

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт проблем
управления им. В.А. Трапезникова Российской
академии наук д.т.н. член-корр. РАН Новиков Д.А.



10 ноября 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации 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

Актуальность работы

В настоящее время ряд задач по оптимизации параметров элементов радиоэлектронных устройств (РЭУ) на основе эволюционных алгоритмов остается нерешенным. В частности, в большей части работ, посвященных этому вопросу, уделяется внимание сравнению различных эволюционных методов между собой, но их программная реализация не освещается, либо используется встроенная реализация в известных программных продуктах, при этом недостаточно внимания уделяется настройке параметров этих методов. С другой стороны, часто предлагается модифицированный метод и доказывається его успешность, однако круг задач, в котором происходит сравнение нового метода с существующими, обычно оказывается крайне узким. Более того, авторы часто не указывают, насколько сложно адаптировать исходную задачу, чтобы применение нового метода стало возможным. Это препятствует эффективному применению новых эволюционных методов для реальных задач. Наконец, мало работ, в которых бы приводился успешный опыт создания единого программного комплекса для моделирования РЭУ и их ключевых узлов с возможностью комплексной оптимизации. В связи с этим, **актуальность** диссертационной работы обусловлена необходимостью разработки методологии, математических моделей, алгоритмического и программного обеспечения для комплексной

оптимизации элементов РЭУ, позволяющих исследовать задачи структурного и параметрического синтеза и совершенствования характеристик узлов РЭУ на основе эволюционных алгоритмов.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

1. Предложена и апробирована новая методология комплексной оптимизации элементов РЭУ, отличающаяся возможностью структурной оптимизации.

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

3. Предложен комбинированный численный метод, основанный на объединении метода моментов, генетических алгоритмов (ГА) и трех математических моделей учета сосредоточенных нагрузок, позволивший провести оптимизацию элементов РЭУ.

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

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

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

Значимость полученных автором результатов для развития соответствующей отрасли науки

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

1. Предложенная методология комплексной оптимизации РЭУ позволяет создавать новые методики моделирования элементов РЭУ.

2. Детально раскрыты, классифицированы, проанализированы глобальные методы оптимизации, обосновано их использование для моделирования элементов РЭУ.

3. Предложена новая классификация методов глобальной оптимизации, расширяющая представления о количестве и разнообразии таких методов.

4. Выполнен анализ использования эволюционных алгоритмов и предложены новые алгоритмы в задачах проектирования РЭУ.

5. Применительно к проблематике диссертации результативно использованы численный метод моментов и генетические алгоритмы, что позволило получить новые элементы РЭУ с улучшенными характеристиками.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

1. На основе предложенной методологии комплексной оптимизации РЭУ созданы методики моделирования элементов РЭУ.

2. Определены области практического использования разработанного алгоритмического и программного обеспечения для комплексной оптимизации элементов РЭУ и их узлов.

3. Применение созданных алгоритмов для оптимизации проводных антенн апробировано при поиске оптимальных значений параметров параллельных RLC -нагрузок и позволило впервые провести структурную оптимизацию сосредоточенных нагрузок проводных антенн.

4. Получены оптимальные геометрические параметры ТЕМ-камеры.

5. Определены параметры трехпроводного модального фильтра, при которых получено минимальное значение амплитуды напряжения на его выходе.

6. На основе использования разработанного программного обеспечения для комплексной оптимизации РЭУ получены результаты по оптимизации параметров ряда новых РЭУ.

7. Определена длительность воздействующего сверхкороткого импульса, приводящего к максимальному пиковому значению напряжения в шине печатной платы радиопередающего устройства системы автономной навигации бортовой аппаратуры космического аппарата.

8. На основе предложенной методологии 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.

9. Представлены практические рекомендации по технологическому исполнению четырехпроводной комбинированной антенны и предложения по изготовлению и сборке сосредоточенных нагрузок в ее структуре.

10. Предложены практические рекомендации по использованию созданных алгоритмов для поиска оптимальных параметров широкого ряда тестовых функций,

включающие описание функций, параметры запуска, исходный код программ, представленный в приложении.

