

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.002.01
НА БАЗЕ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И
ИНФОРМАТИКИ» (подведомственного Министерству цифрового
развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N _____

Решение диссертационного совета от 12.02.2026 г. N 145 о присуждении гражданину Шорину Василию Олеговичу ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка адаптивных алгоритмов управления информационным обменом для системы широкополосного радиодоступа технологии МАКВИЛ» по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» принята к защите «03» декабря 2025г., протокол №139 диссертационным советом 55.2.002.01 на базе ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (далее МТУСИ), Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8а, Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 244/нк от 03 марта 2016 г., изменения в составе утверждены Приказами Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 37/нк от 30.01.2019, № 599/нк от 15.10.2020, №804/нк от 16.12.2020 г., № 331/нк от 12.04.2021г., № 679/нк от 24.06.2022г., № 1215/нк от 12.10.2022г., № 29/нк от 20.01.2025 г., №433/нк от 26.05.2025 г., №910/нк от 25.09.2025, №36/нк от 26.01.2026

Соискатель Шорин Василий Олегович «14» июня 1998 года рождения, в 2025 году окончил аспирантуру МТУСИ по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи». Кандидатские экзамены сданы в 2022-2025 гг. (имеется справка о сдаче экзаменов). Работает ведущим инженером в АО «ЛеоТелеком».

Диссертация выполнена на кафедре «Радиотехнические системы» МТУСИ.

Научный руководитель – Лобов Евгений Михайлович, доктор технических наук, доцент, заведующий лабораторией НИЛ-4803 МТУСИ.

Официальные оппоненты:

1. Портной Сергей Львович – доктор технических наук, профессор, профессор департамента электронной инженерии московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова (МИЭМ) ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

2. Мазепа Роман Богданович – кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры 402 «Радиосистемы и комплексы управления, передачи информации и информационная безопасность» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ).

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный исследовательский центр телекоммуникаций имени М.И. Кривошеева» (далее ФГАУ НИЦ Телеком), г. Москва в своем положительном заключении, подписанном Иванкович Марией Владимировной кандидатом технических наук, заместителем директора ЦИПБТС, указала, что результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию организациям, занимающимся разработкой абонентских терминалов и развертыванием систем широкополосной радиосвязи.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 14 работ, из них 4 - работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК, 2 работы, индексируемые в международной базе SCOPUS, 2 патента на изобретение и 6 публикаций в других индексируемых научных журналах и изданиях.

Основные публикации:

1. Лобов, Е. М. Качество алгоритмов оценки параметров сигнала в системе МАКВИЛ / Е. М. Лобов, В. О. Шорин // Экономика и качество систем связи. – 2024. – № 3(33). – С. 62-78. – EDN IKIEMO. (личный вклад автора – 90%)

2. Шорин, О. А. Улучшенные сигнальные структуры FBMC (5G) для систем критических коммуникаций: повышение помехоустойчивости в условиях многолучевого распространения / О. А. Шорин, Г. О. Бокк, В. О. Шорин // Экономика и качество систем связи. – 2022. – № 3(25). – С. 22-37. – EDN PKWOVM. (личный вклад автора – 70%)

3. Лохвицкий, М. С. Мобильный ретранслятор с функцией определения местоположения / М. С. Лохвицкий, В. О. Шорин // Экономика и качество систем связи. – 2021. – № 2(20). – С. 52-56. – EDN CPILDL. (личный вклад автора – 80%)

4. Шорин, В. О. Режим хэндовера для сети связи МАКВИЛ в г. Москве / В. О. Шорин // Экономика и качество систем связи. – 2021. – № 4(22). – С. 3-10. – EDN ICKCHJ. (личный вклад автора – 100%)

5. Шорин, В. О. Адаптивная настройка широкополосного радиоканала по RS-врезкам в OFDM сигналах / В. О. Шорин // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. – 2025. – Т. 16, № 3. – С. 40-45. – EDN MOUXNN. (личный вклад автора – 100%)

6. Shorin, O. A. Application of Lagrange Variational Principle to Accurate Solution of Statistical Kalman Filtration Problem in Generalized Conditions / O. A. Shorin, V. O. Shorin, G. O. Bokk // 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2022

- Conference Proceedings, Moscow, 15–17 марта 2022 года. – Moscow, 2022. – DOI 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744095. – EDN NZARLD. (личный вклад автора – 70%)

7. Шорин, О. А. Сигналы FBMC (5G) с повышенной помехозащищенностью / О. А. Шорин, Г. О. Бокк, В. О. Шорин // Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом : сборник материалов (тезисов) I международной конференции, Москва, 26–27 октября 2022 года. – Москва: Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий, 2022. – С. 4-7. – EDN MVMQEU. (личный вклад автора – 75%)

8. Лохвицкий, М. С. Мобильный ретранслятор для сетей мобильной связи / М. С. Лохвицкий, В. О. Шорин // Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом: Сборник материалов (тезисов) 47-й Международной конференции, Москва, 05–07 апреля 2021 года. – Москва: ЗАО "Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий", 2021. – С. 11-12. – EDN DLFEWM. (личный вклад автора – 80%)

