

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук Бородулина Романа Юрьевича на диссертацию Баранникова Ильи Андреевича «Синтез планарных антенно-фидерных устройств на основе преднамеренных дефектов слоя заземления», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Сведения о рукописи

На отзыв официального оппонента были представлены:

- диссертация на 160 страницах, включая 138 рисунков и список литературы (108 наименований);
- автореферат – брошюра, 1.25 усл. печ. лист.

Цель диссертационной работы: разработка методик проектирования геометрии структур преднамеренных дефектов слоя заземления печатной платы, исследование способов их применения в различных конструкциях антенно-фидерных устройств СВЧ-диапазона с целью повышения их рабочих характеристик.

Актуальность темы исследования представляется достаточно обоснованной и связана с существующей на сегодняшний день востребованностью в развитии передовых планарных антенно-фидерных устройств для современных радиосистем.

Современные радиоэлектронные устройства предъявляют все растущие требования к своим составным узлам, в частности, с увеличением рабочих частот возрастают требования к габаритам и надежности используемых технических решений. Одним из способов упрощения конструкций планарных устройств, а также улучшения их характеристик является использование различных типов структур преднамеренных дефектов слоя земли (ПДСЗ) печатной платы. Однако их применение на практике ограничено сложностью проектирования ввиду отсутствия простой методологии, а существующие методики основаны на оптимизационном поиске параметров конструкции, что является достаточно затратным по времени и вычислительным ресурсам. Следовательно, разработка быстрого и надежного способа проектирования ПДСЗ является одной из наиболее актуальных задач.

Таким образом, тема диссертационной работы по синтезу планарных антенно-фидерных устройств на основе преднамеренных дефектов слоя заземления в достаточной степени актуальна.

Структура, содержание и оформление диссертации

Структура диссертационной работы возражений не вызывает. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения и списка литературы.

Раздел 1 посвящен анализу современного состояния методологий и технологий планарных антенно-фидерных устройств. Вводится понятие преднамеренных дефектов слоя заземления печатных плат и перечислены их области практического применения. Дан обзор существующих методик проектирования различных ПДСЗ и обозначены недостатки данных подходов.

Раздел 2 посвящен описанию методики сбора данных и проведения регрессионного анализа, на основе которого получены модели и их статистические оценки. Проведено сравнение с методами оптимизационного поиска.

Исследуются две структуры дефектов: “простая гантель” и “заполненная гантель”. Для них были получены расчетные зависимости, связывающие геометрические параметры структур и характеристики подложки с электромагнитными характеристиками конечной конструкции. Для “простой гантели” также приводятся формульные связи параметров эквивалентной цепи и конструкции. На основании представленных моделей получены методики расчета соответствующих параметров дефектов. Дано сравнение временных затрат на проектирование с использованием данных методик и с использованием методов оптимизационного поиска.

В разделе 3 приводятся практические приложения предлагаемых методик проектирования ПДСЗ на примере их применения для расчета цепи согласования антенны и подавления побочных гармоник высшего порядка. Приводятся результаты электромагнитного моделирования и данные натурных измерений макетов конструкций.

Также рассматривается способ формирования делителя Уилкинсона на основе ПДСЗ, заключающийся в замене балансного резистора на дефект для изоляции выходных портов конструкции. При этом характеристики предлагаемого делителя близки к оригинальному. Приводятся результаты моделирования и измерений макетов. На основании представленного способа сформулирована методика проектирования делителей Уилкинсона на основе ПДСЗ.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы и перспективы дальнейших исследований.

Рукопись диссертации оформлена в соответствии с действующими требованиями, включая требования ГОСТ.

Обоснованность и достоверность результатов работы в достаточной степени подтверждены и обеспечиваются адекватностью использованных методов и построенных на их основе расчетных моделей. Достоверность результатов работы подтверждается хорошей корреляцией результатов моделирования и натурных измерений макетов рассматриваемых конструкций.

Научная новизна работы определяется следующими основными результатами:

1. Разработана методика проектирования ПДСЗ в форме простой гантели, основанная на расчетных формульных зависимостях, связывающих геометрию дефекта и характеристики подложки с частотами среза и полюса затухания конструкции. Использование данной методики снижает временные затраты на проектирование данного типа ПДСЗ.

