

О Т З Ы В

официального оппонента **Бессмертного Игоря Александровича** на диссертационную работу Ефимушкина Николая Андреевича на тему «Интеллектуальная система поддержки принятия решений при управлении техническим обслуживанием рельсового пути железной дороги», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации

Актуальность темы диссертационного исследования

Развитие высокоскоростных железнодорожных магистралей является приоритетным направлением в обеспечении транспортных связей между регионами Российской Федерации, сокращении времени в пути, повышении комфорта и безопасности поездок. Надежность рельсового пути обеспечивается путём постоянного мониторинга работоспособности его элементов. Традиционные методы контроля включают как визуальный осмотр при обходе пути сотрудниками, так и видеосъемку в процессе движения вагона-путьеизмерителя. Однако проблема заключается в необходимости обработки большого объема данных в реальном времени с целью оперативного принятия решений о необходимости устранения дефектов пути. Кроме того, актуально создание автоматизированных систем принятия решений, обеспечивающих не только диагностику технического состояния рельсового пути, но и оптимальное распределение ремонтных бригад на выявленные дефекты.

В диссертационной работе Ефимушкина Н.А. поставлена и решена актуальная научно-практическая задача - повышение оперативности и снижение затрат при устранении дефектов рельсового пути железной дороги на основе разработанной системы поддержки принятия решений (СППР), использующей средства искусственного интеллекта и выполняющей оптимизацию распределения ресурсов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертация содержит основные научные положения:

*С отзывом ознакомлен Ефимушкин Н.А.
И.А. 24.04.2026*

ФГБОУ ВО "СамГТУ"
" 24 " 04. 2026
Вход. № 8/11

- онтология процесса технического обслуживания и ремонта верхнего строения пути и построенная на её основе база знаний, аксиомы и правила вывода;
- структура и алгоритмы работы интеллектуального классификатора дефектов рельсового пути в виде комплекса трёх глубоких искусственных нейронных сетей: основной модели для распознавания всех объектов ВСП и двух дополнительных моделей для более точного распознавания объектов в рельсовых стыках и на рельсовых накладках;
- задача оптимального по минимуму времени ремонта назначения рабочих бригад на производственные работы по устранению дефектов рельсового пути на основе целочисленного линейного программирования с булевыми переменными с учетом ограничений на параметры и ресурсы производственного процесса;
- структура системы поддержки принятия решений при техническом обслуживании рельсового пути, включающая сверточные нейронные сети для оперативного формирования базы знаний по выявленным дефектам и решение целочисленной задачи оптимизации назначения рабочих бригад на устранение дефектов.

Обоснованность данных научных положений обусловлена системным анализом как процесса организации движения, так и технического обслуживания и ремонта рельсового пути. Выводы научных положений базируются на экспериментальном материале, полученном при проектировании и эксплуатации вагонов-путеизмерителей производства АО «ИНФОТРАНС», г. Самара. Достоверность научных положений обеспечивается корректным использованием методов онтологического проектирования, математического программирования, имитационного моделирования, согласованностью численных экспериментов на цифровых моделях с практическим использованием СППР на предприятии. Ограничения и допущения, принятые при использовании известных подходов, моделей и методов, корректны и адекватно отражают свойственную исследуемой предметной области специфику.

Научная новизна

1. Разработана онтология процесса технического обслуживания и ремонта верхнего строения пути, основанная на построении базы знаний, аксиом и правил

вывода, характерных для рассматриваемой предметной области, с целью получения новых знаний о состоянии рельсового пути на линейном участке с перегонами. Это обеспечивает выбор подходящих технологических окон для перегонов с целью устранения выявленных неисправностей.

2. Предложен интеллектуальный классификатор дефектов верхнего строения пути, отличительной чертой которого является комплексное использование трёх глубоких нейронных сетей: основной модели для распознавания всех объектов ВСП и двух дополнительных моделей для более точного распознавания объектов в рельсовых стыках и на рельсовых накладках соответственно, построенных на базе архитектуры SSD с классификатором в виде многослойной нейронной сети Mobilenet, и обучаемых на сформированных датасетах визуального контроля рельсового пути. В результате увеличивается скорость и достоверность распознавания и классификации дефектов.

3. Сформулированная и решенная задача оптимального назначения рабочих бригад для устранения дефектов рельсового пути на основе целочисленного линейного программирования с булевыми переменными, отличающаяся использованием критерия минимума времени ремонтных работ и введением новых ограничений на длительности технологических окон, на расположение неотложных и укрупненных бригад в зависимости от классов и степени выявленных дефектов рельсового пути. Это обеспечивает сокращение общего времени проведения ремонтных работ железнодорожном пути.