9. Лохвицкий, М. С. Вопросы организации использования мобильного ретранслятора для сетей мобильной связи / М. С. Лохвицкий, В. О. Шорин // Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ (ТЕЗИСОВ) 48-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Москва, 26–27 октября 2021 года. – Москва: ЗАО "Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий", 2021. – С. 4-7. – EDN ZNNPJB. (личный вклад автора – 90%)

10. Shorin, O. A. Improved FBMC (5G) Signal Structures for Critical Communications Systems. Increase of noise immunity in conditions of multipath propagation / O. A. Shorin, V. O. Shorin, G. O. Bokk // Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications. – 2022. – Vol. 5, No. 1. – P. 338-346. – DOI

10.1109/SYNCHROINFO55067.2022.9840962. – EDN UVGQIJ. (личный вклад автора – 70%)

11. Шорин, В. О. Анализ режимов хэндовера для профессиональной сети связи маквил на примере территориальной зоны в г. Москве / В. О. Шорин // Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ (ТЕЗИСОВ) 48-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Москва, 26–27 октября 2021 года. – Москва: ЗАО "Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий", 2021. – С. 7-8. – EDN QXCJEL. (личный вклад автора – 100%)

12. Лохвицкий, М. С. Ретранслятор для сетей мобильной связи с использованием систем определения местоположения / М. С. Лохвицкий, В. О. Шорин // Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ (ТЕЗИСОВ) 46-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Москва, 05–06 ноября 2020 года. – Москва: АО «Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий», 2020. – С. 8-11. – EDN UJGGSV. (личный вклад автора – 70%)

13. Патент № 2787473 С1 Российская Федерация, МПК Н03М 1/00. Способ аналого-цифровой обработки сигнала связи : № 2022107596 : заявл. 23.03.2022 : опубл. 09.01.2023 / Г. О. Бокк, В. О. Шорин ; заявитель Акционерное Общество "Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий". – EDN URQZJL. (личный вклад автора – 90%)

14. Патент № 2798502 С1 Российская Федерация, МПК Н04В 7/15. Способ организации сотовой связи с использованием мобильного ретранслятора : № 2022125937 : заявл. 05.10.2022 : опубл. 23.06.2023 / М. С. Лохвицкий, В. О. Шорин ; заявитель Акционерное Общество "Национальный институт радио и инфокоммуникационных технологий". – EDN BHDNZM. (личный вклад автора – 85%)

Недостовверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствуют.

1. На диссертацию и автореферат поступило 8 положительных отзывов от: официальных оппонентов д.т.н., профессора Портного С.Л. и к.т.н., профессора Мазепы Р.Б., ведущей организации ФГАУ НИЦ Телеком, НИУ МИЭТ, НИЯУ МИФИ, ФГАОУ ВО РУТ, ФГАОУ ВО СФУ, ФГБОУ ВО ПГУТИ

Были отмечены следующие недостатки:

1. Автором указывается, что технология МАКВИЛ востребована для организации профессиональной радиосвязи. Однако, следует отметить, что ключевым отличием широкополосных стандартов от профессиональных узкополосных является отсутствие прямой радиосвязи между абонентским оборудованием без развернутой сетевой инфраструктуры. Наличие прямой радиосвязи без сетевой инфраструктуры при выполнении специальных задач является критически важной функцией, которую пока не могут обеспечить широкополосные стандарты, в том числе и технология МАКВИЛ. Кроме того, для построения широкополосных радиосетей помимо проприетарного стандарта МАКВИЛ используются другие стандарты, в первую очередь международный открытый (т.е. его может реализовать любой производитель с соответствующей компетенцией) стандарт LTE.

2. Технология МАКВИЛ разработана китайской компанией Xinwei еще в 2010 году, но широкого применения ни в Китае, ни в мире не нашла, т.к. предлагаемые решения замкнуты на одного производителя, что несет в себе определенные риски масштабирования и развития этой технологии.

3. В настоящее время ведется разработка отечественного стандарта цифровой профессиональной подвижной радиосвязи, поэтому предложенные 5 соискателем способы организации связи и обработки сигнала целесообразно апробировать для данной технологии, а также для стандарта LTE.

4. Выводы по улучшению режима хэндовера производятся исключительно на основе натуральных испытаний при использовании полученных оптимальных алгоритмов и параметров системы. При этом было бы полезно получить некоторые аналитические результаты по этому вопросу.

5. Представляется полезным дополнить результаты диссертационного исследования более развернутым анализом чувствительности предложенных алгоритмов к ошибкам оценки доплеровского сдвига частоты при высоких скоростях движения абонентов.

6. В диссертации не приводятся рекомендации, как именно технически переключать режимы работы алгоритмов коррекции параметров сигнала.

7. В автореферате и, вероятно, в диссертации, при описании методики расширенного CQI, недостаточно подробно раскрыт вопрос о том, каким образом и с какой периодичностью производится оценка скорости движения абонента, и как эта процедура влияет на общую служебную нагрузку в радиоканале.

