УТВЕРЖДАЮ
Врио заместителя начальника
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
по учебной и научной работе
доктор педагогических наук, профессор

А.В.Белошицкий
«17» июня 2026 года

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Нгуена Ван Ханя 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

Интенсивное развитие беспроводных систем передачи данных, являющихся важнейшими компонентами технической основы общественной инфраструктуры, обусловливает потребности повышения пропускной способности радиоканалов и устойчивости передачи-приема сигналов. Комплексное решение указанной задачи эффективно осуществляется с применением технологии MIMO – Multiple Input Multiple Output, позволяющей за счет использования нескольких передающих и приемных антенн осуществлять одновременно передачу-прием различных потоков данных. Сочетание пространственного разнесения антенн с методами пространственно-временной обработки сигналов позволяет компенсировать их замирания в радиоканалах и выполнять селекцию пространственно-коррелированных помех. В результате обеспечивается высокая скорость информационного обмена при рациональном распределении пространственно-частотного ресурса.

Для определения рациональных вариантов построения устройств передачи-приема и алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов важное значение приобретают вопросы оценивания условий распространения волновых процессов в радиоканалах. Наличие источников вторичного электромагнитного излучения на трассе распространения создает предпосылки для возникновения дополнительной модуляции и искажения комплексных амплитуд передаваемых сигналов, что, в свою очередь, приводит к усложнению структуры и снижению производительности беспроводных систем передачи данных.

В этой связи поиск технических путей повышения эффективности пространственно-временной обработки сигналов включает в себя построение моделей распространения сигналов с изменением траекторий в плоскостях азимута и угла места при рассеянии на препятствиях.

Таким образом, тема диссертации Нгуена Ван Ханя на тему: «Повышение эффективности алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов на основе модифицированной трехмерной модели рассеивателей» является актуальной.

В диссертации на основании проведенных автором исследований решена научная задача, направленная на совершенствование технологий передачи-приема сигналов с пространственно-временным кодированием и декодированием в MIMO-радиоканале.

Как можно судить из автореферата, диссертантом обобщен передовой опыт и развиты методические основы построения трехмерных моделей рассеивателей на трассах распространения и алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов в беспроводных системах.

На наш взгляд, наиболее значимыми научными результатами работы, обладающими научной новизной и ценностью для практики, являются:

- модель рассеивателей в MIMO-радиоканале с однократным и двукратным отражением сигналов;
- алгоритм декодирования сигналов на основе метода максимального правдоподобия;
- методика оценки энергетической эффективности MIMO-систем при использовании алгоритмов пространственно-временного кодирования и декодирования.

Указанные результаты соответствуют области исследования, определенной паспортом специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения:

- по пункту 2 (в части исследования алгоритмов обработки радиосигналов, учитывающих эффекты их рассеяние и отражение при прохождении через различные среды распространения);
- по пункту 3 (в части разработки и исследования радиотехнических устройств и систем, обеспечивающих улучшение характеристик быстродействия и помехоустойчивости);
- по пункту 15 (в части разработки и исследования математических моделей радиотехнических устройств и систем).

Теоретическая значимость работы определяется построением трехмерной модели рассеивателей в радиоканале, определяющих закономерности измерения траекторий распространения волновых процессов в радиоканале во взаимно ортогональных плоскостях, и научным обоснованием алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов в MIMO-системах в условиях федингов их амплитуд и деструктивных воздействий пространственно-коррелированных помех.

Ценность результатов, изложенных в диссертации, состоит в разработке алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов, обосновании путей построения и тактико-технических характеристик MIMO-систем с улучшенными показателями помехоустойчивости и эффективности информационного обмена.

Достоверность научных результатов, положений, выдвигаемых для публичной защиты, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается:

- применением теоретически обоснованных и прошедших апробацию методов математического моделирования сложных технических устройств, физики волновых процессов, теории статистической обработки сигналов и эксперимента;
- корректным выбором ограничений, допущений и исходных данных из практики разработки беспроводных систем передачи данных и алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов, передаваемых в MIMO-радиоканалах.

