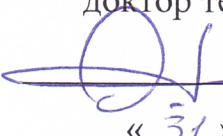


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,

доктор технических наук, профессор

 Горячий
« 31 » 0 2019


ОТЗЫВ

ведущей организации,

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

на диссертационную работу 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

1. Вводные положения

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет».

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент С.М. Фёдоров.

На отзыв ведущей организации были представлены:

- диссертация – 1 том, 160 листов;
- автореферат – брошюра, 1.25 усл. печ. лист.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы (108 наименований).

2. Актуальность темы

Диссертация Баранникова И.А. посвящена разработке методик проектирования геометрии структур преднамеренных дефектов слоя заземления печатной платы и исследованию способов их применения в различных конструкциях антенно-фидерных устройств СВЧ-диапазона с целью повышения их рабочих характеристик.

Тема работы непосредственно связана с практической потребностью уменьшения габаритов, повышения надежности и характеристик различных

планарных антенно-фидерных устройств, широко применяемых во многих современных радиоэлектронных системах и устройствах.

Одним из способов упрощения конструкций планарных устройств, а также улучшения их характеристик является использование различных типов структур преднамеренных дефектов слоя земли (ПДСЗ) печатной платы. Их применение позволяет: формировать более простые линии согласования; подавлять побочные гармоники антенн и расширять диапазон рабочих частот; снизить взаимное влияние элементов антенных решеток; подавлять нежелательные поляризации. Однако, применение ПДСЗ на практике ограничено низкой скоростью проектирования из-за отсутствия относительно простой методологии, не использующей итерационный оптимизационный подход. Следовательно, разработка быстрого и надежного способа проектирования ПДСЗ является одной из наиболее актуальных задач.

Таким образом, актуальность темы диссертации Баранникова И.А. представляется в достаточной степени обоснованной.

3. Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы (108 наименований).

Введение работы посвящено актуальности темы, определению целей и задач исследования. Обозначается новизна, практическая и теоретическая значимость и достоверность результатов, отражена апробация результатов работы.

Первый раздел посвящен анализу современного состояния и перспектив развития методологии и технологий планарных антенно-фидерных устройств. Выполнен анализ основных общих методов электромагнитного моделирования, введено понятие преднамеренных дефектов слоя заземления (ПДСЗ) печатных плат и обозначены их основные области приложения. Проведен обзор основных методов моделирования и проектирования структур ПДСЗ различной геометрии и сделаны выводы о недостатках существующих подходов. На их основании были сформулированы основные задачи, решение которых позволит сформировать методику проектирования ПДСЗ, ускоряющую получение параметров геометрии дефекта для достижения требуемых характеристик, что является целью диссертационного исследования.

Во втором разделе дано описание используемых математических методов, применяемых для последующей работы с данными, полученными посредством параметрического электромагнитного моделирования. На основа-

нии этих данных установлены явные расчетные зависимости для двух типов ПДСЗ с помощью регрессионного анализа: “простая гантель” и “заполненная гантель”; связывающие геометрию структур и характеристики материала подложки с конечными параметрами ПДСЗ. Точность полученных моделей подтверждается их статистическими оценками. На основе данных зависимостей составлены методики проектирования ПДСЗ.

Третий раздел посвящен исследованию практических приложений структур ПДСЗ: в фидерных трактах планарных антенн для их согласования и подавления побочных гармоник, а также в конструкциях делителей мощности для упрощения процесса их изготовления. Для получения параметров структур дефектов применялись предложенные ранее методики. На основании рассмотренного способа формирования делителя мощности Уилкинсона была предложена методика проектирования на основе ПДСЗ. Характеристики всех рассматриваемых конструкций были получены посредством электромагнитного моделирования и верифицированы натурными измерениями макетов.

В заключении формулируются основные результаты диссертационного исследования, выводы и обозначаются перспективы дальнейших исследований.

4. Научная новизна результатов диссертационного исследования

По результатам изучения диссертации и доступных публикаций автора могут быть выделены следующие результаты исследований, обоснованно претендующие на научную новизну:

- Была разработана методика проектирования ПДСЗ в форме простой гантели, использующая явные эмпирические зависимости для расчета геометрии структуры. Точность методики подтверждается статистическими оценками, и она значительно быстрее методов оптимизационного поиска;
- Получена модель, связывающая геометрию ПДСЗ в форме простой гантели с параметрами ее эквивалентной цепи и позволяющая оценить влияние отдельных параметров конструкции на характер вносимого ей сопротивления;
- Получена модель для ПДСЗ в виде заполненной гантели, которая связывает частоту первого резонанса структуры с ее размерами и подложкой. Это позволяет ускорить процесс проектирования за счет получения первого приближения параметров структуры, что подтверждается сравнением с методами оптимизационного поиска;

– Разработана методика проектирования делителей Уилкинсона с использованием ПДСЗ вместо балансного резистора для изоляции выходных портов. Такой подход повышает надежность конструкции и упрощает ее изготовление.

5. Значимость для науки результатов диссертационных исследований автора

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы представляется достаточно обоснованной и связана, прежде всего, с упомянутыми выше новыми научными результатами. Найденные расчетные зависимости позволяют оценить влияние параметров конструкций рассмотренных типов ПДСЗ на их характеристики. При этом учтены не только размеры самих дефектов, но и влияние подложки. Это позволяет углубить понимание физических процессов влияния неоднородностей слоя заземления печатной платы на характеристики планарных структур.

