

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ЮФУ801.02.07,

созданного на базе Института радиотехнических систем и управления
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Южный федеральный университет»,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

*аттестационное дело № _____,
решение диссертационного совета
от 15 февраля 2024 г. № 14*

О присуждении Джамилу Джалилу Садуну Джамилу, гражданину Ирака, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Адаптивный алгоритм передачи изображений по беспроводной линии связи на основе ММО-принципа» по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения принята к защите 23 ноября 2023 г. (протокол заседания № 9) диссертационным советом ЮФУ801.02.07, созданным на базе Института радиотехнических систем и управления федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» в соответствии с приказом ЮФУ № 371-ОД от 22.12.2022 г.

Соискатель Джамил Джалил Садун Джамил, 1985 года рождения, в 2013 году окончил Багдадский университет (Ирак) и получил диплом магистра наук по направлению «Электроэнергетика, электроника и коммуникация». В 2022 году окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» по направлению 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи (направленность программы: Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения). С 2022 года по настоящее время работает в должности ассистента федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре теоретических основ радиотехники Института радиотехнических систем и управления федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Федосов Валентин Петрович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», профессор кафедры теоретических основ радиотехники.

Официальные оппоненты:

Лисничук Александр Александрович, доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина», профессор кафедры радиоуправления и связи;

Окорочков Александр Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» в г. Шахты, доцент кафедры «Радиоэлектронные и электротехнические системы и комплексы».

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации, из них в научных изданиях, входящих в Перечень научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, представленных для защиты в диссертационные советы Южного федерального университета (далее – Перечень рецензируемых научных изданий), опубликовано 2 работы; в научных изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и/или Web of Science, опубликовано 5 работ.

Основные научные публикации по теме диссертации:

1. Федосов В.П. Сравнение производительностей адаптивного алгоритма и метода минимума среднеквадратического отклонения для передачи изображений на основе систем связи с использованием антенных решеток [Текст] / В.П. Федосов, Д.С.Д. Джамил, С.В. Кучерявенко // Радиотехника. – 2023. – №2. – С. 123–135 (входит в Перечень рецензируемых научных изданий).

2. Федосов В.П. Передача данных в канале 3D WiMAX на основе SISO-OFDM и MIMO-OFDM [Текст] / В.П. Федосов, Д.С.Д. Джамил, С.В. Кучерявенко // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2020. – №6. – С. 6–18 (входит в Перечень рецензируемых научных изданий).

3. Jameel J.S. Lossy Compression of Medical Images Using Multiwavelet Transforms [Текст] / J.S. Jameel, M.H. Ali, M. Abomaaly, H.K. Shamkhi, N. Yahya // Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC). – 2017. – № 9. – P. 7–11 (входит в базу Scopus).

4. Fedosov V.P. Analysis of an Adaptive Algorithm for Processing Space-Time Signals for Image Transmission Based on 3D Wireless Channel Model [Текст] / V.P. Fedosov, J.S. Jameel, S.V. Kucheryavenko // 2021 Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves (RSEMW) – 2021. – P. 443–446 (входит в базу Scopus).

5. Fedosov V.P. Transmitting Image in 3D Wireless Channel using Adaptive Algorithm Processing with MMSE based on MIMO principles [Текст] / V.P. Fedosov, J.S. Jameel, S.V. Kucheryavenko // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. – 2021. – Vol. 1973, № 1. – P. 012131 (входит в базу Scopus).

6. Fedosov V.P. Theoretical Analysis of Adaptive Algorithm Modulation Scheme in 3D OFDM WiMAX System [Текст] / V.P. Fedosov, J.S. Jameel, S.V. Kucheryavenko // Trends in Sciences. – 2022. – Vol. 19, № 12. – P. 4605-4605 (входит в базу Scopus).

7. Fedosov V.P. Medical image transmission in 3D WiMAX channel using adaptive algorithm based on MIMO-OFDM principles [Текст] / V.P. Fedosov, J.S. Jameel, S.V. Kucheryavenko // Conference Proceedings. 2023 Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves (RSEMW) – 2023. – P. 236-239 (входит в базу Scopus).

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Приведены ссылки на все использованные в диссертации результаты научных работ, выполненные соискателем лично и в соавторстве. В диссертации отсутствуют заимствования без ссылок на авторов или источник заимствования.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов:

1. ООО «Техкомпания Хуавей», Московский исследовательский центр, г. Москва. *Отзыв положительный.* Подписал кандидат технических наук, ведущий инженер Московской лаборатории алгоритмов радиосвязи Шерстобитов Александр Иванович.

Основные замечания:

- в работе в качестве модели сигналов выбрана технология ортогонального частотного мультиплексирования, однако в автореферате этот выбор недостаточно обоснован;

- при реализации адаптивного алгоритма неявно предполагается, что автоковариационная функция полезного сигнала является диагональной и не влияет на расчёт весового вектора, что в общем случае неверно;

- имеются неточности при использовании современной терминологии в области ММО-систем.

