

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Гизатуллина Зиннура Марселевича на диссертационную работу Жечева Евгения «Анализ и экспериментальное исследование частотных и временных характеристик полосковых структур с модальной фильтрацией» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Проблема уменьшения преднамеренных электромагнитных помех является актуальной задачей электромагнитной совместимости (ЭМС). Мощные электромагнитные воздействия могут применяться для выведения из строя радиоэлектронных устройств (РЭУ) и систем. Широкое внедрение РЭУ во все сферы деятельности человека обуславливает высокую потребность в устройствах, способах и методах защиты от электромагнитных помех. Поиск новых устройств защиты РЭУ от помех, обладающих передовыми характеристиками, является интересной и актуальной задачей.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация Жечева Е. состоит из введения, четырех разделов, заключения и одного приложения.

Во введении дана характеристика работы, обоснована ее актуальность, сформулированы цель и задачи исследования, представлены научная новизна, положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимости полученных результатов.

В первом разделе представлен обзор методов защиты РЭУ от мощных сверхширокополосных помех, приведены N -нормы.

Во втором разделе представлены результаты исследования характеристик зеркально-симметричного модального фильтра в частотной и временной областях.

В третьем разделе представлены результаты исследования характеристик полосковых структур с модальным резервированием (МР). В конце раздела представлена экспериментально-расчетная методика анализа характеристик устройств с МР.

В четвертом разделе исследуются устройства защиты электрических цепей от СШП помех. Разработаны практические рекомендации по проектированию межсоединений печатных плат для защиты электрических цепей от СШП помех.

В заключении представлены основные результаты, даны рекомендации и приведены перспективы дальнейшей разработки темы.

В приложении приведены копии актов внедрения, патентов, свидетельств, сертификатов, дипломов, программ и методик.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ

Впервые предложена экспериментально-расчетная методика анализа структур с модальной фильтрацией, включающая в себя измерения S -параметров в частотном диапазоне, переход во временную область для вычисления откликов на воздействие сверхширокополосных помех и оценку уменьшения их опасности на основе N -норм.

Предложен подход к улучшению характеристик модальных фильтров, отличающийся соединением опорных проводников между собой только на концах и использованием четвертьволновых резонаторов и широкополосных радиопоглощающих материалов.

Предложен способ компоновки печатных проводников для цепей с модальным резервированием на четырехслойной печатной плате, отличающийся тем, что опорный проводник выполнен в виде двух проложенных друг под другом проводников внутри диэлектрической подложки и закороченных между собой только на концах, так что проводники резервируемой и резервной цепей вместе с дополнительным опорным проводником образуют пятипроводную связанную линию передачи, а радиоэлектронные компоненты размещаются на внешних сторонах печатной платы.

Предложен способ трассировки двух микрополосковых линий передачи, отличающийся контролируемым увеличением электромагнитной связи между ними до допустимого уровня перекрестных наводок от полезного сигнала и использованием модальных искажений для защиты от сверхширокополосных помех.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ

Теоретическая значимость:

- Изучены особенности влияния параметров поперечного сечения на временные отклики зеркально-симметричных структур со скрытыми металлизированными отверстиями и различными оконечными нагрузками на ближнем и дальнем концах.

- Изучены температурные зависимости характеристик зеркально-симметричного модального фильтра.

- Проведены оценка ослабления сверхширокополосных помех в структурах с однократным и трехкратным модальным резервированием и систематизация способов многократного модального резервирования на основе симметричных структур.

- Изучено влияние характеристик и параметров симметричных структур с модальной фильтрацией на целостность полезного сигнала.

- Применительно к проблематике диссертации результативно использован подход к анализу сверхширокополосных помех на основе N -норм.

Практическая значимость:

- Разработан прототип модального фильтра с широкополосным радиопоглощающим материалом для экспериментальных исследований модального разложения импульса сверхширокополосной помехи.

- Представлены рекомендации по проектированию межсоединений печатных плат для защиты электрических цепей от сверхширокополосных помех.

- Результаты исследования зеркально-симметричного модального фильтра использованы в модуле фильтра Ф100-М1 космического аппарата в АО «ИСС», г. Железногорск (акт использования РИД).

- Экспериментально-расчетная методика анализа частотных и временных характеристик помехоподавляющего фильтра для защиты силовой шины электропитания космического аппарата и результаты моделирования эффективности экранирования корпуса внедрены в АО «ИСС», г. Железногорск (акт внедрения).

- Комплекс технических решений для обеспечения электромагнитной совместимости, основанный на использовании пассивных помехозащитных устройств, внедрен в ООО «ТРЭМ Инновации», г. Томск (акт внедрения).

- Результаты электродинамического анализа структур с однократным и трехкратным модальным резервированием внедрены в учебный процесс бакалавриата по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» ТУСУР, г. Томск (акт внедрения).

СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТЬ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ ДИССЕРТАЦИИ

Обоснованность и достоверность результатов работы подтверждается согласованностью результатов, полученных с использованием разных численных методов, в разных программных продуктах, с результатами экспериментальных исследований. Реализуемость предложенных полосковых устройств на практике подтверждена изготовленными прототипами, а также результатами измерений.

СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ АВТОРЕФЕРАТА СОДЕРЖАНИЮ ДИССЕРТАЦИИ

Автореферат диссертации правильно отражает её основные положения и результаты.

ЗАМЕЧАНИЯ

1. Отсутствует достаточное обоснование выбора используемых методов моделирования.

2. Отсутствуют результаты экспериментального исследования четвертьволновых резонаторов.

3. При добавлении радиопоглощающих материалов в исследуемые структуры не ясно, что будет с полезным сигналом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Несмотря на перечисленные недостатки, диссертация Жечева Е. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение актуальной научно-технической задачи. Результаты работы обладают новизной, теоретической и практической значимостями, являются достоверными. Высокая публикационная активность соискателя, в

том числе в ведущих мировых научных изданиях, является большим преимуществом данной работы.

2. Диссертационная работа удовлетворяет п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор, Жечев Е., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ,
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры систем автоматизированного
проектирования Казанского национального
исследовательского технического
университета им. А.Н. Туполева-КАИ



З.М. Гизатуллин

06.12.2022

ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10
Тел. +7(843)-231-00-81
E-mail: zmgizatullin@kai.ru

Подпись Гизатуллина З.М.
заверяю. Начальник управления
делопроизводства и контроля
Г 06.12.2022