2. Получена модель, демонстрирующая влияние параметров ПДСЗ “простая гантель” на характер вносимого ей сопротивления в микрополосковую линию. Представленная модель основана на расчетных зависимостях между параметрами эквивалентной схемы данного типа ПДСЗ с характеристиками конструкции.

3. Получена расчетная зависимость для ПДСЗ “заполненная гантель”, связывающая частоту первого резонанса конструкции с ее геометрией и характеристиками подложки. Применение данной модели для получения первого приближения параметров ПДСЗ позволяет значительно ускорить процесс проектирования.

4. Предложен способ формирования делителей Уилкинсона на основе ПДСЗ и разработана методика проектирования таких конструкций. Их преимуществами перед традиционной выступает упрощение процесса производства и повышение надежности за счет замены сосредоточенного элемента на планарную структуру.

Теоретическая значимость диссертации определяется обозначенными новыми научными результатами, которые способствуют развитию базы по проектированию структур ПДСЗ и улучшению понимания влияния данного типа планарных структур на микрополосковые линии.

Практическая значимость работы определяется значительным сокращением времени проектирования ПДСЗ “простая гантель” и “заполненная гантель” за счет использования предложенных методик и моделей. Практическое приложение ПДСЗ в делителе Уилкинсона упрощает процесс производства и повышает надежность делителей мощности.

Личный вклад автора четко определен и сомнений не вызывает. По результатам рассмотрения диссертации не обнаружены какие-либо факты использования заимствованных материалов без ссылки на источники.

Соответствие диссертации заявленной специальности

Работа соответствует п.п. 2, 3 и 9 паспорта специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Апробация и публикации

Уровень апробации и опубликования результатов работы соответствует действующим требованиям. Автором опубликованы 13 печатных трудов, в том числе 6 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в Перечень ВАК; 6 публикаций в форме текстов и тезисов докладов на Международных и Российских конференциях, а также получено 1 свидетельство на государственную регистрацию программы для ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе

1. Автором не проведён анализ влияния потерь в металлизации и диэлектрике на точность предложенных эмпирических зависимостей в широком диапазоне рабочих частот.

2. В разделе 2.3, посвящённом заполненным гантелеобразным ПДСЗ, исследуется только первая резонансная частота структуры. Влияние высших резонансов на характеристики устройств и возможность их прогнозирования в работе не обсуждаются.

3. При исследовании делителей мощности основное внимание уделено характеристикам согласования и изоляции портов, тогда как изменение фазового баланса выходных сигналов рассмотрено недостаточно подробно.

4. Предлагаемая методика синтеза ориентирована на фиксированное значение волнового сопротивления микрополосковой линии. В диссертации не рассмотрен вопрос её адаптации к многослойным либо несимметричным планарным структурам.

Отмеченные недостатки не являются критическими и не препятствуют положительной оценке работы в целом.

Заключение

Диссертационная работа Баранникова И.А. представляет собой законченное научное исследование, в котором содержится решение важной научно-технической задачи, связанной с синтезом планарных антенно-фидерных устройств на основе преднамеренных дефектов слоя заземления.

Диссертация по содержанию и оформлению удовлетворяет действующим требованиям, включая требования п.п. 9, 10 Положения.

В диссертации, в соответствии с п.14 Положения, имеются все необходимые ссылки на авторов и источники заимствованных материалов, в том числе – на научные работы соискателя. Каких-либо признаков плагиата или недобросовестного цитирования не обнаружено.

Автореферат диссертации в достаточной мере отражает ее содержание и удовлетворяет требованиям п. 25 Положения.

Автор диссертации, Баранников Илья Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационное дело Баранникова И.А. и их дальнейшую обработку.

Сведения об авторе отзыва: Бородулин Роман Юрьевич, профессор 11 кафедры (радиосвязи) федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала

Советского Союза С.М. Буденного», г. Санкт-Петербург, доктор технических наук, доцент.

Адрес организации: 194064, г. Санкт-Петербург, К-64, Тихорецкий проспект, д.3

Телефон: 247-98-25

Эл.почта: borodulroman@yandex.ru

Доктор технических наук,
доцент

Бородулин Роман Юрьевич

«06» 07 2026 г.

Подпись Бородулина Р.Ю. заверяю

П
и безопа

ка академии по службе войск
ужбы - начальник строевого отдела

А. Головин