

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Газизова Тимура Тальгатовича

на тему: «Методология, алгоритмы и программное обеспечение для комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств»
по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ
на соискание учёной степени доктора технических наук

Актуальность избранной темы

Значительный научный и практический интерес к разработке новых радиоэлектронных устройств связан с перспективами их широкого применения в любых областях науки и техники. Современной тенденцией при разработке таких устройств является их математическое моделирование с широким привлечением вычислительной техники. Активно ведутся исследования, направленные на создание соответствующего алгоритмического и программного обеспечения в этой области, при этом особое внимание уделяется поиску новых подходов к решению вопроса комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств. С этой точки зрения представляет значительный интерес относительно малоисследованные в данной области эволюционные алгоритмы. Поэтому тематика исследований, направленная на создание методологии, алгоритмов и программного обеспечения для моделирования элементов радиоэлектронных устройств с возможностью структурно-параметрической оптимизации, является **актуальной**.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и приложения. Работа изложена на 316 с., в т. ч. 153 рис. и 31 табл. Список литературы включает 242 источника. В приложении приведены листинги программ, копии актов об использовании результатов диссертационной работы, патентов, свидетельств об отраслевой регистрации программ.

Во **введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цели работы и выносимые на защиту научные положения, отмечена научная новизна, научная и практическая ценность работы.

В **первой главе** проведён анализ результатов экспериментальных и теоретических работ в области моделирования радиоэлектронных устройств. Рассмотрены основные методы глобальной оптимизации, эволюционные алгоритмы их классификации. Представлен обзор существующих подходов к оптимизации радиоэлектронных устройств. На основании выполненного анализа обоснованы цель и задачи диссертационной работы.

Во **второй главе** представлено содержание методологии комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств. Сформулирована методика их моделирования. Предложены подходы к решению задачи синтеза проводных антенн, а также методика снижения коэффициента стоячей волны антенн за счёт использования сосредоточенных нагрузок.

В **третьей главе** описаны разработанные алгоритмическое и программное обеспечения. Определены требования к программному обеспечению. Обосновано использование соответствующих программных библиотек. Представлена программная реализация генетического алгоритма на примере тестовых функций. Выбрана и реализована структура программного комплекса. Реализовано графическое отображение и механизм DHTML диалогов. Выполнено тщательное тестирование созданного программного обеспечения за счёт анализа результатов моделирования и сравнение с данными, полученными с помощью аналогичного программного обеспечения.

Четвёртая глава посвящена моделированию и оптимизации характеристик конкретных радиоэлектронных устройств. Исследован новый способ компоновки многослойных печатных плат для цепей с резервированием. Выполнена оптимизация параметров многопроводных модальных фильтров для защиты от сверхкоротких импульсов. Изучено влияние потерь на разложение сверхкороткого импульса в витке меандровой микрополосковой линии. Приведены результаты оптимизации геометрических параметров TEM-камеры.

Пятая глава посвящена комплексной оптимизации радиоэлектронных устройств генетическими алгоритмами. В ней сформулирован комбинированный численный метод для оптимизации элементов радиоэлектронных устройств. Выполнено исследование и оптимизация тестовых функций. Показаны результаты оптимизации конкретных радиоэлектронных устройств и их параметров: двухпроводной линии передачи, трёхпроводного модального фильтра, воздушной меандровой линии, максимального пикового напряжения в шине печатной платы, коэффициента стоячей волны проводной антенны. Подробно представлена комплексная оптимизация приемопередающих антенных систем на примере поиска оптимальных параметров полосно-заграждающих фильтров проводной антенны.

В заключении приведены основные результаты работы. Список цитируемой литературы содержит, на мой взгляд, вполне достаточное количество работ, связанных с тематикой диссертационной работы.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность результатов основана на систематическом и комплексном применении различных методов исследований и сопоставлении полученных данных между собой, практической реализации научных положений, многократном проведении и сопоставлении тестовых испытаний, сравнением результатов, получаемых различными способами, а также на сопоставлении с имеющимися экспериментальными и расчётными результатами других исследователей, полученными ими либо эвристическими методами, либо более трудоёмкими проектными процедурами. В целом, полученные результаты математического моделирования и экспериментов создают целостное положительное впечатление о достоверности выносимых на защиту научных положений и сделанных в ходе выполнения диссертационной работы выводов, рекомендаций и заключений.

Новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Научная новизна работы определяется следующими основными результатами:

1. Предложена и успешно апробирована новая методология комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств, отличающаяся возможностью структурной оптимизации по тем или иным схемотехническим или конструктивно-компоновочным критериям, включая особенности технологических процессов реализации устройств.

2. Выполнено математическое моделирование новых базовых элементов радиоэлектронных устройств и их узлов, включая печатные модули с полным или частичным резервированием фрагментов, модальные фильтры, меандровые микрополосковые линии.

