

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.004.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 декабря 2025 г. № 24

О присуждении До Фук Хао, гражданину Социалистической Республики Вьетнам, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка моделей и методов минимизации сетевой задержки на фрагменте гибридной сети связи с использованием технологий искусственного интеллекта» по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций принята к защите 25 декабря 2025 года, протокол № 13 диссертационным советом 55.2.004.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 61, приказ № 258/нк от 27 марта 2019 года.

Соискатель До Фук Хао, 26 апреля 1991 года рождения, в 2017 году окончил магистратуру в Политехническом университете (г. Дананг, Вьетнам) с присвоением квалификации «магистр» по специальности «Компьютерные науки»

С 2022 года по настоящее время обучается в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М.А. Бонч-Бруевича».

Диссертация выполнена на кафедре программной инженерии и вычислительной техники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М.А. Бонч-Бруевича».

Научный руководитель – кандидат технических наук, Березкин Александр Александрович, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича», кафедра программной инженерии и вычислительной техники, доцент.

Оппоненты: 1. Канаев Андрей Константинович, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра электрической связи, профессор; 2. Карташевский Игорь Вячеславович, доктор технических наук, доцент, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Научно-исследовательская лаборатория «Инновационные проекты», заведующий лабораторией, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук», г. Москва, в своем положительном заключении, указала, что отмеченные в отзыве недостатки не влияют на основные полученные в работе научные результаты и ее теоретическую и практическую ценность. Поставленная задача решена, а цель исследования достигнута. Выполненная До Фук Хао диссертационная работа на тему: «Разработка моделей и методов минимизации сетевой задержки на фрагменте гибридной сети связи с использованием технологий искусственного интеллекта» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научно-технической задачи, заключающейся в разработке нового подхода к управлению сетевой задержкой в спутниковом сегменте гибридных сетей связи на основе проактивных моделей искусственного интеллекта (ИИ). Работа соответствует критериям, предъявляемым в отношении

кандидатских диссертаций, которые установлены пп. 1, 2, 3, 18, 19 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а ее автор До Фук Хао заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 6, а также: 5 работ в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования; 7 статей в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций. Общий объем авторского вклада в работы составляет 6,3 печ.л. из общего количества 9,7 печ.л. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Фук Х. До. Анализ методов минимизации сетевой задержки в каналах связи при передаче трафика промышленного интернета вещей / Фук Х.До., Березкин А.А., Парфенов Д.Д., Кукунин Д.С., Киричек Р.В. // Электросвязь. – 2023. – № 1. – С. 8-16.
2. Ф. Х. До. Графовые нейронные сети для классификации трафика в каналах спутниковой связи: сравнительный анализ / До Ф.Х., Ле Ч.Д., Берёзкин А.А., Киричек Р.В. // Труды учебных заведений связи. – 2023. – Т. 9. – №. 3. – С. 14-27.
3. Ф. Х. До. Методика приоритизации трафика в спутниковых каналах связи на базе искусственного интеллекта. Часть I. Анализ задержки передачи трафика / До Ф. Х., Березкин А.А., Бородко А.В., Киричек Р.В. // Электросвязь. – 2024. – № 6. – С. 37-46.
4. Ф. Х. До. Методика приоритизации трафика в спутниковых каналах связи на базе искусственного интеллекта. Часть II. Анализ потерь пакетов. / До Ф. Х., Березкин А.А., Бородко А.В., Киричек Р.В. // Электросвязь. – 2024. – № 7. – С. 8-13.
5. Ф. Х. До. Методика тестирования методов минимизации сетевой задержки на фрагменте гибридной сети связи. Часть I. Интеллектуальная приоритезация и сокращение задержек в очередях // Электросвязь. – 2025. – № 7. – С. 62-72.

6. Ф. Х. До. Методика тестирования методов минимизации сетевой задержки на фрагменте гибридной сети связи. Часть II. Сжатие ST-GNN и снижение задержки передачи // Электросвязь. – 2025. – № 8. – С. 17-26.

