

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ РАЗОВОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА РДС 2022.002
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ
НАРОДОВ ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение разового диссертационного совета от 04 апреля 2025 г., протокол № 1

О присуждении Бегишеву Вячеславу Олеговичу гражданину РФ, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Методы анализа и расчета показателей качества высокочастотных сетей в условиях эффектов блокировки сигнала и микромобильности» по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций в виде рукописи принята к защите 21 января 2025 г., приказ № 23, диссертационным советом РДС 2022.002 федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6.; приказ от 24 октября 2022 года № 599).

Соискатель Бегишев Вячеслав Олегович, 1988 года рождения, с 2010 по 2014 гг. обучался в бакалавриате в РУДН по специальности Прикладная математика и информатика, В 2016 году закончил с отличием магистратуру по квалификации «магистр фундаментальной информатики и информационных технологий» РУДН. В 2019 году защитил диссертацию на тему: «Вероятностные модели резервирования ресурсов и анализ показателей эффективности беспроводных сетей с трафиком взаимодействия устройств» на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики» РУДН.

В период подготовки диссертации являлся доцентом кафедры теории вероятностей и кибербезопасности РУДН, где и работает по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре теории вероятностей и кибербезопасности, факультета физико-математических и естественных наук ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени П. Лумумбы».

Научный консультант — д.т.н., профессор Самуйлов Константин Евгеньевич (05.12.13 Системы, сети и устройства телекоммуникаций), заведующий кафедрой теории вероятностей и кибербезопасности в ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени П. Лумумбы».

Официальные оппоненты:

1. **Парамонов Александр Иванович** — гражданин РФ, доктор технических наук (05.12.13 – Системы сети и устройства телекоммуникаций), профессор кафедры сетей связи и передачи данных факультета инфокоммуникационных сетей и систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича).
2. **Барабанова Елизавета Александровна** — гражданка РФ, доктор технических наук, доцент (05.12.13 – Системы сети и устройства телекоммуникаций), ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН).

3. **Нетес Виктор Александрович** – гражданин РФ, доктор технических наук, с.н.с. (05.13.01 – Управление в технических системах), старший научный сотрудник, профессор кафедры сетей связи и систем коммутации факультета сетей и систем связи Ордена трудового красного знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ).
4. **Ляхов Андрей Игоревич** - гражданин РФ, доктор технических наук, профессор (05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций), заведующий лабораторией № 18 Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН (ИППИ РАН).

В заключениях отзывов оппонентов указано, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, согласно п. 2.1 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а её автор, Бегишев Вячеслав Олегович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Соискатель имеет 30 работ, из них 3 работы опубликованы в журналах из списка ВАК (квартили K1 и K2); 18 статей в международных базах цитирования Scopus (квартили Q1-Q3) и WoS (квартили Q1-Q3); 6 зарегистрированных программ для ЭВМ, а также 1 монография и 2 учебных пособия. Общий объем публикаций 985 стр. (автору принадлежит 451 стр.). Авторский вклад **82%**.

Наиболее значимые публикации:

Монография

1. Бегишев, В.О. Сети 5G/6G: архитектура, технологии, методы анализа и расчета: монография / Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев, К.Е. Самуйлов, Е.А. Кучерявый. – М.: РУДН, 2022. – 516 с.: ил.

Учебно-методические пособия

2. Бегишев В.О. Модели и методы оценки характеристик сетей связи 5G / Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев, А.К. Самуйлов, К.Е. Самуйлов. М.: РУДН, 2020. –95 с.
3. Бегишев В.О. Имитационное моделирование сетей и систем телекоммуникаций: учебное пособие / Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев, Э.С. Сопин. – М.: РУДН, 2024. – 110 с.: ил.

Работы, опубликованные в изданиях из списка ВАК (K1 и K2)

4. Бегишев В.О. Метод анализа вероятностных характеристик обслуживания пачечного трафика в системах NB-IoT / Н.В. Степанов, А.М. Тюрликов, В.О. Бегишев // Электросвязь. – 2022. – № 6. – С. 8–15.
5. Бегишев В.О. Оптимальные ассоциации устройств в сетях межмашинного взаимодействия стандартов NB-IoT и LTE-M / Н.В. Степанов, А.М. Тюрликов, В.О. Бегишев // Системы и средства информатики. – 2022. – Т. 32. – № 3. – С. 63–70.
6. Бегишев В.О. Моделирование настойчивого поведения пользователей в сетях 5G NR с адаптацией скорости и блокировками / Э.С. Сопин, А.Р. Маслов, В.С. Шоргин, В.О. Бегишев // Информатика и ее применения. – 2023. – Т. 17. – № 3. – С. 25-32.

