

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Попкова Александра Юрьевича «Влияние электрофизических и геометрических параметров на частотные характеристики полосковых направленных ответвителей со слабой связью», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Диссертационная работа Попкова А.Ю. посвящена вопросам исследования влияния электрофизических и геометрических параметров на частотные характеристики полосковых направленных ответвителей (НО). Актуальность работы обусловлена необходимостью создания хорошо согласованных измерительных НО со слабой связью, работающих в сверхширокой полосе рабочих частот, вплоть до 10 ГГц и более с заданной неравномерностью частотных характеристик. В рамках решаемой задачи автором разработана квазистатическая модель, обеспечивающая учёт всех конструктивных особенностей данного типа устройств. Существующие методы моделирования НО основаны на формальном переборе геометрических параметров в САПР для численного электродинамического моделирования, что требует значительных вычислительных ресурсов и времени. Для устранения этого недостатка в диссертации разработана декомпозиционная матричная модель, которая с достаточной точностью описывает частотные характеристики направленного ответвителя.

Известно, что конструкции многих полосковых устройств, в том числе направленных ответвителей, имеют многослойную структуру, в которой диэлектрические слои накладываются друг на друга. Однако при этом возникает проблема образования воздушной полости вдоль линий передачи, которая вносит искажения в частотные характеристики производимого устройства. В работе Попкова А.Ю. предложен оригинальный метод улучшения частотных характеристик НО за счет коррекции размеров этой полости путём добавления в неё подстроечных элементов в виде полосок диэлектрика.

Решение перечисленных выше вопросов позволяет сделать вывод о том, что материал диссертации соответствует паспорту специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии (пункты 2 и 9).

Работа состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка литературы из 109-и наименований, приложения и содержит 117 страниц.

Во введении представлены цели и задачи диссертационного исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, отмечены новизна, теоретическая и практическая значимость проведённых исследований, отражены вопросы достоверности и апробации полученных результатов, а также их внедрение.

В первом разделе проведён обстоятельный обзор 102-х литературных источников по теме диссертационного исследования. В обзоре использованы как классические, так и современные публикации, в которых

рассматриваются направленные ответвители различного назначения. Изучены существующие методы математического моделирования микроволновых устройств, отмечены их основные преимущества и недостатки. Раздел завершается постановкой цели и задач исследования.

Во втором разделе рассмотрено влияние основных геометрических параметров на частотные характеристики направленных ответвителей. Выявлено, что выбор ширины камеры связи и топологий, подводящих к камере связи линий, определяет согласование устройства. В свою очередь, наибольшее влияние на коэффициент отражения оказывают высота камеры связи и толщина связанных линий, что проявляется в изменении предельной частоты направленного ответвителя. На основании данного наблюдения была проведена коррекция эмпирического выражения и сформулирован критерий оптимального выбора геометрических параметров НО.

В третьем разделе рассмотрено влияние воздушной полости, которая образуется при многослойной конструкции направленного ответвителя на его частотные характеристики. Показано, что наличие этой полости ухудшает характеристики. На основании исследования предложен метод настройки НО с использованием подстроечных элементов в виде тонких полос фторопластовой ленты, помещённой в эту полость на определённом расстоянии от проводящей линии. Показано, что с подстроечными элементами можно добиться более высокого уровня направленности НО, чем без них, подобрав оптимальный размер этой полости.

Четвёртый раздел посвящён разработке квазистатической модели направленного ответвителя. С использованием метода декомпозиции и матричного описания автору удалось получить частотные характеристики направленного ответвителя, учитывающие влияние предельной частоты без использования численного электродинамического моделирования в САПР. Существенной особенностью предложенного метода является использование аппроксимации характеристик НО экспоненциальной зависимостью на тех участках, где значение аппроксимации превышает значение характеристик. При этом значения для частот, находящихся за предельной частотой приравниваются нулю.

Научная новизна результатов диссертации определяется тем, что в ней:

1. Впервые сформулирован критерий оптимального выбора высоты камеры связи и толщины полосковых проводников, позволяющий получить лучшую равномерность характеристик полоскового направленного ответвителя со слабой связью.

2. Предложен новый и эффективный способ улучшения частотных характеристик симметричных полосковых направленных ответвителей на нерегулярных линиях передачи со слабой связью путём добавления тонких полосок диэлектрика в образующуюся воздушную полость.

3. Разработана квазистатическая модель, позволяющая учесть влияние предельной частоты на частотные характеристики полосковых НО со слабой связью.

Достоверность полученных результатов подтверждается хорошим согласием результатов компьютерного моделирования с результатами экспериментальных исследований, а также внедрением результатов работы в производство и учебный процесс.

Основную практическую значимость представляют разработанная модель симметричного полоскового направленного ответвителя с комбинированной связью, позволяющая сократить время проектирования, а также метод настройки НО путем регулирования воздушной полости, образующейся при сборке устройства.

Диссертация имеет внутреннее единство, обусловленное содержанием и логикой построения. Научные положения и выводы диссертации являются обоснованными. Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне. Материал диссертации изложен грамотно и ясно, работа хорошо оформлена и по прочтении производит благоприятное впечатление. Тем не менее, считаю необходимым сделать следующие замечания:

1. На стр. 7 в задачах диссертационного исследования указано, что необходимо сформулировать критерий оптимального выбора геометрических параметров направленного ответвителя, однако не указано какие из характеристик или параметров планируется оптимизировать.

2. В диссертации написано о влиянии предельной частоты направленного ответвителя на его характеристики, что является не совсем корректным. Правильнее, скорее всего, использовать понятие влияния параметров волны основного типа колебаний, проявляющейся на предельной частоте (которая, по сути, является его критической частотой).

3. Во введении диссертации представлен ряд исследователей в области разработки устройств на связанных линиях, однако в первом разделе диссертации отсутствует сравнительный анализ результатов их исследований, на основе которых можно сделать заключение о достоинствах и недостатках используемых в диссертации топологии направленного ответвителя.

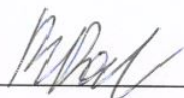
4. Во втором разделе диссертации рассмотрено влияние высоты и ширины камеры связи, а также толщины подводящих линий направленного ответвителя на его характеристики, при этом влияние длины камеры связи и толщины центрального слоя диэлектрика не рассматривалось.

5. В первом разделе диссертации акцентировалось внимание на том, что основной характеристикой направленного ответвителя со слабой связью является его направленность, однако в результатах моделирования во втором разделе данная характеристика отсутствует.

В целом, считаю, что диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом, направленным на решение актуальных задач. Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в рецензируемых изданиях. Работа соответствует критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (с учётом изменений от 20 июня 2011 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Попков

Александр Юрьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Официальный оппонент,
д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО
«Новосибирский государственный
технический университет»,
профессор кафедры теоретических
основ радиотехники
Разинкин Владимир Павлович
630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20,
E-mail: razinkin_vp@mail.ru
Телефон: 8(383)346-08-34
«2» декабря 2016 г.



Подпись Разинкина В.П. заверяю:
начальник ОК НГТУ, Пустовалова О.К.

