



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке, инновациям
и цифровизации ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный университет»

д.ф.м.н.

Д.В. Костин

2026г.

ОТЗЫВ

ведущей организации «Воронежский государственный университет» на диссертацию Лакозы Александра Михайловича «Модели, методики и технические решения для защиты радиоэлектронных средств от сверхкоротких импульсов в синфазном и дифференциальном режимах» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Актуальность тематики диссертационного исследования

Эффективная и безопасная эксплуатация современных радиоэлектронных средств (РЭС) во всех областях деятельности требует комплексного подхода. Одним из важных аспектов является обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС), т.е. способности РЭС корректно работать в реальных электромагнитных условиях, не вызывая помех и не способствуя их дальнейшему распространению. По мере увеличения плотности размещения радиоэлектронных компонентов и повышения рабочих частот, оборудование становится все более уязвимым для внешних электромагнитных помех (ЭМП), что усложняет задачу обеспечения ЭМС. В контексте ужесточающихся требований ЭМС, одной из проблем является защита от сверхширокополосных (СШП) сверхкоротких импульсных (СКИ) помех. Опасность таких помех заключается в их высокой пиковой мощности, которая является следствием их сверхкороткой длительности и широкого частотного спектра. Сочетание этих факторов позволяет помехам эффективно проникать в РЭС, вызывая сбои и необратимые повреждения. Традиционные подходы к обеспечению ЭМС, основанные на активных или пассивных радиоэлектронных компонентах, имеют низкую скорость отклика и недостаточно эффективны для защиты от помех, распространяющихся в синфазном и дифференциальном режимах одновременно. Поэтому совершенствование методик проектирования, а также разработка новых технических решений для защиты современных РЭС от помеховых СКИ является актуальной задачей.

Соответствие темы диссертационной работы научной специальности

Диссертационная работа Лакозы А.М. является законченным научным исследованием, посвященным моделям, методикам и техническим решениям, направленным на защиту современных радиоэлектронных средств от

сверхкоротких импульсов одновременно в синфазном и дифференциальном режимах. Для этого выполнен комплексный обзор существующих технических решений, направленных на защиту современных РЭС. Предложены новые технические решения на основе центрально-симметричных структур на общем диэлектрическом основании, а также 6- и 8-проводных полосковых структур с модальным разложением, позволяющие достичь ослабления помех без применения традиционных радиоэлектронных компонентов. Проведен анализ влияния геометрических и электрофизических параметров, экранирования и каскадирования на эффективность исследуемых устройств защиты. Предложена методика проектирования планарного гибридного устройства защиты, объединяющего пассивный помехоподавляющий фильтр и полосковую структуру с модальным разложением. Исследование выполнено с помощью квазистатического и электродинамического компьютерного моделирования, изготовленные прототипы устройств защиты исследованы в рамках лабораторных экспериментов. Таким образом, тема и содержание диссертационной работы соответствуют 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.

Научная новизна и ценность полученных соискателем результатов, выводов и рекомендаций

Научная новизна диссертации определяется следующими результатами:

1. Предложено устройство защиты от сверхкоротких импульсов с использованием центральной симметрии проводников, работающее в синфазном и дифференциальном режимах и отличающееся объединением двух структур в единую конструкцию на общем диэлектрическом основании.

2. Предложены устройства защиты от сверхкоротких импульсов, работающие в синфазном и дифференциальном режимах с центрально-симметричным в поперечном сечении расположением проводников, выполненные в виде единой конструкции из двух структур с соединенными на ближнем и дальнем концах опорными проводниками, отличающиеся увеличением числа проводников с 4 до 6 и 8 и симметричным воздействием помехи для 6-проводной и асимметричным – для 8-проводной структур.

3. Впервые предложена методика проектирования планарного гибридного устройства защиты от сверхкоротких импульсов, работающего в синфазном и дифференциальном режимах, на основе пассивного помехоподавляющего фильтра и полосковой структуры с модальным разложением.

Научная ценность диссертации подтверждается опубликованными результатами в 35 работах, в том числе 5 – в журналах из перечня ВАК; 13 – доклады в трудах конференций, индексируемых в Scopus; 12 – доклады в

трудах отечественных конференций. Получено 2 патента на изобретение и 3 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Значимость результатов теории и практики

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

1. Изучены влияние числа, расположения и схемы соединения проводников на уровень максимального напряжения на выходе устройств защиты в синфазном и дифференциальном режимах.

2. Получены зависимости влияния параметров поперечного сечения на задержки мод, временные интервалы и коэффициенты затухания устройств защиты, работающих в синфазном и дифференциальном режимах.

3. Изучено влияние материала диэлектрической подложки на максимальное напряжение на выходе устройств защиты в синфазном и дифференциальном режимах.

4. Оценено влияние расположения каскадов и расстояния до экранирующего корпуса на коэффициент затухания и погонные задержки устройств защиты, работающих в синфазном и дифференциальном режимах.

Практическая значимость обусловлена тем, что:

1. Разработаны и внедрены схемная модель и прототип помехоподавляющего фильтра в АО «Решетнев» (акт внедрения).