11. Алгоритмическое и программное обеспечение использованы в учебном процессе Томского государственного университета, Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, Томского государственного педагогического университета.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты работы могут быть использованы для моделирования широкого класса радиоэлектронных устройств. Модуль комплексной оптимизации в составе разработанного программного комплекса позволит проводить структурно-параметрическую оптимизацию при проектировании элементов и ключевых узлов РЭУ. Предложенные в работе методики и созданное алгоритмическое и программное обеспечение могут быть внедрены на соответствующих предприятиях (например, АО «ИСС», АО ПКК «Миландр», АО НПЦ «Полнос»), а также в учебном процессе высших учебных заведений.

Соответствие темы диссертации научной специальности

В диссертации Т.Т. Газизова предложены методология, алгоритмы и программное обеспечение для корректного математического моделирования элементов РЭУ с возможностью структурно-параметрической оптимизации. В работе созданы и реализованы следующие алгоритмы: алгоритм работы ПО для комплексной оптимизации элементов РЭУ, алгоритм включения сосредоточенной нагрузки в структуру антенны, алгоритм взаимодействия данных в модуле оптимизации, алгоритм работы генетических алгоритмов (ГА) в программном комплексе для моделирования РЭУ с возможностью их оптимизации, алгоритм настройки и запуска ГА в системе для комплексной оптимизации элементов РЭУ, алгоритм построения графического отображения исходной структуры. Разработанное ПО апробировано для комплексной оптимизации генетическими алгоритмами на примере ряда тестовых функций. Выполнена оптимизация в задачах моделирования РЭУ: оптимизация параметров двухпроводной линии передачи, оптимизация параметров трехпроводного модального фильтра, оптимизация параметров воздушной меандровой линии, поиск максимального пикового значения импульсов на шине печатной платы, согласование широкодиапазонной проводной антенны.

Тема диссертационной работы и полученные результаты Т.Т. Газизова являются оригинальными и соответствуют пп. 3, 4, 5, 8 области исследований паспорта специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Обоснованность и достоверность результатов и выводов работы

Достоверность полученных результатов подтверждена их сравнением с теоретическими результатами; с результатами, полученными другими авторами, в других программных продуктах и экспериментах; с внедрением результатов моделирования в практическую работу.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе большое внимание уделяется использованию генетических алгоритмов, однако среди эволюционных методов оптимизации встречаются и другие подходы (нейронные сети, ройный интеллект, имитации отжига и др.).

2. Представлено сравнение разработанного программного обеспечения с другими аналогами только для электродинамического анализа (моделирование проводных антенн), а сравнение результатов моделирования для электростатического анализа не приводится.

3. В методике моделирования элементов РЭУ заявлено использование созданного программного обеспечения с языками программирования высокого уровня (Python), однако в работе отсутствуют практические примеры, показывающие эффективность такой совместной работы.

4. В работе большое внимание уделяется тестированию разработанного программного обеспечения и приводятся результаты оптимизации на примере целого ряда тестовых функций, однако не выполнено сравнение результатов оптимизации для этих же функций в программах-аналогах.

Заключение

Указанные замечания не снижают достоинств работы, выполненной на высоком научном уровне. Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее основное содержание.

Диссертация Газизова Тимура Тальгатовича является научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема создания методологии, алгоритмов и программного обеспечения для комплексной оптимизации радиоэлектронных устройств, соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением правительства РФ от 24.09.13 № 842 (ред. от 30.07.2014), а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Результаты диссертационной работы Газизова Т.Т. были обсуждены на открытом научном семинаре лаборатории № 41 «Идентификации систем управления» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (протокол № 11 от 9 ноября 2017 г.).

Председатель семинара, заведующий лабораторией № 41

«Идентификации систем управления»,

ФГБУН Институт проблем управления


им. В.А. Трапезникова Российской академии наук,

доктор технических наук, профессор,

адрес: 117997, г. Москва ул. Профсоюзная, д. 65,

тел.: 8 (495) 334-92-01,

E-mail: bahfone@ipu.ru



Н.Н. Бахтадзе

Секретарь семинара, научный сотрудник

лаборатории № 41 «Идентификации

систем управления», ФГБУН Институт

проблем управления им. В.А. Трапезникова

Российской академии наук



И.В. Никулина

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН)

Сайт www.ipu.ru

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 65

Телефон: 8 (495) 334-89-10

Электронная почта: dan@ipu.ru