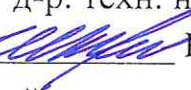




УТВЕРЖДАЮ
И.о. ректора ТУСУРа,
д-р. техн. наук, профессор
 Ю.А. Шурыгин
« _____ » _____ 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» («ТУСУР»)

Диссертация «Методы, программы и устройство для оценки эффективности экранирования типовых экранирующих конструкций радиоэлектронных средств» выполнена на кафедре телевидения и управления (ТУ) ТУСУРа. В период подготовки диссертации соискатель Иванов Антон Андреевич обучался в очной аспирантуре ТУСУРа.

В 2017 г. Иванов Антон Андреевич окончил бакалавриат ТУСУРа по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а в 2019 г. – магистратуру ТУСУРа по профилю «Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано соискателю в 2021 г. ТУСУРОм.

Научный руководитель – Комнатнов Максим Евгеньевич, канд. техн. наук, доцент кафедры ТУ ТУСУРа.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Иванова Антона Андреевича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи совершенствования моделирования и измерений экранирующих конструкций радиоэлектронных средств, имеющей большое значение для развития технических наук.

Личное участие автора в получении результатов

Все результаты работы получены автором лично или при его непосредственном участии. Основной вклад автора заключается в разработке методов и алгоритмов для математического моделирования экранирующих конструкций. Устройство для косвенных измерений разработано автором совместно с Комнатновым М.Е. Измерения эффективности экранирования и часть электродинамического моделирования выполнены совместно с Демаковым А.В. Программное обеспечение разработано совместно с

Квасниковым А.А. и Онищенко И.А. Часть результатов получена при участии соавторов публикаций.

Степень достоверности результатов работы

Достоверность результатов подтверждается корректным использованием теории линий передачи и теории цепей, а также согласованностью результатов измерений и моделирования численными и аналитическими методами. Реализуемость предложенного в диссертации устройства с оснасткой подтверждается моделированием и экспериментально.

Научная новизна диссертации

1. Предложены усовершенствованные методы моделирования эффективности экранирования, отличающиеся учетом заполнения экранирующих конструкций проводящими пластинами и структурами из диэлектриков и радиопоглощающих материалов.

2. Предложена модификация аналитического метода расчета эффективности экранирования многослойного экрана, отличающаяся способом вычисления волнового сопротивления его материалов.

3. Разработано устройство для испытания экранирующих конструкций на эффективность экранирования, отличающееся использованием измерительной оснастки на основе микрополосковых линий или камеры поперечной электромагнитной волны, применимостью к цилиндрическим экранам и возможностью трехмерной визуализации результатов измерений.

Практическая значимость

1. Аналитические методы, основанные на них алгоритмы и программное обеспечение разработаны и внедрены в учебный процесс ТУСУРа (акт внедрения), а также в АО «ИСС» им. М.Ф. Решетнёва в рамках создания экранирующих конструкций элементов силовой шины электропитания космического аппарата и устройств, входящих в состав аппаратно-программного комплекса для её испытаний (акт внедрения).

2. Алгоритм для моделирования экранирующих конструкций радиоэлектронных средств на основе метода матрицы линий передачи разработан и внедрен в ООО «НПК «ТЕСАРТ» в рамках создания программного модуля для электродинамического анализа антенных элементов (акт внедрения).

3. Определены частотные зависимости эффективности экранирования многослойных экранов, выполненных на основе полимерных композитных материалов с наполнителями из частиц меди и углерода, в рамках выполнения работ по договору с ООО «ТехЭкра».

4. Созданы система практических рекомендаций по применению аналитических методов при проектировании электромагнитных экранов, а также методика оптимизации многоуровневых экранирующих конструкций радиоэлектронных средств.

5. Создан лабораторный макет устройства для косвенных измерений эффективности экранирования металлических экранирующих конструкций радиоэлектронных средств и определены преимущества и недостатки предложенных вариантов измерительной оснастки устройства.

