря 2025 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, направленные на развитие научно-методических подходов по повышению точности определения параметров движения подвижных единиц железнодорожного транспорта, основанных на применении интеллектуальных алгоритмов фильтрации и методов машинного обучения, имеющих существенное значение для развития транспортной отрасли страны, присудить Куриенко М.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета 44.2.005.02
д.т.н., профессор



Верескун Владимир Дмитриевич

Ученый секретарь диссертационного совета 44.2.005.02
д.т.н., профессор

Числов Олег Николаевич

«8» декабря 2025 г.