

**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 18 сентября 2025 г. № 7*

О присуждении **Алшимайсаве Ихсану Абдлкарему А. Лмунему**, гражданину Республики Ирак ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка антенн для систем 5G» по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии принята к защите 6 июня 2025 г. (протокол заседания № 3) 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 Алшимайсаве Ихсан Абдлкарем А. Лмунем, 18.11.1984 года рождения в 2014 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (квалификация «магистр» по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи). В 2024 году окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи (специальность «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»).

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

Научный руководитель – Юханов Юрий Владимирович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Институт радиотехнических систем и управления, заведующий кафедрой антенн и радиопередающих устройств.

Официальные оппоненты:

Габриэльян Дмитрий Давидович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное унитарное предприятие «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи», г. Ростов-на-Дону, заместитель начальника научно-технического комплекса по науке;

Бобков Николай Иванович, кандидат технических наук, Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт «Градиент», главный научный сотрудник научно-технического сектора разработки и испытаний антенно-фидерных устройств

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, представленных для защиты в диссертационные советы Южного федерального университета (далее – Перечень ВАК), опубликовано 3 работы; в научных изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и/или Web of Science, опубликована 1 работа. Общий объем научных публикаций по теме диссертации – 3,125 п. л., авторский вклад в общем объеме научных публикаций – 2,06 п. л.

Основные научные публикации по теме диссертации:

1. Yukhanov, Yu. V. A 5G dual-band rectangular microstrip antenna with two etches and upper hexagonal end cut CPW fed / Yu. V. Yukhanov, I. A. Alshimaysawe // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2022. – № 6(230). – Р. 206-212. – DOI 10.18522/2311-3103-2022-6-206-212 (входит в Перечень ВАК, К2).

2. Alshimaysawe, I. A. Ultra wideband indoor omni-directional 2 × 2 MIMO antenna for 2G, 3G, 4G, and 5G applications / I. A. Alshimaysawe // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2023. – №. 3(233). – Р. 266-274. – DOI 10.18522/2311-3103-2023-3-266-274 (входит в Перечень ВАК, К2).

3. Alshimaysawe, I. A. Optimization omni-directional 2 × 2 MIMO antenna for indoor 2G, 3G, 4G, and 5G applications / I. A. Alshimaysawe, Yu. V. Yukhanov // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2024. – № 4(240). – С. 181-188. – DOI 10.18522/2311-3103-2024-4-181-188 (входит в Перечень ВАК, К2).

4. Al-Khaffaf, D. A. J. Miniaturised tri-band microstrip patch antenna design for radio and millimetre waves of 5G devices / D. A. J. Al-Khaffaf, I. A. Alshimaysawe // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. – 2021. – Vol. 21, №. 3. – С. 1594-1601. – DOI 10.11591/ijeecs.v21.i3.pp1594-1601 (входит в Scopus, Q3).

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 автореферат поступили отзывы:

1. АО «Таганрогский научно-исследовательский институт связи», г. Таганрог. *Отзыв положительный.* Подписал ученый секретарь научно-технического совета, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Гришков Александр Федорович, 2 замечания:

- на рисунках автореферата трудночитаемые надписи и непонятно какие

характеристики приводятся на графиках, например, на рис. 17 и 18 автореферата не указаны где зелёная и красная кривые;

- на рис. 10 и 11 неясно где частотные зависимости КСВН и коэффициента усиления исходной и модифицированной антенн?

2. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар. *Отзыв положительный.* Подписал профессор кафедры радиофизики и нанотехнологий, доктор технических наук, доцент Коротков Константин Станиславович, 1 замечание:

- отсутствие частотных характеристик систем связи 4-го поколения и сравнительного анализа технологий связи разных поколений, в том числе анализа используемых форматов модуляции и их влияния на характеристики поглощения.

3. ФГКВООУ ВО «Краснодарское высшее военное орденов Жукова и Октябрьской Революции Краснознаменное училище имени генерала армии С. М. Штеменко», г. Краснодар. *Отзыв положительный.* Подписали: доцент 14 кафедры, кандидат технических наук, доцент Землянский Сергей Владимирович; начальник 1 факультета Егоров Виталий Анатольевич, 5 замечаний:

- в актуальности темы диссертации речь идет об актуальности систем 5.5G и 6G, но цель диссертационной работы – разработка антенн 4G и 5G;

- цель исследований сформулирована таким образом, что разработка любой антенны для системы 5G с «плохими» или «хорошими» характеристиками соответствует достижению цели диссертационной работы;

- в практической значимости диссертационной работы отсутствуют численные величины, позволяющие судить о преимуществах разработанных антенн перед существующими;

- на рис. 10 и рис. 11 приведены результаты оценки КСВН и коэффициент усиления исходной и модифицированной антенн; по данным результатам отсутствуют обобщения о том, чем лучше модифицированная антенна по сравнению с исходной;

- на стр. 11 автореферата речь идет о задаче оптимизации размеров бокса радиопоглощающего материала, но критерий задачи должен относиться к характеристикам антенны, а размеры бокса — искомый параметр антенны.