4. Предложена структура системы поддержки принятия решений при техническом обслуживании рельсового пути, отличающаяся использованием глубоких сверточных нейронных сетей для оперативного формирования базы знаний по выявленным дефектам и решением целочисленной задачи оптимизации для формирования правил назначения рабочих бригад.

Теоретическая значимость

Значимость результатов для науки обусловлена построением комплекса системных моделей, имеющих обобщенный характер и описывающих различные

по своей природе процессы при управлении техническим обслуживанием рельсового пути.

Разработанные методики и модели могут использоваться для формализации процессов обслуживания различных протяженных технических объектов и построения систем поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта.

Практическая значимость

Важным аспектом практической значимости диссертационной работы является обеспечение более высокого качества управления эксплуатацией и техническим обслуживанием рельсового пути. Сокращение времени принятия решений позволяет значительно повысить оперативность ремонтных работ и, следовательно, снизить издержки, возникающие в процессе технического обслуживания, а также обеспечить требуемую надежность железнодорожного пути.

Данные выводы подтверждаются документами о внедрении результатов диссертационного исследования на предприятии АО «ИНФОТРАНС», г. Самара.

Замечания по тексту диссертации

1. В первой главе выполнен достаточно подробный анализ существующих подходов по организации обслуживания рельсового пути, в том числе, и с использованием статистической информации о его состоянии. Почему в своих исследованиях автор ограничился детерминированными моделями?

2. Следовало сравнить различные существующие автоматизированные системы мониторинга пути и показать, какие проблемы необходимо решить.

3. Как выполняется балансировка классов в обучающем датасете, при различном количестве исходных экземпляров дефектов разных типов?

4. На рисунке 2.9 отсутствует связь между экспертами и данными, хотя сказано, что эксперты участвуют в формировании датасетов и проверяют данные на корректность.

5. При решении задачи назначений автор не рассматривает случаи, при которых получается несколько наборов оптимальных назначений или при которых задача не имеет решений. Как разрешать проблему в таких ситуациях?

6. В формуле 4.9 переменная t_{rn}^W обозначает время, затрачиваемое на ремонт дефекта, а в формуле 4.21 – это уже время на перемещение бригады к месту дефекта.

Отмеченные замечания не снижают теоретической и практической значимости проведенных Ефимушкиным Н.А. исследований.

Заключение

Диссертационная работа Ефимушкина Н.А. представляет законченное научное исследование, в котором решается актуальная научно-техническая задача, связанная с оптимизацией распределения трудовых ресурсов и технического обслуживания железнодорожных путей, позволяющая повысить их надежность и общую эффективность производственных процессов на предприятиях железной дороги.

Диссертация соответствует предметной области научной специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, по пунктам 2, 4, 10 паспорта специальности; отрасль наук – технические науки.

Содержание диссертации в полной степени раскрывает суть и методы научных исследований. Диссертация выполнена на высоком научном уровне, написана ясным языком. Основные положения и выводы по разделам четко сформулированы и логически связаны. Содержание автореферата правильно отражает содержание диссертации.

Работа прошла апробацию на нескольких международных и российских научных конференциях. Личный вклад автора и основные научные результаты достаточно представлены в 12 работах, из них 4 – в рецензируемых научных изданиях, два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, 6 статей в прочих изданиях.

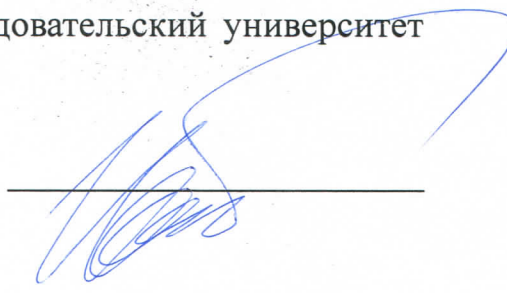
Считаю, что представленная диссертационная работа по актуальности темы, поставленным задачам, уровню их решения, научной новизне и практической значимости, а также личному вкладу автора полностью отвечает заявленной

научной специальности и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п. 9-11, 13,14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842.

Соискатель Ефимушкин Николай Андреевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор,
профессор факультета программной инженерии и
компьютерной техники ФГАОУ ВО
«Национальный исследовательский университет
ИТМО»



Бессмертный Игорь
Александрович
«14» 04 2026 г.



Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, лит. А.

e-mail: Bessmertny@itmo.ru

контакт. тел. + 7 9219563154