ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Нгуен Ван Хань на тему «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»

Диссертационная работа Нгуен Ван Хань посвящена актуальной научно-технической проблеме – повышению эффективности беспроводных MIMO-систем передачи информации в условиях сложного многолучевого распространения сигналов. Несмотря на широкое распространение технологий пространственно-временной обработки, их практическая реализация сталкивается с двумя фундаментальными вызовами: во-первых, недостаточной адекватностью существующих двумерных моделей каналов для описания реальных трехмерных сценариев (особенно в условиях городской застройки или плотного размещения рассеивателей), а во-вторых, критической зависимостью эффективности алгоритмов кодирования от точности оценки канальной матрицы, которая в быстроизменяющихся каналах часто сопровождается значительными погрешностями. Предложенный автором комплексный подход, объединяющий разработку параметрически гибкой трехмерной геометрической модели рассеивателей и сравнительный анализ алгоритмов пространственно-временной обработки с учетом качества оценки канала, представляется своевременным и востребованным.

Научная новизна диссертационной работы не вызывает сомнений. Особого внимания заслуживает предложенная автором трехмерная модель, которая учитывает как однократное, так и двукратное отражения, задает распределение рассеивателей на поверхностях вложенных геометрических областей и допускает изменение их положения по азимуту и углу места. Это существенно расширяет возможности моделирования по сравнению с известными подходами, ограниченными, как правило, цилиндрическими или эллиптическими распределениями. Важным новым результатом является также установление областей эффективности двух практически значимых схем – кодирования Аламоути и относительного кодирования – в зависимости от погрешности оценки канала, что ранее в систематическом виде не исследовалось. Полученные количественные оценки энергетических выигрышей (5,7–8,7 дБ для кодирования Аламоути и до 3 дБ для относительного кодирования в условиях погрешностей) носят конкретный и практически ценный характер.

Практическая значимость работы подтверждается внедрением результатов в НИР по гранту РНФ, а также в разработки компаний «E-STARS» и «HVC». Разработанные алгоритмы доведены до программной реализации (получены два свидетельства о регистрации программ для ЭВМ), что свидетельствует о высокой степени готовности результатов к практическому использованию. Проведенные экспериментальные исследования на платформе GNU Radio с использованием приемопередатчиков USRP X300 убедительно подтверждают корректность теоретических моделей и эффективность предложенных методов, а также демонстрируют практическую реализуемость разработанных алгоритмов в реальном радиочастотном тракте.

Достоверность результатов обеспечена корректным использованием современного математического аппарата (теория матриц, статистическое моделирование, аналитическая геометрия), согласованностью результатов компьютерного моделирования с теоретическими зависимостями, а также их подтверждением экспериментальными данными. Автореферат написан логично и последовательно, основные результаты проиллюстрированы рисунками, позволяющими оценить характер полученных зависимостей. Структура автореферата соответствует традиционным требованиям и дает целостное представление о диссертационном исследовании. Публикационная активность соискателя (25 научных работ, включая 4 статьи в журналах из перечня ВАК и 2 доклада, индексируемых в Scopus) свидетельствует о достаточной апробации материалов исследования на международных и всероссийских конференциях.

Вместе с тем, при ознакомлении с авторефератом возникли следующие вопросы и замечания:

1. В положении 3, выносимом на защиту, утверждается, что алгоритм декодирования по методу максимального правдоподобия обеспечивает энергетический выигрыш в отношении сигнал/шум на 3,2–8,6 дБ по сравнению с методами минимума среднеквадратической ошибки и обнуления. Однако из автореферата не вполне ясно, как этот диапазон выигрыша зависит от конфигурации антенн (числа приемных и передающих элементов), а также от сценария рассеивателей. Связано ли уменьшение выигрыша до 3,2 дБ с ростом числа антенн или с определенным сценарием, и какова роль трехмерной модели в этом результате?
2. В работе исследуются сценарии COST-259 с различным пространственным распределением рассеивателей. Остается открытым вопрос: для какого из этих сценариев предложенная трехмерная модель дает максимальное отличие от традиционных двумерных моделей по вероятности битовой ошибки или пропускной способности? Было бы полезно указать, в каких случаях двумерное приближение становится принципиально неадекватным.
3. В разделе, посвященном экспериментальным исследованиям на USRP X300, указано, что для минимизации ошибки оценки канальной матрицы применена

ортогональная тестовая последовательность на основе матрицы Адамара. Из автореферата неясно, каковы достигнутые значения погрешности оценки в экспериментальной установке и соответствуют ли они теоретическим предположениям о величине параметра μ, принятым при моделировании (например, μ = 0,3).

Указанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей высокой оценки диссертационного исследования. Представленная работа является законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему, содержащим новые научные результаты и имеющим практическую значимость.

Заключение. В целом диссертационная работа Нгуен Ван Хань представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, содержащую совокупность научно обоснованных результатов и решений в рамках поставленной задачи, соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв составила

Аверина Лариса Ивановна – доктор физико-математических наук, профессор, заведующая базовой кафедрой системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы на базе АО «Концерн «Созвездие» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет».

«09» июля 2026 г.

Адрес: 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1
Телефон: 8(473)220-82-84
Email: averina@phys.vsu.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ»)
Подпись Аверьяновой Л. И.
заверяю начальник отдела кадров
должность
Т.В. Зарудняя 09.07.2026
подпись, расшифровка подписи