3. Предложен комбинированный численный метод, основанный на объединении метода моментов, генетических алгоритмов (ГА) и трёх математических моделей учёта сосредоточенных нагрузок, позволивший провести оптимизацию элементов радиоэлектронных устройств.

4. Разработана оригинальная модульная структура комплекса программ, реализующих новые алгоритмы электродинамического анализа численным методом моментов для элементов и узлов проводных антенн с сосредоточенными нагрузками и позволяющих более оперативно принимать решения по выполняемому проектированию данного класса антенн в диалоговом режиме.

5. Предложены оригинальные алгоритмы взаимодействия данных в модуле оптимизации и визуализации исходной структуры, настройки, запуска и работы генетических алгоритмов, на основе которых создан комплекс программ, отличающийся возможностью синтеза проводных антенн с улучшенными характеристиками согласования и направленности.

6. Выполнена комплексная структурно-параметрическая оптимизация сосредоточенных нагрузок проводных антенн на основе разработанного комплекса программ, позволившая увеличить их широкополосность и отказаться от

перекрытия заданного диапазона несколькими смежными каналами с узкополосными антеннами.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные результаты диссертационной работы, направленные на разработку, создание и оптимизацию элементов радиоэлектронных устройств на основе разработанного алгоритмического и программного обеспечения, уже используются в учебном процессе Томского государственного университета, Томского государственного педагогического университета, Томского университета систем управления и радиоэлектроники, а также при проведении научно-исследовательских работ различного уровня, включая задания по решениям директивных органов Российской Федерации. Наиболее целесообразным представляется использовать результаты работы в центрах проектирования приемопередающих систем связи, занимающихся разработкой по заданным тактико-техническим характеристикам помехоустойчивых радиоэлектронных устройств на современной элементной базе Российского производства с учётом ограничений конструктивно-компоновочного и технологического характера, включая требования, накладываемые климатическим районированием обширной территории Российской Федерации.

Оценка содержания диссертации, её завершенности.

Диссертация представляется завершенным научным исследованием, содержащим решение актуальной научной проблемы. Содержание диссертации полностью соответствует паспорту специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. По теме диссертационного исследования автором опубликовано 70 научных работ, из которых 12 размещены в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации. Исходя из списка публикаций, можно сделать вывод о вполне достаточном уровне освещения полученных научных результатов в монографиях, периодической печати

и бюллетенях патентного Ведомства Российской Федерации. Опубликованные работы соответствуют тематике, целям и основным положениям и выводам диссертационной работы.

Автореферат полностью и адекватно отражает содержание диссертации.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

Работа изложена грамотным языком в хорошем научном стиле, содержание работы выстроено логично, проведенными исследованиями поставленная цель работы достигнута. Текст хорошо иллюстрирован графиками, схемами, таблицами. Качество оформления диссертации и автореферата соответствует предъявляемым требованиям по библиотечному и информационно-издательскому делу. По каждой главе сформулированы содержательные выводы, что свидетельствует о чёткости системного подхода в проведении диссертационных исследований.

Замечания по диссертационной работе:

1. В работе выполнено математическое моделирование различных элементов радиоэлектронных устройств, однако сравнение результатов моделирования и эксперимента представлено только для проводных антенн. Было бы логично увидеть результаты эксперимента и для других радиоэлектронных устройств и их сравнение с результатами моделирования, либо с результатами, полученными другими авторами, либо в родственных программных комплексах.
2. В автореферате на странице 22 во втором абзаце имеется ссылка на рисунок 16(б). Однако такой рисунок в автореферате отсутствует.
3. Выводы, полученные по результатам улучшения коэффициента стоячей волны напряжения для проводных антенн, не всегда очевидны. Например, из рис. 21 автореферата не ясно, насколько было улучшено значение коэффициента стоячей волны после структурно-параметрической оптимизации и как это повлияло на конечные эксплуатационные

характеристики антенны: насколько расширилась полоса пропускания,⁷ изменилось ли качество приёма и энергоэффективность передачи полезного сигнала.

Тем не менее, в работе получены значимые научные результаты, на основе которых выполнена комплексная оптимизация проводных антенн, что позволило изготовить и испытать антенну в сеансах связи на частотах 1,8; 3,5; 7; 14; 21; 28 МГц в полевых натуральных условиях, поэтому сделанные замечания не снижают общей научной и практической ценности диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать вывод о том, что диссертация Газизова Тимура Тальгатовича является научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема, имеющая важное значение для развития соответствующих разделов радиотехники, математического моделирования, а также численных методов в области комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств.

Диссертационная работа Т.Т. Газизова соответствует требованиям ВАК и предписаниям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями, внесёнными Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г № 335), относящимся к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор Газизов Тимур Тальгатович заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры

«Радиоприёмные и радиопередающие устройства»
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Новосибирский государственный технический
университет»



Горбачев А.П.

Дата: 12.10.2017 года

Почтовый адрес: 630073, Новосибирск, проспект Карла Маркса, дом 20.

Телефон +7 383 346-15-46.

Адрес электронной почты: apgor@ngs.ru