Публикации в изданиях, индексируемых в МБЦ:

7. Do P.H., Le T.D., Berezkin A., Kirichek R. Optimizing Resource Allocation for Multi-beam Satellites Using Genetic Algorithm Variations // Distributed Computer and Communication Networks: 27th International Conference; Vishnevsky, V.M., Samouylov, K.E., Kozyrev, D.V. (eds). DCCN 2024, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 15460. Springer, Cham. – Pp. 16-29.

8. Phuc Hao Do, Le D.T., Berezkin A., Kirichek R. ST-GNN-Powered Compression for Latency Reduction in Hybrid Satellite-Terrestrial Networks. Conference: 2024 8th International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT). – Pp. 1-10.

9. Do P. H., Le D.T, Vishnevsky V., Berezkin A., Kirichek R. A Horizontal Federated Learning Approach to IoT Malware Traffic Detection: An Empirical Evaluation with N-BaIoT Dataset // Conference: 2024 26th International Conference on Advanced Communications Technology (ICACT). – Pp. 1494-1506.

10. Do P. H., Le D.T, Vishnevsky V., Berezkin A., Kirichek R. A Horizontal Federated-Learning Model for Detecting Abnormal Traffic Generated by Malware in IoT Networks // Conference: 2023 25th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). – Pp. 28-36.

11. Phuc Hao Do, Le D.T., Berezkin A., Kirichek R. Optimizing Federated Learning Performance in GEO Satellite Networks using Successive Convex Approximation. 9th International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT). – IEEE, 2025.

Публикации в других изданиях:

12. Х. Ф. До. Обзор решений на основе искусственного интеллекта для минимизации задержки в спутниковых сетях связи / А.А. Березкин, Х. Ф. До, Р.В. Киричек // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2023): Сборник научных статей. XII Международная научно-

техническая и научно-методическая конференция. В 4 т., Санкт-Петербург, 28 февраля – 01 марта 2023 года. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2023. – С. 167-171.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официального оппонента Канаева Андрея Константиновича, д.т.н., проф., профессора кафедры электрической связи Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I; официального оппонента Карташевского Игоря Вячеславовича, д.т.н., доц., заведующего лабораторией «Инновационные проекты» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики; ведущей организации – Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН); Царелунго А.Б., к.т.н., главного научного сотрудника и Ковальчука В.С., к.т.н., с.н.с., ученого секретаря Научно-исследовательского института телевидения; Умнова А.Е., к.т.н., заместителя начальника отдела Академии ФСО России; Семенова В.Ю., к.ф.-м.н., доцента кафедры радиотехники Национального исследовательского Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского; Кокорич М.Г., к.т.н., доцента кафедры цифрового радиовещания и систем радиосвязи Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики; Бирюкова М.А., к.т.н., врио начальника кафедры робототехники и технологий искусственного интеллекта Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного; Рогожников Е.В., Рогожников Евгений Васильевич – к.т.н., доц., заведующего кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники, директор регионального центра компетенций НТИ по направлению «Технологии беспроводной связи и Интернета вещей» Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники; Леохина Ю.Л., д.т.н., проф., проректора по научной работе Московского технического университета связи и информатики.

Все отзывы положительные, но имеются следующие замечания. Работа демонстрирует высокий уровень применения современных методов ИИ. Однако, в

