


«УТВЕРЖДАЮ»

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

д.ф.-м.н. 

Костин Д.В

«12»  2023г.

ОТЗЫВ

ведущей организации «Воронежский государственный университет» на диссертацию Кенжегуловой Зарины Муратбековны «Аналитические модели защитных полосковых устройств на основе метода модального разложения во временной области» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Актуальность диссертации

Радиоэлектронные средства (РЭС) различного назначения давно стали неотъемлемой частью жизни современного человека. Одной из задач при проектировании РЭС является обеспечение их защиты от электромагнитных воздействий (ЭМВ), решение которой усложняется из-за роста скоростей передачи данных и плотности трассировки печатных плат устройств. Одним из решений этой задачи является применение полосковых устройств защиты, основанных на явлении модального разложения сигнала на составляющие. Для расчета радиотехнических характеристик полосковых устройств, как правило, применяется численное моделирование, однако вычислительные затраты на него высоки, даже для простых конфигураций. Из-за этого нельзя выполнить быструю оценку защитных характеристик устройств в диапазоне параметров (например, длительностей воздействия или параметров тракта). В ряде частных случаев для предварительного анализа могут существовать аналитические решения, дающие довольно точные оценки. Поэтому тематика диссертационной работы представляется актуальной.

Соответствие темы диссертации научной специальности

Диссертационная работа Кенжегуловой З.М. является законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему. В диссертации предложен комплекс аналитических моделей временного отклика различных полосковых устройств защиты, а также получены модели нормированных амплитуд составляющих отклика и условия их равенства. Кроме того, на примере различных поперечных сечений исследуемых устройств выполнена апробация моделей с помощью средств компьютерного моделирования, основанного на методе моментов, а также выполнен анализ распространения типовых форм помеховых воздействий в устройствах защиты, в том числе в результате измерения изготовленных макетов устройств. Таким образом,

тема и содержание диссертации Кенжегуловой З.М. соответствуют п. 15 «Разработка и исследование физических, математических и гибридных имитационных моделей радиотехнических устройств и систем, включая системы и устройства аналогового и цифрового телевидения и оптико-электронных устройств» паспорта специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Научная новизна полученных соискателем результатов, выводов и рекомендаций

Научная новизна результатов диссертации определяется разработанным комплексом аналитических моделей временного отклика 2- и 3-проводного модальных фильтров (МФ) и витка меандровой линии (МЛ) на произвольное воздействие, отличающихся возможностью учёта асимметрии поперечного сечения и окончаний этих устройств. Кроме этого, в работе впервые получены аналитические модели нормированных амплитуд составляющих отклика и условия их равенства, на выходе 2-проводного МФ для общего и ряда частных случаев выбора окончаний его пассивного проводника и 3-проводного МФ на основе модифицированной МПЛ с двумя заземленными на концах пассивными проводниками. Наконец, в работе впервые выполнено аналитическое, численное и экспериментальное исследование отклика полосковых устройств с модальными явлениями на типовые формы помеховых воздействий: гауссов импульс, затухающую синусоиду и синусоиду, модулированную гауссовым импульсом.

Научная ценность диссертации подтверждается 8 докладами по её результатам на научных конференциях различного уровня, в том числе 3 на конференциях, труды которых индексируются WoS и Scopus, а также на 5 конференциях, труды которых индексируются в РИНЦ. Кроме того опубликованы статьи, 2 из которых в журналах, рекомендованных ВАК, и 1 в журнале, индексируемом Scopus. Результаты диссертации соискателя также систематизированы в научной монографии.

Значимость результатов работы для науки и практики

Теоретическая значимость определяется тем, что в аналитическом виде получены выражения для нормированной амплитуды составляющих сигнала на выходе полосковых устройств на основе модальных явлений. Это даёт возможность оценки амплитуд составляющих отклика и ослабления воздействия на выходе полоскового устройства защиты без вычисления отклика как такового. Кроме того, на основе моделей амплитуд получен ряд условий их равенства на выходе 2- и 3-проводных МФ. Эти условия полезны при параметрической оптимизации устройств защиты. Показано применение диаграмм координата-время для изучения распространения синфазной и дифференциальной мод в витке меандровой линии. В работе для апробации и доказательства применимости моделей временного отклика результативно применены математическое моделирование методами моментов и конечных разностей, параметрическая оптимизация и лабораторный эксперимент.

Практическая значимость заключается в том, что в работе доказана

применимость аналитического вычисления временного отклика исследуемых структур на предварительном этапе проектирования устройств защиты. Также соискателем предложена методика синтеза пассивных полосковых устройств защиты от импульсных воздействий на основе витка меандровой линии с асимметричным поперечным сечением, на одном из этапов которой используются предложенные автором модели временного отклика.

Кроме того, практическая ценность диссертации подтверждена тремя актами о внедрении её результатов на практике. Особенно ценно внедрение результатов на предприятии АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва», являющемся одним из ведущих в России производителей космических аппаратов. Важно и то, что результаты работы использованы в учебном процессе своего университета. Наконец, на практическую ценность указывает перечень из 6 различных НИР (по грантам РНФ, РФФИ, Президента РФ), где использованы результаты диссертации.

Обоснованность и достоверность результатов

Обоснованность и достоверность результатов, изложенных в работе, основана на совпадении результатов аналитического и квазистатического моделирования и их согласованностью с результатами электродинамического моделирования и измерений на базе современных аппаратно-программных комплексов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертационной работе

В работе получен комплекс теоретических и практических результатов, применение которых может быть довольно широким. Разработанные модели временного отклика полосковых устройств могут быть использованы для вычисления и анализа временного отклика на ранних этапах проектирования устройств защиты. Выражения, определяющие нормированные амплитуды составляющих формы напряжения на выходе полосковых устройств могут использоваться для быстрой оценки ослабления импульсного воздействия на выходе защитных устройств. Условия равенства амплитуд составляющих формы напряжения на выходе 2- и 3-проводного МФ могут использоваться в качестве целевой функции при параметрической оптимизации их поперечных сечений. В совокупности перечисленные результаты могут стать основой для разработки средств автоматизированного проектирования устройств защиты.

Замечания по работе

1. Насколько эффективны разработанные модели временного отклика при анализе перекрестных искажений в многопроводных линиях передачи?
2. Не представлены результаты полноволнового моделирования, а также измерений витка МЛ из двух отрезков.
3. В разделе 3.4 с экспериментальным исследованием асимметричного МФ нет оценок характеристик воздействия с помощью N -норм.

Указанные замечания не умаляют ценности диссертационной работы и значимости её результатов.

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, достаточно опубликованы и известны специалистам в области радиотехники.

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

Заключение

Считаем, что работа удовлетворяет п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. От 28.08.2017), а её автор, Кенжегулова Зарина Муратбековна, заслуживает присуждения ученой 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 №5 от 12 мая 2023г.

Доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»

Усков Григорий Константинович

Профессор-консультант
кафедры электроники
д.ф.-м.н, профессор

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.)