Работы в трудах, индексируемых Scopus и Web of Science

7. Begishev V. Quantifying the Impact of Guard Capacity on Session Continuity in 3GPP New Radio Systems / V. Begishev, D. Moltchanov, E. Sopin, A. Samuylov, S. Andreev, Y.

- Koucheryavy, K. Samouylov // IEEE Transactions on Vehicular Technology. – 2019. – Vol. 68, no. 12. – P. 12345–12359.
8. Begishev V. Joint Use of Guard Capacity and Multiconnectivity for Improved Session Continuity in Millimeter-Wave 5G NR Systems / V. Begishev, E. Sopin, D. Moltchanov, R. Kovalchukov, A. Samuylov, S. Andreev, K. Samouylov // IEEE Transactions on Vehicular Technology. – 2021. – Vol. 70, no. 3. – P. 2657–2672.
 9. Begishev V. Performance Analysis of Multi-Band Microwave and Millimeter-Wave Operation in 5G NR Systems / V. Begishev, E. Sopin, D. Moltchanov, R. Pirmagomedov, A. Samuylov, S. Andreev, K. Samouylov // IEEE Transactions on Wireless Communications. – 2021. – Vol. 20. – No. 6. – P. 3475–3490.
 10. Begishev V. Performance Characterization and Traffic Protection in Street Multi-Band Millimeter-Wave and Microwave Deployments / V. Begishev, A. Samuylov, E. Lisovskaya, R. Kovalchukov, E. Sopin, Y. Koucheryavy // IEEE Transactions on Wireless Communications. – 2021. – Vol. 21. – No. 1. – P. 163–178.
 11. Begishev V. Statistical Analysis and Modeling of User Micromobility for THz Cellular Communications / N. V. Stepanov, D. Moltchanov, V. Begishev, A. Turlikov, Y. Koucheryavy // IEEE Transactions on Vehicular Technology. – 2022. – Vol. 71. – No. 1. – P. 725–738.
 12. Begishev V. Propagation model for ground-to-aircraft communications in the terahertz band with cloud impairments / V. Doborshchuk, V. Begishev, K. Samouylov // Energies. – 2022. – Vol. 15. – No. 21. – P. 8022.
 13. Begishev V. A Tutorial on Mathematical Modeling of 5G/6G Millimeter Wave and Terahertz Cellular Systems / D. Moltchanov, E. Sopin, V. Begishev, A. Samuylov, Y. Koucheryavy, K. Samouylov // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2022. – Vol. 24, No. 2. – P. 1072–1116.
 14. Begishev V. Closed-Form UAV LoS Blockage Probability in Mixed Ground-and Rooftop-Mounted Urban mmWave NR Deployments / V. Begishev, D. Moltchanov, A. Gaidamaka, K. Samouylov // Sensors. – 2022. – Vol. 22, no. 3. – P. 977.
 15. Begishev V. Characterizing the Degree of LTE Involvement in Supporting Session Continuity in Street Deployment of NR Systems / A. Samuylov, D. Moltchanov, V. Begishev, K. Samouylov // Lecture Notes in Computer Science. – Springer, Cham, 2019. – Vol. 11965. – P. 71–83.
 16. Begishev V. Resource Queuing System with Preemptive Priority for Performance Analysis of 5G NR Systems / E. Sopin, V. Begishev, D. Moltchanov, A. Samuylov // Lecture Notes in Computer Science. – Springer, Cham, 2020. – Vol. 12563. – P. 87–99.
 17. Begishev V. Accuracy Assessment of User Micromobility Models for THz Cellular Systems / N. Stepanov, A. Turlikov, V. Begishev, Y. Koucheryavy, D. Moltchanov // Proceedings of the 5th ACM Workshop on Millimeter-Wave and Terahertz Networks and Sensing Systems. – 2021. – P. 37–42.
 18. Begishev V. Evaluation of the New and Accepted Customers Blocking Probabilities in a Network of Resource Loss Systems / E. Sopin, V. Begishev, D. Moltchanov, A. Samuylov // Communications in Computer and Information Science. – Springer, Cham, 2022. – Vol. 1605. – P. 105–116.
 19. Begishev V. Using Motion Sensors for Improved Beam Tracking in THz Communications with User Micromobility / S. Dugaeva, V. Begishev, E. Mokrov, K. Samouylov // 2022 International Conference on Modern Network Technologies (MoNeTec). – IEEE, 2022. – P. 1–8.
 20. Begishev V. Dynamic Blockage in Indoor Reflection-Aided Sub-Terahertz Wireless Communications / A. Shurakov, P. Rozhkova, A. Khakimov, E. Mokrov, A. Prikhodko, V. Begishev, G. Gol'tsman // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 134677–134689.

