

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ПДС 2022.013
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМЕНИ ПАТРИСА
ЛУМУМБЫ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.12.2025 г., протокол № 8

О присуждении Махасин Али Абделрхман Фрах, гражданке Судана, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Электромагнитное загрязнение от радиоэлектронной аппаратуры и технологии материалов для защиты от него» по специальности 2.2.9. «Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры» в виде рукописи принята к защите 26.11.2025г., протокол № 6 диссертационным советом ПДС 2022.013 Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6.; приказ от 24.07.2022 года № 416).

Соискатель Махасин Али Абделрхман Фрах 1977 года рождения, в 2011 году закончила магистратуру Исламского университета в г. Омдурман, Судан по специальности «Техника связи».

С 28.04.2025 по 11.10.2025 г. Махасин Али Абделрхман Фрах является соискателем кафедры нанотехнологий и микросистемной техники инженерной академии Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы по научной специальности 2.2.9. «Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры», по которой подготовлена диссертация.

В период подготовки диссертации соискатель работал лаборантом на кафедре нанотехнологий и микросистемной техники инженерной академии, Инженерной академии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы". В настоящее время не работает.

Диссертация выполнена на кафедре «Нанотехнологии и микросистемная техника» Инженерной академии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Беляев Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник управления развития науки Государственного университета просвещения, профессор кафедры нанотехнологий и микросистемной техники Инженерной академии, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы".

Официальные оппоненты:

– Гудков Александр Григорьевич, РФ, доктор технических наук (05.11.14 – Технология приборостроения), профессор кафедры технологий приборостроения, ФГАОУ ВО Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет),

– Нуриев Александр Вадимович, РФ, кандидат технических наук (05.27.06 – Технология и оборудование производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники), доцент, заместитель начальника управления средств отображения информации АО НПП Циклон,

– Каманина Наталия Владимировна, РФ, доктор физико-математических наук (01.04.05 — Оптика), начальник отдела «Фотофизика сред с нанообъектами» АО «ГОИ им. С.И. Вавилова», начальник отдела «Фотофизика наноструктурированных материалов и устройств» АО НПО ГОИ.

дали положительные отзывы о диссертации.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, все по теме диссертации. Из них 5 работ за последние 5 лет, опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных «Перечнем РУДН», «Перечнем ВАК», в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science, Scopus. Общий объем публикаций 7,5 п.л.

Авторский вклад 72 %.

Наиболее значимые публикации:

1. Frah M A A, Belyaev V V. Evaluation of electromagnetic pollution index (EMPI) emitted from multiple sources. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 2056 - 1, 012057. DOI: 10.1088/1742-6596/2056/1/012057.

2. Frah M A A, Pavlushkina T, Babinova A, Belyaev V, Makeev M, Osipkov A, Konopleva E, Zhachkin V, Usachev V. Protection from electromagnetic pollution by using metal based shielding materials. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 2056 - 1, 012058. DOI: 10.1088/1742-6596/2056/1/012058.

3. M A A Frah and V V Belyaev, Parameters of electromagnetic pollution from different sources and their hazard impact // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1309 (2019) 012013. doi:10.1088/1742-6596/1309/1/012013.

4. A Abduev, A Akhmedov, A Asvarov, V Kanevsky, A Muslimov, V Belyaev, D Generalov, D Nikolaeva, J Tirado, M A A Frah. Advanced processes for low-temperature formation of functional metal oxide based thin films// IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf IOP. 2056 (2021) 012046 doi:10.1088/1742-6596/2056/1/012046.

5. Махасин Фра, В. Беляев, И. Леонисова, Электромагнитное загрязнение от радиочастотных источников и их воздействие на человека // Электроника: Наука. Технология. Бизнес. №6. С. 70-74 (2020). DOI: 10.22184/1992-4178.2020.197.6.70.74.

6. Фрах М.А.А., Беляев В.В., Амин Б.Н.М., Беляев А.А. Электромагнитное излучение, сформированное несколькими радиоэлектронными приборами // Успехи современной радиоэлектроники <https://doi.org/10.18127/j20700784-202411-01>.

На автореферат диссертации поступили положительные, не содержащие критических замечаний, отзывы:

– Соломатин Алексей Сергеевич, гражданин РФ, доктор технических

наук (01.04.05), профессор кафедры информатики и компьютерного проектирования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева", доцент.

Замечания:

1. Целесообразно было бы приводить более подробный анализ экономической целесообразности и производственной масштабируемости предложенных защитных материалов для различных практических применений.

– Максимова Оксана Вадимовна, гражданка РФ, кандидат технических наук (05.13.20, 05.13.05), декан факультета транспортных систем и безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова», доцент.

Замечания:

1. рекомендуется более развернутое обсуждение биофизических механизмов воздействия выявленных уровней ЭМЗ на человека в контексте действующих регуляторных норм.