Она подтверждается:

- наглядной физической трактовкой выявленных закономерностей и эффектов при передаче-приеме сигналов в беспроводных систем передачи данных, построенных на базе технологии MIMO;

- наличием ключевых переходов к известным задачам анализа MIMO-систем и построения алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов, совпадением частных результатов исследования, используемых диссертантом для верификации моделей и выполнения контрольных расчетов по разработанным методикам и алгоритмам, с результатами, содержащимися в работах других авторов;

- достижением обоснованных характеристик MIMO-систем и показателей эффективности пространственно-временной обработки сигналов по результатам исследовательских экспериментов.

Научные положения, выводы и рекомендации в полной мере обоснованы и критически оценены по сравнению с известными аналогами.

По теме диссертационного исследования опубликованы 4 научные статьи в журналах, входящих в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Результаты, полученные соискателем, прошли апробацию на конференциях, сборники трудов которых индексируются в международной базе цитирования Scopus.

Вместе с тем, как можно судить из автореферата, диссертации свойственны следующие основные недостатки.

1. Отсутствует однозначное соответствие между формулировками частных задач диссертационного исследования, полученными результатами и положениями, выдвигаемыми для публичной защиты, а также авторскими оценками их научной новизны. В автореферате в явном виде не представлена научная задача и не определены перспективы развития темы диссертационного исследования.

2. Несколько некорректно в качестве предмета диссертационного исследования определены «модели расположения рассеивателей в канале передачи информации с многоканальными системами …, а также алгоритмы приема и обработки сигналов в системах MIMO», поскольку они подлежат созданию по результатам выполненной работы.

3. Разработанную модель MIMO-радиоканала целесообразно дополнить воспроизведением электромагнитных связей в антенных системах за счет вторичного излучения, обусловливающих искажения сигналов при передаче-приеме.

4. При представлении результатов исследования не приводится информация о способах их верификации и достигнутой мере точности.

Тем не менее, указанные недостатки, непосредственно не охватывающие положения, выдвигаемые для публичной защиты, не снижают качества выполненной работы и не ставят под сомнение ее положительную оценку.

На основании анализа автореферата диссертации Нгуена Ван Ханя на тему «Повышение эффективности алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов на основе модифицированной трехмерной модели рассеивателей» сделаны следующие выводы.

1. Диссертация «Повышение эффективности алгоритмов пространственно-временной обработки радиотехнических сигналов на основе модифицированной трехмерной модели рассеивателей» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача, имеющая значение для оценки эффективности и построения алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов, также создания высокоэффективных технологий беспроводной передачи данных.

2. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, соответствующие направлениям исследований, определенным пунктами 2, 3 и 15 паспорта специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, нашедшие практическое использование при обосновании предложений по созданию многоканальных систем информационного обмена в сложной помеховой обстановке и свидетельствующие о вкладе автора в науку.

3. Работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Нгуен Ван Хань, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры электрооборудования (и оптико-электронных систем) ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) 1 июня 2026 года, протокол № 13.

Лица, подписавшие отзыв на автореферат, выражают согласие на включение в аттестационное дело соискателя ученой степени Нгуена Ван Ханя своих персональных данных и их дальнейшую обработку.

Профессор кафедры электрооборудования
(и оптико-электронных систем)
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
доктор физико-математических наук, профессор

Разиньков Сергей Николаевич

«01» июня 2026 года

Доцент кафедры электрооборудования
(и оптико-электронных систем)
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
кандидат технических наук

Дмитриев Владимир Михайлович

«01» июня 2026 года

ВОЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ
«ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА
Н.Е.ЖУКОВСКОГО И Ю.А.ГАГАРИНА» (Г. ВОРОНЕЖ)
394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а,
тлф. 8-(473)-244-78-25, E-mail: vva@mil.ru