21. Begishev V. Balancing the Data Transmission and Random Access Phases in 6G mMTC Radio Technologies / N. Stepanov, A. Turlikov, & V. Begishev // IEEE Communications Letters. – 2023. – Vol. 27, no. 12. – P. 3419–3423.
22. Begishev V. The Impact of Rate Adaptation on User Performance in 5G/6G mmWave/Sub-THz Systems / E. Sopin, A. Maslov, V. Begishev, K. Samuyilov // IEEE Communications Letters. – 2023. – Vol. 27, no. 11. – P. 3137–3141.
23. Begishev V. Utilization of Machine Learning Algorithms to Identify User Applications / S. Dugaeva, V. Begishev, N. Stepanov // Lecture Notes in Computer Science. – Cham: Springer Nature Switzerland. – 2023. – Vol. 14123. – P. 410-422.
24. Begishev V. Blockage Attenuation and Duration Over Reflected Propagation Paths in Indoor Terahertz Deployments / A. Prikhodko, A. Khakimov, E. Mokrov, V. Begishev, A. Shurakov, G. Gol'tsman // Lecture Notes in Computer Science. – Cham: Springer Nature Switzerland. – 2023. – Vol. 14123. – P. 423-434.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

25. Бегишев В.О. Расчет эффективности механизма резервирования полосы пропускания в сетях доступа миллиметрового диапазона «Новое радио» / В.О. Бегишев, Э.С. Сопин, Д.А. Молчанов, А.К. Самуйлов // Свидетельство РФ на программу для ЭВМ № RU2020610576. – 16.01.2020.
26. Бегишев В.О. Имитационная модель поиска луча в системах связи терагерцового диапазона частот в условиях микромобильности абонентских терминалов / С.А. Дугаева, Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев // Свидетельство РФ на программу для ЭВМ № 2022661122. – 15.06.2022.
27. Бегишев В.О. Модель блокировки прямой видимости в миллиметровом диапазоне частот для приложений БПЛА / Д.А. Родина, Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев // Свидетельство РФ на программу для ЭВМ № 2022661567. – 24.06.2022.
28. Бегишев В.О. Модель блокировки прямой видимости в миллиметровом и терагерцовом диапазонах частот между самолетами и наземной базовой станцией / В.В. Доборщук, Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев // Свидетельство РФ на программу для ЭВМ № 2022661567. – 16.06.2022.
29. Бегишев В.О. Имитационная модель для расчета блокировки прямой видимости в миллиметровом диапазоне частот в промышленных условиях / А.А. Кондратьева, Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев // Свидетельство РФ на программу для ЭВМ № 2022660348. – 09.06.2022.
30. Бегишев В.О. Модель для генерации траекторий микромобильности и расчета основных статистических признаков приложений для систем связи с направленными антеннами / С.А. Дугаева, Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев // Свидетельство РФ на программу для ЭВМ № 2023665735. – 19.07.2023.