– Сычев Максим Максимович, гражданин РФ, доктор технических наук, профессор (02.00.21), Заведующий кафедрой теоретических основ материаловедения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)":

без замечаний.

– Жуков Николай Дмитриевич, гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (01.04.07), генеральный директор ООО «Волга».

По автореферату имеется замечание:

1. Целесообразно было бы провести сравнительный анализ предложенных защитных материалов с существующими коммерческими аналогами по основным критериям эффективности, стоимости и практичности применения.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов и публикаций, соответствующих теме оппонируемой диссертации:

Гудков Александр Григорьевич является крупным специалистом в области разработки и производства наукоемкой высокотехнологичной продукции, работающей в радиочастотном и микроволновом диапазоне. Он занимается системным поиском новых решений важной научной проблемы создания источников излучения и измерения их характеристик для различных применений, в том числе для здоровьесбережения. Основные публикации Гудкова А.Г. по тематике диссертации:

1. Королёв А.В., Рыков С.Г., Сидоров И.А., Гудков А.Г., Чижигов С.В. Шумы радиометрического супергетеродинного приемника L- и S-диапазонов. Радиотехника. 2025. Т. 89. № 2. С. 146-151.

2. Гудков А.Г., Сидоров И.А., и др. Радиометрия. Монография. Москва, 2024. 336 стр. ISBN: 978-5-907823-96-9

3. Leushin V.Yu., Agasieva S.V., Porokhov I.O., Gudkov A.G. A broadband spiral applicator antenna for microwave radiothermometry. Biomedical Engineering. 2024. Т. 57. № 5. С. 333-335.

4. Королев А.В., Гудков А.Г., Сидоров А.И., Леушин В.Ю., Чижигов С.В. Измерение регулярных составляющих сигнала гетеродина в радиометрических приемниках. Радиотехника. 2023. Т. 87. № 9. С. 168-174.

5. Гудков А.Г., Веснин С.Г., Леушин В.Ю., Сидоров И.А., Тихомиров В.Г., Седанкин М.К., Чижигов С.В., Агандеев Р.В., Шашурин В.Д. Микроминиатюризация многоканальных многочастотных радиотермографов (часть 1). Успехи современной радиоэлектроники. 2023. Т. 77. № 5. С. 48-63.

6. Гудков А.Г., Веснин С.Г., Леушин В.Ю., Сидоров И.А., Тихомиров В.Г., Седанкин М.К., Чижигов С.В., Агандеев Р.В., Шашурин В.Д. Микроминиатюризация многоканальных многочастотных радиотермографов (часть 2). Успехи современной радиоэлектроники. 2023. Т. 77. № 7. С. 55-68.

Нуриев Александр Вадимович является ведущим специалистом в области электронных приборов для отображения информации и СВЧ диапазона, их технологий и надежности. В сфере его научных интересов находятся вопросы различных технологических решений, в частности прозрачных электродов для устройств различного назначения.

Основные публикации Нуриева А. В. по тематике диссертации:

1. Паращук Н.С., Курилов А.Д., Бонюшкин Ю.Е., Стахарный С.А., Нуриев А.В., Морозов А.А., Чаусов Д.Н. Современные тренды развития прозрачных электродов для дисплейных технологий.

Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. 2025. Т. 8. № 1. С. 16-44.

2. Сосорев А.Ю., Дубинец Н.О., Стахарный С.А., Нуриев А.В., Морозов А.А. Оценка подвижности зарядов в матрицах излучающих слоев органических светодиодов на основе антрацена с помощью многомасштабного моделирования. Журнал радиоэлектроники. 2024. № 12.

3. Забабурин А.Ю., Нуриев А.В., Стахарный С.А., Шипицин Д.С. Тонкая настройка качества изображения для вывода на экране OLED-микродисплеев с кремниевой СБИС управления. Наноиндустрия. 2024. Т. 17. № S10-2 (128). С. 608-614.

4. Паращук Н.С., Курилов А.Д., Чиж К.В., Нуриев А.В., Стахарный С.А., Чаусов Д.Н. Низкотемпературный синтез прозрачных зарядово-транспортных слоев. СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. 2024. № 6. С. 126-127.

5. Чиж К.В., Юсим В.А., Калимуллин Р.К., Саркисов С.Э., Нуриев А.В., Стахарный С.А., Чаусов Д.Н. Численное моделирование тепло- и массопереноса при атомно-слоевом осаждении в процессе производства тонких нанопленок. СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. 2024. № 6. С. 136-137.

6. Курилов А.Д., Паращук Н.С., Стахарный С.А., Нуриев А.В., Морозов А.А., Чаусов Д.Н. Зарядово-транспортные слои для оптических устройств органической электроники. СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. 2024. № 6. С. 138-139.

