

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.375.03,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 18.12.2024 №12

**О присуждении** Нгуен Винь Нгок Тхуану, гражданину Вьетнама ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Эффективность ММО систем передачи информации в условиях пространственно коррелированных помех» по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, принята к защите 11 октября 2024 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом 24.2.375.03, на базе ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», Министерство науки и высшего образования РФ, 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1 приказом Минобрнауки России №449/нк от 18.12.2013, срок полномочий продлен приказом Минобрнауки России №561/нк от 03.06.2021.

**Соискатель** Нгуен Винь Нгок Тхуан, 07 июня 1988 года рождения, в 2012 году с отличием окончил ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» по специальности 210201. Проектирование и технология электронных средств. В период подготовки диссертации соискатель окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина» по программе 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи и не работает.

**Диссертация выполнена** на кафедре радиотехнические устройства ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – Паршин Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Радиотехнические устройства» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина».

**Официальные оппоненты:**

Федосов Валентин Петрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Теоретических основ радиотехники» института радиотехнических систем и управления ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Таганрог;

Аверина Лариса Ивановна, доктор физико-математических наук, доцент, заведующая базовой кафедрой системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы на базе АО «Концерн «Созвездие» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж,

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, в своем положительном отзыве, утвержденном Горячкиным Олегом Валериевичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе и подписанном Мишиным Дмитрием Викторовичем, доктором технических наук, профессором, старшим научным сотрудником научно-исследовательской лаборатории «Инфокоммуникационные технологии» УНИД ПГУТИ, профессором кафедры «Радиоэлектронные системы» указала, что диссертационная работа Нгуена В.Н.Т. является научно-квалификационной работой, в которой решена задача повышения эффективности ММО (Multiple Input Multiple Output) систем передачи информации в условиях пространственно коррелированных помех. Результаты исследования достоверны и апробированы на российских и международных конференциях, уровень и объем публикаций автора, отражающих основные полученные результаты, соответствуют требованиям п. 11 и п. 13 «Положения о присуждении ученых степеней». Диссертация и автореферат содержат совокупность выносимых на защиту положений и полностью соответствуют заявленной научной специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения. В целом,

диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Нгуен Винь Нгок Тхуан, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

**Соискатель имеет 14 опубликованных работ**, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них 2 научных статьи в журналах, рекомендуемых ВАК, 2 научных статьи, опубликованных в зарубежных изданиях, входящих в базу цитирования Scopus, 4 других изданий, индексируемых РИНЦ.

**Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Паршин, Ю.Н. Влияние количества элементов антенн на вероятности ошибки приема сигналов в беспроводных MIMO системах при наличии помех / Паршин Ю.Н., Нгуен В.Н.Т. // Теория и техника радиосвязи, Воронеж: 2022, АО «Концерн «Созвездие», №1, с. 78- 84.

*Нгуен В.Н.Т. провел исследование влияния количества элементов антенн на вероятности ошибки приема сигналов в беспроводных MIMO системах при наличии пространственно коррелированных помех.*

2. Паршин, Ю.Н. Влияние пространственной структуры на пропускную способность беспроводных систем MIMO при наличии помех / Паршин Ю.Н., Нгуен В.Н.Т. // Цифровая обработка сигналов, № 2, стр. 9- 14, 2023.

*Нгуен В.Н.Т. провел исследование влияния пространственной структуры на пропускную способность в беспроводных MIMO системах при наличии пространственно коррелированных помех.*

3. Parshin Y. and Nguyen T. Adaptive Interference Cancellation in MIMO Information Transmission Systems // 2023 25th International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA). Moscow, Russian Federation, 2023, pp. 1-4. DOI: 10.1109/DSPA57594.2023.10113413.

*Нгуен В.Н.Т. провел исследование адаптивной пространственной компенсации помех в MIMO системах при использовании алгоритма наискорейшего спуска по критерию минимума среднего квадрата ошибки.*

4. Y. Parshin and T. Nguyen, «Channel Capacity of MIMO Information

Transmission Systems with Different Spatial Structures in the Presence of Interference,» 2024 26th International Conference on Digital Signal Processing and its Applications (DSPA), Moscow, Russian Federation, 2024, pp. 1-4, DOI: 10.1109/DSPA60853.2024.10510066.

*Нгуен В.Н.Т. провел исследование влияния различных пространственных структур антенной системы на пропускную способность в беспроводных MIMO системах при наличии пространственно коррелированных помех.*

**На диссертацию и автореферат поступили 9 отзывов:**

1. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет сервиса», г. Тольятти. Отзыв подписал директор Высшей школы передовых производственных технологий, д.т.н., доцент Воловач Владимир Иванович.

2. Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром. Отзыв подписал профессор кафедры радиотехники, д.т.н., профессор Костров Виктор Васильевич.

3. ФГКВОУ ВО «Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова» Министерства обороны Российской Федерации, г. Рязань. Отзыв подписал к.т.н., профессор Бурашев Рустам Умидович.

4. ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград. Отзыв подписал профессор кафедры Радиофизики, д.т.н., профессор Захарченко Владимир Дмитриевич.

5. ФГАОУ ВО Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), г.Москва. Отзыв подписал доцент кафедры мультимедийный технологий и телекоммуникаций, к.т.н., доцент Ляшев Владимир Александрович.

6. ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Таганрог. Отзыв подписал профессор института радиотехнических систем и управления, д.т.н. Обуховец Виктор Александрович.

7. Акционерное общество «Самарское инновационное предприятие радиосистем» (АО «СИП РС»), г. Самара. Отзыв подписал главный научный сотрудник, д.т.н, профессор Минкин Марк Абрамович.

8. ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г.Москва. Отзыв подписал профессор кафедры радиоволновых процессов и технологий, д.т.н., профессор Битюков Владимир Ксенофонович.

9. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), г.Москва. Отзыв подписал доцент кафедры «Теоретическая радиотехника», к.т.н. Шевгунов Тимофей Яковлевич.

**В отзывах указаны следующие недостатки:**

в автореферате отсутствует сравнение всех разработанных алгоритмов пространственной обработки сигналов между собой; в автореферате отсутствует оценка творческого вклада соискателя в опубликованные работы; в некоторых местах не все обозначения в формулах расшифрованы, в тексте автореферата имеются некоторые грамматические и синтаксические ошибки; при рассмотрении модели пространственно-коррелированных помех (с.5-7) не приводится описание фоновой обстановки и соответствующие ей конкретные числовые характеристики помех; в тексте автореферата приведен вариант технической реализации алгоритма приема MIMO сигналов при действии мешающих сигналов на ПЛИС (с.11), но подробного анализа эффективности с учетом погрешностей при аппаратной реализации по сравнению с теоретическими результатами проведено не было; в общей канальной модели упоминается фактор Райса, но в автореферате нет упоминания о роли и анализе влияния этого коэффициента на эффективность системы MIMO в условиях пространственно коррелированных помех; в тексте автореферате предложен алгоритм обработки MIMO сигнала, использующий пространственный код Аламоути, но не объясняется, почему именно он был выбран среди других пространственно-временных кодов; в автореферате не упоминается о влиянии распределения мощности сигнала в передающих антеннах на эффективность информационной системы; наглядная иллюстрация результатов, полученных в диссертации, не нашла должного отражения в автореферате; в заключении диссертации не сформулирована оценка перспектив дальнейшей разработки темы, предусмотренная п.30 Положения о диссертационном совете ВАК РФ; в автореферате отсутствуют иллюстрации к некоторым результатам исследования; в автореферате нет результатов сравнительного анализа предложенного подхода

и классического фильтра Виннера для пространственной фильтрации «окрашенных» помех, который также использует матрицу корреляции помех  $R_v$ ; предложенная модель канала соответствует поставленной задаче, но нет аргументов по ее выбору. Почему нельзя было использовать стандартную пространственную модель канала (например из 3D-3GPP из стандарта 3GPP TS 38.901)?; в автореферате при расчете пропускной способности для различных конфигураций автор не поясняет, почему количество антенных элементов было выбрано равным 9. При увеличении количества элементов расстояние между элементами уменьшается, то полученные результаты еще правильны?; в автореферате не указано, на какие пункты паспорта специальности 2.2.13 претендует автор; в главе 2 при исследовании влияния пространственно коррелированных помех на пропускную способность и вероятность простоя не дается конкретного описания антенных элементов, используемых в рассмотренных пространственных структурах антенной системы; на с.8 упомянуты полученные автором результаты исследования влияния конфигурации антенной системы на производительность MIMO в условиях помех, однако сами эти результаты не приведены; при описании алгоритмов помехоустойчивого приёма сигналов в MIMO системах передачи информации при действии пространственно коррелированных помех (глава 3) не приведены блок-схемы алгоритмов, что затрудняет понимание их сущности; имеются отдельные претензии к структуре и оформлению автореферата. В частности, отсутствует рекомендованное ГОСТ Р 7.0.11 (п.9.2.1) структурные элементы «Теоретическая и практическая значимость работы» и «Степень достоверности...». Стоило также указать, каким пунктам паспорта специальности 2.2.13 соответствует работа. В заключении не указаны рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы (ГОСТ Р 7.0.11, п.9.2.3). Нумерация страниц некорректна: третья страница обозначена как первая и т.д. Встречаются опечатки, в том числе явно пропущенные или поменявшиеся местами слова; антенны, используемые в разработанной автором модели системы MIMO, были выбраны ненаправленными и одинаковыми для передающей и приемной частей (стр. 6). Из описания модели, представленного в AP, неясно, каким образом модель должна быть изменена при использовании

различных антенн, а также направленных антенн с известными диаграммами направленности; предложенный алгоритм включает в себя операцию обращения матрицы, представляющей собой сумму матриц  $R_1$  и  $HR_sH$  (стр. 9). Из представленного описания алгоритма неясно: во-первых, почему вклад этих слагаемых принят одинаковым, т.е. без введения весовых коэффициентов вклада каждого из слагаемых, и, во-вторых, проводилась ли оценка числа обусловленности обратимой матрицы, иными словами, существуют ли предпосылки к ее формированию плохо обусловленной линейной задачи; в автореферате отсутствуют таблицы и графики, иллюстрирующие исследованные автором зависимости, что затрудняет восприятие результата, содержащего значительный объем количественной научно-технической информации. Так, использование графических иллюстраций позволило бы наглядно продемонстрировать выигрыши, достигнутые за счёт использования предложенных алгоритмов при вариантах модельных параметров.