На автореферат диссертации поступили положительные, не содержащие критических замечаний, отзывы от:

- **Смелянский Руслан Леонидович**, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, (05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей), член-корреспондент РАН, профессор, заведующий кафедрой автоматизации систем вычислительных комплексов факультета Вычислительной математики кибернетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

В отзыве дана положительная оценка диссертации. В качестве недостатка указано что,

1. В тексте явно не сформулировано, какие показатели качества обслуживания в высокочастотных сетях доступа в миллиметровом диапазоне длин волн и терагерцовом диапазоне частот рассматриваются.
2. Из текста автореферата, не ясно, рассматривался ли, когда имеет место пересечения луча несколькими блокираторами, следующими друг за другом на близком расстоянии. В этом случае будет иметь место серия микроблокировок. Другими словами, какова разрешающая способность предложенного метода.
3. На стр.6 и стр.26 автореферата сказано: «Разработаны методы анализа, которые позволяют повысить вероятность идентификации блокировки до уровня 0,96-0,98 на интервалах 1-3 мс после наступления блокировки.». Однако метод определяет вычислительную сложность, но не время работы. Последнее определяет аппаратура, на которой метод реализован, о характеристиках которой в автореферате ничего не сказано.

- **Крук Евгений Аврамович**, гражданин РФ, доктор технических наук (05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций), научный руководитель Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

В отзыве дана положительная оценка диссертации. В качестве недостатка указано что,

1. Было бы полезно расширить описание ограничений и предположений, использованных в моделях, что позволило бы более точно оценить их применимость в различных условиях.
2. В разделе, посвященном внедрению результатов, можно было бы привести более детальные примеры их практического использования.
3. Не помешало бы дополнить автореферат сравнительным анализом предложенных подходов с существующими решениями для наглядной демонстрации их преимуществ.

- **Пшеничников Анатолий Павлович**, гражданин РФ, кандидат технических наук (05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций), профессор, заслуженный работник связи Российской Федерации, профессор кафедры сетей связи и систем коммутации Ордена Трудового Красного Знамени федерального образовательного учреждения государственного высшего образования бюджетного «Московский технический университет связи и информатики».

В отзыве дана положительная оценка диссертации. В качестве недостатка указано что,

1. Необходимо более подробно раскрыть влияние климатических факторов на показатели связи в THz-диапазоне частот.
2. Раздел, посвящённый применению результатов исследования, может быть расширен примерами внедрения в реальных условиях.

- **Моисеева Светлана Петровна**, гражданин РФ, доктор физико-математических наук (05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), профессор, заведующий кафедрой теории вероятностей и математической статистики Института прикладной математики и компьютерных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

В отзыве дана положительная оценка диссертации. В качестве недостатка указано что,

1. Диссертационная работа выдвигает обоснованные положения о влиянии микромобильности и блокировок на качество связи в сетях 5G/6G. Однако можно указать, что экспериментальные результаты в области статистического анализа микромобильности могли бы быть дополнены исследованием влияния мультисвязности в реальных условиях с высокой плотностью пользователей.
2. В автореферате последовательно изложены ключевые положения диссертационного исследования, однако структура представления результатов могла бы быть более чёткой. В частности, разделы, посвящённые теоретическим разработкам и их практической значимости, не всегда имеют явную связь между собой, что затрудняет восприятие материала.

На диссертацию поступил положительный, не содержащий критических замечаний, отзыв от:

- **Вишневский Владимир Миронович**, гражданство РФ, доктор технических наук (05.12.15 – Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети), профессор, заведующий лабораторией № 69 «Телекоммуникационных систем» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук.

В отзыве дана положительная оценка диссертации. В качестве недостатка указано что,

1. В разделе, посвященном отражениям сигнала, можно было бы более подробно раскрыть влияние климатических факторов, таких как влажность и температура.
2. Было бы полезно представить примеры практического внедрения разработанных моделей в реальных проектах.
3. Сравнительный анализ предложенных методов с существующими аналогами мог бы дополнительно подчеркнуть их преимущества.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов и публикаций, соответствующих теме оппонируемой диссертации.

Обоснованность выбора оппонентов:

Парамонов Александр Иванович является крупным специалистом в области телекоммуникационных технологий. Его научная деятельность сосредоточена на оптимизации трафика в гетерогенных сетях IoT, разработке маршрутизационных схем с использованием БПЛА, а также повышении качества и надежности соединений в сетях 5G и URLLC. Особое внимание в его работах уделяется оценке качества обслуживания в тактильном интернете, дополненной реальности и роботизированных системах.

