УТВЕРЖДАЮ

Проректор по стратегическому развитию и исследовательской деятельности ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», к.х.н.

_____ Е. Л. Муханов

«___» _____ 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» на диссертацию Нгуен Ван Хань «Повышение эффективности алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов на основе модифицированной трехмерной модели рассеивателей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Актуальность темы диссертации

Современный этап развития беспроводных технологий характеризуется стремительным ростом числа используемых устройств и объемов передаваемой информации. В этих условиях особую значимость приобретают задачи обеспечения высокой надежности, энергетической и спектральной эффективности передачи данных при ограниченных ресурсах радиоканала и мощности передающих устройств. Одной из наиболее эффективных технологий повышения пропускной способности и помехоустойчивости беспроводных систем связи является использование многоантенных систем с множественным входом и выходом (MIMO). Применение методов пространственно-временного кодирования и декодирования позволяет использовать пространственные ресурсы радиоканала, обеспечивая выигрыш за счет пространственного разнесения и повышения устойчивости передачи данных в условиях замираний и многолучевого распространения радиосигналов. Однако эффективность таких методов в значительной степени зависит от характеристик канала передачи информации, точности оценки канальной матрицы и особенностей пространственного распределения рассеивателей.

В реальных условиях распространения радиосигналов канал характеризуется сложной пространственной структурой, обусловленной наличием большого числа отражающих и рассеивающих объектов. Это требует

разработки более адекватных моделей радиоканалов, учитывающих трехмерное распределение рассеивателей, а также проведения комплексного анализа эффективности алгоритмов пространственного кодирования и декодирования в таких условиях. В связи с этим разработка и исследование алгоритмов пространственно-временного кодирования и декодирования для MIMO-систем с учетом трехмерных моделей многолучевого распространения радиосигналов и влияния рассеивателей является актуальной научно-технической задачей, имеющей как теоретическое, так и практическое значение для развития современных беспроводных систем связи.

Таким образом, тема диссертационной работы Нгуен Ван Хань, посвященная исследованию алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов в радиосистемах передачи информации при трехмерном моделировании рассеивателей, является актуальной и соответствует современным направлениям развития радиотехнических и телекоммуникационных систем.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа включает введение, четыре главы, заключение, список литературы и приложения, логично структурирована и последовательно раскрывает тему исследования.

Во введении диссертации обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования, раскрыты научная новизна и практическая значимость полученных результатов, а также приведены основные положения, выносимые на защиту. Представлены сведения об апробации результатов работы, публикациях по теме диссертации и внедрении результатов исследования.

В первой главе диссертации выполнен анализ существующих моделей каналов связи в многоантенных системах передачи информации. Рассмотрены особенности распространения радиосигналов в условиях многолучевости и наличия рассеивателей, характерных для беспроводных радиосистем. Представлена разработанная трехмерная геометрическая модель распределения рассеивателей в MIMO-канале, учитывающая пространственные параметры распространения радиосигналов. Проведен анализ влияния пространственного распределения рассеивателей на характеристики канальной матрицы и корреляционные свойства сигналов.

Во второй главе диссертации рассмотрены алгоритмы пространственно-временного кодирования и декодирования сигналов в многоантенных радиосистемах передачи информации. Проведен анализ эффективности кодирования Аламоути и методов пространственного кодирования в условиях многолучевого распространения радиосигналов. Исследовано влияние параметров канала и пространственного распределения рассеивателей на вероятность битовой ошибки и пропускную способность радиосистемы. Представлены результаты моделирования, демонстрирующие влияние различных антенных конфигураций на характеристики передачи данных.

В третьей главе диссертации исследованы алгоритмы относительного пространственно-временного кодирования и декодирования для MIMO-систем в условиях неопределенности канальной матрицы. Проведен сравнительный анализ эффективности относительного кодирования и пространственно-временного кодирования Аламоути при наличии погрешностей оценки канала. Исследовано влияние коэффициента Райса, распределения рассеивателей и погрешности оценки канальной матрицы на вероятность битовой ошибки, энергоэффективность и пропускную способность системы связи.

В четвертой главе диссертации представлено экспериментальное исследование эффективности предложенных алгоритмов пространственного кодирования с использованием радиоприемопередатчиков USRP X300 и программно-аппаратной платформы GNU Radio.

В заключении диссертации кратко сформулированы основные результаты работы, сделаны выводы о достигнутой цели, подчеркнута научная и практическая значимость полученных решений и приведены направления их применения.