тексте диссертации недостаточно внимания уделено вопросам вычислительной сложности предложенных алгоритмов (MLP, GNN, ST-GNN). Необходим более детальный анализ их временной и пространственной сложности, что является критически важным для оценки возможности их внедрения в реальных системах. В работе показана высокая эффективность предложенных моделей, однако их производительность сильно зависит от качества и объема обучающих данных. В диссертации было бы целесообразно подробнее остановиться на процессе сбора и подготовки данных для обучения, а также на устойчивости моделей к «дрейфу» характеристик трафика. Предложенные методы решают задачу на разных уровнях: управление очередью, распределение ресурсов, сжатие. Однако, из текста диссертации непонятны перспективы их комплексной интеграции в единую, многоуровневую систему управления гибридной сетью. В диссертации основное внимание уделено таким параметрам качества обслуживания, как задержка и уровень потерь пакетов. Однако не приводится оценка того, как предложенные методы влияют на качество восприятия (Quality of Experience, QoE) для конечного пользователя. Например, как снижение задержки на 19,6% отражается на субъективной оценке качества передаваемого видео? Применение сложных ИИ-моделей требует значительных вычислительных и энергетических ресурсов. В работе не представлен анализ требований к аппаратному обеспечению (например, производительность GPU) для развертывания предложенной системы в реальной сети оператора, а также его энергопотреблению. Автор использует аппарат теории массового обслуживания для доказательства того, что увеличение интенсивности обслуживания принципиально ведет к снижению задержки и потерь, что является излишним в рамках представленной работы. В работе отсутствует единая система обозначений. Так, например, в главе 3 задержка обозначается символом D , а в главе 4 – символом L . В работе содержится достаточное количество опечаток и стилистических неточностей (стр. 56, 57, 76, 81 и др.). В работе всесторонне продемонстрирована техническая эффективность предложенных решений. Вместе с тем, для оценки перспектив их коммерциализации представляется интересным проведение технико-экономического анализа, оценивающего затраты на внедрение

(например, стоимость GPU-серверов) в сопоставлении с экономической выгодой от повышения качества обслуживания. Для широкого практического внедрения предложенная интеллектуальная система управления должна быть бесшовно интегрирована в существующими системами управления сетями (NMS/OSS) операторов связи. В дальнейших исследованиях было бы целесообразно рассмотреть вопросы разработки соответствующих интерфейсов и протоколов взаимодействия (например, на основе концепции Zero-touch network и Service Management). В диссертации предложены новые, нетривиальные методы управления. Каковы, по мнению соискателя, перспективы и возможные барьеры для стандартизации подобных интеллектуальных подходов в рамках международных организаций, таких как ITU-T или 3GPP, для обеспечения совместимости оборудования различных производителей? Из автореферата не ясно, насколько интерпретируемы решения, принимаемые разработанной моделью на основе GNN при распределении ресурсов, и существуют ли механизмы для объяснения, почему тот или иной ресурс был выделен конкретному лучу. Из автореферата не ясно, рассматривался ли вопрос адаптации домена, то есть возможность переноса моделей, обученных на данных GEO-сети, для использования в сетях LEO с другими статистическими характеристиками трафика. Из автореферата не ясно, рассматривалась ли в качестве альтернативы возможность использования методов глубокого обучения с подкреплением для задачи динамического распределения ресурсов в реальном времени. При описании задач исследования целесообразно разграничить понятия «снижение задержки в очереди» и «снижение задержки передачи», так как существенная составляющая задержки спутникового канала связи зависит от времени передачи электромагнитных импульсов, а не от времени ожидания обслуживания в очереди. В разделе, посвященном методам оптимизации на основе NSGA-II/SPEA2 (стр. 15-18), недостаточно обоснован выбор указанных алгоритмов в сравнении с другими многокритериальными методами. Результаты экспериментальных исследований (раздел 5.6) представлены только для GEO-модема, в материалах автореферата нет сведений о применимости предложенных методов для низкоорбитальных спутниковых систем, где характеристики канала

