

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Богомолова Павла Геннадьевича на тему «Методы увеличения полосы рабочих частот и уровня входной мощности в многокаскадных СВЧ аттенюаторах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии»

1. Актуальность темы диссертации

Для настройки радиопередающих устройств СВЧ диапазона, применяемых в системах связи и радиолокации, необходимы широкополосные аттенюаторы высокого уровня мощности. Развитие радиотехники и освоение верхней части СВЧ диапазона приводят к повышению следующих требований, предъявляемых к радиоаппаратуре: ширина полосы рабочих частот, уровень поглощаемой мощности, качество согласования и массогабаритные параметры. Сегодня широкое применение находит автоматизированное (компьютерное) проектирование СВЧ устройств, позволяющее решить многие задачи, стоящие перед разработчиком. Расширение требований стимулирует создание новых методов построения и проектирования широкого класса СВЧ устройств с диссипативными потерями. Важным требованием при проектировании СВЧ аттенюаторов является совершенствование существующих структурных, схемотехнических и конструктивно-технологических решений. Для комплексного решения перечисленных моментов необходимо использовать численные электродинамические методы анализа, а также применить методы параметрического синтеза при уточняющем топологию СВЧ аттенюатора расчёте.

Как показывает анализ современных видов построения аттенюаторов, наиболее перспективной технологией для их реализации является использование микрополосковых резисторов в пленочном исполнении. Поэтому разработка методик проектирования аттенюаторов содержащих планарные пленочные резисторы, является актуальной задачей.

2. Соответствие диссертации представленной специальности

Объектом исследования в диссертации Богомолова П.Г. является разработка широкополосных аттенюаторов большой мощности. В работе подробно рассматриваются вопросы исходного многокаскадного построения структуры аттенюатора с последующим уточнением топологии плёночных резисторов и соединяющих их отрезков линий, разработки технических решений, обеспечивающих повышение входной мощности аттенюатора и рабочей полосы частот.

Таким образом, представленная диссертация соответствует паспорту специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

3. Научная новизна положений, результатов и выводов, сформулированных в диссертации, заключается в следующем:

1. Разработан метод увеличения уровня входной мощности и метод расширения полосы рабочих частот в пленочных СВЧ аттенюаторах на основе многокаскадных структур с равномерным распределением рассеиваемой мощности по всем каскадам, в которых согласующие цепи выполнены в виде чебышёвского фильтра нижних частот.

2. Предложено новое структурное построение многокаскадного аттенюатора в микрополосковом исполнении на одной диэлектрической подложке, обеспечивающее существенное расширение полосы рабочих частот за счет равномерного распределения рассеиваемой мощности на планарных пленочных резисторах.

3. Проведено теоретическое и экспериментальное исследование частотных свойств ряда разработанных многокаскадных СВЧ аттенюаторов и согласованных нагрузок высокого уровня мощности на планарных пленочных резисторах с использованием внутренних многокаскадных структур на каждой диэлектрической подложке.

4. Предложены новые схемотехнические решения для многокаскадных СВЧ аттенюаторов большой мощности и разработаны экспериментальные образцы, обеспечивающие работу в полосе частот 0-2 ГГц.

4. Практическая ценность работы и реализация её результатов

1. Проведена теоретическая оценка широкополосных свойств многокаскадных СВЧ аттенюаторов и оконечных нагрузок, выполненных на основе планарных пленочных резисторов.

2. Установлена связь между основными параметрами СВЧ аттенюатора: входная мощность, полоса рабочих частот и количество согласованных каскадов с одинаковой рассеиваемой мощностью.

3. Разработаны новые оригинальные схемотехнические и конструктивные решения для многокаскадных СВЧ аттенюаторов, выполненных на одной и нескольких диэлектрических подложках.

4. Практически реализован и экспериментально исследован ряд СВЧ аттенюаторов высокого уровня мощности, выполненных по предложенным многокаскадным структурам.

5. Работа выполнена в рамках проведения госбюджетных НИР на кафедре «Общей физики» Новосибирского государственного технического университета, а также Госзадания № 629 (2014-2016 г.г.). Результаты

практического характера, полученные в диссертационной работе, внедрены в “ООО НП Триада - ТВ” (Новосибирск), “ООО Микротек” (Новосибирск).

5. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений

Обоснованность и достоверность выводов диссертации подтверждается применением в работе фундаментальных положений электродинамики и теории электрических цепей. Перечисленные выше задачи решались с помощью теории функций комплексного переменного, аппарата матричного исчисления, теории дифференциальных уравнений в частных производных, теории рядов, асимптотических методов определения значений функций и интегралов, численных методов электродинамического моделирования и оптимизации. Так же в данной работе используется теория линейных электрических цепей и теория фильтров. Создание и разработка опытных образцов мощных сверхширокополосных многокаскадных СВЧ аттенюаторов в микрополосковом исполнении, содержащих плёночные резисторы большой мощности, подтверждает достоверность полученных результатов.

6. Оценка единства и содержательности диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованной литературы и **пяти** приложений. Общий объем составляет **133** страницы.

В работе сформулированы и решены задачи по разработке и усовершенствованию существующих методов построения многокаскадных СВЧ аттенюаторов высокого уровня мощности и согласованных нагрузок на планарных плёночных резисторах, выполненных по микрополосковой технологии с использованием диэлектрической подложки из окиси бериллия и установленных на внешний радиатор с принудительным воздушным охлаждением.

Получена теоретическая оценка предельно достижимой полосы рабочих частот для СВЧ аттенюаторов высокого уровня мощности, выполненных на основе многокаскадного включения согласованных симметричных структур, содержащих планарные плёночные резисторы.

Для увеличения входной СВЧ мощности или полосы рабочих частот аттенюатора предложено каскадное включение симметричных согласованных структур, выполненных на отдельных диэлектрических подложках.

Разработан метод расширения полосы рабочих частот при фиксированной мощности входного СВЧ сигнала с помощью каскадного включения нескольких симметричных структур аттенюатора, выполненных на планарных пленочных резисторах, которые расположены на одной диэлектрической подложке.

Исходя из анализа содержания работы и представленным в работе выводам, можно заключить, что диссертация по своей структуре и объему является полноценным и завершенным научным исследованием.

7. Апробация работы и опубликование основных результатов

Основные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на шести международных и четырех Российских научно-технических конференциях и семинарах.

Материалы диссертации опубликованы в 23 печатных работах, включая 4 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень рекомендованных ВАК и двух заявках на патент на изобретение. Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание и полученные автором выводы и результаты.

8. Основные замечания по диссертации

В целом содержание диссертационной работы Богомолова П.Г. и её основные положения не вызывают возражений. Однако можно сделать следующие замечания:

1) На стр. 4 введения указано “Как показывает анализ существующих типов аттенюаторов, наиболее перспективной технологией для их реализации является использование полосковых и микрополосковых резисторов в пленочном исполнении, которые будем называть планарными пленочными резисторами”. Какие достоинства имеют плёночные резисторы?

2) По разделу 1. Почему волноводная технология не обеспечивает требуемое рассеивание мощности на низких частотах?

3) По разделу 2. Что достигается в мощных аттенюаторах при использовании “фильтровых структур с диссипативными потерями”.

9. Заключение по диссертации

Результаты научных исследований и выводы, полученные автором, свидетельствуют, что Богомоловым П. Г. выполнена актуальная работа, расширяющая возможности мощных сверхширокополосных аттенюаторов. В диссертации присутствует детальная проработка вопросов. От существующих работ, посвященным мощным сверхширокополосным аттенюаторам, выполненная работа отличается тщательной проработкой теоретических и конструктивно-технологических особенностей СВЧ устройств с диссипативными потерями.

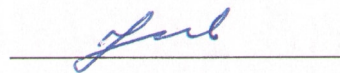
Считаю, что представленная диссертационная работа на тему «Методы увеличения полосы рабочих частот и уровня входной мощности в многокаскадных СВЧ аттенюаторах» выполнена на достаточно высоком научном уровне и имеет практическую направленность.

Диссертационная работа отвечает критериям «Положения о присуждении ученых степеней» (п. 9) ВАК РФ, а ее автор, Богомолов Павел Геннадьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

Официальный оппонент,
д.т.н., профессор Саяно-Шушенского
филиала ФГАОУ ВПО "Сибирский
федеральный университет»,
655619, г. Саяногорск, р.п. Черемушки,
д. 46, а/я 83

Носков Михаил Федорович

25.11.2016



Подпись Носкова М.Ф. заверяю:

Специалист отдела кадров

Давыденко А.Н.