Научная новизна исследований и полученных результатов

Новизна диссертационной работы заключается в разработке трехмерной геометрической модели распределения рассеивателей в MIMO-канале связи, учитывающей их пространственное распределение и угловые параметры, что позволяет более точно учитывать пространственные характеристики многолучевого распространения радиосигналов. Также новизна работы состоит в исследовании эффективности алгоритмов пространственно-временного кодирования и декодирования сигналов в условиях трехмерного многолучевого канала, анализе влияния параметров канала и погрешностей оценки канальной матрицы на вероятность битовой ошибки и пропускную способность радиосистемы передачи информации.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и результатов диссертации

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и результатов диссертационной работы обеспечиваются использованием корректного математического аппарата, методов математического и статистического моделирования, а также современных методов теории цифровой обработки сигналов и теории беспроводной связи. Полученные результаты подтверждаются результатами компьютерного моделирования, проведенного с использованием специализированных программных средств, а также экспериментальными исследованиями на программно-аппаратной платформе GNU Radio с применением радиоприемопередатчиков USRP. Согласованность результатов моделирования, экспериментальных данных и теоретических зависимостей свидетельствует о достоверности и обоснованности сформулированных в работе научных положений и выводов.

Значимость для науки и практики результатов, полученных автором диссертации

Научная значимость работы заключается в развитии подходов к моделированию и анализу многоантенных радиосистем в условиях многолучевого распространения радиосигналов. Разработанная трехмерная геометрическая модель распределения рассеивателей позволяет более точно учитывать пространственные и угловые характеристики канала, а полученные результаты дополняют представления об эффективности алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов в MIMO-системах.

Практическая значимость работы определяется возможностью применения разработанной модели и полученных результатов при проектировании и оптимизации многоантенных радиосистем передачи информации. Их использование позволяет повысить надежность, пропускную способность и энергоэффективность передачи данных. Практическая применимость результатов подтверждена внедрением в научно-исследовательские, опытно-конструкторские и учебные процессы.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты работы могут быть использованы при проектировании и оптимизации MIMO-систем и беспроводных сенсорных сетей, при разработке алгоритмов пространственно-временного кодирования и декодирования сигналов, а также при моделировании многолучевых радиоканалов с использованием трехмерных геометрических моделей распределения рассеивателей.

Замечания по диссертационной работе

В ходе обсуждения работы выявлены следующие недостатки:

1. Недостаточно подробно обоснован выбор статистических законов распределения рассеивателей и используемых геометрических областей моделирования.

2. Желательно более подробно пояснить причины различия пропускной способности для антенных конфигураций 2×1 и 2×2.

3. При исследовании относительного пространственно-временного кодирования следовало бы более явно указать условия применимости рассматриваемой модели, прежде всего допущение о квазипостоянстве канала на протяжении соседних временных интервалов передачи.

4. Требует более четкого разграничения объем результатов, полученных в ходе аппаратного эксперимента, и результатов последующей программной обработки.

5. В текстах диссертации и автореферата не указана в явном виде практическая значимость повышения эффективности пространственного кодирования с учётом разработанной модели отражений.

6. По тексту диссертации встречаются опечатки и пунктуационные неточности.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Нгуен В.Х. «Повышение эффективности алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов на основе модифицированной трехмерной модели рассеивателей» представляет собой завершенное научное исследование, в котором решена актуальная научная задача разработки геометрической модели расположения рассеивателей в MIMO канале передачи информации и оценки эффективности алгоритмов пространственно-временного кодирования и декодирования сигналов. Работа соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, которые установлены пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Нгуен Ван Хань, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв подготовлен Федосовым Валентином Петровичем, доктором технических наук, профессором (специальность 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения), профессором кафедры теоретических основ радиотехники Южного федерального университета.

Отзыв на диссертацию Нгуен В.Х. рассмотрен и одобрен на заседании кафедры теоретических основ радиотехники ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» «3» июня 2026 года, протокол № 10.

Профессор кафедры теоретических основ радиотехники
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
доктор технических наук, профессор (специальность
05.12.04 – Радиотехника, в том числе
системы и устройства телевидения) Федосов Валентин Петрович

Заведующий кафедрой теоретических основ радиотехники
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
кандидат технических наук, доцент Пилипенко Александр Михайлович

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Личную подпись Федосова В.П. Пилипенко А.М.
ЗАВЕРЕНО:
Главный специалист по управлению персоналом
О.А. Белоусова
«03» 06 2026

УПРАВЛЕНИЕ ДЕЛАМИ И КАДРОВОЙ РАБОТЫ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»
Адрес: 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42
Телефон: 8(863) 218 40 00, E-mail: info@sfedu.ru, Вебсайт: www.sfedu.ru

с отзывом ознакомлен 02.07.2026