

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Дмитренко Анатолия Григорьевича на диссертационную работу Газизова Тимура Тальгатовича «Методология, алгоритмы и программное обеспечение для комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств», представленную на соискание ученой степени доктора *технических* наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

На отзыв представлена диссертационная работа Газизова Т.Т., включающая в себя введение, 5 глав, заключение, список цитируемой литературы и приложение (листинги программ, копии актов внедрения, патентов и свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ). Работа изложена на 316 страницах, содержит 153 рисунка, поясняющих текст, 31 таблицу, а также список литературы (242 источника). Объем и структура диссертации соответствуют рекомендациям ВАК и ГОСТ Р 7.011-2011.

Работа Газизова Т.Т., представленная на соискание ученой степени доктора наук, посвящена рассмотрению вопросов моделирования радиоэлектронных устройств (РЭУ). Автором предложен комбинированный численный метод оптимизации элементов РЭУ, основанный на объединении метода моментов, генетических алгоритмов и трех математических моделей учета сосредоточенных нагрузок. На основе этого метода разработаны алгоритмы и программы, позволившие получить оптимальные параметры двухпроводной линии передачи, выполнить оптимизацию параметров трехпроводного модального фильтра, найти оптимальные значения параметров воздушной меандровой линии, определить максимальное пиковое значение напряжения сверхкороткого импульса в шине печатной платы, снизить коэффициент стоячей волны проводной антенны.

Актуальность темы диссертационной работы

Функционирование радиоэлектронной аппаратуры неразрывно связано с вопросами выбора оптимальных конструкторско-технологических решений, которые обеспечивают ее требуемые характеристики. Это, в свою очередь, требует оптимизации параметров элементов этой аппаратуры в соответствии с решаемыми задачами. Создание опытных образцов этих элементов с последующей экспериментальной проверкой их параметров требует больших материальных и временных затрат. Использование на этапе проектирования математических моделей элементов РЭУ, численных методов оптимизации их структуры и параметров, а также соответствующего алгоритмического и программного обеспечения существенно ускоряет решение поставленных задач, поэтому тема диссертационной работы является актуальной.

Целью диссертационной работы является создание методологии, алгоритмов и программного обеспечения для моделирования элементов РЭУ с возможностью структурно-параметрической оптимизации.

Содержание работы

В первой главе выполнен обзор применения эволюционных алгоритмов при моделировании элементов РЭУ, рассмотрены основные методы глобальной оптимизации, представлено их сравнение, описана оптимизация прикладных задач электродинамики на основе генетических алгоритмов (ГА), приведены их преимущества и недостатки, подробно рассмотрена задача проектирования антенн.

Во второй главе сформулирована методология комплексной оптимизации РЭУ, предложены методики моделирования РЭУ и снижения коэффициента стоячей волны антенны за счет использования сосредоточенных нагрузок.

В третьей главе представлены результаты разработки алгоритмического и программного обеспечения для моделирования РЭУ. На основании требований к программному обеспечению обосновано

использование соответствующих программных библиотек и выбрана структура программного обеспечения; представлена программная реализация ГА; описано тестирование программного комплекса.

В четвертой главе представлены результаты моделирования характеристик РЭУ на примере компоновки многослойных печатных плат, модальных фильтров, микрополосковой меандровой линии, ТЕМ-камеры.

Пятая глава посвящена комплексной оптимизации РЭУ с помощью ГА на основе предложенного комбинированного численного метода. Приведены результаты его использования для определения максимальной разности погонных задержек связанной линии передачи, оптимизации параметров трехпроводного модального фильтра, параметров воздушной меандровой линии, поиска максимального пикового значения напряжения сверхкороткого импульса в шине печатной платы радиопередающего устройства системы автоматической навигации, снижения коэффициента стоячей волны проводной антенны.

В заключении сделаны выводы по работе. Далее приведен список литературы. В приложении представлены листинги программного кода, использованного в ходе работы, а также копии подтверждающих документов.

Основные результаты исследований и их научная новизна

Автором диссертации показана возможность комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств и их ключевых узлов на основе генетических алгоритмов. Полученные в работе результаты позволяют проводить математическое моделирование широкого класса радиоэлектронных устройств, например микрополосковых линий, модальных фильтров, широкополосных проводных антенн и др.

Научная новизна рецензируемой диссертации заключается в следующем:

1. Предложен комбинированный численный метод, основанный на объединении метода моментов, генетических алгоритмов и трех математических моделей учета сосредоточенных нагрузок.

2. Выполнено математическое моделирование новых элементов РЭУ и их узлов, включая печатные платы с резервированием, модальные фильтры, меандровые микрополосковые линии.

3. Разработана оригинальная модульная структура комплекса программ, реализующего новые алгоритмы электродинамического анализа численным методом моментов проводных антенн с сосредоточенными нагрузками.

4. Предложены оригинальные алгоритмы взаимодействия данных в модуле оптимизации, визуализации исходной структуры, настройки, запуска и работы генетических алгоритмов, на основе которых создан комплекс программ, в том числе для синтеза проводных антенн с улучшенными характеристиками.

