

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.268.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТОМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20.11.2016 г. протокол № 32/16

О присуждении Богомолу Павлу Геннадьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы увеличения полосы рабочих частот и уровня входной мощности в многокаскадных СВЧ аттенюаторах» по специальности 05.12.07 - Антенны, СВЧ-устройства и их технология принята к защите 18 октября 2016 г., протокол № 23/16 диссертационным советом Д 212.268.01 на базе Федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР); адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, Приказ № 714/нк от 2.11.2012.

Соискатель Богомол Павел Геннадьевич 1987 года рождения. В 2011 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ). В августе 2016 г. окончил очную аспирантуру в НГТУ; в настоящее время работает начальником – сектора в конструкторском отделе АО «НПО НИИ измерительных приборов –Новосибирский завод им. Коминтерна».

Диссертация выполнена на кафедре «Общей физики» (ОФ) НГТУ.

Научный руководитель – д.т.н., доцент Рубанович Михаил Григорьевич, профессор каф. ОФ НГТУ.

Официальные оппоненты – **Носков Михаил Федорович**, д.т.н., Саяно-Шушенский филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», профессор кафедры ГТЭС, г. Саяногорск; **Абросимов Артём Александрович**, к.т.н., ООО "НПП Триада-ТВ", руководитель проектов, г. Новосибирск.

Ведущая организация – ФГУП «Сибирский государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии, г. Новосибирск, в своём **положительном заключении**, подписанным **Шуваловым Г. В.**, директором ФГУП «СНИИМ», к.т.н., почётным метрологом РФ; **Пальчуном Ю.А.**, д.т.н., с.н.с., учёным секретарём, указала, что рассмотренная диссертационная работа «Методы увеличения полосы рабочих частот и уровня входной мощности в многокаскадных СВЧ аттенюаторах» отвечает требованиям Положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Богомол Павел

Геннадьевич, заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ – устройства и их технологии».

Соискатель имеет по теме диссертации 23 опубликованные научные работы общим объёмом – 3,57 п.л., авторский вклад - 2,25 п.л., в том числе 4 статьи в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертации; 3 работы в зарубежных научных изданиях, 16 публикаций в сборниках трудов Российских научных конференций.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Богомолов П. Г. Широкополосные плёночные аттенюаторы = Wideband of film attenuators / М. Г. Рубанович, **П. Г. Богомолов**, К. Я. Аубакиров // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Общетеchnическая. - 2015. – № 5 (5). – С. 154–163.

2. Богомолов П. Г. Мощные плёночные СВЧ-аттенюаторы = Powerful film microwave attenuators/ М. Г. Рубанович, **П. Г. Богомолов**, К. Я. Аубакиров, В.А.Хрусталёв // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Общетеchnическая. - 2015. – № 5 (5). – С. 81–88.

3. Богомолов П.Г. Методы расширения полосы рабочих частот плёночных СВЧ-аттенюаторов / **П.Г. Богомолов** // Успехи современной радиоэлектроники. – 2015. - № 10 – С. 145-148.

4. Богомолов П.Г. Многокаскадные СВЧ аттенюаторы на планарных плёночных резисторах / **П.Г. Богомолов**, В.П. Разинкин, В. А. Хрусталёв, К. Я. Аубакиров // Системы связи и радионавигации : сб. тезисов / г. Красноярск : АО «НПП «Радиосвязь», 2016. - 472 с.

На автореферат диссертации поступило 9 отзывов: от **В.В. Югай**, (доктор PhD, Зав. кафедрой «Технологии и системы связи», Карагандинский государственный технический университет г. Караганда, Республика Казахстан); **А.В. Лукашенко** (д.т.н., проф. кафедры «Информационная безопасность», ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула); **В.И. Носов** (д.т.н., проф., зав. кафедры радиосвязи, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Новосибирск); **А.Ж. Абденов** (д.т.н., проф. кафедры информационных систем, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилёва г. Астана, Республика Казахстан); **Ю.А. Кропотов** (д.т.н., проф., Муромский институт (Филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых», г. Муром); **А.А. Белов** (к.т.н., доц., Муромский институт (Филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых», г. Муром); **Е.Д. Бычков** (д.т.н., доц. кафедры «Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети», доцент ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС), г. Омск); **С.С. Грицутенко** (к.т.н., доц.