Основные публикации Парамонова А.И. по тематике диссертационного исследования:

1. Кучерявый А.Е., Окунева Д.В., Парамонов А.И., Хоанг Н.Ф. Методы распределения трафика в гетерогенной сети интернета вещей высокой плотности // Труды учебных заведений связи. 2024. Т. 10. № 2. С. 67-74.
2. Кузнецов К.А., Парамонов А.И., Мутханна А.С.А., Кучерявый А.Е. Модель и методы маршрутизации трафика в сети связи с использованием БПЛА // Труды учебных заведений связи. 2024. Т. 10. № 4. С. 62-72.
3. Ateya A.A., Bushelenkov S., Muthanna A., Paramonov A., Koucheryavy A., Allaoua Chelloug S., Abd El-Latif A.A. Multipath Routing Scheme for Optimum Data Transmission in Dense Internet of Things // Mathematics. 2023. Т. 11. № 19. С. 4168.
4. Alzaghir A., Paramonov A., Koucheryav A. Estimation of Quality of Service in Tactile Internet, Augmented Reality and Internet of Things // Lecture Notes in Computer Science. 2022. Т. 13158 LNCS. С. 35-45.
5. Кашкаров Д.В., Парамонов А.И., Кучерявый А.Е. Метод повышения эффективности URLLC в перспективных сетях связи // Электросвязь. 2022. № 2. С. 32-37.
6. Горбачева Л.С., Парамонов А.И. Модели показателей качества обслуживания для трафика (роботов-манипуляторов) // Информационные технологии и телекоммуникации. 2022. Т. 10. № 3. С. 13-19.
7. Кашкаров Д.В., Парамонов А.И., Кучерявый А.Е. Модель и метод использования множественных связей для реализации сверхнадежных соединений в сети 5G // Электросвязь. 2021. № 8. С. 16-22.

Барабанова Елизавета Александровна является крупным специалистом в области высокочастотных сетей связи и оптических систем. Ее научная деятельность сосредоточена на разработке методов анализа и расчета характеристик телекоммуникационных систем с учетом сложных условий, таких как блокировка сигнала и нестабильность каналов. Особое внимание в исследованиях уделено гибридным системам связи и оптическим антеннам с управляемой диаграммой направленности, что позволяет повышать эффективность и надежность передачи данных.

Основные публикации Барабановой Е.А. по тематике диссертационного исследования:

1. Диане С.А.К., Вытовтов К.А., Барабанова Е.А. Алгоритм анализа мультиспектральных аэрофотоснимков для идентификации загрязнений водоемов с использованием аналитических методов и нейросетевых подходов // Управление большими системами: сборник трудов. 2024. № 108. С. 98-123.
2. Вытовтов К.А., Барабанова Е.А., Иванов М.Г. Оптическая антенна с управляемой диаграммой направленности для применения в каналах атмосферной связи // Радиотехника и электроника. 2023. Т. 68, № 11. С. 1122-1130.
3. Игумнов М.А., Вытовтов К.А., Барабанова Е.А. Оптическая антенна с электрическим управлением диаграммой направленности выходного излучения // В сборнике: Информационные технологии и технические средства управления (ICST-2023). Материалы VII Международной научной конференции. Москва, 2023. С. 104-105.
4. Барабанова Е.А., Вытовтов К.А. Аналитический метод расчета характеристик гибридной системы связи в условиях помех // Физические основы приборостроения. 2021. Т. 10. № 2 (40). С. 49-59.

5. Барабанова Е.А. Схемотехника телекоммуникационных устройств. Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2020. – 96 с.
6. Мальцева Н.С., Резников П.С., Барабанова Е.А., Вытовтов К.А., Сорокин А.А. Техника микропроцессорных систем в телекоммуникациях. Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2020. – 80 с.

Нетес Виктор Александрович является крупным специалистом в области исследования стохастических моделей информационно-телекоммуникационных систем, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Нетеса В.А. по тематике диссертационного исследования:

1. Netes V. Ultra-Reliable Communications: Basic Concepts, Challenges and Open Issues // Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. 2023. Т. 6. № 1. С. 343-348.
2. Netes V. A. A General Approach to Dependability Assessment of Intelligent Transport Systems // 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on-Board Communications. — 2022. — Р. 1–4. <http://dx.doi.org/10.1109/IEEECONF53456.2022.9744372>.
3. Нетес В.А. О показателях надежности и качества в телекоммуникациях // Электросвязь. 2022. № 11. С. 41-45.
4. Netes V. The Interval Reliability, its Usage and Calculation for Information and Communication Systems and Networks // 29th Conference of Open Innovations Association (FRUCT). 2021; Tampere, Finland, 2021, pp. 261–266, ISSN: 2305-7254. <https://doi.org/10.23919/FRUCT52173.2021.9435550>.
5. Нетес В.А. Будущие сети и их стандартизация // Электросвязь. 2021. № 5. С. 18-21.
6. Кудрявцева А.В., Нетес В.А. Анализ методов резервирования в оптических сетях дальнего радиуса действия // Телекоммуникации и информационные технологии. - 2021. -Т.8. -№. 1. -С. 69-74.
7. Netes V. Dependability Measures for Access Networks and Their Evaluation // 2020 26th Conference of Open Innovations Association (FRUCT), Yaroslavl, Russia, 2020, pp. 352-358, doi: 10.23919/FRUCT48808.2020.9087482.

Ляхов Андрей Игоревич является крупным специалистом в области исследования беспроводных сетей и технологий связи нового поколения. В сферу его научных интересов входит разработка и анализ методов улучшения производительности сетей стандарта Wi-Fi 6 и 5G NR-U, включая многоканальный доступ, разрешение коллизий и совместное использование частотного спектра, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Ляхова А.И. по тематике диссертационного исследования:

1. Karamyshev A., Liubogoshchev, M., Lyakhov A., Khorov E. Enabling Industrial Internet of Things With Wi-Fi 6: An Automated Factory Case Study //IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2024. – Т. 20. – №. 11. – С. 13090-13100, doi: 10.1109/TII.2024.3431086.
2. Loginov V. A., Troegubov A. Y., Lyakhov A. I., Khorov E. M. Study of the multichannel access method in coexistence scenarios of two New Radio Unlicensed operators //Journal of Communications Technology and Electronics. – 2022. – Т. 67. – №. 12. – С. 1521-1530, doi.org/10.1134/S1064226922120142.

3. Zhdanovskiy V. D., Loginov V. A., Lyakhov A. I. A study on the impact of out-of-band emissions on performance of 5G new radio-unlicensed (NR-U) networks //Journal of Communications Technology and Electronics. – 2021. – Т. 66. – №. 6. – С. 784-795.
4. Chemrov, K., Bankov, D., Khorov, E., Lyakhov, A. Support of Real-Time Applications in Wi-Fi 8 with Multi-Ap Coordinated Parameterized Spatial Reuse //2023 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom). – IEEE, 2023. – С. 226-231.
5. Troegubov, A. Y., Loginov, V. A., Lyakhov, A. I., Khorov, E. M. Study of the Collision Resolution Method in New Radio Unlicensed Networks with Multichannel Access of Type A //Journal of Communications Technology and Electronics. – 2022. – Т. 67. – №. Suppl 2. – С. S248-S254.
6. Loginov, V., Khorov, E., Lyakhov, A., & Akyildiz, I. F. CR-LBT: Listen-before-talk with collision resolution for 5G NR-U networks //IEEE Transactions on Mobile Computing. – 2021. – Т. 21. – №. 9. – С. 3138-3149.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

в своем диссертационном исследовании Бегишев Вячеслав Олегович разработал методы анализа и расчета показателей качества высокочастотных сетей в условиях эффектов блокировки сигнала и микромобильности. Проведены натурные эксперименты по анализу блокировки луча прямой видимости в помещениях, учтено влияние различных строительных материалов и разработал методы повышения вероятности идентификации блокировки сигнала в терагерцевом диапазоне частот. Предложены модели для оценки вероятности блокировки в сценариях применения летательных аппаратов и подвижных блокирующих роботизированных устройств. Представлена методология статистического анализа эффекта микромобильности и идентификации приложений на оконечных устройствах с помощью машинного обучения. Разработаны модели для оценки времени, проводимого колесным устройством в состоянии устойчивой связи в городском развертывании систем 5G NR миллиметрового диапазона длин волн с учетом мультисвязности.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложены методы анализа 3D-модели для оценки вероятности блокировки в промышленных сценариях развертывания сетей 5G NR с использованием подвижных блокирующих роботизированных устройств. Указанные модели разработаны посредством совместного применения методов фотограмметрии и стохастической геометрии. Кроме того, впервые предложена методология анализа модели микромобильности для сетей связи 5G/6G, что позволяет определить интервал времени между запусками поиска луча на БС в реальном времени. Достоверность результатов подтверждена измерениями на оборудовании THz-диапазона