**Все отзывы положительные** и содержат вывод о том, что диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их достижениями в данной области наук, наличием публикаций по тематике диссертации, что позволяет им определить теоретическую и практическую значимость диссертации.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** модель ММО коррелированных канальных коэффициентов; метод помехоустойчивого приема сигналов в ММО системах при действии пространственно коррелированных помех; алгоритм пространственной компенсации помехи по критерию минимума мощности помех в каждом пространственном канале;

**предложены** структура ММО системы, состоящей из последовательно включенных декоррелятора пространственно коррелированных помех и

пространственного декодера ММО сигналов; алгоритмы с отдельным подавлением помех и пространственным декодированием;

**доказана** эффективность применения фильтра-декоррелятора и адаптивных ММО (Минимум среднего квадрата ошибки) компенсаторов пространственно коррелированных помех;

**введен** метод и алгоритмы помехоустойчивого приема сигналов в ММО системах при действии пространственно коррелированных помех.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)**

**доказана** корректность результатов диссертации, полученных аналитическими методами, а также с помощью компьютерного моделирования и экспериментов;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован** методы математической статистики, теории статистических решений, линейной и векторной алгебры, аналитической геометрии, теории матриц; анализ получаемых данных проводится с использованием численных методов многомерной оптимизации, методов статистического моделирования;

**изложены** алгоритм пространственной компенсации помехи по критерию минимума мощности помех в каждом пространственном канале, учитывающий помеховые сигналы в других пространственных каналах ;

**раскрыт** анализ зависимостей вероятности битовой ошибки и пропускной способности ММО системы от числа приемных антенн при различных пространственных структурах ММО системы.

**изучены** вопросы повышения эффективности ММО системы при действии пространственно коррелированных помех;

**проведена модернизация** метода и алгоритмов помехоустойчивого приема сигналов ММО системы передачи информации при действии пространственно коррелированных помех.

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



**разработаны и внедрены** в учебный процесс ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина» алгоритмы компенсации помех, методика испытаний ММО информационной системы;

**определены** возможности технической реализации метода и алгоритмов помехоустойчивого приема сигналов ММО системы при действии пространственно коррелированных помех;

**созданы** алгоритмы компенсации помех в ММО системах, предназначенные для проведения практических занятий по дисциплине «Пространственно-временная обработка сигналов», а также для дипломного проектирования;

**представлена** методика испытаний ММО системы передачи информации при действии помех, которая может быть использована при проведении испытаний ММО систем передачи информации, а также при подготовке специалистов-разработчиков этих систем.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** использована среда MatLab при компьютерном моделировании алгоритмов, эффективность которой была многократно подтверждена отечественными и зарубежными исследователями;

**теория** построена на известных научных положениях и согласуется в частных случаях с известными экспериментальными данными;

**идея базируется** на обобщении передового опыта в области пространственной обработки сигналов в ММО системах передачи информации;

**использованы** известные и апробированные математические модели, методы обработки сигналов в ММО системах передачи информации в условиях пространственно коррелированных помех;

**установлено** качественное и количественное соответствие результатов, полученных в диссертации, с отдельными результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные методики моделирования сигналов и обработки информации.

**Личный вклад соискателя состоит в:** непосредственном участии в теоретических и экспериментальных исследованиях алгоритмов обработки сигналов в ММО системах передачи информации при действии

пространственно коррелированных помех, обработке и интерпретации полученных научных результатов, в подготовке основных публикаций по диссертационной работе.

**В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:** сравнение эффективности проведено не для всех алгоритмов помехоустойчивого приема сигналов в MIMO системах передачи информации; экспериментальные исследования необходимо было провести также в ночное время; необходимо рассмотреть общий случай пространственно коррелированных помех с учетом матрицы канальных коэффициентов помех; отсутствует описание макета устройства помехоустойчивого приема сигналов в MIMO системах передачи информации.

**Соискатель Нгуен Винь Нгок Тхуан ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, с частью замечаний согласился и на часть замечаний ответил.**

На заседании 18 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение: присудить Нгуен Винь Нгок Тхуану ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения за решение научной задачи повышения эффективности MIMO систем передачи информации при действии пространственно коррелированных помех, имеющей значение для развития радиотехники.

**При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.**

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

18.12.2024



Кошелев Виталий Иванович

Овечкин Геннадий Владимирович