

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 17 декабря 2025 г. № 21

О присуждении Рыбакову Алексею Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование и разработка конфигурации эквалайзера с варьируемой длиной преамбулы для систем дальнемагистральной связи декаметрового диапазона» по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения принята к защите 8 октября 2025 года, протокол № 17 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 Рыбаков Алексей Игоревич, 23 июля 1992 года рождения, занимает должность руководителя проектов в обществе с ограниченной ответственностью «Телеком Интеграция», г. Москва.

В 2014 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» с присуждением квалификации «инженер» по специальности «Средства связи с подвижными объектами».

В 2018 году окончил освоение программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича».

Диссертация выполнена на кафедре беспроводных технологий и систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, Фокин Григорий Алексеевич, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», кафедра беспроводных технологий и систем, заведующий кафедрой.

Оппоненты: 1. Никульский Игорь Евгеньевич, доктор технических наук, с.н.с., основное место работы: Публичное акционерное общество «Центральное научно-производственное объединение «Ленинец», главный специалист отдела 133, зам. главного конструктора; 2. Рашич Андрей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент, основное место работы: Институт электроники и телекоммуникаций Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Высшая школа прикладной физики и космических технологий, доцент, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный исследовательский центр телекоммуникаций имени М.И. Кривошечева», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Иванкович Марией Владимировной, кандидатом технических наук, заместителем директора центра исследования беспроводных технологий связи, утвержденном Алексеем Алексеевичем Захаровым, кандидатом технических наук, доцентом, заместителем генерального директора ФГАУ «НИЦ Телеком» по науке, указала, что представленная диссертация является законченной научно-квалификационной

работой, в которой содержится решение задачи разработки, программной реализации и экспериментальной апробации конфигурационных файлов настройки эквалайзера с варьируемой длиной преамбулы для сеанса связи с заданным отношением сигнал/шум. Основные результаты диссертационной работы «Исследование и разработка конфигурации эквалайзера с варьируемой длиной преамбулы для систем дальнемагистральной связи декаметрового диапазона» достаточно полно изложены в публикациях российских и зарубежных изданий. Диссертационная работа соответствует пунктам 1, 2, 3, 13 паспорта специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения. Автор диссертации Рыбаков Алексей Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Соискатель имеет 42 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 32, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 7, в том числе 6 в изданиях, соответствующих искомой специальности, а также: 3 работы в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования; 23 статьи в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций. Из них 16 работ опубликованы соискателем без соавторства. Общий объем авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности) составляет 14,31 печ.л. из общего количества 16,38 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. Рыбаков А.И. Разработка и исследование конфигурации эквалайзера для повышения помехоустойчивости в декаметровых радиополосах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2025. – №4. – С. 212-227.

2. Рыбаков А.И. Постановка задачи повышения помехоустойчивости систем дальнемагистральной связи декаметрового диапазона / Рыбаков А.И., Фокин Г.А. // Труды учебных заведений связи. – 2025. – Т. 11. – № 2. – С. 56-66.

3. Рыбаков А.И. Рекомендации по повышению эффективности канала дальней КВ-радиосвязи на радиотрассу Санкт-Петербург – Иркутск / Рыбаков А.И. // Экономика и качество систем связи. – 2024. – № 4(34). – С. 81-92.

4. Рыбаков А.И. Адаптация информационно-технических характеристик к постоянно изменяющимся параметрам ионосферного распространения / Кротов Р.Е., Кокин С.А., Рыбаков А.И. // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2020. – №2(212). – С. 209-218.

5. Рыбаков А.И. Выбор и использование программной архитектуры действующего протокола передачи данных программно-конфигурируемого радиоканала / Рыбаков А.И., Воробьев О.В. // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. – 2019. – Т. 22. – №4. – С. 18-30.

6. Рыбаков А.И. Методика расчета уровня сигнала КВ-передатчика в точке приёма / Кротов Р.Е., Рыбаков А.И. // Информатизация и связь. – 2019. – №2. – С. 97-102.

Работы в трудах, индексируемых в МБЦ:

7. Rybakov, A. Improving the efficiency of adaptive operation of the decameter communication line / Rybakov A., Fokin G. // 2025 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on-Board Communications, Moscow. – 2025. – pp. 1-5.

8. Rybakov, A. Development of the mobile information system with the use of meteoral communication channels / Rybakov A.I. // В сборнике: 2018 Systems of Signal Synchronization Generating and Processing in Telecommunications. SYNCHROINFO 2018. – Minsk., 2018. – pp. 546-549 (Scopus).