7. Чаусов Д.Н., Курилов А.Д., Паращук Н.С., Бонюшкин Ю.Е., Чаусова О.В., Нуриев А.В., Стахарный С.А. Прозрачные проводящие структуры для OLED микродисплеев. СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. 2023. № 5. С. 136-137.

8. Дарвин Д.О., Забабурин А.Ю., Ильин С.А., Илюшкин Т.Ю., Ласточкин О.В., Нуриев А.В., Стахарный С.А., Титов А.И., Шипицин Д.С. Семейство полноцветных и монохромных активноматричных микродисплеев на основе органических светодиодов. Наноиндустрия. 2022. Т. 15. № S8-1 (113). С. 207-210.

9. Дарвин Д.О., Забабурин А.Ю., Ильин С.А., Илюшкин Т.Ю., Ласточкин О.В., Нуриев А.В., Стахарный С.А., Титов А.И., Шипицин Д.С. Семейство полноцветных и монохромных активно-матричных

микродисплеев на основе органических светодиодов. Наноиндустрия. 2021. Т. 14. № S7 (107). С. 314-316.

Каманина Наталия Владимировна является лидером ведущей в стране научно-технической группы исследователей, координирует и анализирует исследования и разработки в области Критической технологии РФ: «Нанотехнологии и наноматериалы». Опыт ее работы связан с изучением физических процессов в объёмных и тонкоплёночных материалах, в том числе, наноструктурированных композитах при воздействии на них лазерного излучения широкого диапазона спектра. В частности, ей и ее группой получены важные научные и технологические результаты по пленкам прозрачных электродов на основе окиси индия и олова. Основные публикации Каманиной Н.В. по тематике диссертации:

1. Ильин М.Е., Тойкка А.С., Каманина Н.В. Вариация свободных поверхностных энергий пленок термически восстановленного оксида графена, полученных на подложках оксида индия и олова. Прикладная физика. 2025. № 3. С. 60-65.

2. Тойкка А.С., Федорова Л.О., Каманина Н.В. Влияние лазерно-осажденных углерод-содержащих наночастиц на ориентирующие свойства проводящего слоя на основе оксида индия и олова для жидкокристаллических устройств. Оптический журнал. 2024. Т. 91. № 1. С. 91-100.

3. Тойкка А.С., Каманина Н.В. Особенности морфологии поверхности тонких проводящих пленок оксидов индия и олова, полученных методом лазерно-ориентированного осаждения. Письма в Журнал технической физики. 2024. Т. 50. № 2. С. 36-39.

4. Ильин М.Е., Каманина Н.В. Оптическое пропускание пленок стандартного и восстановленного оксида графена при обработке эрбиевым лазером с варьированием плотностей энергии. Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2024. Т. 17. № 8. С. 5-12.

5. Тойкка А.С., Каманина Н.В. Способы управления свободной поверхностной энергией тонких пленок на основе оксидов индия и олова, полученных лазерно-ориентированным осаждением. Прикладная физика. 2024. № 3. С. 71-77.

6. Toikka A., Ilin M., Kamanina N. Perspective coatings based on structured conducting ITO thin films for general optoelectronic applications. *Coatings*. 2024. Т. 14. № 2. С. 178.

7. Тойкка А.С., Каманина Н.В. Влияние обработки поверхностными электромагнитными волнами на рефрактивные свойства тонких пленок на основе оксидов индия и олова с лазерно-осажденными одностенными углеродными нанотрубками. *Russian Technological Journal*. 2024. Т. 12. № 5. С. 50-62.

8. Kamanina N., Toikka A., Barnash Ya., Kuzhakov P., Kvashnin D. Advanced and functional structured ceramics: MgF₂ and ZnS. *Materials*. 2022. Т. 15. № 14. С. 4780.

9. Kamanina N., Toikka A., Gladysheva I. ITO conducting coatings properties improvement via nanotechnology approach. *Nanoscale Research Letters*. 2021. Т. 2. № 010006. С. 1.

10. Kamanina N., Toikka A., Gladysheva I. ITO conducting coatings properties improvement via nanotechnology approach. *Nano Express*. 2021. Т. 2. № 1. С. 010006.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработанная методика измерения уровня электромагнитного загрязнения используется в более широком пространстве около оператора для большего количества источников ЭМЗ и, соответственно, большего количества возможных комбинаций этих источников, а также большего количества параметров электромагнитного излучения.

2. Впервые протестированы пятнадцать сценариев трех параметров электромагнитного излучения от четырех различных источников радиоэлектронных приборов и комбинаций из двух, трех и четырех приборов.

3. Разработанная и экспериментально верифицирована модель прогнозирования и оценки электромагнитного излучения от различных источников радиоэлектронных приборов их комбинаций обеспечивает согласие расчетных и экспериментальных данных. Расхождение расчетного и экспериментальных значений напряженности электрического поля ЭМИ варьируется от 1 до 9%, напряженности магнитного поля от 6 до 17%,

мощности излучения от 0,2 до 25% для сложных комбинаций источников излучения.