изменяются гораздо динамичнее. Каковы аппаратные требования к терминальному оборудованию и шлюзам для реализации предложенных ИИ-моделей в реальном времени? В частности, какова требуемая производительность GPU? Исследовалась ли устойчивость предложенных алгоритмов к реальным условиям эксплуатации спутникового канала, таким как ухудшение сигнала из-за погодных условий (например, «замирания» из-за дождя)? Оценивалось ли дополнительное энергопотребление, вносимое вычислительными процессами ИИ на абонентских терминалах, что может быть критичным для удаленных и автономных устройств? В работе показано влияние SNR на достижимую скорость передачи данных. Проводилась ли оценка влияния параметров спутникового канала в условиях изменения условий распространения радиоволн (потери в осадках)? Применение сложных моделей ИИ, таких как GNN и ST-GNN, предполагает значительные вычислительные ресурсы. Насколько реалистично, по мнению автора, развертывание таких моделей непосредственно на борту спутника или на периферийных шлюзах с ограниченными ресурсами? В автореферате показано снижение средней задержки. Было бы интересно узнать, как предложенные методы влияют на такой важный параметр QoS, как джиттер который критичен для многих приложений реального времени. Практическое тестирование проводилось преимущественно на одном типе спутникового канала (GEO), что свидетельствует об ограниченности сценариев натурных испытаний. Было бы полезно расширить эксперименты на LEO-орбиты или другие конфигурации спутниковых систем, хотя это не снижает ценность полученных результатов. В качестве базового алгоритма для сравнения эффективности сжатия используется GZIP. Однако обоснованности такого выбора в автореферате не представлено. Было бы полезно, если бы автор прокомментировал, почему для сравнения не были выбраны другие современные алгоритмы сжатия, также использующие методы машинного обучения. Сложность большинства предложенных методов оценена в терминах времени исполнения, но отсутствует детальный анализ асимптотической сложности и требований к памяти для больших масштабов сети. В автореферате не всегда в достаточной мере детализировано обсуждение вычислительной сложности предложенных алгоритмов

и их масштабируемости при увеличении размера сети. Представление сравнительных результатов для отдельных методов оптимизации могло бы быть более наглядным, например, в табличной форме. В работе предложены замкнутые контуры управления, использующие прогнозы ИИ-моделей. Проводился ли теоретический анализ устойчивости таких систем? В частности, как ошибки прогнозирования могут повлиять на стабильность алгоритмов приоритизации и распределения ресурсов в долгосрочной перспективе? Выбор архитектуры ST-GNN для задачи сжатия является оригинальным. Однако, каковы теоретические границы эффективности предложенного метода? Проводилось ли сравнение достигнутой степени сжатия с энтропийными оценками для моделируемого источника данных, чтобы оценить, насколько близко метод подходит к теоретическому пределу? Для многокритериальной оптимизации использовались алгоритмы NSGA-II и SPEA2. Учитывая стохастическую природу сетевого трафика, рассматривалась ли возможность применения методов робастной оптимизации, которые позволили бы найти решения, устойчивые не только к компромиссу между целями, но и к неопределенности входных данных?

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью среди научных специалистов в соответствующей области науки. Определяющие критерии включают наличие научных публикаций в данной и смежных областях, а также способность к квалифицированной оценке актуальности, теоретической значимости и практической ценности представляемой диссертации. Д.т.н., профессор Канаев Андрей Константинович является одним из ведущих специалистов в области электрической связи и обработки широкополосных сигналов, имеющего большой опыт и существенные публикации в данной области. Д.т.н., доцент Карташевский Игорь Вячеславович хорошо известен своими трудами в области инфокоммуникационных сетей, теории управления и оптимизации. Ведущая организация — Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, зарекомендовала себя крупными достижениями в области теории управления и системного анализа.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: решена актуальная научно-техническая задача по снижению сетевой задержки на фрагменте гибридной орбитально-наземной сети связи путем разработки и исследования моделей и методов на основе технологий искусственного интеллекта;

разработаны новые модели прогнозирования трафика на основе MLP и гибридные методы оптимизации ресурсов (GNN/NSGA-II), позволившие обеспечить проактивное управление очередью и минимизацию сетевой задержки на фрагменте гибридной сети связи;

предложен метод сжатия данных без потерь на основе пространственно-временной графовой нейронной сети (ST-GNN), позволивший эффективно использовать пространственно-временные корреляции трафика для снижения задержки передачи;

доказана высокая эффективность комплексного применения разработанных моделей и методов, подтвержденная снижением средней задержки до 19,6% и доказана перспективность их использования для повышения эффективности передачи данных в гибридных орбитально-наземных сетях;