9. Rybakov, A. Technology for creation and use predictional status forecasting systems on ships with multi-criteria information processing algorithms / Kachnov A.V., Rybakov A.I. // В сборнике: 2018 Systems of Signal Synchronization Generating and Processing in Telecommunications. SYNCHROINFO 2018. – Minsk., 2018. – pp. 309-314.

Научные статьи, опубликованные в других изданиях и материалах конференций:

10. Рыбаков А.И. Постановка задачи повышения помехоустойчивости современных систем декаметровой радиосвязи / Рыбаков А.И. // В сборнике: Научно-

технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников и аспирантов НТК ППС. Сборник научных трудов 65-ой Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. – 2025. – С. 348-353.

11. Рыбаков А.И. Увеличение помехоустойчивости декаметрового радиоканала в системах дальнемагистральной радиосвязи/ Рыбаков А.И. // В сборнике: Сборник научных трудов 80-ой Научно-технической конференции СПб НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященной Дню радио 2025. – 2025. – С.164-167.

12. Рыбаков А.И. Повышение эффективности адаптивной работы декаметровой линии связи / Рыбаков А.И. // В сборнике лучших докладов конференции: Подготовка профессиональных кадров в магистратуре в эпоху цифровой трансформации (ПКМ-2024). Сборник лучших докладов V Всероссийской научно-технической и научно-методической конференции магистрантов и их руководителей. В 2-х томах. Санкт-Петербург, 2025. – С. 96-102.

13. Рыбаков А.И. Рекомендации по повышению помехоустойчивости канала дальней КВ радиосвязи СПб – Иркутск / Коротин В.Е., Кротов Р.Е., Рыбаков А.И. // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2024). Материалы XIII Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. Санкт-Петербург, 2024. – С. 281-285.

14. Рыбаков А.И. Моделирование итеративного эквалайзера с двунаправленной структурой / Кротов Р.Е., Рыбаков А.И. // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО-2023). Сборник научных трудов XII Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. – 2023. – С. 366-371.

15. Рыбаков А.И. Помехоустойчивая сигнально-кодовая конструкция на базе частотной манипуляции в ионосферном канале радиосвязи / Рыбаков А.И. // Экономика и качество систем связи. – 2023. – №1(27) – С. 29-34.

16. Рыбаков А.И. Периодическая последовательность с идеальными автокорреляционными свойствами / Коротин В.Е., Кротов Р.Е., Рыбаков А.И. //

Сборник материалов и тезисов международной конференции: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. – 2022. – С. 14-17.

17. Рыбаков А.И. Исследование и анализ основных качественных характеристик модели радиоканала с вариативной преамбулой / Кротов Р.Е., Рыбаков А.И. // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО-2022). Сборник научных трудов XI Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. – 2022. – С. 245-249.

18. Рыбаков А.И. Выбор наилучшего парциального канала дальней КВ радиосвязи / Кротов Р.Е., Кокин С.А., Рыбаков А.И. // Экономика и качество систем связи. – 2020. – №2(16). – С. 72-78.

19. Рыбаков А.И. Формирование мобильной системы информационного обеспечения с использованием программно-конфигурируемого радиоканала для распространения циркулярных данных и ретрансляции данных между абонентами / Рыбаков А.И., Воробьев О.В. // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО-2019). Сборник научных трудов VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. – 2019. – С. 89-94.

20. Рыбаков А.И. Моделирование основных характеристик и параметров функциональных блоков и системы в целом при выборе оптимальных частотных каналов связи / Рыбаков А.И. // Экономика и качество систем связи. – 2019. – №1(1). – С. 13-18.

21. Рыбаков А.И. Алгоритм декодирования действующего протокола передачи данных программно-конфигурируемого радиоканала // Экономика и качество систем связи. – 2019. – №3(13). – С. 46-50.

