ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук профессора Парфенова Владимира Ивановича на диссертацию Нгуен Ван Хань «Повышение эффективности алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов на основе модифицированной трехмерной модели рассеивателей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Актуальность работы и ее соответствие специальности

Диссертационная работа Нгуен Ван Хань посвящена актуальной и практически значимой задаче разработки и исследования геометрической модели пространственного расположения рассеивателей, а также алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов. В современных радиотехнических системах особую значимость приобретают методы, обеспечивающие повышение надежности, помехоустойчивости и пропускной способности в условиях многолучевого распространения радиосигналов. Применение технологий MIMO и алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов является важным направлением развития современной радиотехники. В связи с этим актуальной задачей является разработка адекватных геометрических моделей радиоканала и исследование эффективности алгоритмов обработки сигналов с учетом пространственного распределения рассеивателей, многолучевого распространения и погрешностей оценки канала. Работа соответствует области исследований специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в части разработки моделей радиоканалов, исследования методов обработки сигналов, а также анализа эффективности известных алгоритмов кодирования и декодирования в радиосистемах передачи информации.

Содержание диссертационной работы

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, приложений и списка литературы.

Во введении дается общая характеристика работы, обосновывается актуальность проведенных исследований, сформулирована научная новизна и практическая значимость. Представлены научные положения и результаты, выносимые на защиту автором.

В первой главе проведен обзор геометрических моделей радиоканала MIMO-систем при наличии рассеивателей. Предложена геометрическая трехмерная модель пространственного расположения рассеивателей в системах MIMO, учитывающая однократное и двукратное отражения с различными видами распределений. Выполнено математическое описание канальной

матрицы коэффициентов и проведен анализ влияния расположения рассеивателей на корреляционные свойства канала передачи информации.

Во второй главе выполнено комплексное исследование алгоритмов пространственно-временного кодирования и декодирования в системах MIMO с учетом трехмерной геометрической модели канала и наличия рассеивателей. Рассмотрены схема кодирования Аламоути и методы пространственного кодирования BLAST, а также различные алгоритмы декодирования. Получены зависимости вероятности битовой ошибки и эргодической пропускной способности от отношения сигнал/шум и коэффициента Райса. Результаты моделирования носят обоснованный характер и подтверждают эффективность применения пространственно-временного кодирования в условиях многолучевого распространения.

В третьей главе исследованы алгоритмы относительного пространственно-временного кодирования и декодирования в MIMO-системах, не требующие оценки состояния канала на приемной стороне. Проведен сравнительный анализ эффективности кодирования Аламоути и относительного кодирования при наличии погрешностей оценки канальной матрицы. Проведена оценка эргодической пропускной способности MIMO-системы с учетом различных параметров, включая уровень погрешности оценки канала, концентрацию рассеивателей, количество приемных антенн и расстояние между ними, определены оптимальные параметры размещения антенных элементов.

В четвертой главе исследованы аспекты технической реализации алгоритмов пространственно-временного кодирования для кооперативных MIMO-систем в беспроводных сенсорных сетях. Проведен анализ эргодической пропускной способности при различных топологиях размещения узлов с использованием трехмерной модели канала. Выполнена экспериментальная оценка канальной матрицы в среде GNU Radio с применением аппаратной платформы USRP X300. Также проведен анализ вероятности битовой ошибки для предложенных алгоритмов кодирования и декодирования в среде GNU Radio с учетом погрешности оценки канала.

В заключении представлены основные научные и практические результаты исследований, полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

Приложение содержит документы, подтверждающие практическое использование и внедрение диссертационной работы.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Разработано математическое описание трехмерной геометрической модели распределения рассеивателей в многолучевом канале передачи информации, учитывающей однократное и двукратное отражение сигналов, при размещении рассеивателей на поверхностях вложенных геометрических

областей с возможностью изменения положения облака рассеивателей по азимуту и углу места.

2. Сравнительный анализ влияния параметров модели расположения рассеивателей и степени многолучевости канала на эргодическую пропускную способность MIMO-систем с пространственно-временным блочным кодированием и без него показал, что увеличение коэффициента Райса приводит к уменьшению пропускной способности мультиплексирующих MIMO-систем и одновременно к ее росту в системах с пространственно-временным блочным кодированием.

3. Установлены условия, при которых алгоритм пространственно-временного кодирования Аламоути эффективнее алгоритма относительного кодирования и наоборот.