введена концептуальная модель упреждающего управления трафиком, использующая прогноз MLP для динамической приоритизации пакетов, а также GNN для классификации трафика перед этапом многокритериальной оптимизации ресурсов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказана возможность проактивного управления задержкой и повышения эффективности передачи данных в гибридных сетях связи с использованием предложенных в работе моделей прогнозирования, гибридных методов оптимизации ресурсов и методов сжатия на основе ИИ;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых методов исследования, включающий теорию графов,

теорию массового обслуживания, методы машинного обучения (GNN, MLP) и эволюционных вычислений;

изложены концептуальные основы построения систем упреждающего управления трафиком и моделирования данных с пространственно-временной структурой;

изучены особенности использования графовых нейронных сетей для классификации трафика и их роль в снижении пространства поиска решений в задачах многокритериальной оптимизации;

проведена модернизация существующих моделей источников информации за счет введения графовой компоненты для описания данных с пространственно-временной структурой, что закладывает основу для разработки адаптивных кодеков.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработаны и внедрены: метод прогнозирования и динамической приоритизации трафика (на основе MLP), который в ходе натурных испытаний на опытном GEO-канале продемонстрировал снижение средней задержки до 19,6% и потерь пакетов до 19,42% по сравнению с базовыми алгоритмами; гибридный метод оптимизации распределения сетевых ресурсов (на основе GNN и эволюционных алгоритмов), подтвердивший в имитационном моделировании возможность снижения времени ожидания в очереди до 35,1%; аппаратный прототип кодека сжатия данных без потерь (на основе ST-GNN), который продемонстрировал высокую устойчивость к деградации спутникового канала (рост времени передачи на 11% против 46% у GZIP), что подтверждает его практическую жизнеспособность;

определены рекомендации и сформулированы требования к архитектуре управления трафиком в гибридных орбитально-наземных сетях с использованием проактивных моделей ИИ

создана концептуальная модель, устанавливающая формальную связь между методами обработки графовых сигналов, эволюционной оптимизацией и теорией массового обслуживания;

представлены методические рекомендации по тестированию и внедрению методов минимизации сетевой задержки на фрагменте гибридной сети связи.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: результаты экспериментальных работ получены на программно-аппаратном комплексе с использованием реального GEO-модема, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория построена на известных, проверяемых данных и положениях теории графов, теории массового обслуживания и глубокого обучения и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея работы базируется на синтезе существующих базовых методов исследования (теория массового обслуживания, теория графов, теория информации) с проактивным подходом искусственного интеллекта для управления динамикой задержки и распределением ресурсов, на анализе практики, обобщении передового опыта в области ИИ и использовании новых закономерностей, выявленных в структуре сетевого трафика;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике (например, снижение задержки за счет прогнозирования), в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы сравнение авторских данных с результатами базовых и известных алгоритмов (GZIP, FIFO, NSGA-II классический) по рассматриваемой тематике; современные методики сбора и обработки исходной информации с применением методов анализа временных рядов и графового моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении основных теоретических и практических результатов диссертации.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание об отсутствии детального теоретического анализа устойчивости систем управления, использующих прогнозы ИИ-моделей (замкнутые контуры), а также отсутствия подробного расчета энергобюджета и требований к аппаратному обеспечению (GPU/CPU) для исполнения моделей на шлюзах.

Соискатель До Фук Хао в ходе заседания ответил на задаваемые ему вопросы, согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Разработка моделей и методов минимизации сетевой задержки на фрагменте гибридной сети связи с использованием технологий искусственного интеллекта» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также пунктам 1, 2, 3, 18, 19 паспорта научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

На заседании 25 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить До Фук Хао ученую степень кандидата технических наук за решение научно-технической задачи по разработке моделей и методов на основе технологий искусственного интеллекта для минимизации сетевой задержки в гибридных орбитально-наземных сетях связи.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председательствующий диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



Парамонов Александр Иванович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент



Владыко Андрей Геннадьевич

26 декабря 2025 года