Диссертационная работа содержит **значимые научные результаты по заявленной специальности** 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии и, в частности, по п.2 (Исследование характеристик антенн и микроволновых устройств для их оптимизации и модернизации, что позволяет осваивать новые частотные диапазоны, обеспечивать электромагнитную совместимость, создавать высокоэффективную технологию и т.д.), п.3 (Исследование и разработка новых антенных систем, активных и пассивных микроволновых устройств, в том числе управляющих, фазирующих, экранирующих и других, с существенно улучшенными параметрами) и п.9 (Разработка методов автоматизированного проектирования и оптимизации антенных систем и микроволновых устройств широкого применения) паспорта специальности.

Обоснованность и достоверность результатов работы сомнений не вызывают и обеспечиваются корректным выбором использованных методов и построенных на их основе моделей. Достоверность результатов работы подтверждается результатами экспериментальных исследований.

6. Практическая значимость результатов диссертационных исследований автора

Практическая значимость результатов работы заключается в значительном ускорении проектирования рассмотренных гантелеобразных ПДСЗ за счет перехода от итеративного подбора параметров к их непосредственному расчету при использовании предлагаемых методик, что было подтвержде-

но сравнением с методом роя частиц и эволюционной стратегией адаптации матрицы ковариации. Также было получено практическое приложение ПДСЗ в делителе Уилкинсона, упрощающее процесс изготовления и повышающее надежность конструкции за счет замены балансного резистора на ПДСЗ.

Полученные в диссертационной работе результаты внедрены в АО НВП «ПРОТЕК», АО «НКТБ «Феррит». Также, результаты работы внедрены в образовательный процесс ФГБОУ ВО «ВГТУ», дисциплина «Электродинамика и распространение радиоволн».

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Основные положения и выводы диссертационной работы, в силу отмеченной выше научной и практической значимости отдельных результатов, могут найти применение:

- в заказывающих подразделениях и научно-исследовательских организациях МО, МВД, МЧС, ФСО, ФСБ, других Государственных заказчиков;
- в АО «Концерн «Созвездие», АО НКТБ «Феррит», АО НПП «Автоматизированные системы связи», АО НВП «Протек», АО НПО «РИФ», АО «ВНИИ «Вега» и других предприятиях и организациях России, специализирующихся в области разработки оборудования радиосвязи.

Считаем целесообразным, кроме того, использование научных результатов диссертации в учебном процессе учреждений высшего образования при подготовке аспирантов, магистров, специалистов и бакалавров в области телекоммуникаций.

Рекомендуется продолжение работ в данном направлении.

8. Замечания

1. В первой главе диссертации приведён подробный обзор существующих подходов к моделированию и проектированию структур преднамеренных дефектов слоя заземления, однако отсутствует их систематизированное количественное сравнение по таким показателям, как точность расчёта, вычислительная сложность и область применимости, что затрудняет оценку преимуществ предложенных автором методик.

2. В разделе 2 предложены явные регрессионные зависимости для определения характеристик ПДСЗ, однако недостаточно подробно рассмотрены границы применимости полученных моделей. Не приведена оценка

точности прогнозирования при выходе параметров геометрии и характеристик подложки за пределы обучающей выборки.

3. В работе показано сокращение времени проектирования по сравнению с рядом оптимизационных алгоритмов, однако не приведены сведения об используемых вычислительных ресурсах и настройках соответствующих алгоритмов, что затрудняет воспроизводимость результатов сравнения.

4. В разделе, посвящённом исследованию связи между параметрами ПДСЗ и эквивалентной схемой, не выполнена оценка чувствительности характеристик разработанных устройств к технологическим отклонениям размеров печатных элементов и разбросу параметров диэлектрической подложки.

5. В работе отмечается наличие собственного излучения ПДСЗ вследствие нарушения сплошности слоя заземления, однако количественная оценка уровня паразитного излучения и его влияния на электромагнитную совместимость проектируемых устройств не приводится.

6. Экспериментальная верификация результатов выполнена для ограниченного числа разработанных конструкций. Представляется целесообразным дополнительно исследовать применимость разработанных методик в более широком диапазоне рабочих частот и для иных типов подложек.

Несмотря на отмеченные недостатки, общая оценка работы положительная.

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Баранникова Ильи Андреевича «Синтез планарных антенно-фидерных устройств на основе преднамеренных дефектов слоя заземления» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней и является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, а именно – задачи создания антенн с возможностью пространственного частотного сканирования.

Результаты исследований апробированы на российских и международных научных конференциях.

Основные результаты диссертационной работы в достаточной степени отражены в опубликованных автором научных трудах, в том числе – в рецензируемых научных изданиях, входящих в соответствующий Перечень. Уро-

вень и объем публикаций соответствует требованиям п. 11 и п. 13 Положения.

По результатам рассмотрения диссертации не обнаружены какие-либо факты использования заимствованных материалов без ссылки на источники, т.е. диссертация соответствует требованиям п. 14 Положения.

Автореферат диссертации, в целом, достаточно полно отражает ее содержание и соответствует требованиям п. 25 Положения.

Работа соответствует заявленной специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Баранников Илья Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

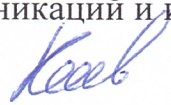
Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры радиоэлектронных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» 28.08.2026 г., протокол № 1.

На заседании присутствовало 15 сотрудников кафедры, из них 5 докторов наук. Результаты голосования «за» - 15, «против» - нет, «воздержались» - нет.

Лица, подписавшие заключение, согласны с включением своих персональных данных в аттестационное дело соискателя Баранникова И.А. и их дальнейшей обработкой.

Отзыв составили:

Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиоэлектронных систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»



Клюев Дмитрий Сергеевич

Кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры радиоэлектронных систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»



Соколова Юлия Владимировна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики». 443010, г. Самара, ул. Л. Толстого, д. 23.

тел.: 8 (846) 333-58-56, E-mail: info@psuti.ru