Значимость научных результатов состоит в том, что

1. Разработанная трехмерная геометрическая модель распределения рассеивателей позволяет более адекватно учитывать условия многолучевого распространения сигнала в радиосистемах передачи информации.

2. Установлены закономерности влияния параметров модели расположения рассеивателей и степени многолучевости канала на вероятность битовой ошибки и эргодическую пропускную способность радиосистемы передачи информации с использованием пространственно-временного кодирования.

3. Показано, как влияют такие параметры, как погрешность оценки канальной матрицы, степень концентрации рассеивателей, количество антенн и пр., на эффективность приема и энергоэффективность алгоритмов пространственно-временного кодирования в многоантенных системах.

Достоверность и обоснованность результатов диссертации обеспечиваются использованием адекватных математических моделей многолучевого радиоканала и корректным применением аппарата теории вероятностей, линейной алгебры и цифровой обработки сигналов. Полученные результаты подтверждаются компьютерным моделированием, сопоставлением с известными теоретическими зависимостями, а также экспериментальными исследованиями в среде GNU Radio с использованием аппаратной платформы USRP, что свидетельствует о корректности и практической обоснованности выполненных исследований.

Апробация результатов работы и публикации

Основные результаты диссертационного исследования прошли достаточную апробацию и докладывались на ряде международных и всероссийских научно-технических конференций. По теме диссертации опубликовано 25 научных работ, включая 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, 2 статьи в изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus,

а также 17 публикаций в материалах международных, всероссийских и внутривузовских научных конференций. Кроме того, автор является соавтором 2 зарегистрированных программ для ЭВМ, что подтверждает практическую направленность работы.

Замечание по диссертации

1. Везде из текста диссертации (см. название, положения, выносимые на защиту и т.д.) можно сделать неправомерный вывод, что повышение эффективности рассматриваемых алгоритмов обусловливается применением трехмерной модели рассеивателей вместо двумерной. Однако, на самом деле, это не так: повышение эффективности обеспечивается применением алгоритмов пространственной обработки.
2. В работе большое внимание уделяется исследованию влияния погрешности канальной матрицы на эффективность приема. С этой целью вводится в рассмотрение некий коэффициент μ и исследуется влияние его величины на вероятность ошибки. В тоже время никаких пояснений, как оценивать значение этого параметра, не приводится, что затрудняет его использование в практических задачах.
3. В соответствии со стандартом COST-259 можно выделить 5 основных сценариев расположения рассеивателей в пространстве. Однако в разных главах диссертации при численных расчетах характеристик алгоритмов выбор этих сценариев, как мне представляется, осуществлялся произвольно. Намного лучше выглядела бы работа, если при численных расчетах выполнялось сравнение исследуемых характеристик для различных сценариев.
4. На мой взгляд, модель со 100 рассеивателями, используемая автором при расчетах, не может считаться удовлетворительной. При таком их количестве многие рассеиватели не возможно будет разделить: речь должна будет в этом случае идти о диффузной многолучевости.
5. К сожалению, многие выводы, приводимые в работе, таковыми не являются: это просто перечисление полученных автором результатов.

Заключение по диссертации

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Полученные автором научные и практические результаты, а также сформулированные выводы являются обоснованными и достоверными.

Автореферат полностью отражает структуру и содержание диссертации. Изложенные в автореферате данные не противоречат данным, приведенным в диссертации.

Диссертационная работа Нгуен Ван Хань «Повышение эффективности алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов

на основе модифицированной трехмерной модели рассеивателей» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научно-технической задачи – разработки эффективных алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов в многоантенных системах, имеющей существенное значение для радиотехники.

По своей актуальности, новизне, научно-практической значимости диссертационная работа Нгуен Ван Хань на тему «Повышение эффективности алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов на основе модифицированной трехмерной модели рассеивателей» соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор работы Нгуен Ван Хань заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Официальный оппонент
доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры радиофизики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» (г. Воронеж).

_____ Владимир Иванович Парфенов

« 3 июля » 2026 года

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)
подпись Парфенова В.И. заверяю
должность
Синский 03.07.2026
подпись, расшифровка подписи

Владимир Иванович Парфенов - доктор физико-математических наук (научная специальность 01.04.03 - Радиофизика), профессор, профессор кафедры радиофизики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»

Адрес: 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1
Телефон: + 7 (908) 146-69-96
E-mail: vip@phys.vsu.ru

Согласен на включение своих персональных данных в аттестационное дело соискателя ученой степени Нгуен Ван Хань и их дальнейшую обработку.

с отзывом ознакомлен 17.08.2026