4. ФБГУН Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук, г. Москва. *Отзыв положительный.* Подписал заместитель директора по научной работе по информационно-вычислительным технологиям, доктор физико-математических наук, доцент Кисель Владимир Николаевич, 5 замечаний:

- в автореферате нет сведений об экспериментальной проверке результатов расчетов, хоть и декларируется «совпадение расчетных данных с экспериментальными характеристиками...» (стр. 5);

- не приведены критерии соответствия разрабатываемых или дорабатываемых антенн стандарту 5G;

- нечетко объясняется механизм улучшения характеристик антенн за счет использования радиопоглощающих материалов (РПМ) или импедансных структур;

- в автореферате не приводятся электродинамические параметры использованных РПМ, не описана конструкция применяемых импедансных структур;

- в автореферате не приводятся сведения о внедрении результатов работы, что было бы уместно, учитывая, что автор претендует на присуждение ученой степени кандидата технических наук.

5. ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь. *Отзыв положительный.* Подписал профессор кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» Института радиоэлектроники и интеллектуальных технических систем, доктор технических наук, профессор Широков Игорь Борисович, 2 замечания:

- отсутствие русского языка для некоторых научных терминов в некоторых графиках (использован только английский язык);

- необходимо было рассмотреть характеристики антенн будущих частотных диапазонов (шестого поколения).

6. АО «Всероссийский научно-исследовательский институт «Градиент», г. Ростов-на-Дону. *Отзыв положительный.* Подписал начальник научно-технического сектора разработки и испытаний антенных устройств Проживальский Валентин Витальевич, 2 замечания:

- в тексте автореферата имеются грамматические ошибки и опечатки, не приводящие к существенному искажению смысла излагаемого материала;

- на страницах 8-9 автореферата приводится описание микрополосковой антенны с размерами $1,5357 \times 1,5357$ мм² и размером экрана 3,0714 мм и указывается, что «Результаты моделирования показывают характеристики антенны в диапазоне РЧ от 0.1 до 3,4096 ГГц с коэффициентом усиления 3,29, значением обратных потерь S11 и полосой пропускания -13,229644 и 3,4096 ГГц»; автором не поясняется, за счет чего достигается согласование и эффективность излучения столь малой антенны в диапазоне метровых и дециметровых длин волн.

7. ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», г. Симферополь. *Отзыв положительный.* Подписал заведующий кафедрой радиофизики и электроники, доктор физико-математических наук Мазинов Алим Сеит-Аметович, 4 замечания:

- в работе не приведено сравнение разработанных антенн с существующими аналогами по ключевым параметрам (КСВН, коэффициент усиления, габариты, полоса пропускания); это затрудняет оценку конкурентных преимуществ предложенных решений;

- в тексте упоминается верификация результатов, однако отсутствуют данные о методике измерений, условиях проведения экспериментов, использованном оборудовании и погрешностях; это снижает доверие к экспериментальным данным;

- неполное описание влияния конструктивных элементов; в разделе, посвящённом применению РПМ и импедансных покрытий, недостаточно раскрыт физический механизм их влияния на характеристики антенн;

- в работе не рассмотрены такие важные параметры как КПД и удельная

эффективность излучения, которые являются критичными для оценки практической применимости антенн в реальных условиях.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией в отрасли науки, соответствующей теме диссертации: Габриэлян Дмитрий Давидович является доктором технических наук по научной специальности 20.02.25 «Военная электроника. Аппаратура комплексов специального назначения», ведет научные исследования в области систем радиосвязи и радионавигации; Бобков Николай Иванович является кандидатом технических наук по научной специальности 20.02.25 «Военная электроника. Аппаратура комплексов специального назначения», ведет научные исследования в области многолучевых и частотно-независимых антенных систем. Оба оппонента имеют публикации в рецензируемых научных изданиях в сфере исследования, соответствующей теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что в результате проведенных соискателем исследований:

- разработана электродинамическая модель и новая конструкция антенны для систем связи, проведены численные исследования, показавшие, что предложенная конструкция обеспечивает улучшенные характеристики в диапазонах частот систем связи 2G – 5G;

- разработана электродинамическая модель и проведены исследования ближних электромагнитных полей широкополосной антенны 2×2 MIMO для систем связи GSM/3G/LTE/5G с целью выявления возможных путей улучшения их характеристик;

- исследованы влияния диэлектрических экранов и радиопоглощающих покрытий на характеристики излучения антенн;

- предложена электродинамическая модель резистивного импедансного покрытия, установленного на поверхности вибратора 2×2 MIMO для систем связи GSM/3G/LTE/5G;

- исследованы характеристики предложенных модернизаций антенн 4G, приемлемые для использования в системах связи 5G.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- получены новые знания о распределениях ближних полей (полей рассеяния, наводимых поверхностных токов) и механизмах взаимодействия близко расположенных антенн;

- исследовано влияние диэлектрических и радиопоглощающих структур, их конфигурации и месторасположения на характеристики антенн;

- показано, что изменение резистивных покрытий и вариантов их размещения на конструктивных элементах антенны 4G, может обеспечить улучшение характеристики антенны по КСВН в диапазоне частот систем 5G без ухудшения коэффициента усиления и эффективности излучения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработаны две новые малогабаритные патч-антенны для работы на

частотах 5G на основе ранее разработанных антенн 4G; каждая из антенн обеспечивает работу в двух частотных диапазонах – первая в диапазонах 2,3046–2,5103 ГГц и 3,1969–3,6618 ГГц, а вторая в диапазонах 43,5–64 ГГц и 81–95 ГГц;

- разработаны новые конструктивные элементы антенн за счет введения дополнительных импедансных покрытий, позволивших расширить рабочую полосу по КСВН в сторону нижних частот на 300 МГц при этом сохранив среднее значение коэффициента усиления во всей полосе частот с отдельными имеющимися отклонениями не более чем на $\pm (0,6-0,8)$ дБ, что обеспечивает возможность использования антенн 4G для эффективной работы в системах 5G;

- за счет использования конструкций из радиопоглощающих материалов у разработанных модернизированных 2×2 ММО-антенн удалось расширить рабочую полосу частот до диапазона 5G с уменьшенным до 1,2–1,3 значением КСВН, при этом в диапазонах (790–950) МГц, (1,710–2,7) ГГц и (3,4–3,8) ГГц коэффициент усиления меняется в пределах (2,5–7,5) дБ, а КПД остается не ниже (66–90) %.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- достоверность полученных в работе результатов подтверждается соответствием предложенных электродинамических моделей в САПР СВЧ физическим моделям разрабатываемых антенн, диэлектрических и радиопоглощающих конструкций, а также совпадением отдельных результатов расчетов характеристик антенн с экспериментальными данными образцов антенн, полученными другими авторами.

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке электродинамических моделей антенн и их конструктивных элементов на основе диэлектрических, радиопоглощающих и импедансных структур;

- проведении численных исследований характеристик антенн, формулировании выводов и рекомендаций по возможным путям модернизации конструкций антенн, доводя их параметры до уровня систем связи 5G.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний. Соискатель Алшимайсаве Ихсан Абдлкарем А. Лмунем ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 18 сентября 2025 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 Алшимайсаве Ихсану Абдлкарему А. Лмунему ученую степень кандидата технических наук за проведенные исследования по созданию новых конструкций антенн, имеющих существенное значение для развития перспективных средств связи.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета



В. А. Обуховец

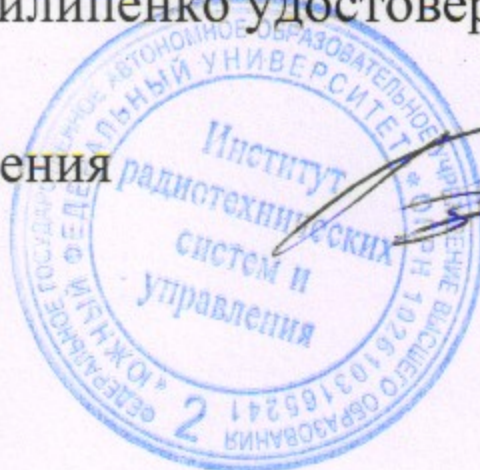
Ученый секретарь
диссертационного совета



А. М. Пилипенко

Подписи В. А. Обуховца и А. М. Пилипенко удостоверяю.

Заместитель директора Института
радиотехнических систем и управления



Н. Н. Кисель

18.09.2025г.