2. Внедрены результаты моделирования и экспериментального исследования устройств защиты на основе 6- и 8-проводных структур и экранированных полосковых структур в учебный процесс ТУСУРа (два акта внедрения).

3. Внедрены результаты квазистатического и электродинамического моделирования и экспериментальных исследований частотных и временных характеристик прототипов 6- и 8-проводных устройств защиты в НИР по грантам РФФИ и госзадания (три акта внедрения).

4. Сформулирована методика проектирования гибридных планарных устройств защиты, сочетающих преимущества полосковых устройств защиты с эффектом модального разложения и пассивных помехоподавляющих фильтров.

5. Предложены рекомендации по выбору топологии поперечного сечения, геометрических параметров, материалов, расположения каскадов и расстояния до экрана для реализации устройств защиты с эффектом модального разложения.

6. Разработаны и изготовлены макеты устройств защиты, работающих в синфазном и дифференциальном режимах: экранированного центрально-симметричного, с горизонтальным расположением каскадов и на основе 6- и 8-проводных полосковых структур.

Обоснованность и достоверность результатов

Обоснованность и достоверность результатов, изложенных в работе, основывается на согласованности результатов вычислительных и лабораторных экспериментов. Основные результаты работы представлены на всероссийских и международных конференциях, а также в рецензируемых

научных изданиях. Практическая реализуемость подтверждена изготовленными макетами устройств защиты.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертационной работе

Автором приведен список использования результатов в научных проектах и фундаментальных исследованиях, состоящий из 9 пунктов, в частности, 1 ФПЦ, 3 госзадания, 1 грант РФФИ и 4 гранта РНФ. Это позволяет рекомендовать к использованию результатов работы автора в рамках дальнейших прикладных и поисковых научно-исследовательских работах, а также в опытно-конструкторских работах для реализации на практике. Результаты разработки и анализа устройств защиты могут быть использованы в образовательном процессе высших учебных заведений при подготовке бакалавров и магистров в области радиотехники.

Замечания

1. Автор подробно описывает методику, при которой измеряются комбинации двухпортовых S -параметров, затем они «сшиваются» в общий файл .s4p, однако в работе не указаны подробности процесса калибровки.

2. Отсутствует оценка влияния длины линии на эффективность устройств защиты, поскольку исследования проведены для фиксированной длины $l=100$ мм, что усложняет использование разработанных решений под конкретную геометрию.

3. Не рассмотрена возможность переконфигурации устройств защиты при изменении режимов, в которых соотношение синфазной и дифференциальной составляющих может меняться. Было бы полезно исследовать возможность создания устройств, например, путем изменения оконечных нагрузок пассивных проводников с помощью управляемых ключей (pin-диодов, МЭМС-ключи). Это позволило бы оптимизировать защиту под текущий тип помехи.

4. Присутствуют незначительные опечатки, а также неточности в оформлении графиков и рисунков 3 и 4 разделов диссертационной работы.

Выводы

1. Диссертационная работа выполнена на актуальную тему, имеет значимость и научную новизну для науки и практика, а также является законченной научно-квалификационной работой, в которой достигнута поставленная цель.

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

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

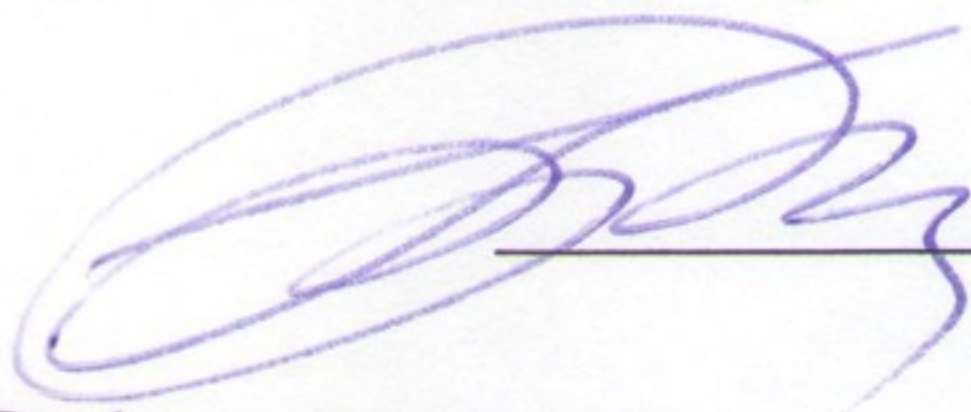
Заключение

Указанные выше замечания не снижают научной и практической

ценности диссертации и значимости её результатов. Считаем, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Лакоза Александр Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв обсужден на заседании кафедры электроники, протокол №2 от 16 февраля 2026г.

Доктор физико-математических наук (специальность 01.04.03– Радиофизика) профессор, профессор-консультант кафедры электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»



Бобрешов Анатолий Михайлович

E-mail: bobreshov@phys.vsu.ru

394018, Россия, г. Воронеж, Университетская пл., 1, к. 421.

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

