

ОТЗЫВ

официального оппонента Портного Сергея Львовича

на диссертационную работу

Шорина Василия Олеговича

«Разработка и исследование алгоритмов интеллектуального управления нагрузкой в облачных центрах обработки данных на основе глубокого обучения», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертационного исследования

В современных условиях развития телекоммуникационных технологий особое значение приобретают системы профессиональной подвижной радиосвязи, обеспечивающие работу силовых ведомств и корпоративных пользователей. Технология МАКВИЛ, основанная на стандарте ГОСТ Р 58166-2018 и представляющая собой отечественную разработку широкополосного радиодоступа, является ключевым элементом в создании независимой и безопасной инфраструктуры связи. Однако эффективное функционирование данной технологии в специфических условиях Российской Федерации, в частности в выделенных частотных диапазонах, сталкивается с рядом фундаментальных проблем. К ним относятся необходимость обеспечения высокой помехоустойчивости в условиях воздействия мощных внешних помех, поддержание качественного информационного обмена при движении абонентов и оптимизация процедур хэндовера в сложной городской застройке. Существующие алгоритмы, используемые в системах сотовой связи общего пользования, зачастую не учитывают особенностей сигнальной структуры и режима работы технологии МАКВИЛ, что приводит к снижению пропускной способности и надёжности связи.

Таким образом, разработка специализированных адаптивных алгоритмов синхронизации, оценки параметров радиоканала и управления хэндовером, ориентированных на специфику технологии МАКВИЛ и российские условия

Вход. № 20/26
«28» 01 2026
подпись

эксплуатации, представляет собой **актуальную** научно-техническую задачу, имеющую важное народно-хозяйственное и оборонное значение..

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе автором проведён глубокий и всесторонний анализ факторов, лимитирующих эффективность системы широкополосного радиодоступа МАКВИЛ. На основе анализа корректно сформулированы цель и конкретные научные задачи исследования. Особо следует отметить системный подход к решению проблемы, заключающийся в одновременном рассмотрении трёх взаимосвязанных аспектов: повышения точности синхронизации и оценки канала, борьбы с внешними помехами и оптимизации процедуры хэндовера.

Научные положения, изложенные в работе, базируются на строгом математическом аппарате теории вероятностей, статистической радиотехники и теории оптимального приёма сигналов. Выводы о возможности достижения выигрыша в 5 дБ по отношению сигнал/шум за счёт адаптивного алгоритма синхронизации, учитывающего динамику движения, обоснованы результатами статистического моделирования с использованием моделей радиоканалов 3GPP и GSM. Рекомендации по борьбе с блокирующими помехами, позволяющие повысить пороговый уровень более чем на 18 дБ, подтверждены как теоретическим анализом, так и стендовыми испытаниями на реальном оборудовании (чип AD9361). Предложения по организации хэндовера, ведущие к увеличению зоны бесконфликтного обслуживания в 1.5 раза и средней скорости передачи на 34%, верифицированы натурными испытаниями на действующем фрагменте сети в г. Москве.

Все выводы и рекомендации логически вытекают из проведённых исследований, не содержат противоречий и подтверждены количественными расчётами и экспериментальными данными, что свидетельствует об их высокой степени обоснованности..

Научная новизна

В диссертационной работе получены **новые** результаты, в частности:

1. Впервые для системы широкополосного радиодоступа МАКВИЛ, работающей в режиме TDD, разработан адаптивный алгоритм синхронизации и коррекции характеристик радиоканала по RS-врезкам, который, в отличие от известных аналогов, учитывает скорость движения абонента за счёт использования оценки мобильности на основе статистики сдвига частоты. Это позволяет обеспечить выигрыш не менее 5 дБ по отношению сигнал/шум при заданном качестве оценки канала.
2. Впервые предложен способ аналогово-цифровой обработки сигнала в абонентских терминалах МАКВИЛ, основанный на нестандартной настройке комбинации anti-aliasing фильтров и цифрового FIR-фильтра рабочей полосы. Данный способ, защищённый патентом, позволяет обеспечить штатную работу терминалов при повышении уровня блокирующих помех более чем на 18 дБ без изменения аппаратной части.
3. Разработаны и научно обоснованы новые рекомендации по организации режима хэндовера в системе МАКВИЛ, которые, в отличие от стандартных, учитывают повышение качества обработки сигнала за счёт внедрения разработанных алгоритмов. Рекомендации позволяют увеличить зону обслуживания с высокой спектральной эффективностью (QAM16) и минимизировать конфликтные ситуации при переключении между базовыми станциями.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в развитии методов адаптивной оценки и компенсации параметров широкополосного радиоканала в режиме TDD на основе обработки пилот-сигналов, а также в создании математических моделей, связывающих качество демодуляции с процедурами хэндовера. Разработанные алгоритмы и

аналитические выражения вносят вклад в теорию обработки сигналов в системах подвижной связи с OFDM.

Практическая значимость работы неоднократно подтверждена и заключается в следующем:

1. Разработанный адаптивный алгоритм синхронизации и коррекции канала внедрён в программное обеспечение оборудования, выпускаемого ООО «Завод «Эталон» (г. Тверь).

2. Результаты работы по борьбе с помехами и оптимизации хэндовера используются ООО «НПП ИРТ» (г. Москва) при проектировании и оптимизации топологии сетей профессиональной связи на базе технологии МАКВИЛ.

3. Полученные патенты на изобретения (№2787473 РФ и №2798502 РФ) подтверждают промышленную применимость разработок.

Все вышеуказанные результаты получены автором лично.

Достоверность результатов

Достоверность проведенных автором исследований, подтверждается корректностью применения математического аппарата и согласованностью результатов, полученных с аналитических расчётов, теоретического анализа, имитационного моделирования и натурного эксперимента.

Полученные результаты подтверждаются 14 публикациями, в том числе 4 их них в ВАК изданиях. По результатам диссертационной работы получено 2 патента на изобретение.

Замечания по диссертационной работе

1. 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.
2. 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.

3. 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.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Шорина Василия Олеговича представляет собой самостоятельное, законченное научное исследование, в котором решена важная задача повышения эффективности отечественной системы профессиональной радиосвязи МАКВИЛ. Работа выполнена на высоком научном и методическом уровне, отличается глубиной проработки, комплексным подходом и строгой доказательностью.

Основные научные положения и выводы диссертации отражены в автореферате, обладают новизной, теоретической и практической ценностью, подтверждённой расчётами, моделированием и натурными испытаниями..

Результаты, полученные в диссертации, являются достоверными, имеют высокую теоретическую и практическую значимость. Они также подтверждены результатами имитационного моделирования и натурального эксперимента.

Замечания по диссертационной работе не снижают ценности научно-квалификационной работы. Положения, выносимые на защиту отражены в научных публикациях и апробированы на научных конференциях.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Шорина Василия Олеговича соответствует всем требованиям **Положения о порядке присуждения ученых степеней**, а её автор заслуживает присуждения учёной степени **кандидата технических наук** по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

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)

Адрес: 123458, Москва, ул. Таллинская, д. 34

Тел.: 89031302310

E-mail: portnoy@hse.ru



Подпись

22.01.2016

Портной С.Л.

Подпись заверяю

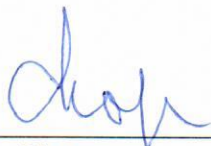
Специалист по кадровому делопроизводству/
отдела по кадровому администрированию
Управления персонала
АГЕЕВА Ю. И.



22.01.2016



Я, Портной Сергей Львович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Шориным Василием Олеговичем, и их дальнейшую обработку.



Подпись

27.01.2026

Портной С.Л.

Подписи профессора д.т.н. Портного С.Л. заверяю

Подпись заверяю

Управление персоналом
Управление персоналом
АГЕЕВА Ю. И.
27.01.2026