кафедры «Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети», доц. ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС), г.Омск); **Е.Ю. Мешков** (к.т.н., зам. ген. директора по научной работе АО «НИИ Электронных Приборов», г. Новосибирск); **Е.М. Добынина** (к.т.н., доц. кафедры «Радиофизика, антенны и микроволновая техника», доц. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва)**Все отзывы положительные.**

В качестве критических замечаний указывается:

В первом разделе диссертации не рассмотрены конструктивно-технологические особенности реализации мощных аттенюаторов, выполненных по коаксиальной технологии. В обзоре литературы не имеется сведений о патентных исследованиях по схмотехническим решениям. Во втором разделе диссертации не показана необходимость использования двухмерной декомпозиционной модели плёночного резистора большой мощности. В соотношении (2.9) параметр n (число каскадов) следует использовать в качестве индекса. В четвёртом разделе не было уделено достаточного внимания вопросам оценки точности метрологических параметров разработанных СВЧ аттенюаторов, в том числе и при предельных значениях мощности входного сигнала. Не указано, какие предельно достижимые параметры обеспечиваются в мощных аттенюаторах, реализованных на основе фильтровых структур с диссипативными потерями.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.т.н. **Носков М.Ф.**, является высококвалифицированным специалистом в области разработки математических моделей электрических цепей и СВЧ устройств. **Абросимов А.А.** к.т.н., является опытным специалистом в области разработки широкополосных СВЧ радиоэлектронных устройств и современной приёмопередающей радиоаппаратуры. Оппоненты имеют публикации по тематике диссертационного исследования и способны объективно оценить данную работу. Выбор **ФГУП «Сибирский государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии»** в качестве ведущей организации обоснован тем, что этот научно-исследовательский институт является одним из ведущих национальных метрологических институтов России по созданию и применению государственных эталонов основных параметров СВЧ трактов, а его сотрудники добились значительных результатов в области разработки эталонных СВЧ устройств и способны аргументировано определить научную и практическую ценность работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методы увеличения уровня входной мощности и расширения полосы рабочих частот в плёночных СВЧ аттенюаторах, заключающиеся в использовании

многокаскадных структур, состоящих из согласованных звеньев с равномерным распределением рассеиваемой мощности;

предложено в качестве межкаскадных согласующих цепей использовать чебышёвский фильтр нижних частот, обеспечивающий полосу рабочих частот близкую к предельно достижимому значению;

реализованы экспериментальные образцы многокаскадных плёночных СВЧ аттенуаторов, согласованные звенья которых расположены на общей диэлектрической подложке и разделены четвертьволновыми отрезками линий передачи.

показана перспективность многокаскадного построения широкополосных плёночных аттенуаторов, в которых обеспечивается высокое качество согласования и малая неравномерность амплитудно-частотных характеристик.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложен новый способ построения мощных СВЧ аттенуаторов, заключающийся в каскадном соединении нескольких согласованных звеньев с равномерным распределением рассеиваемой мощности и выполненных на разных диэлектрических подложках, при этом каждое звено также содержит несколько внутренних каскадов;

раскрыта и изучена на теоретическом уровне связь между полосой рабочих частот, входной СВЧ мощностью и количеством согласованных звеньев в многокаскадных СВЧ аттенуаторах;

доказано с помощью совместного использования положений теории согласования комплексных импедансов Боде-Фано и теории полиномиальных фильтров, что оптимальной согласующей цепью для звеньев с диссипативными потерями на планарных плёночных резисторах является чебышёвский фильтр;

определено влияние порядка согласующей цепи, уровня пульсации АЧХ и значения коэффициента передачи по мощности на реально достижимую полосу рабочих частот многокаскадных аттенуаторов;

применительно к проблематике диссертации эффективно использована теория полиномиальных фильтров при разработке согласующих цепей, позволившая создать адекватные первоначальные структуры согласованных звеньев с однородными и вынесенными диссипативными потерями.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и экспериментально исследованы конструкции сверхширокополосных СВЧ аттенуаторов высокого уровня мощности, выполненные по многокаскадной структуре с равномерным распределением рассеиваемой мощности для систем связи и цифрового телевидения в полосе рабочих частот 0-2 ГГц;

представлены рекомендации для разработчиков СВЧ устройств с диссипативными потерями по расширению полосы рабочих частот и повышению

уровня входной СВЧ мощности за счёт использования многозвенных структур с двойным каскадированием;

полученные в диссертации результаты **использованы в учебном процессе** и НИР кафедры «Общей физики» НГТУ, а также в **разработках предприятий** ООО «НПП Триада – ТВ» (Новосибирск), ЗАО «СТВ» (Новосибирск).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

что результаты обоснованы корректным использованием методов создания первоначального облика многокаскадных СВЧ аттенуаторов, которая производилась с применением теории согласования комплексных импедансов и теории полиномиальных фильтров;

установлено совпадение результатов численного электродинамического моделирования с результатами экспериментального измерения характеристик, разработанных многокаскадных СВЧ аттенуаторов.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном проведении теоретических исследований, выводе математических соотношений, разработке первоначальных топологий многокаскадных СВЧ аттенуаторов, проведении численного электродинамического моделирования и оптимизации в компьютерных САПР. Автором самостоятельно разработаны экспериментальные конструкции многокаскадных СВЧ аттенуаторов.

На заседании 20 декабря 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Богомолу Павлу Геннадьевичу учёную степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **19** человек, из них **5** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **24** человек, входящих в состав совета проголосовали: за **19**, против **0**, недействительных бюллетеней **0**

Председатель диссертационного совета


Пустынский Иван Николаевич

Учёный секретарь диссертационного совета


Мандель Аркадий Евсеевич

22 декабря 2016 г.

МП