

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.224.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ»
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета 24.1.224.03 от 22.05.2025, № 6

О присуждении Кос Оксана Игоревне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Вероятностные методы и алгоритмы управления состоянием сложной технической системы» по специальности 2.3.8 – «Информатика и информационные процессы» принята к защите 5 декабря 2024 г., протокол №10, диссертационным советом 24.1.224.03 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской Академии Наук» (ФИЦ ИУ РАН), 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44/2, созданным на основании приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1732/нк от 13.12.2022.

Соискатель Кос Оксана Игоревна, дата рождения 9 апреля 1990 года, в 2012 г. окончила с отличием Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» по специальности «Системы автоматизированного проектирования» с присвоением квалификации «инженер»; в 2015г. окончила очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» по специальности «Системы автоматизации проектирования (по отраслям)»; в 2020 г. окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Российский университет транспорта» по специальности «Управление проектами строительства, реконструкции и ремонта железнодорожного пути» с присвоением квалификации «магистр». Кос О.И. работает старшим преподавателем кафедры № 311 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена по месту работы.

Научный руководитель – Смирнов Владимир Юрьевич, доцент, к.т.н., доцент кафедры № 311 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Дивеев Асхат Ибрагимович, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник отдела № 55 Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН);

Голосов Павел Евгеньевич, к.т.н., директор Института общественных наук (ИОН) Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС).

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (КФУ) в своем **положительном** отзыве, подписанном зав.кафедрой «Конструктивно-дизайнерское проектирование» Института дизайна и пространственных искусств КФУ д.т.н. доцентом Поповым А.О. и заместителем директора по научной деятельности Института дизайна и пространственных искусств КФУ к.т.н. доцентом Загидуллиным Р.Р., указала, что диссертация посвящена современным подходам к управлению и оптимизации эксплуатации сложных технических систем (СТС) с использованием вероятностных методов. Применение методов и алгоритмов, реализованных в диссертационной работе, будет способствовать не только значительному улучшению показателей

эксплуатации сложных технических систем, но и повышению безопасности их использования.

Даны два замечания рекомендательного характера, не влияющие на общую положительную оценку диссертационной работы. Отмечено, что диссертация полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8 - «Информатика и информационные процессы», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по данной специальности.

Научные результаты диссертации опубликованы в 17 рецензируемых научных изданиях, в том числе 9 в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ и изданиях, включенных в международную реферативную базу данных Scopus.

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертации отсутствуют. Диссертация не нарушает п.14 Положения о присуждении учёных степеней. Автор указала личный вклад в опубликованные в соавторстве работы.

Работы Кос О.И. по теме диссертации:

1. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Оптимальный интервал предупредительных замен для искусственных сооружений железных дорог // Мир транспорта. – 2013. – №1. – с. 152–155. **(ВАК)**
2. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Расчет показателей технического состояния искусственных сооружений и их прогнозирование // Транспортное строительство. – 2014. – №1. – с. 30–32. **(ВАК)**
3. Кос О.И. Прогноз износа металлических мостовых пролетов // Мир транспорта. – 2014. – №5. – с. 82–89. **(ВАК)**
4. Кос О.И. Рекуррентный алгоритм расчета и прогнозирования вероятности безотказной работы искусственных сооружений // Транспортное строительство. – 2016. – №6. – с. 16–19. **(ВАК)**
5. Кос О.И. Схема управления техническим состоянием искусственных сооружений // Мир транспорта. – 2016. – №5. – с. 198–204. **(ВАК)**

6. Кос О.И., Смирнов В. Ю. Применение генетического алгоритма в задаче оптимизации замены элементов системы // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2022. – № 5. – с. 76–89. (перевод: Kos O. I., Smirnov V. U. Optimal Replacement of System Elements Using a Genetic Algorithm // Journal of Computer and Systems Sciences International. Optimal Control. Volume 61. – 2022. – pp. 793–804). **(BAK, Scopus)**

7. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Математическая модель управления техническим состоянием элементов сложных технических систем на основе закона распределения функции отказов элементов // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2022, № 6, с. 3–10. (перевод: Kos O. I., Smirnov V. U. Mathematical Model of Control of the Technical Condition of Elements of Complex Technical Systems on the Basis of the Distribution Law of the Function of Element Failures // Journal of Computer and Systems Sciences International. System Theory and General Control Theory. Volume 61. – 2022. – pp. 885–892). **(BAK, Scopus)**

8. Kos O.I., Smirnov V.U. Program module for calculating the optimal interval of preventive substitutions // Proceedings 2017 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS). – 2017. – pp. 282–283. **(Scopus)**

9. Kos O.I., Smirnov V.U., Eseva E.A. Adaptation of Reliability Calculation Software Packages for High Performance Distributed Computing Systems // Proceedings 2018 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS). – 2018. – pp. 219 – 221. **(Scopus)**

10. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Вычисление интервала предупредительных замен элементов для обеспечения безопасности искусственных сооружений // Труды XIII научно-практической конференции «Безопасность движения поездов», 18–19 октября 2012 г., Москва. – М.: ОУС ОАО «РЖД», 2012. – с. XIV–181–XIV–182.

11. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Обеспечение надежности искусственных сооружений на железных дорогах // Сборник к конференции актуальные вопросы строительной физики. Энергосбережение. Надежность строительных конструкций и экологическая безопасность, 02–04 июля 2013 г., Москва. – М.: ФГБУ «НИИ

строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук», 2013. – с. 463–470.

12. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Расчет показателей технического состояния искусственных сооружений на транспорте // Труды Международной научно-практической конференции «Транспорт–2014», 22–25 апреля 2014 г., Ростов-на-Дону. – Ростов-на-Дону.: РГУПС, 2014. – с. 304–307.

13. Кос О.И. Расчет и прогнозирование показателей технического состояния искусственных сооружений // Труды X международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Trans-Mech-Art-Chem», 01–31 мая 2014 г., Москва. – М.: МИИТ, 2014. – с. I–52–I–53.

14. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Применение генетического алгоритма искусственного интеллекта для управления эксплуатацией сложных технических систем // Тезисы 22-ой Международной конференции «Авиация и космонавтика», 20–24 ноября 2023 г., Москва. – М.: «Перо». – с. 148–149.

15. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Применение генетического алгоритма для управления эксплуатацией искусственных сооружений на железных дорогах // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа: в 2 ч.; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко, 16–17 ноября 2023 г., Гомель. – Г.: БГУ транспорта, 2023. – с. 144–146.

16. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Оптимизация затрат на эксплуатацию сложной технической системы с помощью генетического алгоритма искусственного интеллекта // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения – xxxv. Материалы международной Воронежской весенней математической школы, 26–30 апреля 2024 г., Воронеж. – В.: Издательский дом ВГУ, 2024. – с. 178–180.

17. Кос О.И., Смирнов В.Ю. Применение алгоритма Хебба для классификации качества проведенных ремонтов сложных технических систем // Современные методы теории краевых задач. Понтрягинские чтения – xxxv. Материалы международной Воронежской весенней математической школы, 26–30 апреля 2024 г., Воронеж. – В.: Издательский дом ВГУ, 2024. – с. 180–182.

На автореферат диссертации поступили отзывы

1. Захаровой Алены Александровны, д.т.н., доцента, главного научного сотрудника Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук;

2. Иванова Игоря Потаповича, д.т.н., доцента, заведующего кафедрой «Теоретическая информатика и компьютерные технологии» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана;

3. Седых Ирины Александровны, д.т.н., доцента, профессора кафедры автоматизированных систем управления Липецкого государственного технического университета;

4. Федорова Евгения Александровича, к.т.н., доцента, заведующего кафедрой «Управление эксплуатационной работой и охрана труда» Белорусского государственного университета транспорта;

5. Фазиловой Зульфийи Тельмановны, к.т.н., доцента, доцента кафедры «Транспортное строительство» Российского университета транспорта.

Все отзывы положительные, Замечания носят рекомендательный характер, не являются принципиальными и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертационной работы.

В деле имеется два акта о внедрении полученных от организаций:

1. Московский проектно-изыскательный институт «МОСЖЕЛДОР-ПРОЕКТ» – филиал АО «Росжелдорпроект», отдел «Искусственные сооружения»;

2. Белорусский государственный университет транспорта, кафедра «Управление эксплуатационной работой и охрана труда».

Также получен акт о возможном практическом использовании от Испытательного центра железнодорожного транспорта Белорусского государственного университета транспорта.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их достижениями в разработке методов и алгоритмов управления состоянием сложных технических систем, в том числе основанных на вероятностном подходе, что подтверждается их публикациями в авторитетных рецензируемых изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработан метод расчета параметров функции отказов любого элемента СТС на основании результатов обследований.

2. Создана классификация элементов СТС по критерию их влияния на техническое состояние всей СТС в целом.

3. Построен рекуррентный метод расчета надежности на основе классификации элементов СТС для определения вероятности безотказной работы системы в целом в заданный момент времени с учетом всех предшествующих замен (ремонтов).

4. Построен метод управления техническим состоянием элементов СТС на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, позволяющий вычислить оптимальный интервал замены (ремонта) элемента.

