

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Угрюмова Андрея Витальевича «Полосковые резонаторы на подвешенной подложке и частотно-селективные устройства на их основе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика»

Актуальность темы

Тема диссертации связана с разработкой новых схемотехнических, конструктивных и технологических решений для частотно-селективных СВЧ-устройств различного назначения. Материалы диссертации могут быть полезными для широкого круга специалистов, работающих в области создания и эксплуатации цифровых систем связи, радионавигации, радиолокации, измерительной и специальной радиоаппаратуры.

Диссертационная работа Угрюмова А.В. посвящена исследованию собственных свойств (собственной добротности и спектра собственных частот) двухпроводниковых резонаторов на подвешенной подложке (ДПРПП) с использованием численного электромагнитного моделирования и разработке миниатюрных конструкций частотно-селективных устройств на их основе. В настоящее время существует большая потребность в надежных и эффективных фильтрующих устройствах, имеющих одновременно миниатюрные размеры и высокие частотно-избирательные свойства. Благодаря своей миниатюрности и технологичности широкое распространение получили СВЧ фильтры на основе микрополосковых резонаторов. Однако на частотах ниже 500 МГц их размеры становятся, как правило, неприемлемо большими, даже на подложках с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon_r=80$. Необходимо отметить, что оригинальная конструкция регулярного ДПРПП позволяет реализовать компактные фильтры даже в метровом диапазоне длин волн, с широкой (в несколько октав) высокочастотной полосой заграждения и значительным уровнем подавления в ней, а также малыми вносимыми потерями в полосе пропускания. Несмотря на явные достоинства и преимущества регулярного ДПРПП, систематических исследований о влияния конструктивных параметров такого резонатора на его свойства не проводилось. Поэтому для разработки частотно-селективных устройств с улучшенными характеристиками необходимы дополнительные теоретические и экспериментальные исследования свойств резонаторов на подвешенной подложке, а также их применение в фильтрах и диплексерах. Исходя из

вышеизложенного, считаю, что тема диссертационной работы А.В. Угрюмова, несомненно, является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленная на рецензирование диссертационная работа Угрюмова А.В. состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованных источников и приложений. Общий объем диссертации составляет 125 страниц текста, включая 55 рисунков, 1 таблицу, список использованных источников из 118 наименований и 5 приложений.

Первая глава диссертационной работы представляет собой аналитический обзор существующих конструкций полосковых резонаторов, фильтров и диплексеров на подвешенной подложке. Подробно описаны способы миниатюризации резонаторов на подвешенной подложке, дана классификация различных конструкций фильтров на подвешенной подложке по их типу и ширине полосы пропускания, а также диплексеров на подвешенной подложке по способу построения. Большое внимание уделено способам построения фильтров гармоник и сверхширокополосных фильтров. Для них приведены достигнутые на данный момент технические характеристики, отмечены присущие таким фильтрам достоинства и недостатки.

Вторая глава посвящена описанию и исследованию собственных свойств регулярного ДПРПП в зависимости от его конструктивных параметров. Даны рекомендации для получения наибольшего значения собственной добротности и обеспечению увеличения раздвижки частот основной и второй моды колебаний у резонаторов такого типа.

Третья глава посвящена разработке нового метода расширения высокочастотной полосы заграждения для различных конструкций фильтров на основе регулярного ДПРПП. Результативность предложенного автором диссертации метода подтверждена экспериментально на ряде практических изготовленных макетов фильтров гармоник с расширенной полосой заграждения.

Четвертая глава посвящена описанию исследования влияния дополнительной гальванической связи на взаимодействие между регулярными ДПРПП. Описана оригинальная конструкция сверхширокополосного полосно-пропускающего фильтра с использованием дополнительной гальванической связи между резонаторами на основе регулярного ДПРПП.

Пятая глава посвящена исследованию поведения собственных свойств и коэффициентов связи свёрнутых ДПРГП в зависимости от их конструктивных параметров. На основе проведенного теоретического анализа автором разработан макет высокоселективного миниатюрного полосно-пропускающего фильтра (ППФ) на основе таких свернутых резонаторов. Полученные результаты численного электромагнитного моделирования амплитудно-частотных характеристик достаточно хорошо совпадают с измеренными характеристиками разработанного макета.