22. Рыбаков А.И. Вариант реализации действующего протокола передачи данных для программно-конфигурируемого радиоканала // В сборнике: Технологии информационного общества. Материалы XII Международной отраслевой научно-технической конференции – 2018. – С. 195-197.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официальных оппонентов И.Е. Никульского, д.т.н., с.н.с., главного конструктора, главного специалиста отдела 133 ПАО «ЦНПО «Ленинец»; А.В. Рашича, к.т.н., доц., доцента Высшей школы прикладной физики и космических технологий Института электроники и телекоммуникаций СПбПУ; ведущей организации Федерального государственного автономного учреждения «Национальный исследовательский центр телекоммуникаций имени М.И. Кривошеева»; Тихвинского В.О., д.э.н., к.т.н., проф., профессора кафедры экономики и организации производства МГТУ им. Н.Э. Баумана, Маркелова О.А., к.т.н., доц., заведующего кафедрой радиотехнических систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Гельгора А.Л., к.т.н., доц., директора Высшей школы прикладной физики и космических технологий. Института электроники и телекоммуникаций СПбПУ, Черемухина А.А., к.т.н., с.н.с., заместителя главного конструктора НТЦ систем телекоммуникаций и управления АО НПП «АМЭ», Дукельского К.В., д.т.н., доц., научного руководителя АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова», Григорьева В.А., д.т.н., проф., генерального директора ООО «Лаборатория инфокоммуникационных сетей», Севидова В.В., к.т.н., доц., старший преподавателя 44 кафедры Военной академии связи, Степанца В.А., к.т.н., с.н.с., генерального директора ООО «ИнфоТел», Александрова В.А., д.т.н., с.н.с., начальника НИЛ АО «Концерн «Океанприбор», Лернера И.М., д.т.н., профессора кафедры нанотехнологий в электронике ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ».

Все отзывы положительные, но имеются следующие замечания. Сформулированная автором цель и поставленные задачи для исследования шире, чем заявленная тема диссертации. Повышение помехоустойчивости может быть достигнуто и другими способами, которым автор уделил недостаточно внимания. Вводная часть, содержащая обоснование актуальности темы, излишне развёрнута и при этом не включает ясные определения и формулировки понятий, что затрудняет понимание условий решения поставленных задач и требований к результатам. Например, на многие ключевые вопросы можно получить ответ только после изучения основного текста работы. На С.17 работы приводится утверждение о том,

что в ситуациях возникновения коррелированных пакетных ошибок, воздействующих как на прямой, так и на обратный каналы, система с ИОС проявляет более высокую степень устойчивости к искажениям и помехам, однако при этом не упоминается, что система с ретрансляционной обратной связью не исправляет зеркальные ошибки, возникающие в каналах. В тексте диссертации встречаются стилистические и терминологические шероховатости, на С.5, С.17, С.19 и других. Выводы и рекомендации по практическому использованию полученных результатов и разработанного программного обеспечения достаточно фрагментарны и требуют уточнения для существующих и проектируемых программно-аппаратных комплексов. Материалы второй главы, посвященные разработке математической модели радиоканала декаметрового диапазона, не в полной мере учитывают некоторые физические явления, которые могут проявляться в разные времена года и время суток. Эксперименты, проведенные автором, ограничены определенными условиями и территориями, что в целом, снижает возможность обобщения их результатов на другие территории. В главе 2, посвященной разработке математической модели радиоканала декаметрового диапазона, некоторые аспекты ионосферных процессов в полной мере учтены не были, включая солнечную активность и сезонные изменения в ионосфере. Соотношение длины преамбулы и помехоустойчивости, описанное в главе 4, можно считать обоснованным для заданных условий, что в целом, снижает возможность обобщения результатов на другие сценарии. Следует отметить недостаточно подробный анализ влияния различных параметров связи на эффективность работы эквалайзера. В автореферате осталась неясной информация о том, какой блок экспериментального оборудования содержал эквалайзер; также не до конца понятна схема используемой обратной связи. Сопоставительный анализ энергоэффективности и помехоустойчивости прототипов исследуемых систем в главе 1, судя по автореферату, раскрыт не в полной мере. В автореферате не представлены графики или таблицы, иллюстрирующие полученные результаты и сравнительный анализ работы эквалайзера в различных условиях или ссылка на таковые в диссертационной работе. В автореферате отсутствует