2. АО «Таганрогский научно-исследовательский институт связи», г. Таганрог. *Отзыв положительный.* Подписал кандидат технических наук, начальник научно-технического центра Дулин Михаил Игоревич.

Основные замечания:

- отсутствует сравнение разработанного адаптивного алгоритма пространственной обработки сигналов с другими известными алгоритмами пространственной обработки сигналов;

- отсутствует информация о планах проведения натурных исследований передачи различных типов цветных изображений по беспроводному каналу с использованием разработанного адаптивного алгоритма и оценки его эффективности по сравнению с результатами моделирования.

3. ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Институт математики и информационных технологий, г. Волгоград. *Отзыв положительный.* Подписал доктор технических наук, профессор, профессор кафедры радиофизики Захарченко Владимир Дмитриевич.

Основные замечания:

- отсутствие оценки творческого вклада соискателя в опубликованные работы;

- в автореферате не приведена расшифровка сокращений, принятых на рисунках 5-7;

- обозначения в формулах (2), (3) и далее не расшифрованы; формулы (5)-(8) на стр. 10 отсутствуют;

- имеются многочисленные грамматические и синтаксические ошибки.

4. ФГАОУ ВО «Северо-восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова», г. Якутск. *Отзыв положительный.* Подписал кандидат технических наук, доцент кафедры радиофизики и электронных систем физико-технического института Леонтьев Ньургун Анатольевич.

Основные замечания:

- шумовая составляющая в современном городе имеет более сложную структуру, в том числе индустриальные и групповые помехи; необходимо провести учет таких помех.

5. Краснодарское высшее военное училище, г. Краснодар. *Отзыв положительный.* Подписали: кандидат технических наук, докторант Краснодарского высшего военного училища Головской Василий Сергеевич, начальник 23 кафедры доктор технических наук Махов Денис Сергеевич.

Основные замечания:

- автореферат изобилует орфографическими и синтаксическими ошибками (более 20-ти): начиная с разницы падежей (стр. 3) и заканчивая пропуском окончаний в словах (стр. 14);

- в ходе изложения автор допускает различные смысловые неточности и вольность трактовки строгой научно-технической терминологии, что ведет к затруднению понимания сути работы; примеры такой вольной трактовки представлены словами «среда с переотражениями», «...прямой путь, который имеет наибольшую мощность.», «многопутный канал», «...модулируемой среды...», «пространственный поток»;

- темой работы является «Алгоритм...», однако в автореферате не приведено описание заявленного Алгоритма;

- целью работы является «Повышение пропускной способности, снижение вероятности битовой ошибки, а также среднеквадратического значения ошибки яркости и цветности при передаче изображений в канале радиосвязи с многочисленными переотражениями путем разработки адаптивного алгоритма с пространственной обработкой сигналов»; ввиду того, что в цели не указана принадлежность целевого показателя пропускная способность, отсутствует возможность оценить степень достижения цели;

- в формулах (1)-(4) допущены технические ошибки, не пояснены входящие в формулы элементы, что затрудняет проверку возможности их вычислимости и соответствие единиц измерений;

- слово «многопутный», скорее всего, является дословным переводом «multipath», однако в отечественной научной литературе советского и настоящего периода принят устоявшийся термин «многолучевой» относительно модели канала связи;

- выражение (7) и рисунок 4 не несут в себе научной новизны, являются тривиальными, описаны в трудах Р.А. Монзинго и Т.У. Миллера, и дающими основу для глубокой проработки проблем адаптивных антенных решеток, представленной в трудах Д.Д. Габриэльяна, А.Н. Новикова и др.; в автореферате, как и в самой диссертации, ссылок на указанных авторов нет;

- на рисунках 5 и 6 представлены зависимости вероятности битовой ошибки при различных видах цифровой манипуляции для систем SISO и 2x2 MIMO, однако не приведены данные о типах помехоустойчивого кодирования, что затрудняет анализ результатов моделирования;

- графики на рисунках 5-7 не несут смысловой нагрузки и являются тривиальными для области изучения технологии MIMO и теории передачи сигналов, поскольку не приведены данные о типах помехоустойчивого кодирования, типе шума и т.д.; данные рисунки могли бы быть заменены на графики сравнения вероятностей ошибки для предлагаемой модели канала связи и модели Райса;

- на рисунках 7, 12 приведены графики «Зависимости пропускной способности канала от количества MIMO антенн», однако, судя по подписи на оси ординат графиков, на рисунках – зависимости нормированной по частоте пропускной способности.

6. Университетский колледж Аль-Савва, г. Кербела, Ирак. *Отзыв положительный.* Подписал доктор в области компьютерных наук, доцент, заведующий кафедрой компьютерных технологий и инженерии Латиф Абд Заид Кудр.