Основные научные положения, выносимые на защиту (см. стр. 10), достаточно убедительно обоснованы автором диссертации. Они базируются на известных достижениях теории и практики методов разработки частотно-селективных СВЧ-устройств. На базе разработанных положений, а также проведенных теоретических и экспериментальных исследований большого числа резонаторов и частотно-селективных устройств, соискателем получен комплекс новых научных результатов, наиболее значимые из которых, представлены в выводах по главам и обобщены в Заключении диссертации на стр. 87-88. Опираясь на защищаемые положения и полученные в работе результаты, соискатель подробно и четко сформулировал рекомендации по проектированию СВЧ фильтров и диплексеров. Обоснование этих рекомендаций автором выполнено достаточно убедительно, аргументировано и не вызывает сомнений.

Необходимо отметить, что в своей работе диссидент грамотно применяет программу CST Studio Suite, использующую метод конечного интегрирования и метод моментов для расчёта электрических характеристик, а также методы экспериментальных исследований СВЧ-устройств с помощью современных анализаторов цепей векторного и скалярного типа.

Оценка новизны и достоверности научных положений и результатов диссертации

На мой взгляд, защищаемые положения и вытекающие из них рекомендации и выводы являются новыми и оригинальными. Приоритет автора в полученных результатах подтверждает обширный список опубликованных работ. Для проверки достоверности теоретических положений и результатов расчетов автором изготовлены макеты исследуемых устройств и экспериментально измерены их частотные характеристики. Новизна и оригинальность новых технических решений подтверждается двумя патентами на изобретения. Основные результаты

работы сопоставлены с результатами, которые получены и опубликованы другими авторами.

Важным научным достижением автора по улучшению селективных свойств и уменьшению массогабаритных показателей разработанных фильтров и диплексеров СВЧ диапазона является комбинированное использование как электромагнитной, так и гальванической связи, а также использование свернутых и симметричных резонаторов. Обеспечение указанных выше требований имеет решающее значение для современных фильтровых структур нового поколения.

Замечания по работе

1. В первой главе автором был сделан вывод о перспективности технологии печатных плат для изготовления частотно-селективных устройств. Однако, практически все экспериментальные макеты частотно-селективных устройств, разработанных автором, выполнены на подложках из керамики ТБНС с применением фотолитографии.

2. В параграфе 3.1 и 3.2 не указано, каким образом производилось подключение фильтров к внешним линиям передачи при их частотном анализе в CST Studio Suite.

3. Отсутствует четкость обозначения графиков, приведенных на рисунке 5.6 для полосового фильтра.

4. В предложенных схемотехнических решениях на основе использования резонаторов на подвешенной подложке не оговорены частотные ограничения на использование данного подхода.

5. Представляется интересным и полезным для специалистов описать методические особенности настройки разработанных типов фильтров.

Все отмеченные замечания имеют редакционно-методический характер, существенно не снижают оценку качества выполненных исследований в целом и не влияют на впечатление от масштаба теоретической и прикладной ценности работы.

Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения ВАК

Представленная к защите диссертация представляет собой научно-квалификационную, самостоятельно выполненную и завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Она отличается своим внутренним единством структуры и содержания. Данная диссертационная работа по актуальности темы, научной новизне исследований и

содержащимся в работе результатам, обоснованности и достоверности последних, их теоретической и практической значимости в целом заслуживает положительной оценки. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. Некорректных ссылок и заимствований материалов или отдельных результатов других авторов не обнаружено.

Считаю, что диссертация «Полосковые резонаторы на подвешенной подложке и частотно-селективные устройства на их основе», соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор, Угрюмов Андрей Витальевич, достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Официальный оппонент

доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
теоретических основ радиотехники
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования

«Новосибирский государственный
технический университет»

«21» декабря 2020 г.



Разинкин Владимир Павлович

630073, Новосибирская обл., г. Новосибирск, пр. Маркса, д. 20

Раб. телефон: 8(383)346-08-34;

Моб. тел. 8-953-780-54-74,

E-mail: razinkin_vp@mail.ru

Подпись Разинкина Владимира Павловича заверяю

начальник отдела кадров НГТУ

Пустовалова О.К.