5. Выполнена комплексная структурно-параметрическая оптимизация сосредоточенных нагрузок проводных антенн на основе разработанного комплекса программ, позволившая значительно расширить их рабочий диапазон частот.

Обоснованность и достоверность положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность основных результатов работы определяются корректным использованием методов исследования, совпадением результатов, полученных на основе разработанных алгоритмов и программ, с результатами, полученными с помощью других программных продуктов, а также с экспериментальными результатами. Результаты работы поэтапно и ежегодно докладывались и обсуждались автором на конференциях и публиковались в известных научных журналах: «Известия вузов. Приборостроение», «Безопасность информационных технологий», «Доклады ТУСУР», «Труды МАИ», «Технологии ЭМС», «Информатика и

системы управления» и «Инфокоммуникационные технологии». Результаты исследований Т.Г. Газизова опубликованы в материалах 29 конференций различного уровня. Всего опубликовано 70 работ, 12 из которых в журналах, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации. Кроме того, автором диссертации получены 10 свидетельств Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ и 7 патентов на изобретения и полезные модели.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Содержание автореферата отражает текстовый материал диссертационной работы, полученные в ней научные результаты и основные выводы.

Соответствие темы диссертации заявленной научной специальности

Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»:

1. по пункту 3 (разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий), поскольку разработан и протестирован комбинированный численный метод оптимизации элементов радиоэлектронных устройств, основанный на объединении метода моментов, генетических алгоритмов и трех математических моделей учета сосредоточенных нагрузок антенны;

2. по пункту 4 (реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента), поскольку разработанный численный метод реализован в виде комплекса программ, нацеленного на

структурно-параметрическую оптимизацию широкого класса элементов РЭУ;

3. по пункту 5 (комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента), поскольку разработанный комплекс программ позволил осуществить моделирование и структурно-параметрическую оптимизацию широкого класса радиоэлектронных устройств, включая проводные антенны, печатные платы с резервированием, модальные фильтры, меандровые микрополосковые линии;

4. по пункту 8 (разработка систем компьютерного и имитационного моделирования), поскольку разработанное в результате выполнения работы программное обеспечение вошло в состав и расширило возможности существовавшей ранее системы компьютерного моделирования TALGAT;

Важно отметить, что в представленной диссертационной работе присутствуют оригинальные результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ..

Замечания по работе

1. Предлагаемая в диссертации «методология комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств» выглядит как систематизация уже известных результатов, потому что не показаны в явном виде ее отличительные особенности.

2. Вводная глава выглядит чрезмерно объемной. Она занимает 47 страниц из 228 страниц основного текста работы. В ней присутствуют разделы, не имеющие прямого отношения к теме диссертации, например, раздел «Основные задачи проектирования антенн» или раздел «Использование сосредоточенных нагрузок в проводных антеннах».

3. Не объяснены причины расхождения результатов моделирования и эксперимента для проводной антенны с сосредоточенными нагрузками (рис. 5.51, страница 210).

4. Известно, что многопараметрическая оптимизация является неоднозначной задачей в том смысле, что различные наборы параметров дают одно и тоже значение целевой функции. В диссертации в явном виде не показано, как ведут себя генетические алгоритмы в условиях неоднозначности. В работе также не нашли отражения вопросы влияния параметров генетических алгоритмов на увеличение скорости сходимости исследуемых задач оптимизации.

5. В работе имеются результаты исследований, не имеющие прямого отношения к теме диссертации. Это разделы 3.8 «Исследование точности решения СЛАУ методом Гаусса» и 5.4.3 «Экспериментальное исследование четырехпроводной антенны».

6. Не свободна от недостатков и оформительская сторона диссертации. На рисунке 4.6 отсутствует координатная сетка, а на рисунках 5.33 – 5.38 невозможно отличить друг от друга кривые, соответствующие различным значениям параметров. В диссертации встречаются неудачно сформулированные и не сразу понятные выражения, например, «В данном разделе оптимизация параметров трехпроводного микрополоскового МФ [225].» (стр. 188). Встречаются также грамматические и синтаксические ошибки.

Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. В целом диссертационная работа Т.Т. Газизова «Методология, алгоритмы и программное обеспечение для комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств» является научно-квалификационной работой, в которой разработаны теоретические положения, которые можно квалифицировать как научное достижение в области математического моделирования, численных методов и создания комплексов программ для оптимизации элементов радиоэлектронных устройств. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением

правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года (№ 842),
предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора
технических наук, а её автор, Газизов Тимур Тальгатович, заслуживает
присуждения искомой степени.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры исследования операций
Национального исследовательского
Томского государственного университета

А.Г. Дмитренко

ФГАОУВО Национальный исследовательский Томский государственный
университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
Тел. (3822) 52-98-52
E-mail: dmitr@fpmk.tsu.ru



Управления делами
М.Б. Удалова

09/09/2017