информация о возможных влияниях внешних факторов, таких как атмосферные условия и электромагнитные помехи, на производительность предложенной конфигурации эквалайзера. Дополнительно, в автореферате не представлены разъяснения по поводу стандартов и протоколов тестирования, которые были использованы в ходе эксперимента. В автореферате излишне подробно представлен аналитический вывод параметров модели, что, возможно, привело к увеличению общего объема автореферата. Цветовая легенда на графике изменения уровней мощностей на приемной стороне для радиотрассы Санкт-Петербург – Иркутск, представленном на рис. 2, не позволяет в полной мере оценить точность прогноза в математической модели. Из автореферата осталось неясным, будут ли справедливы полученные результаты для формата пакета, отличного от представленного на рис. 6. Из рис. 13 осталось неясным, с какими параметрами антенно-фидерного устройства был проведен эксперимент. Предлагаемое в работе изменение соотношения информационной части и преамбулы является одним из способов поддержания связи. При этом в автореферате не упоминается другие доступные способы и не производится сравнение с ними. В автореферате не уделено достаточного внимания оптимизации параметров модуляции QPSK и её влияния на достоверность приёма сигнала. К числу практических результатов данной работы автор относит повышение точности расчета напряженности поля в точке приема, основанное на заданном для конкретного сеанса связи отношении сигнал/шум в ДКМ радиолинии. Однако, в автореферате отсутствует количественная оценка точности расчетной модели или её экспериментальное подтверждение в сравнении с упоминаемой в исследовании Voасар. Вводная часть не содержит четких определений и формулировок, что затрудняет понимание условий проводимого эксперимента и требований к результатам. Результаты, приведенные в таблице 3, не сопровождаются глубоким анализом и интерпретацией в тексте, что затрудняет понимание их значимости и влияния на общие выводы по результатам выбора длины преамбулы. В главе 3 указано, что увеличение значения Feedback Taps приводит к ухудшению качества сигнала, но не обсуждаются оптимальные значения или альтернативные подходы для

их настройки. В таблице 2 автореферата указаны уровни мощности 5 и 10 Вт, а расстояние, на котором проводился эксперимент, составляет 4450 км; осталось неясным, посредством каких антенно-фидерных устройств удалось достигнуть такой дальности. Из графиков спектров переданного и принятого сигналов на рисунке 14 достаточно сложно сделать выводы о потерях на трассе распространения радиоволн, а также их идентификации. Использование терминов Forward Taps и Feedback Taps перед таблицей 3 хотя и понятно из контекста, вряд ли можно считать удачным. В автореферате отсутствуют детализированные данные о методах калибровки экспериментального оборудования, что затрудняет оценку точности полученных результатов и может вызвать вопросы о воспроизводимости эксперимента на других протяженных радиотрассах. В автореферате отсутствуют сведения о влиянии внешних факторов, таких как климатические условия или помехи, на работу установленной системы, что ограничивает полноту анализа ее помехоустойчивости и надежности в реальных условиях эксплуатации. В автореферате не приведены сравнительные данные об эффективности различных сигнально-кодовых конструкций, что ограничивает возможность анализа и выбора наиболее оптимальной схемы для конкретных условий применения. Из автореферата осталось неясным, на моделировании какого из трех различных каналов распространения (канала с аддитивным белым гауссовым шумом (AWGN) или двух стандартов МСЭ, соответствующих среднеширотным и высокоширотным умеренным условиям) основана измеренная вероятность ошибки? По главе 4 осталось неясным, осуществлялась ли передача структурированной информации при проведении этих измерений, возможно ли было оценить чувствительность системы при различных условиях распространения сигнала? Результаты расчетов в главе 2, судя по автореферату, недостаточно раскрывают учет энергетических характеристик радиолиний, включая диаграммы направленности антенн, уровень необходимой мощности в динамически изменяющейся декаметровой радиолинии. В тексте не представлена информация о том, как результаты работы предложенной системы соотносятся с аналогичными системами, что ограничивает понимание преимуществ.

В автореферате остается неясным, будут ли результаты, полученные в ходе исследования, применимы к другим форматам пакетов, отличным от того, который представлен на рис. 6. В описании не уделяется достаточного внимания влиянию параметров Forward Taps на компенсацию фазовых искажений, что может ограничивать понимание их роли в улучшении качества сигнала. Использование не общеупотребительных аббревиатур, таких как ДКМ, КВ и т.д. В ряде случаев используется сокращение физических единиц не в соответствии с СИ, например «сек» вместо «с». Не совсем понятно какой тип эквалайзера использует соискатель в главе 3, поскольку речь идёт о линейном эквалайзере, а настройка коэффициентов осуществляется рекурсивным алгоритмом наименьших квадратов с обратной связью по решению. Из автореферата неясно при каких параметрах ионосферного канала была получена зависимость, представленная на рис. 9, а также на основании каких условий была выбрана скорость в 9,6 кбит/с, поскольку для этой скорости передачи используется QAM-64 в широко распространённом стандарте MIL-DOT-188-110D.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью среди научных специалистов в соответствующей области науки. Определяющие критерии включают наличие научных публикаций по тематике диссертационной работы, а также способность к квалифицированной оценке актуальности, теоретической значимости и практической ценности представляемой диссертации. Доктор технических наук, старший научный сотрудник Игорь Евгеньевич Никульский – один из ведущих ученых в области вопросов построения аналого-цифровых приемопередатчиков и цифровых систем передачи информации по нестационарным каналам связи (КВ, УКВ диапазона), которые включают разработку программно-аппаратных средств, алгоритмов функционирования радиотехнических систем, а также исследование помехоустойчивости и повышение энергетической эффективности радиопередающих устройств КВ-диапазона. Доцент Высшей школы прикладной физики и космических технологий, кандидат технических наук Андрей Валерьевич Рашич известен своими публикациями в области исследования помехоустойчивости приема кодированных сигналов с многопозиционными

