

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы  
**МАХАСИН АЛИ АБДЕЛРХМАН ФРАХ**

«Электромагнитное загрязнение от радиоэлектронной аппаратуры и технологии  
материалов для защиты от него», представленной к защите  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.2.9. Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры

Диссертация посвящена решению актуальной проблемы электромагнитной безопасности в условиях растущей концентрации радиоэлектронных устройств в производственной и бытовой среде. Работа характеризуется интеграцией экспериментального исследования, математического моделирования и разработки принципиально новых защитных материалов.

В области методики измерений диссертация предлагает инновационную методологию, развивающую известные подходы. Разработанная методика охватывает измерение трех параметров ЭМИ в сорока пяти пространственных точках с возможностью анализа произвольных комбинаций источников излучения. Это позволило впервые получить экспериментальные данные о сложном характере электромагнитного загрязнения при одновременной работе нескольких приборов.

Исследованная автором математическая модель прогнозирования ЭМИ основана на применении уравнения Био-Савара и концепции пакета загрязнения (POP). Модель показывает высокую корреляцию с экспериментальными данными, и может быть эффективно использована для проектирования защитных систем. Разработанная система позволяет определять превышение предельно допустимых уровней облучения.

Технологическая часть включает разработку четырех типов защитных материалов, представляющих различные подходы и демонстрирующих эффективность ослабления ЭМИ в диапазоне от 15% до 98% в зависимости от типа источника и конфигурации материала. Результаты могут быть использованы на практике для разработки фильтров. Для нашего предприятия, изготавливающего нанокристаллы, интересными являются образцы с имплантированными в стекло наночастицами.

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

По объему проведенных исследований, их новизне и практической значимости диссертация Махасин Али Абделрхман Фрах отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.9. Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры.

Кандидат физико-математических наук,  
Генеральный директор ООО «НПП Волга»,  
почётный работник машиностроения РФ

410033, Саратов. Пр-кт 50 лет Октября, 101  
Тел. +7(960)3595735. E-mail: ndzhukov@rambler.ru

Подпись Н.Д. Жукова ЗАВЕРЯЮ  
Зам. директора ООО «НПП Волга»  
10 декабря 2025 г.

Жуков

Н.Д. Жуков



Д.С. Мосияш

**ОТЗЫВ**  
на автореферат диссертационной работы  
**МАХАСИН АЛИ АБДЕЛРХМАН ФРАХ**  
«Электромагнитное загрязнение от радиоэлектронной аппаратуры и  
технологии материалов для защиты от него»,  
представленной к защите на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
2.2.9. Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной  
аппаратуры

Диссертация посвящена актуальной проблеме оценки и минимизации электромагнитного загрязнения от современной радиоэлектронной аппаратуры. Исследование охватывает разработку комплексного подхода, включающего оригинальную методику измерения параметров ЭМИ, математическое моделирование при множественных источниках излучения и создание перспективных защитных материалов.

Значительный научный вклад работы заключается в том, что разработанная методика позволяет одновременно измерять три параметра электромагнитного загрязнения в условиях работы нескольких источников. Это существенно отличает данное исследование от традиционных подходов, рассматривающих изолированные источники ЭМИ. Экспериментальная часть выполнена на высоком уровне с использованием калиброванного оборудования (TM-195, EMF 829), обеспечивающего точность до 0,1 мВ/м и 0,001 мкВт/м<sup>2</sup>.

Впервые систематически исследовано пятнадцать сценариев взаимодействия четырех типов приборов (мобильный телефон, ноутбук, Wi-Fi маршрутизатор, микроволновая печь), работающих в диапазоне 1 МГц–1 ТГц. Экспериментально показано, что наложение сигналов от различных источников может приводить к превышению уровня допустимого облучения оператора, что имеет практическое значение для соблюдения норм ICNIRP.

Разработанная модель интенсивности электромагнитного загрязнения EMPI обеспечивает надежное прогнозирование параметров ЭМЗ с приемлемым расхождением расчетных и экспериментальных значений. Технологическая составляющая включает разработку четырех типов защитных материалов, эффективно экранирующих ЭМИ: для ноутбука на 57–88%, мобильного телефона на 23–73%, микроволновой печи на 15–98%.

Научные результаты получили надлежащее оформление в виде публикаций в ведущих научных журналах и апробировались на ведущих научных форумах.

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

По объёму проведённых исследований, их новизне и практической значимости диссертация Махасин Али Абделрхман Фрах полностью отвечает критериям пункта 2.2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН (протокол № УС-1 от 22.01.2024), а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.9. Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры.