Ценность научных работ соискателя

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Она подтверждается многочисленными публикациями их результатов в рецензируемых журналах и материалах конференций, а также их широким использованием.

Результаты научных работ Иванова Антона Андреевича использованы в учебном процессе радиотехнического факультета ТУСУРа, а также при выполнении 9 научно-исследовательских работ (НИР):

1. ПНИ «Теоретические и экспериментальные исследования по синтезу оптимальной сети высоковольтного электропитания для космических аппаратов» в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014–2020 годы», проект RFMEFI57417X0172, 2017–2020 гг.

2. НИР «Выявление новых подходов к совершенствованию обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры и моделирования систем активного зрения роботов» в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности, проект № 8.9562.2017/БЧ, 2017–2019 гг.

3. НИР «Исследование эффективности экранирования композитных материалов для их применения в составе экранирующих конструкций бортовой радиоэлектронной аппаратуры современных космических аппаратов», грант РФФИ № 18-38-00619, 2018–2020 гг.

4. НИР «Влияние температуры и влажности на взаимодействие рецепторов и источников электромагнитного излучения вблизи произвольно расположенных и частично замкнутых электромагнитных барьеров», грант РНФ № 19-79-10162, 2019–2022 гг.

5. НИР «Разработка портативного анализатора на основе измерителя S-параметров для оценки экранирующих свойств малогабаритных компонентов радиоэлектронных средств» в рамках программы «УМНИК» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, грант № 14878ГУ/2019, 2019–2022 гг.

6. НИР «Комплекс фундаментальных исследований по электромагнитной совместимости» в рамках конкурса научных проектов, выполняемых коллективами исследовательских центров и (или) научных лабораторий образовательных организаций высшего образования. Научно-исследовательская лаборатория фундаментальных исследований по электромагнитной совместимости (НИЛ ФИЭМС), проект FEWM-2020-0041, 2020–2023 гг.

7. НИР «Измерение частотной зависимости эффективности электромагнитного экранирования полимерных композитов» в рамках хоздоговора № 50/20 от 19.10.2020 между ФГБОУ ВО «ТУСУР» и ООО «ТехЭкра», 2020 г.

8. НИР «Измерение эффективности электромагнитного экранирования слоистых композитных образцов с волнообразной поверхностью» в рамках хоздоговора № 3/21 от 10.02.2021 между ФГБОУ ВО «ТУСУР» и ООО «ТехЭкра», 2021 г.

9. НИР «Разработка математического обеспечения и программного модуля для моделирования радиотехнических характеристик антенного элемента», договор № ДП2021-60 от 15.04.2021 г.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Иванова Антона Андреевича по своему содержанию соответствует паспорту специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в рамках областей исследования: 8. Создание теории синтеза и анализа, а также методов моделирования радиоэлектронных устройств; 2. Исследование явлений прохождения электромагнитных волн различных диапазонов через среды, их рассеяния и отражения; 9. Разработка научных и технических основ проектирования, конструирования, технологии производства, испытания и сертификации радиотехнических устройств.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором

Основные результаты исследований отражены в 27 публикациях (5 без соавторов): 4 статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК; 1 статья в журнале, входящем в Q1 Scopus; 5 публикаций в изданиях, индексируемых WoS и Scopus; 10 публикаций в трудах международных конференций; 1 доклад в трудах региональной конференции; 4 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ; 2 патента на изобретение.

Диссертация «Методы, программы и устройство для оценки эффективности экранирования типовых экранирующих конструкций радиоэлектронных средств» Иванова Антона Андреевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Заключение принято на заседании кафедры ТУ.

Присутствовало на заседании 22 чел. Результаты голосования: «за» – 22 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 2 от «27» сентября 2021.

Председатель,
д.т.н., заведующий кафедрой ТУ


_____ Т.Р. Газизов

Секретарь,
д.т.н., доцент кафедры ТУ


_____ С.П. Куксенко