



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке, инновациям
и цифровизации ФГБОУ ВО «ВГУ»,

д.ф.м.н.,

Костин Д.В.

«17»

10

2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации «Воронежский государственный университет» на диссертацию Гордеевой Виктории Олеговны «Полосковые и кабельные оптимизированные помехозащитные структуры на основе модального разложения помеховых сигналов» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Актуальность тематики диссертационной работы

Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) является актуальной задачей в связи с постоянно возрастающим количеством радиоэлектронных средств (РЭС). Среди различного рода электромагнитных воздействий отдельного рассмотрения требуют кондуктивные помехи, обладающие субнаносекундным временем нарастания и высоким напряжением. Для защиты РЭС от таких помех используют полосковые или кабельные модальные фильтры (МФ). На этапе их проектирования важен выбор оптимальных значений геометрических и электрофизических параметров, для чего применяют эволюционные алгоритмы и эвристический поиск при оптимизации по ряду критериев. Однако существующие критерии не учитывают частотные характеристики МФ, а используемые алгоритмы обладают большими вычислительными и временными затратами. Поэтому тема данной диссертационной работы, посвященной возможностям улучшения характеристик полосковых и кабельных МФ за счёт использования различных алгоритмов глобальной оптимизации и новых критериев, является **актуальной**.

Соответствие темы диссертационной работы научной специальности

Диссертационная работа Гордеевой В.О. является законченным научным исследованием. В диссертационной работе проведено предварительное моделирование полосковых и кабельных МФ для защиты от СКИ, предложен подход к оптимизации МФ на основе круглых кабелей. Сформулированы и апробированы новые критерии оптимизации МФ, учитывающие их частотные характеристики, целостность полезного сигнала и помехи одновременно с двух направлений. Модифицирован алгоритм эволюционных стратегий и представлен новый гибридный алгоритм оптимизации. Выполнена оптимизация полосковых и кабельных структур с

использованием различных классов глобальных алгоритмов. Проведены экспериментальные исследования кабельных МФ. Таким образом, в соответствии с «Положением о присуждении ученых степеней» ВАК, в диссертационной работе Гордеевой В.О. решена актуальная задача разработки научных и технических основ проектирования и конструирования радиотехнических устройств, что соответствует п.6 «Разработка и исследование методов и алгоритмов обработки сигналов и информации в радиотехнических устройствах и системах различного назначения, включая системы телевидения и передачи информации, при наличии помех с целью повышения помехоустойчивости» и п.7 «Разработка и исследование методов обеспечения электромагнитной совместимости радиотехнических систем и устройств, включая системы связи и телевидения, методов обеспечения их стойкости к электромагнитному и ионизирующему излучению, методов разрушения и защиты информации в этих системах» паспорта специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованной литературы и трех приложений. Работа изложена на 212 страницах, содержит 106 рисунков и 67 таблиц, а также список использованной литературы из 141 наименования. Оформление и основное содержание работы соответствует рекомендации ВАК и ГОСТ.

Во введении приведена общая характеристика работы, обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

В первом разделе обоснована актуальность защиты РЭС от СКИ, представлен обзор традиционных методов защиты и структур с модальным разложением, рассмотрены существующие критерии и алгоритмы оптимизации.

Во втором разделе представлены результаты предварительного моделирования полосковых и кабельных защитных структур с модальным разложением, рассмотрены МФ с различной геометрией поперечного сечения, а также предложен подход к оптимизации МФ на основе круглого кабеля алгоритмами глобальной оптимизации.

В третьем разделе представлены результаты оптимизации полосковых и кабельных МФ глобальными методами. Сформулированы критерии оптимизации, учитывающие частотные характеристики, воздействие помехи с двух направлений, а также целостность передаваемого сигнала. Предложена и апробирована модификация алгоритма эволюционных стратегий, позволяющая задавать диапазоны оптимизируемых параметров и исключить возможность наложения их компонентов. Разработан гибридный алгоритм оптимизации, совмещающий детерминированный и стохастический подходы. Приведены результаты оптимизации полосковых и кабельных МФ

по одному и двум критериям с использованием разработанных и известных алгоритмов.

В четвертый раздел посвящен результатам экспериментальных исследований МФ на основе кабельных структур. Подтверждена адекватность моделирования на базе квазистатического и электродинамического анализа. Определен порядок выбора материалов, а также изготовления и измерения характеристик прототипов МФ на основе круглого и плоского кабелей.

В заключении представлены основные результаты, даны рекомендации для развития темы диссертационного исследования.