Кандидат технических наук специальность 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования» (промышленность), специальность 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», доцент, 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»



Максимова Оксана Вадимовна

12 декабря 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова» (ФГБОУ ВО СПбГУ ГА им. А.А. Новикова)

Фактический адрес: 196210, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38

Адрес для отправки почтовой корреспонденции: 200961, г. Санкт-Петербург, ул. Софийская, д. 81, литер «А»

Телефон: (812) 704-18-63, e-mail: info@spbguga.ru



**ОТЗЫВ**  
на автореферат диссертационной работы  
**МАХАСИН АЛИ АБДЕЛРХМАН ФРАХ**

«Электромагнитное загрязнение от радиоэлектронной аппаратуры и технологии материалов для защиты от него», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.9. Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры

Представленная диссертация направлена на описание параметров электромагнитного загрязнения, причин его возникновения, биомедицинского воздействия многих типов радиоэлектронных приборов; разработку модели электромагнитного излучения от множества источников и их комбинаций; разработку методики измерения параметров электромагнитного излучения; разработку материалов и устройств для эффективного подавления уровня электромагнитного загрязнения.

Практическая значимость работы заключается в реализации модели для защиты от электромагнитного загрязнения от различных радиоэлектронных приборов и их комбинаций и позволяет выбирать материалы для этой цели.

Автореферат информативен и даёт полное представление о проведённых исследованиях. Полученные результаты прошли апробацию на российских и международных научных мероприятиях, опубликованы в авторитетных научных журналах, входящих в Scopus и перечень ВАК.

По объёму проведённых исследований, их новизне и практической значимости диссертация диссертация Махасин Али Абделрхман Фрах полностью отвечает критериям пункта 2.2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН (протокол № УС-1 от 22.01.2024), а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.9. Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры.

Сычев Максим Максимович

10.12.2025

Доктор технических наук (02.00.21 - Химия твердого тела), профессор, заведующей кафедрой теоретических основ материаловедения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет) (СПбГТИ(ТУ)) materials\_science\_dept@spbti.ru , +7 (812) 494-9397

Адрес организации: 190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 24-26/49 литер А.

Телефон организации: +7 812 494-92-03.

Адрес электронной почты организации: office@spbti.ru

Сайт организации: <https://spbti.ru/>.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **МАХАСИН АЛИ АБДЕЛРХМАН ФРАХ** «Электромагнитное загрязнение от радиоэлектронной аппаратуры и технологии материалов для защиты от него», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.9. Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры

Диссертация решает важную многоаспектную задачу, связанную с оценкой и минимизацией электромагнитного загрязнения в условиях одновременной работы нескольких источников радиоэлектронной аппаратуры. Актуальность исследования обусловлена растущей плотностью ЭМИ в окружающей среде и необходимостью защиты как электронных устройств, так и здоровья операторов.

Работа характеризуется комплексностью подхода, охватывая экспериментальные исследования, теоретическое моделирование и технологическую разработку. Научная новизна заключается в нескольких ключевых аспектах. Первое: разработана методика комплексной оценки ЭМЗ в более широком пространстве около оператора с возможностью анализа произвольного числа радиочастотных источников. Второе: впервые систематически исследованы взаимодействия четырех различных типов приборов в пятнадцати различных конфигурациях. Третье: разработана верифицированная математическая модель, обеспечивающая предсказание параметров ЭМЗ с расхождением расчетных и экспериментальных значений в допустимых диапазонах (1–9% для электрического поля, 6–17% для магнитного поля, 0,2–25% для мощности).

Особое значение имеет технологическая составляющая. Исследованы и апробированы четыре различные подходы к созданию защитных материалов: имплантация наночастиц в стекло, металло-пластиковые фольги, прозрачные проводящие покрытия ITO и многослойные периодические структуры на основе оксида цинка. Полученные материалы демонстрируют эффективное ослабление электромагнитного излучения и при этом сохраняют необходимые функциональные свойства, включая оптическую прозрачность.

Достоверность результатов обеспечивается использованием стандартных экспериментальных методик, применением апробированного теоретического аппарата и систематической проверкой разработанных моделей. Полученные результаты успешно апробированы на международных и российских научных конференциях и изданы в авторитетных рецензируемых журналах.

Замечание: целесообразно было бы приводить более подробный анализ экономической целесообразности и производственной масштабируемости предложенных защитных материалов для различных практических применений.

По объёму проведённых исследований, их новизне и практической значимости диссертация Махасин Али Абделрхман Фрах полностью отвечает критериям пункта 2.2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН (протокол № УС-1 от 22.01.2024), а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.9. Проектирование и технология приборостроения и радиоэлектронной аппаратуры.

Д.т.н., проф. кафедры Информатики и компьютерного проектирования Российского Химико-Технологического Университета им. Д. И. Менделеева

 А.С. Соломатин

Ученый секретарь РХТУ им. Д. И. Менделеева



 /Б.С. Мурашев/

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Адрес организации: 125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9

Телефон организации: (499) 978-86-60

Электронная почта: [pochta@muctr.ru](mailto:pochta@muctr.ru)