8. Предложенный способ борьбы с помехами детально рассмотрен для конкретной микросхемы AD9361. Было бы методически полезно обобщить принципы настройки для более широкого класса радиочастотных трактов, указав ключевые параметры, подлежащие оптимизации.

9. В автореферате при описании алгоритмов синхронизации (формулы 2-5) не в полной мере раскрыта физическая интерпретация параметров P и R , что может затруднить понимание сути метода для специалиста, не детально знакомого с сигнальной структурой МАКВИЛ.

10. В числе поставленных задач присутствует разработка адаптивного алгоритма, но не представлен принцип работы этого алгоритма, что не дает достаточного основания для предметной дискуссии с автором.

11. В диссертации и автореферате утверждается, что рассмотрено несколько типов хэндовера в технологии МАКВИЛ и указано, что каждый из

типов имеет потенциал к улучшению, но не представлено сопоставление этих потенциалов.

12. В автореферате ограниченно представлены сведения о вычислительной сложности предлагаемых алгоритмов, что не позволяет в полной мере оценить их применимость в системах с ограниченными вычислительными ресурсами.

13. В автореферате в недостаточной мере отражено влияние предлагаемых алгоритмов на показатели задержки и вариации задержки при передаче информации в системе.

14. Так информация изложенная в автореферате ДР не позволяет однозначно в чем состоят возможности адаптации алгоритма синхронизации и коррекции характеристик радиоканала по RS-врезкам.

15. Из автореферата остаются непонятными численные характеристики уровня сложности предложенного квазиоптимального алгоритма синхронизации, использование которого обеспечивает энергитический проигрыш, не превышающий 1.5 дБ.

16. В автореферате стоило подробнее рассмотреть границы применимости предложенных адаптивных алгоритмов при экстремальных значениях параметров радиоканала и высокой динамике абонентской подвижности.

17. Также представляло бы интерес сравнение полученных результатов с альтернативными алгоритмами управления информационным обменом, используемыми в смежных системах профессиональной радиосвязи.

18. В автореферате не в полной мере отражено влияние предложенных алгоритмов на показатели качества обслуживания при передаче разнородного пользовательского трафика.

19. В автореферате недостаточно подробно показано, каким образом результаты оценки параметров радиоканала используются в процессе управления информационным обменом.

20. В автореферате представляется целесообразным более подробно рассмотреть влияние ограничений вычислительных ресурсов оборудования на эффективность предлагаемых адаптивных алгоритмов.

21. Представляло бы интерес расширение анализа работы алгоритмов в условиях высокой плотности абонентов и интенсивного трафика.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и представители ведущей организации имеют значительное количество публикаций, близких к теме диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **Разработан** адаптивный алгоритм синхронизации и коррекции характеристик радиоканала по RS врезкам физического уровня технологии МАКВИЛ в режиме TDD, который, в отличие от известных алгоритмов, учитывает динамику движения абонентов, за счет чего позволяет получить выигрыш 5 дБ в отношении сигнал/шум при заданном качестве оценки характеристик радиоканала;

– **Разработаны** рекомендации и запатентован способ аналогово-цифровой обработки сигнала, который, в отличие от известных, позволяет обеспечивать информационный обмен в системе связи МАКВИЛ при повышенном более чем на 18 дБ уровне внешней помехи блокирования без модификации аппаратной платформы устройств абонентов;

– **Разработаны** рекомендации по организации режима хэндовера в технологии МАКВИЛ, в отличие от известных учитывающие качества новых алгоритмов обработки сигналов, что в совокупности приводит к повышению эффективности информационного обмена в системе широкополосной профессиональной радиосвязи технологии МАКВИЛ, подтвержденному в результате расчетов и натурных испытаний на эксплуатируемом участке сети связи;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что разработанный адаптивный алгоритм синхронизации и коррекции характеристик радиоканала по RS врезкам, позволил получить результаты, превосходящие рекомендации вендоров и обеспечивающие при упрощении вычислительной сложности потери, не превосходящие 1,5 дБ, для широкополосных систем радиосвязи технологии МАКВИЛ. Определены параметры бесконфликтных зон хэндовера, что позволяет повысить эффективность обслуживания абонентов системы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные алгоритмы и рекомендации внедрены в деятельность профильных организаций, о чём свидетельствуют соответствующие акты внедрения, а также могут быть использованы при проектировании, модернизации и эксплуатации сетей профессиональной радиосвязи на базе технологии МАКВИЛ.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается корректностью использования математического аппарата, соответствием результатов теоретических расчетов и результатов, полученных с помощью имитационного компьютерного моделирования, стендовых и натуральных испытаний.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все выносимые на защиту научные результаты получены соискателем лично. Из работ, опубликованных в соавторстве, в диссертацию включена только та их часть, которая получена лично соискателем.

Диссертация Шорина Василия Олеговича является научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи по разработке и исследованию адаптивных методов управления информационным обменом в системе МАКВИЛ, обеспечивающих повышение помехоустойчивости и стабильности параметров связи в условиях изменяющейся радиосреды и мобильности абонентов.