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

исследованы характеристики блокировки сигнала связи на частотах 120–180 ГГц, а также предложены модели распространения для этих частот. Разработанные модели являются

универсальным инструментом для планирования и оценки эффективности сетей 5G/6G в высокочастотном диапазоне. Также созданы модели оценки вероятности блокировки в высокочастотных сетях связи в сценариях применения летательных аппаратов, которые учитывают геометрию зданий городской застройки и свойства типов атмосферных облаков. Это важный шаг в обеспечении связности в воздушных пространствах и расширении возможностей применения беспроводной связи в авиации. Кроме того, в пятой главе разработаны модели для совместного развертывания сетей в миллиметровом (1–10 мм) и микроволновом (1 мм–1 м) диапазонах длин волн для потокового трафика. Предложенные модели имеют важное практическое значение, поскольку могут стать основой для расчета оптимального использования спектральных ресурсов и улучшения качества обслуживания в различных условиях работы сети. Разработанные модели и методы могут применяться в различных предметных областях, таких как планирование и оптимизация сетей связи в условиях плотной городской застройки, в промышленности и в авиации.

В частности, описанные модели и методы моделирования полезны в качестве методического материала при изучении дисциплин «Моделирование беспроводных сетей», «Построение и анализ беспроводных сетей 5G/6G», «Показатели эффективности беспроводных сетей 5G/6G».

Оценка достоверности результатов исследования выявила: достоверность полученных результатов подтверждается комплексным подходом, основанным на применении комбинации методов математического и имитационного моделирования. Научные результаты опубликованы в ведущих российских и зарубежных научных журналах, а также апробированы в докладах на российских и международных конференциях, таких как IEEE Globecom, Abu Dhabi, UAE, 2019; ACM MobiCom (Conference on Mobile Computing and Networking), New Orleans, USA, 2021; DCCN (International Conference on Distributed Computer and Communication Networks), Moscow, Russia, 2020-2023 гг.; International Conference on Modern Network Technologies (MoNeTec), Moscow, Russia, 2022 г.; NEW2AN (International Conference on Next Generation Wired/Wireless Advanced Networks and Systems), Dubai, UAE, 2023 г., а также на семинарах Института компьютерных наук и телекоммуникаций РУДН им. П. Лумумбы и Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методов анализа и расчета показателей качества высокочастотных сетей в условиях эффектов блокировки сигнала и микромобильности. Автор самостоятельно достиг научных результатов, представленных в диссертации, активно участвовал в проведении имитационного моделирования и натурных экспериментов.

Диссертация Бегишева Вячеслава Олеговича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится **решение актуальной научной проблемы** обеспечения показателей качества в высокочастотных сетях, включая транспортные системы и промышленные объекты, в условиях эффектов блокировки сигнала и микромобильности.

Заключение диссертационного совета подготовлено доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры теории вероятностей и кибербезопасности РУДН Ю.В. Гайдамака, доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры математического моделирования и искусственного интеллекта Института компьютерных наук и телекоммуникаций РУДН Л.А. Севастьяновым и доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры теории вероятностей и кибербезопасности РУДН Д. С. Кулябовым.

На заседании 04 апреля 2025 г. разовый диссертационный совет принял решение присудить Бегишеву Вячеславу Олеговичу учёную степень доктора технических наук.

При проведении голосования разовый диссертационный совет в количестве 5 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за — 5, против — 0, недействительных голосов — 0.

Председательствующий на заседании:

председатель диссертационного совета РДС 2022.002, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теории вероятностей и кибербезопасности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»

Кулябов Д. С.



Члены разового диссертационного совета

д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры математического моделирования и искусственного интеллекта Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»

Севастьянов Л. А.

д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры теории вероятностей и кибербезопасности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»

Гайдамака Ю. В.

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой сетей связи и передачи данных Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»

Кучерявый А. Е.

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Сети связи и системы коммутации» Ордена Трудового Красного Знамени Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики»

Степанов С. Н.