

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Дмитренко Анатолия Григорьевича на диссертацию Квасникова Алексея Андреевича «Модели, алгоритмы и комплекс программ для моделирования многопроводных линий передачи, антенн и экранов с использованием численных и аналитических методов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность темы диссертации

Использование сеточной аппроксимации поверхностей при решении уравнений Максвелла получило широкое распространение в задачах проектирования радиоэлектронных средств (РЭС) и их элементов. Активно развиваются также подходы по гибридизации различных численных методов для решения комплексных задач, например, моделирования полного цикла производства РЭС, что требует проработки новых подходов к эффективной реализации соответствующих программных комплексов. В связи с этим, диссертационная работа А.А. Квасникова, посвященная разработке математического и программного обеспечения для моделирования элементов РЭС, является актуальной.

Анализ содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, библиографического списка из 323 наименований, а также двух приложений. Общий объем диссертации с приложениями составляет 241 с.

В первом разделе диссертации представлен обзор методов и инструментальных средств моделирования РЭС. Рассмотрены экспертные системы по электромагнитной совместимости (ЭМС) РЭС, а также средства разработки программного обеспечения.

Во втором разделе представлены результаты разработки алгоритмов для проверки корректности вычисления матриц погонных параметров многопроводных линий передачи (МПЛП), модели для вычисления матрицы погонных сопротивлений МПЛП в широком диапазоне частот, модели для вычисления распределения плотности заряда на сегментах при анализе МПЛП, модели оценки уязвимости электрических цепей РЭС к воздействиям кондуктивных помеховых сигналов, модели расчета эффективности экранирования экрана, модели и метода для вычисления характеристик антенн с использованием совокупности тонких проводов.

Третий раздел посвящен разработке комплекса программ для моделирования МПЛП, антенн и экранов. Приведены структурные и поведенческие диаграммы, а также блок-схемы, описывающие архитектуру и функционал систем и модулей, вошедших в состав комплекса. Представлены результаты разработки элементов экспертной системы (ЭС) по ЭМС.

Четвертый раздел диссертации посвящен валидации и апробации разработанного комплекса программ.

Заключение содержит выводы диссертационного исследования по итогам сформулированных задач, рекомендации по использованию этих результатов, а также перспективы дальнейшей разработки тематики.

В приложениях приведены копии актов, подтверждающих внедрение результатов исследования в производство и учебный процесс, свидетельств о регистрации программ для ЭВМ, патента, а также дипломов и грамот, полученных автором.

Научная новизна работы

Научная новизна работы заключается в следующих результатах:

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

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

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

- 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.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость результатов определяется следующим:

- проведена модернизация математических моделей и алгоритмов для расчета параметров и характеристик многопроводных линий передачи, антенн и экранов;

- изложены основные идеи метода аппроксимации проводящих поверхностей моделируемого объекта тонкими проводами, объединенными в треугольники;

– изложены принципы создания ЭС по ЭМС РЭС на основе сочетания численных и аналитических методов, аппарата N -норм, оцифрованных помеховых сигналов, а также требований стандартов.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

– результаты анализа инструментов для разработки программного обеспечения и его прототип, состоящий из базы данных кондуктивных помеховых сигналов и модулей локализации превышения допустимых уровней сигналов, поддержки принятия решений и оценки эффективности экранирования, внедрены в АО «Информационные спутниковые системы» им. М.Ф. Решетнёва.

– разработанное программное обеспечение «Вычисление и трехмерное отображение эффективности экранирования металлическим корпусом с апертурой» также внедрено в АО «Решетнёв».

– 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 характеристик антенного элемента.

– результаты диссертационной работы (программное обеспечение для вычисления эффективности экранирования, база данных кондуктивных помеховых сигналов, программные модули моделирования антенн) использованы в учебном процессе радиотехнического факультета ТУСУРа.

Достоверность результатов работы

Достоверность результатов работы подтверждена:

– результатами валидации и тестирования разработанного программного и математического обеспечения;

– согласованностью полученных результатов с опубликованными данными и результатами, полученными с использованием коммерческого ПО.

Полнота опубликования результатов работы

По результатам выполненных в диссертации исследований опубликовано 47 работ, в том числе: 8 работ в изданиях из перечня ВАК; 4 статьи в журналах, индексируемых WoS/Scopus (Q1, Q2); 6 докладов в трудах конференций, индексируемых WoS и (или) Scopus; 20 докладов в трудах международных конференций; 8 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ; 1 патент на изобретение. Публикации автора в полном объеме отражены в библиографическом списке диссертационной работы.

Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат диссертации правильно отражает её содержание, основные положения и полученные результаты.

Общая характеристика работы

В работе предложены математические модели для вычисления погонных сопротивлений многопроводных линий передачи и для вычисления распределения токов по поверхности антенны. Предложена также модель расчёта эффективности экранирования экрана. Предложен численный метод формирования вычислительной сетки при моделировании антенн. Разработаны алгоритмы для проверки корректности вычисления матриц погонных параметров и многовариантного анализа многопроводных линий передачи. Разработана модульная структура и комплекс программ на её основе, реализующий разработанные алгоритмы для электродинамического и квазистатического анализа МПЛП и антенн методом моментов, а также для электродинамического анализа экранов аналитическими методами. Выполнена валидация и апробация комплекса программ на типовых структурах. Полученные результаты соответствуют пунктам 2, 3, 6 и 8 паспорта специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Замечания по работе

По диссертационной работе и автореферату имеется несколько замечаний:

1. Весомая часть диссертации посвящена обзору экспертных систем по ЭМС, а также результатам разработки экспертных систем автором, однако эти результаты не нашли отражения в разделах «научная новизна» и «положения, выносимые на защиту».

2. В выносимом на защиту положении 4 приведено утверждение о том, что «разработанный комплекс программ с применением параллельных вычислений позволяет.....быстрее, до 7,8 раза,» моделировать антенны методом моментов, однако в тексте работы не приведены сведения о вычислительных мощностях рабочей станции, а также о числе вычислительных экспериментов, позволивших сделать такой вывод.

3. На стр. 131 отмечено, что оригинальность разработанного комплекса достигается за счёт «изменённого формата передаваемых данных», однако сам формат в тексте раздела детально не описан.

Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Как следует из вышеизложенного, диссертационная работа Квасникова Алексея Андреевича «Модели, алгоритмы и комплекс программ для моделирования многопроводных линий передачи, антенн и экранов с использованием численных и аналитических

методов» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи разработки математических моделей, численных методов, алгоритмов и комплекса программ для моделирования элементов радиоэлектронных средств, имеющей существенное значение для радиотехники и антенной техники. Диссертационная работа удовлетворяет п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор, Квасников Алексей Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук, профессор,
профессор Национального исследовательского
Томского государственного университета
Дмитренко А.Г.


21.11.23

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский государственный университет»

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Тел.: 3822 52-94-85

E-mail: dmitr.tsu.202@mail.ru



ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ВЕДУЩИЙ ДОКУМЕНТОВЕД
АНДРЕНКО И.В.

