

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника училища  
по учебной и научной работе  
кандидат технических наук, доцент  
А.Спирин



«11» ноября 2025 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Аль-Мусави Висам Мохаммедтаки М Джавад «Адаптивный алгоритм обработки пространственно-временных сигналов в MIMO-системе радиосвязи для базовой и мобильной станций», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

**Актуальность** диссертационной работы определяется тем, что перспективные и вновь создаваемые радиотехнические системы должны обладать высокими скоростями передачи данных и повышенной надежностью в условиях ограниченности использования полосы частот. Прорыв последних лет в области беспроводных стандартов и технологий связи связан, в основном, с применением сигнально-кодовых конструкций с высокой кратностью модуляции, а также использованием систем с множественным входом и множественным выходом, что реализуется при совместном использовании технологий MIMO и OFDM. Однако сложность городской застройки, влияющей на отражение, дифракцию и доплеровский сдвиг сигналов, характеризуется сложной помеховой обстановкой, что затрудняет применение данных технологий. Поэтому, применение адаптивных алгоритмов на базовой и мобильной станциях для выбора оптимальных путей распространения сигналов беспроводных систем MIMO-OFDM является актуальной задачей. В связи с этим диссертация Аль-Мусави Висам Мохаммедтаки М Джавад, выполненная на тему «Адаптивный алгоритм обработки пространственно-временных сигналов в MIMO-системе радиосвязи для базовой и мобильной станций», представляет несомненный интерес для специалистов.

**Достоверность** полученных в диссертации результатов и их обоснованность подтверждаются корректным использованием теории многомерных случайных процессов, теории матриц и разложения пространственной корреляционной матрицы выходных сигналов и помех для антенных решеток на собственные числа и собственные вектора, сопоставлением полученных результатов с уже известными, а также

апробацией результатов работы и одобрением специалистов на международных конференциях.

**Научная новизна** основных выводов и результатов диссертации определяется получением ряда новых результатов, к основным из которых можно отнести следующие.

1. Разработан адаптивный алгоритм пространственно-временной обработки сигналов для антенных решеток мобильной и базовой станций системы связи на основе критерия максимума отношения сигнал/шум при использовании OFDM-MIMO-принципов модуляции для городских условий.

2. Исследована сравнительная эффективность алгоритмов на основе определения вероятности битовой ошибки и пропускной способности системы связи с адаптацией и без нее в зависимости от отношения сигнал/шум при изменении числа элементов антенных решеток, скорости движения мобильной станции, различных систем кодирования сигналов, дальности радиосвязи, интервалов между элементами антенных решеток как на передачу, так и на прием сигналов.

3. Исследованы вопросы интеграции адаптивной обработки с помехоустойчивыми кодами Хэмминга и Рида-Соломона, что обеспечивает дополнительное повышение устойчивости к ошибкам при передаче данных.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором диссертации, в достаточной степени обоснованы.

**Практическая значимость** полученных результатов и научно обоснованных решений, полученных в диссертации, состоит в:

1. Улучшение качества радиосвязи в условиях городской застройки, где многочисленные переотражения сигнала создают многопутность канала, достигаемое за счет снижения вероятности ошибок при передаче данных и увеличения максимальной скорости передачи информации.

2. Предложенный алгоритм позволяет уменьшить вероятность появления ошибки BER более чем на пятнадцать процентов, а при его практическом внедрении растёт пропускная способность канала связи, что в особенности актуально в условиях городов, где плотная застройка создаёт препятствия для проникновения сигнала.

Полученные результаты были подтверждены при моделировании с использованием программно-прикладного пакета MATLAB.

По автореферату диссертации имеются следующие **замечания**.

1. Цель диссертации сформулирована таким образом, что исследование любых видов модуляции и методов помехоустойчивого кодирования не соответствует ее достижению.

2. В практической значимости диссертационной работы представленная численная величина BER не совпадает с численным значением, приведенным для BER в третьем положении, выносимом на защиту.

3. На стр. 10, абз. 2 сказано, что адаптивный алгоритм выделяет из всех отраженных сигналов и прямого пути один путь прихода сигнала, который имеет максимальную мощность и фильтрует остальные пути. Не понятно,

что будет, если сигналом с максимальным уровнем окажется мощный помеховый сигнал?

4. Автореферат изобилует орфографическими и синтаксическими ошибками, например, стр. 5 «при многочисленных переотражений сигналов»).

5. В ходе изложения автор допускает различные смысловые неточности и вольность трактовки строгой научно-технической терминологии, например, «в среде с переотражениями», «...прямой путь, который имеет наибольшую мощность», «многопутное распространение», «сила сигнала».

Однако данные замечания не снижают общего впечатления от работы, и содержание автореферата позволяют сделать вывод о том, диссертационное исследование выполнено на требуемом научно-техническом уровне и содержит решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для реализации высококачественной передачи данных в современных беспроводных системах связи.

Диссертация Аль-Мусави Висам Мохаммедтаки М Джавад является завершенным научным исследованием, содержит новые результаты, имеющие как теоретическую, так и практическую ценность. Считаю, что выполненная работа соответствует требованиям, установленным Положением «О присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Аль-Мусави Висам Мохаммедтаки М Джавад заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании 23 кафедры Краснодарского высшего военного училища 14.11.2025, протокол № 8.

Отзыв составил

докторант Краснодарского высшего военного училища

кандидат технических наук, доцент

Землянский Сергей Владимирович

Врио начальника 23 кафедры Краснодарского высшего военного училища

кандидат технических наук

Поддубный Максим Игоревич

«14» ноября 2025 г.