В приложении приведены копии актов внедрения, патентов, свидетельств о регистрации программ для ЭВМ и дипломов.

Научная новизна и ценность полученных соискателем результатов, выводов и рекомендаций

Научная новизна диссертации определяется следующими результатами.

1. Введены критерии оптимизации модальных фильтров, отличающиеся учетом их частотных характеристик (максимизация и контроль частоты среза), целостности полезного сигнала, а также помех одновременно с двух направлений.

2. Доказана эффективность применения различных классов глобальных алгоритмов при оптимизации полосковых и кабельных модальных фильтров.

3. Разработаны модальные фильтры на основе круглой и плоской кабельных структур, отличающиеся использованием компаунда на основе радиопоглощающего материала в качестве диэлектрического заполнения.

Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в отечественной и зарубежной печати, в том числе в журналах, входящих в перечни ВАК и Scopus/WoS. Получено 2 патента на изобретение и 11 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ.

Значимость результатов работы для теории и практики

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

1. Изучены причинно-следственные связи при оптимизации полосковых и кабельных структур с модальным разложением глобальными алгоритмами.

2. Изучены особенности влияния параметров модальных фильтров на основе круглых и плоских кабельных структур на их временные и частотные характеристики.

3. Раскрыто влияние экрана и асимметрии поперечного сечения на временные характеристики модальных фильтров на основе круглых и плоских кабельных структур.

Практическая значимость работы.

1. Разработаны и внедрены результаты: моделирования и оптимизации по ряду критериев полосковых и кабельных модальных фильтров для защиты радиоэлектронных средств (три акта внедрения в НИР по грантам РФ и госзадания, один в СЧ ОКР), использования широкого ряда глобальных

алгоритмов при оптимизации модальных фильтров (акт внедрения в учебный процесс ТУСУРа).

2. Модернизирован алгоритм эволюционных стратегий для возможности задания диапазонов оптимизируемых параметров.

3. Представлены результаты оптимизации модального фильтра на основе трехпроводной микрополосковой линии по одному и двум критериям в условиях экстремальных температур и влияния влаги.

4. Разработан гибридный алгоритм адаптивного усечения секций с равномерным разбиением исходной области на секции, внутри которых случайным образом формируется набор решений.

5. Даны практические рекомендации по выбору и использованию глобальных алгоритмов при оптимизации модальных фильтров.

Обоснованность и достоверность результатов

Обоснованность и достоверность результатов основана на корректном использовании теории линий передачи и численных методов, сопоставимости результатов квазистатического и электродинамического подходов и их согласованности с результатами измерений, а также совпадением частных результатов, полученных другими авторами.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертационной работе

Результаты диссертационной работы, в частности, МФ на основе кабельных структур, могут быть использованы предприятиями, занимающимися разработкой специализированного электронного оборудования для защиты РЭС от СКИ по цепям питания и сигнальным цепям. Подходы к моделированию и оптимизации в задачах подобного рода могут найти применение и в образовательном процессе высших учебных заведений.

Замечания по диссертационной работе

1. В подразделе 2.2 представлено предварительное моделирование и оптимизация эвристическим поиском четырех МФ на основе плоских кабелей, однако далее, в подразделе 3.4, отражены результаты оптимизации лишь одного из них.

2. Насколько справедливы сравнения значений общего времени вычислений, приведенные в подразделах 3.3–3.4, полученные на разных вычислительных системах с различными аппаратными конфигурациями и нефиксированной фоновой нагрузкой.

3. В таблице 3.45 отсутствуют результаты оптимизации модальных фильтров 2-4,7 по полному набору приведенных критериев.

Однако перечисленные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Выводы

1. Диссертационная работа выполнена на актуальную тему, имеет научную новизну и значимость для науки и практики, является законченной научно-квалификационной работой, раскрывающей сформулированную соискателем цель и задачи.

2. Основные результаты, полученные в работе, опубликованы в достаточной степени.

3. Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее основное содержание и оформлен в соответствии с требованиями ВАК Российской Федерации.

Заключение

Считаем, что работа удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней ...», утвержденным постановлением правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 28.08.2017), а её автор, Гордеева Виктория Олеговна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв на диссертационную работу обсужден и одобрен на заседании кафедры электроники, протокол № 9 от 15 октября 2025 года.

Доктор физико-математических наук, профессор-консультант кафедры электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»



Бобрешов Анатолий Михайлович

E-mail: bobreshov@phys.vsu.ru

394006, Россия, г. Воронеж, Университетская пл., 1, к. 234.

Телефоны: +7 (473) 220-82-84 (раб.); 8-910-749-79-45 (сот.)

