

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу

Тананы Ольги Валерьевны

«Широкодиапазонные высокодобротные резонаторы проходного типа миллиметрового диапазона длин волн», представленной на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.12.07 – антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Диссертационная работа О.В. Тананы посвящена развитию теории и методик расчета и проектирования высокодобротных резонаторов СВЧ диапазона и элементов связи их с волноводным трактом, а также разработке усовершенствованных конструкций проходных объемных и открытых резонаторов с расширенным диапазоном частот и повышенной добротностью и построению на их основе измерительных установок для исследования новых композиционных материалов.

Основные **научные результаты исследований** включают принцип построения широкодиапазонных цилиндрических и открытых резонаторов, основанный на использовании нескольких однотипных высокодобротных колебаний и радиопоглощающих покрытий на основе углеродных наноматериалов; метод расчета элементов связи резонатора с СВЧ трактом по заданным величинам диапазона рабочих частот и полосы пропускания резонатора, что позволило предложить оптимальные принципы широкополосного согласования резонаторов проходного типа с одномодовыми волноводами, снизить значение коэффициента стоячей волны до значений менее 1,7 и повысить добротность резонатора на 30% в диапазоне частот от 25,95 до 78,33 ГГц. Разработанные резонаторы использованы при проведении измерений и позволили установить зависимости между характеристиками резонатора и комплексной диэлектрической проницаемости композиционных наноматериалов.

Результаты теоретического анализа позволили разработать метод электродинамического расчета оптимальных геометрических параметров устройств связи резонаторов с одномодовыми волноводами в частотном диапазоне не менее 0,5 октавы без подрегулировки.

Экспериментально установлено, что использование радиопоглощающих композиционных покрытий из порошковых углеродных наноматериалов в конструкциях СВЧ резонаторов позволяет достигать высокой эффективности (более 40 дБ) подавления паразитных колебаний в заплунжерном пространстве цилиндрических резонаторов и обеспечить снижение радиационных потерь в открытых квазиоптических резонаторах, что обуславливает уменьшение до 50 дБ обратного рассеяния электромагнитного излучения, устранение возникновения вырожденных колебаний в широком диапазоне частот.

Разработанные методики исследований электродинамических характеристик новых радиоматериалов с использованием высокочастотных резонаторов нашли практическое применение при проведении измерений амплитудно-частотных характеристик коэффициентов отражения и ослабления образцов упорядоченных массивов углеродных нанотрубок и композитов на их основе.

Достоверность научных результатов и выводов, содержащихся в диссертационной работе, не вызывает сомнений, т.к. они основаны на теоретически обоснованных и экспериментально подтвержденных гипотезах и практических решениях для построения СВЧ устройств и систем миллиметрового диапазона длин волн.

Разработанные и изготовленные в рамках заданий государственных программ, отдельных договоров и научно-исследовательских работ устройства, предложенные методики и установленные закономерности практически использованы для усовершенствования измерительных систем и при анализе характеристик СВЧ материалов, а также для обеспечения необходимого научно-технологического уровня подготовки высококвалифицированных специалистов.

В процессе работы над диссертацией Танана О.В. проявила себя как высококвалифицированный и грамотный специалист, умеющий самостоятельно ставить научные задачи, решать их и анализировать полученные результаты. Настойчивость и целеустремленность в работе, использование широкого спектра взаимодополняющих методов исследования определяют высокую степень достоверности полученных результатов, которые отражены в 32 печатных работах, в том числе 9 статьях в научных изданиях, соответствующих требованиям ВАК, 19 статьях в научных изданиях и сборниках материалов конференций. Автором получен Патент Республики Беларусь на полезную модель.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК Беларуси. Представленный автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и ее основным выводам.

Учитывая изложенное, считаю, что диссертационная работа «Широкодиапазонные высокочастотные резонаторы проходного типа миллиметрового диапазона длин волн» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, соответствующую требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук (пп. 19-26 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь»). Ее автор, Танана О.В., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – антенны, СВЧ-устройства и их технологии за решение актуальной научной задачи разработки усовершенствованных конструкций и технологии СВЧ резонаторов, получение новых результатов, включающих:

- принципы построения и конструкции высокодобротных широкодиапазонных цилиндрических и открытых квазиоптических резонаторов проходного типа с добротностью до 66 000 в диапазоне частот 25,95...78,33 ГГц, работающих на нескольких однотипных высокодобротных колебаниях с подавлением на 40 дБ мешающих и вырожденных типов колебаний и согласованных со стандартными волноводами с КСВ < 1,7 во всем рабочем диапазоне перестройки, достигнутым за счет использования в указанных конструкциях резонаторов радиопоглощающих материалов из порошков углеродных нанотрубок;

- метод электродинамического расчета геометрических размеров элементов связи на основе полупрозрачной решетки и на основе отрезка нерегулярного волновода, используемых для согласования объемных резонаторов с одномодовыми прямоугольными волноводами по заданным величинам диапазона рабочих частот и полосы пропускания;

- метод измерения электродинамических параметров материалов на основе наноуглерода в диапазоне частот 25,95...78,33 ГГц с погрешностью измерений не более 2,5% во всем рабочем диапазоне частот для определения комплексной диэлектрической проницаемости материала по параметрам резонатора проходного типа (резонансная частота, добротность, коэффициенты отражения) и зависимости коэффициентов отражения и ослабления таких радиопоглощающих материалов от их состава,

что позволило улучшить параметры добротности резонаторов в расширенном диапазоне частот за счет использования новых радиопоглощающих материалов на основе углеродных нанотрубок и создавать измерительные системы миллиметрового диапазона длин волн для изучения электродинамических параметров новых композиционных материалов.

Научный руководитель
д.ф-м.н., профессор,
ректор Учреждения образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»
14.11.2023



В.А. Богуш