4. Впервые разработаны материалы фильтров для защиты от электромагнитного излучения на основе нескольких технологий - стекла с имплантированными наночастицами переходных металлов, металло-пластиковой фольги, стекол с различными видами покрытий из окиси индия и олова (ИТО), многослойных периодических структур (сверхрешеток) с высокой структурной разупорядоченностью на основе повторяющихся систем $\text{ZnO}/\text{ZnO}:\text{Al}$.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. Разработанная методика измерения уровня электромагнитного загрязнения используется в более широком пространстве около оператора для большего количества источников ЭМЗ и, соответственно, большего количества возможных комбинаций этих источников, а также большего количества параметров электромагнитного излучения.

2. Впервые протестированы пятнадцать сценариев трех параметров электромагнитного излучения от четырех различных источников радиоэлектронных приборов и комбинаций из двух, трех и четырех приборов.

3. Разработанная и экспериментально верифицирована модель прогнозирования и оценки электромагнитного излучения от различных источников радиоэлектронных приборов их комбинаций обеспечивает согласие расчетных и экспериментальных данных. Расхождение расчетного и экспериментальных значений напряженности электрического поля ЭМИ варьируется от 1 до 9%, напряженности магнитного поля от 6 до 17%, мощности излучения от 0,2 до 25% для сложных комбинаций источников излучения.

4. Впервые разработаны материалы фильтров для защиты от электромагнитного излучения на основе нескольких технологий - стекла с имплантированными наночастицами переходных металлов, металло-пластиковой фольги, стекол с различными видами покрытий из окиси индия и олова (ИТО), многослойных периодических структур (сверхрешеток) с высокой структурной разупорядоченностью на основе повторяющихся систем $\text{ZnO}/\text{ZnO}:\text{Al}$.

Значение полученных соискателем результатов исследования для

практики подтверждается тем, что:

1. Оригинальная методика измерения уровня электромагнитного загрязнения может быть использована для измерения не менее трех параметров электромагнитного излучения от произвольного количества элементов радиоэлектронной аппаратуры и их различных комбинаций.

2. Модель электромагнитного излучения от различных источников радиоэлектронных приборов может быть использована для прогнозирования и оценки уровня создаваемого ими электромагнитного загрязнения при произвольном количестве источников и для предотвращения превышения уровня допустимого облучения оператора.

3. Покрытия из разработанных и исследованных материалов обеспечивают существенное уменьшение параметров электромагнитного излучения (от 15 до 98%). Предложены рекомендации для практического применения для защиты от электромагнитного излучения различных радиоэлектронных приборов. При этом многие из этих материалов сохраняют свои функциональные свойства, в частности, оптическую прозрачность.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

1. Для экспериментальных работ доказана возможность использования разработанной методики для измерения параметров электромагнитного излучения от радиоэлектронных приборов и их комбинаций.

2. Теоретические исследования базируются на использовании классических законов электродинамики. Результаты, полученные при верификации методики согласуются с результатами модели расчета параметров электромагнитного излучения.

3. Идея базируется на применении апробированных и теоретически обоснованных методов, систематическом тестировании разработанных моделей.

4. Используются опубликованные результаты экспериментальных и расчетных исследований по теме диссертации.

5. Установлено качественное совпадение результатов, полученных автором, с результатами, представленными в независимых источниках по аналогичным исследованиям.

6. Используются современные методики сбора и обработки

регистрируемых данных и современное измерительное оборудование.

Личный вклад соискателя:

Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления исследования, анализе и обобщении полученных результатов. Автор лично разработал методику измерений, теоретическую основу модели, провел численное моделирование, получил, проанализировал и обобщил экспериментальные результаты, а затем написал рукопись диссертации. Вклад автора является определяющим и заключается в непосредственном участии на всех этапах исследования: от постановки задач и их реализации до обсуждения результатов в научных публикациях и докладах на конференциях.

Заключение диссертационного совета подготовлено доктором технических наук, профессором, профессором кафедры электронных технологий в машиностроении факультета машиностроительных технологий МГТУ им. Н.Э. Баумана Панфиловым Юрием Васильевичем, доктором физико-математических наук, профессором, профессором Сколковского института науки и технологий Квашниным Александром Геннадьевичем, доктором технических наук, профессором кафедры нанотехнологии и микросистемной техники инженерной академии РУДН Задорожным Владиславом Юрьевичем.

На заседании 27.12.2025 г. диссертационный совет принял решение присудить ученую степень кандидата технических наук Махасин Али Абделрхман Фрах.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета ПДС 2022.013

Ю.А. Радин

Ученый секретарь диссертационного
совета ПДС 2022.013
27.12.2025



С.В. Агасиева