методами модуляции в каналах с частотно-селективными замираниями, а также проведенными экспериментальными исследованиями пространственной и временной когерентности коротковолновых сигналов ионосферной связи. Ведущая организация – Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный исследовательский центр телекоммуникаций имени М.И. Кривошечева», известна крупными научными достижениями в направлениях, связанных с разработкой современных устройств передачи, приема и обработки радиосигналов в наземных и спутниковых системах связи, включая радиолинии КВ-диапазона. Отзыв подготовлен заместителем директора центра исследования перспективных беспроводных технологий связи, кандидатом технических наук Иванкович Марией Владимировной и утвержден заместителем генерального директора ФГАУ «НИЦ Телеком» по науке, кандидатом технических наук, доцентом, Алексеем Алексеевичем Захаровым.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработаны комплексная модель радиотрассы системы дальнемагистральной связи декаметрового диапазона, которая учитывает множество параметров, включая отношение сигнал/шум, пересчитанные критические частоты по прогнозам концентрации электронов из радиопрогнозов IRI, а также доплеровский сдвиг для каждого слоя ионосферы; конфигурационные файлы настройки эквалайзера, которые позволяют учитывать соотношение размера информационного сообщения к размеру преамбулы для заданной помехоустойчивости;

предложены оригинальная расчетная модель радиотрассы системы дальнемагистральной связи декаметрового диапазона, которая, в отличие от известных моделей, учитывает комплекс параметров, включающий задаваемое для данного сеанса связи отношение сигнал/шум в декаметровой радиолинии, пересчитанные значения критических частот по прогнозам концентрации электронов, полученных из радиопрогнозов IRI (International Reference Ionosphere), а также доплеровский сдвиг для каждого слоя ионосферы; конфигурационные файлы настройки эквалайзера, которые позволяют учитывать соотношение размера

информационного сообщения к размеру преамбулы для заданной в сеансе связи помехоустойчивости;

доказаны возможность работы при отношении сигнал-шум от 14 дБ с вероятностью ошибки не более 10^{-3} без предварительного зондирования ионосферы на примере экспериментальной апробации приемного эквалайзера с варьируемой длиной преамбулы на радиолинии Санкт-Петербург – Иркутск; повышение точности прогноза напряженности поля в точке приема по сравнению с известным программным обеспечением Voасар; повышение помехоустойчивости системы дальнемагистральной связи декаметрового диапазона на 4 дБ при использовании конфигурация эквалайзера с варьируемой длиной преамбулы по сравнению со случаем без использования настройки с максимальной длиной преамбулы;

введено научное обоснование варьирования длины преамбулы как средства настройки эквалайзера в заданном сценарии помехоустойчивости для систем дальнемагистральной связи в декаметровом диапазоне.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказана работоспособность метода варьирования длины преамбулы при настройке эквалайзера для достижения цели повышения помехоустойчивости систем дальнемагистральной связи в декаметровом диапазоне;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы известные расчетные модели радиотрасс систем дальнемагистральной связи декаметрового диапазона, на основе которых разработана оригинальная расчетная модель радиотрассы, учитывающие комплекс параметров, включающий и критическую частоту и доплеровский сдвиг для каждого слоя ионосферы;

изложены идеи, аргументы и доказательства конфигурации эквалайзера с варьируемой длиной преамбулы для повышения помехоустойчивости систем дальнемагистральной связи в декаметровом диапазоне в заранее спрогнозированном комплексной расчётной моделью сеансе связи без использования предварительного зондирования ионосферы;

раскрыты приемы управления длиной преамбулы, включающие варьирование соотношения размера информационного сообщения к размеру преамбулы, которые позволяют повысить помехоустойчивости систем дальнемагистральной связи в декаметровом диапазоне;

изучены известные модели декаметровых радиолиний Д. Ватерсона и А.Н. Казанцева, из которых выявлены пути повышения точности прогноза за счет комплекса параметров, включающего задаваемое для данного сеанса связи отношение сигнал/шум в декаметровой радиолинии, пересчитанные значения критических частот по прогнозам концентрации электронов, полученных из радиопрогнозов IRI (International Reference Ionosphere), а также доплеровский сдвиг для каждого слоя ионосферы.