6. Разработан алгоритм для достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект с использованием модифицированного генетического алгоритма.

7. Создан программный комплекс расчета надежности СТС на основе разработанных алгоритмов.

8. Построена схема управления техническим состоянием элементов СТС и системы в целом на весь период эксплуатации.

Теоретическая значимость данной работы заключается:

- в создании классификации элементов СТС по степени взаимосвязи и взаимовлияния элементов СТС и их влияния на показатели надежности СТС в целом;
- в разработке метода, позволяющего определить параметры функции отказов любого элемента СТС на основании результатов обследований;
- в создании рекуррентного метода расчета надежности на основе классификации элементов СТС;
- в построении метода управления техническим состоянием элемента СТС на весь период эксплуатации;
- в использовании генетического алгоритма для решения задачи достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию СТС при условии обеспечения заданной надежности;

- в создании программного комплекса, позволяющего рассчитывать показатели надежности СТС и прогнозировать изменение этих показателей в процессе последующей эксплуатации;

- в разработке схемы управления техническим состоянием элементов СТС и систем в целом на весь период эксплуатации.

Практическая значимость исследования:

- с применением разработанного метода произведены расчеты параметров функций отказов для различных элементов СТС на основании результатов обследования;

- в разработанном программном комплексе произведены расчеты вероятности безотказной работы для ряда СТС с учетом произведенной классификации элементов;

- произведены расчеты оптимальных интервалов замен (ремонтов) для различных элементов ряда эксплуатируемых в настоящее время СТС с учетом ранее проведенных ремонтов и обследований;

- расчеты с помощью разработанного модуля программного комплекса на основе генетического алгоритма позволяют достичь оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект;

- использование созданного программного комплекса позволяет принимать научно-обоснованные решения по управлению СТС на основе стратегии их эксплуатации по фактическому техническому состоянию с учетом проведенных обследований, плановых и внеплановых ремонтов, а также внезапных отказов;

- построены схемы управления техническим состоянием для ряда эксплуатируемых в настоящее время СТС на весь период эксплуатации.

Практическая значимость работы была подтверждена тем, что результаты диссертационного исследования Кос О.И. «Вероятностные методы и алгоритмы управления состоянием сложной технической системы» были внедрены в отделе «Искусственные сооружения» Московского проектно - изыскательного института «МОСЖЕЛДОРПРОЕКТ» – филиал АО «Росжелдорпроект». С помощью разра-

ботанного программного комплекса были построены схемы управления техническим состоянием пролетных строений железнодорожных мостов.

Достоверность результатов проведенных исследований подтверждается следующим:

- применением математических методов исследования, в том числе методов теории вероятностей и математической статистики;
- согласованностью результатов расчетов, полученных в разработанном программном комплексе, с данными, полученными в ходе обследований СТС;
- воспроизводимостью результатов исследований;
- результатами практического применения.

Личный вклад. Все основные результаты по теме диссертации, включающие выбор закона распределения, разработку метода расчета параметров функции отказов любого элемента СТС, создание классификации элементов СТС по критерию их влияния на техническое состояние всей СТС в целом; построение рекуррентного метода расчета надежности на основе классификации элементов СТС для определения вероятности безотказной работы системы в целом в заданный момент времени с учетом всех предшествующих замен (ремонт); построение метода управления техническим состоянием элементов СТС на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, разработку алгоритма для достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект; создание программного комплекса расчета надежности СТС на основе разработанных алгоритмов; построение схемы управления техническим состоянием элементов СТС и системы в целом на весь период эксплуатации, получены автором самостоятельно. Подготовка коллективных публикаций проводилась совместно с соавторами, причём вклад диссертанта был определяющим.

В ходе защиты диссертации были высказаны замечания о том, что не описаны методы оценки характеристик технических сооружений. Соискатель ответила, что использованные методы описаны в ГОСТах. Также был задан вопрос о возможности применения предложенной классификации элементов

СТС и разработанных методов и алгоритмов для других типов СТС в различных прикладных отраслях. Соискатель ответила, что в основе её подхода лежит методика, разработанная для авиационных систем, таким образом её подход является универсальным.

На заседании 22 мая 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Кос Оксане Игоревне учёную степень кандидата технических наук за существенный вклад в области задач разработки вероятностных методов и алгоритмов управления состоянием сложных технических систем, имеющей важное значение для развития транспортной инфраструктуры нашей страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 6 докторов наук по специальности 2.3.8 – «Информатика и информационные процессы», участвовавших в заседании, из 29 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 21, против – 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета 24.1.224.03
д.ф.-м.н.

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.1.224.03
к.т.н.

22 мая 2025 г.



Воронцов К.В.

Рейер И.А.