Основные замечания:

- описания систем SISO и MIMO отсутствуют;
- недостаточно пояснений расчета среднеквадратичной ошибки (MSE);
- в данной работе в качестве модели происхождения сигналов была выбрана технология OFDM, однако в автореферате этот выбор недостаточно обоснован;
- для объяснения адаптивных алгоритмов необходимо большее количество рисунков или блок-схем.

7. Южный технический университет, Инженерно-технический колледж Басры, г. Басра, Ирак. *Отзыв положительный.* Подписал доктор наук Мазен Р. Хассан.

Основные замечания:

- обзор литературных источников должен включать собственную критическую оценку соискателя, совпадающую с целями диссертации;
- исследование может быть продолжено в направлении использования технологий искусственного интеллекта для получения «умной» версии беспроводной обработки сигналов.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией в отрасли науки, соответствующей теме диссертации: Лисничук Александр Александрович является специалистом в области многокритериального синтеза радиосигналов для адаптивных к помехам систем передачи информации; Окорочков Александр Иванович является специалистом в области формирования и обработки изображений, а также пространственного разделения сигналов в системах радиосвязи. Оба оппонента имеют публикации в рецензируемых научных изданиях по соответствующей теме диссертации сфере исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан адаптивный алгоритм формирования характеристики направленности приемной антенны, для пространственной фильтрации сигналов в воздушной среде с переотражениями;
- разработана модель системы связи на основе MIMO-OFDM с применением адаптивного алгоритма;
- модернизирована многопутная 3D-модель воздушной среды распространения сигналов системы WiMAX для исследования адаптивного алгоритма обработки изображений;
- выполнено моделирование разработанных адаптивных алгоритмов в составе системы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- для систем связи на основе антенной решетки модернизирован адаптивный алгоритм формирования пространственных характеристик направленности на основе взвешенной обработки сигнала изображений с выхода антенной решетки, позволяющий снизить вероятность битовой ошибки и повысить спектральную эффективность использования выделенной полосы сигнала;
- модифицирована трехмерная модель канала WiMAX для воздушной среды распространения сигналов, которая позволяет учитывать геометрическую конфигурацию антенной системы, возможность перемещения приемника, а также различные объекты, от которых могут отражаться сигналы изображений;
- предложено использовать пространственные методы обработки сигналов на основе антенных решеток и мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов, что в совокупности с разработанным алгоритмом адаптации позволяет беспроводным системам связи повысить устойчивость к среде с множественными переотражениями сигналов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики:

- практическая значимость адаптивного алгоритма в канале WiMAX для системы SISO заключается в снижении вероятности битовой ошибки на 2 порядка при $\text{SNR} = 0$ дБ и на 3 порядка при $\text{SNR} = 2$ дБ, для системы 2×2 MIMO вероятность ошибки снижается в 40 раз при $\text{SNR} = 5$ дБ;
- при отсутствии прямого пути вероятность ошибки снижается в 16,6 раза при $\text{SNR} = 5$ дБ;
- интегральное снижение нормированного значения среднеквадратической ошибки передачи черно-белого изображения до значения, близкого к нулю, при $\text{SNR} = 10$ дБ для SISO-системы и до $3,5 \cdot 10^{-3}$ при $\text{SNR} = 10$ дБ для MIMO-системы;
- при передаче цветных изображений по беспроводному каналу с использованием адаптивного алгоритма достигнуты результаты оценки среднеквадратичной ошибки, близкой к 0, при $\text{SNR} = 10$ дБ для системы SISO и до 10^{-5} при $\text{SNR} = 10$ дБ в системах MIMO;
- разработанный алгоритм и результаты исследования его эффективности использованы при выполнении гранта Российского научного фонда № 22-29-01389.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- теория построена на известных, проверяемых данных, в том числе для предельных случаев, согласуется с опубликованными экспериментальными данными;

- использованы современные методики сбора и обработки исходной информации;

- результаты оценки эффективности алгоритма подтверждены при его моделировании.

Полученные результаты **рекомендуется использовать** при выполнении НИОКР, посвященных разработке комплексов радиосвязи и оценке их эффективности.

Личный вклад соискателя состоит в

- подготовке исходных данных для проведения моделирования;

- разработке программ моделирования адаптивного алгоритма обработки пространственно-временных сигналов на основе SISO и MIMO-принципов;

- апробации результатов исследования;

- подготовке публикаций по выполненной работе.

На заседании 15 февраля 2024 года диссертационный совет отметил, что рассматриваемая диссертация соответствует критериям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет»», и принял решение присудить **Джамилу Джалилу Садуну Джамилу** ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Ю. В. Юханов

А. М. Пилипенко

15.02.2024г.