проведена модернизация существующей имитационной модели радиотрассы систем дальнемагистральной связи декаметрового диапазона, учитывающая прием варьирования длины преамбулы, как средства настройки эквалайзера в заданном сценарии помехоустойчивости.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработанные результаты диссертационного исследования, включающие расчетную модель радиотрассы системы дальнемагистральной связи ДКМ диапазона, конфигурацию эквалайзера файлами настройки с варьируемой длиной преамбулы и экспериментальную апробацию радиолинии дальнемагистральной связи ДКМ диапазона и приемного эквалайзера **внедрены** в комплексную систему информационного обеспечения безопасности судоходства Северного морского пути с использованием каналов метеорной связи (СЧ ОКР «Болид») на предприятии АО Научно-производственное предприятие «Авиационная и Морская Электроника» и в учебный процесс в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича по направлению 11.05.04 – «Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи», профиль «Системы радиосвязи специального назначения» при изучении дисциплины «Радиоприемные устройства»;

определены пути реализации приемного эквалайзера с конфигурационными файлами настройки и варьируемой длиной преамбулы в заданном сценарии помехоустойчивости для сеансов связи дальнемагистральных систем декаметрового диапазона;

создана расчетная модель радиотрассы и конфигурация эквалайзера файлами настройки с варьируемой длиной преамбулы для системы дальнемагистральной связи ДКМ диапазона, которая учитывает комплекс параметров, включающий задаваемое для данного сеанса связи отношение сигнал/шум в радиолинии, пересчитанные значения критических частот и доплеровский сдвиг для каждого слоя ионосферы;

представлены научно-обоснованные рекомендации для совершенствования протоколов связи современных и перспективных систем дальнемагистральной связи ДКМ диапазона; выработаны рекомендации по использованию результатов исследования в учебном процессе в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича по направлению 11.05.04 – «Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи», профиль «Системы радиосвязи специального назначения» при изучении дисциплины «Радиоприемные устройства».

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для **экспериментальных работ** результаты, полученные в ходе экспериментальной апробации, согласуются с результатами прогноза, полученного с помощью расчетных и имитационных моделей;

теория построена на известных моделях распространения радиоволн декаметрового диапазона и принципах построения и конфигурации приемных эквалайзеров дальнемагистральных систем декаметрового диапазона;

идея варьирования длины преамбулы для повышения помехоустойчивости в заданном сеансе связи **базируется** на настройке конфигурации приемного эквалайзера в заданном сценарии функционирования декаметровой радиолинии на основе предварительного прогноза бюджета по предложенной расчетной модели;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике, в том числе для предельных случаев;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы современные подходы имитационного моделирования частотно-селективных каналов дальнемагистральных систем декаметрового диапазона на основе существующих библиотек среды моделирования Matlab/Simulink.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном проведении теоретического и практического исследования, в разработанной расчетной модели, обосновании конфигурационных файлов настройки эквалайзера и экспериментально подтвержденных рекомендаций по совершенствованию протоколов связи современных и перспективных систем дальнемагистральной связи ДКМ диапазона.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание о том, что проведенное практическое исследование не учитывает сравнение полученных оценок повышения помехоустойчивости с потенциальными оценками на основе классических критериев статистического синтеза радиотехнических систем.

Соискатель Рыбаков А.И. в ходе заседания ответил на задаваемые ему вопросы, согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Исследование и разработка конфигурации эквалайзера с варьируемой длиной преамбулы для систем дальнемагистральной связи декаметрового диапазона» 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, 13 паспорта научной специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

На заседании 17 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Рыбакову А.И. ученую степень кандидата технических наук за решение комплексной научной задачи разработки, реализации и экспериментальной

апробации приемного эквалайзера с конфигурационными файлами настройки и варьируемой длиной преамбулы в заданном сценарии помехоустойчивости для сеансов связи продолжительностью несколько часов.

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 – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председательствующий диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



Парамонов Александр Иванович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент



Владыко Андрей Геннадьевич

17 декабря 2025 года

