



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НРИИ ТУСУР,
к.т.н., доцент
А.Г. Лоцилов
«25» 04 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР).

Диссертация «Модели, алгоритмы и комплекс программ для моделирования многопроводных линий передачи, антенн и экранов с использованием численных и аналитических методов» выполнена в ТУСУРе на кафедре телевидения и управления (ТУ).

Соискатель Квасников Алексей Андреевич обучается в очной аспирантуре ТУСУРа.

В 2017 г. окончил бакалавриат федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению 02.03.02 – «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

В 2019 г. окончил магистратуру ТУСУРа по профилю «Электромагнитная совместимость в топливно-энергетическом комплексе».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2023 г. ТУСУРом.

Научный руководитель – Куксенко Сергей Петрович, д.т.н., доцент, профессор каф. ТУ ТУСУРа.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Квасникова Алексея Андреевича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи разработки математического и программного обеспечения для моделирования многопроводных линий передачи, антенн и экранов.

Личное участие автора в получении результатов

Автору принадлежит ключевая роль в получении основных результатов работы. Личный вклад автора в публикациях, выполненных в соавторстве: проведение обзорного исследования в области экспертных систем по электромагнитной совместимости [6]; разработка математического и программного обеспечения для моделирования многопроводных линий

передачи [2, 3, 8, 16, 22, 26, 32, 33, 37, 41, 43], антенн [7, 8, 10, 11, 35, 38, 44–46] и экранов [1–3, 8, 12, 16, 17, 24, 25, 39, 40, 42, 47]; расширение функциональных возможностей и совершенствование графического интерфейса элементов комплекса программ [3, 4, 18–22, 27–29, 31, 33, 34, 36, 47]; валидация и апробация разработанного математического и программного обеспечения [5, 9–15, 23, 30].

Степень достоверности результатов работы

Достоверность результатов, полученных в работе, подтверждена тестированием и валидацией и тестирования разработанного программного и математического обеспечения, согласованностью с опубликованными и из коммерческого программного обеспечения, а также их применением на практике.

Научная новизна диссертации

1. Предложена модифицированная математическая модель для вычисления погонных сопротивлений многопроводной линии передачи, отличающаяся комбинированным использованием аналитических выражений и правила дифференциальной индуктивности.

2. Предложена модифицированная математическая модель для вычисления распределения токов по поверхности антенны, отличающаяся использованием треугольной проводной сетки с тонкопроволочной аппроксимацией.

3. Предложен численный метод формирования вычислительной сетки при моделировании антенн, отличающийся перестроением уникальных ребер совокупности треугольников, удовлетворяющих критерию Делоне, в тонкие провода.

4. Разработана оригинальная модульная структура комплекса программ, реализующих новые алгоритмы для электродинамического и квазистатического анализа многопроводных линий передачи и антенн численным методом моментов, а также электродинамического анализа экранов аналитическими методами. Отличительной особенностью комплекса является реализация оригинального алгоритмического обеспечения и наличие модуля, обеспечивающего взаимодействие между его элементами с использованием интеграции библиотеки CGAL и измененного формата передаваемых данных.

Практическая значимость

1. Результаты анализа инструментов для разработки программного обеспечения (ПО) и его прототип, состоящий из базы данных кондуктивных помеховых сигналов и модулей, локализации превышения допустимых уровней сигналов, поддержки принятия решений и оценки эффективности экранирования (ЭЭ), внедрены в АО «РЕШЕТНЁВ» в рамках создания

прототипа аппаратно-программного комплекса для синтеза и испытаний оптимальной сети высоковольтного электропитания космических аппаратов (акт внедрения).

2. Разработанное ПО «Вычисление и трехмерное отображение эффективности экранирования металлическим корпусом с апертурой» внедрено в АО «Информационные спутниковые системы» им. М.Ф. Решетнёва» (АО «РЕШЕТНЁВ») и использовалось для изделия 751ВМ (акт использования).

3. Разработанные математическое обеспечение и программные модули на основе проводно-сеточной аппроксимации и аппроксимации поверхности треугольниками внедрены в ООО «НПК «ТЕСАРТ» в рамках создания программного модуля для моделирования радиотехнических характеристик антенного элемента (акт внедрения).

4. Результаты диссертационной работы (ПО для вычисления ЭЭ, база данных кондуктивных помеховых сигналов, программные модули моделирования антенн) использованы в учебном процессе радиотехнического факультета ТУСУРа (акт внедрения).

5. Разработано математическое и программное обеспечение для моделирования многопроводных линий передачи, антенн и экранов.

Ценность научных работ соискателя

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

Использование результатов исследования:

1. НИР «Выявление новых подходов к совершенствованию моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры» в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности, проект 8.9562.2017/БЧ, 2017–2019 гг.

2. 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-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», проект RFMEFI57417X0172, 2017–2020 гг.

3. 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, 2019–2021 гг.

4. НИР «Разработка автоматизированной системы для оценки устойчивости радиоэлектронной аппаратуры к преднамеренным электромагнитным воздействиям» в рамках программы «УМНИК» Фонда

содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, грант №14877ГУ/2019, 2019–2022 гг.

5. НИР «Комплекс фундаментальных исследований по электромагнитной совместимости», проект FEWM-2020-0041, 2021 гг.

6. НИР «Теоретические основы создания перспективных систем автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры, работающей в экстремальных условиях», проект FEWM-2022-0001, 2022–2023 гг.

7. Программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030», подпроект «Экспертная система для решения задач электромагнитной совместимости при автоматизированном проектировании элементов радиоэлектронных средств», 2021–2022 гг.

8. Программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030», подпроект «Среда многоуровневого моделирования элементов и устройств роботизированных систем», 2022 гг.

9. НИР «Разработка математического обеспечения и программного модуля для моделирования радиотехнических характеристик антенного элемента» по договору № ДП20221-60 от 15.04.2021 г.

10. НИР «Комплексные исследования в интересах создания ключевых элементов технологии расчета и измерения радиотехнических характеристик цифровых антенных решеток с учетом обтекателей для высокоскоростных летательных аппаратов» по договору № ДП2022-78 от 27.06.2022 г.

Специальность, которой соответствует диссертация

Результаты работы соответствуют паспорту специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» в рамках областей исследований: 2 – Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий; 3 – Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента; 6 – Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования, алгоритмов и методов имитационного моделирования на основе анализа математических моделей; 8 – Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором

Основные результаты исследований отражены в 47 публикациях: 8 работ в изданиях из перечня ВАК, 4 статьи в журналах, индексируемых WoS и Scopus (Q1, Q2), 6 публикаций в трудах конференций, индексируемых

в WoS или Scopus, 20 публикаций в трудах отечественных конференций, а также 8 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ и 1 патент на изобретение.

Диссертация «Модели, алгоритмы и комплекс программ для моделирования многопроводных линий передачи, антенн и экранов с использованием численных и аналитических методов» Квасникова Алексея Андреевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Заключение принято на заседании кафедры ТУ.

Присутствовало на заседании 33 чел. Результаты голосования: «за» – 33 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол №10 от 24 апреля 2023 г.

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



Т.Р. Газизов

Секретарь,
м.н.с., ассистент кафедры ТУ



М.А. Самойличенко