



УТВЕРЖДАЮ

Ректор ТУСУР,

д.т.н., доцент

В.М. Рулевский

« 28 » 09 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» («ТУСУР»)

Диссертация «Методика измерения и контроля электрофизических параметров коаксиальных изоляторов в расширенном температурном диапазоне» выполнена в ТУСУРе на кафедре сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР).

Соискатель Корнев Андрей Викторович окончил специалитет Иркутского государственного технического университета по профилю «Радиотехника». С 2019 по 2023 гг. обучался в очной аспирантуре ТУСУРа по направлению 11.06.01 (профиль «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»). Справка № Ас/15-а о сдаче кандидатских экзаменов выдана 28.09.2023 г. ТУСУРОм.

Научный руководитель – Фатеев Алексей Викторович, к.т.н, доцент, заведующий кафедрой РСС ТУСУРа.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность работы связана с необходимостью разработки новой компонентной базы диапазона СВЧ с улучшенными техническими характеристиками, которая бы удовлетворяла требованиям новых и перспективных телекоммуникационных систем, систем связи и радиолокации.

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Корнева Андрея Викторовича является научно-квалификационной работой, в которой описана разработанная автором методика измерения электрофизических параметров изоляторов коаксиальных СВЧ устройств. Изложены результаты применения методики при разработке и производстве СВЧ устройств, а также результаты исследования температурных зависимостей электрофизических параметров диэлектрических материалов.

Личный вклад автора

Автором проведен анализ конструкций коаксиальных СВЧ устройств и существующих методов измерения электрофизических параметров материалов.

Предложена методика измерения электрофизических параметров изоляторов коаксиальных СВЧ устройств на основе четвертьволнового резонатора. Проведен анализ, учет и аппроксимация паразитных эффектов в четвертьволновом резонаторе. Проведена оценка погрешности предложенной методики. Проведены исследования с целью применения методики в расширенном температурном диапазоне. Разработана оснастка для проведения высокотемпературных измерений. Проведены исследования электрофизических параметров материалов при температурных воздействиях. Разработана конструкция высокотемпературного коаксиально-микроразъемного перехода и конструкции высокочастотных контактных систем двух электромеханических переключателей. Автором выдвинуты защищаемые научные положения, сделаны выводы по работе. Анализ полученных результатов и формулировка выводов проводилась совместно с научным руководителем Фатеевым А.В.

Достоверность научных положений и выводов

Экспериментальные результаты получены на современном радиоизмерительном и испытательном оборудовании с подтвержденными техническими и метрологическими характеристиками. Достоверность результатов подтверждается их совпадением, в пределах допустимой погрешности, с результатами измерений на поверенном измерительном оборудовании по утвержденным методикам, а также с измерениями на установках Государственного первичного эталона диэлектрической проницаемости.

Научная новизна диссертационной работы

1. Разработана новая методика измерения эффективных электрофизических параметров изоляторов коаксиальных СВЧ устройств, на основе четвертьволнового резонатора.
2. Предложены новые функциональные зависимости, описывающие возникающие в резонаторе паразитные эффекты, которые влияют на измеряемые параметры диэлектриков.
3. Впервые получены высокотемпературные зависимости эффективных электрофизических параметров материалов изоляторов соединителей AR200, ПЭЭК–5Г, ПИ–ПР–20, что позволило разработать не имеющий аналогов высокотемпературный соединитель.

Практическая значимость диссертационной работы

1. Разработанная методика измерения электрофизических параметров изоляторов сложной формы внедрена в производственный процесс для измерения параметров изоляторов коаксиальных СВЧ устройств, что позволило отказаться от проведения измерений ряда размеров деталей и тем самым увеличило эффективность их контроля.
2. С помощью предложенной методики получены температурные зависимости электрофизических параметров термостойких материалов. Разработан и внедрен в производство не имеющий аналогов коаксиальный СВЧ соединитель, обладающий максимальной рабочей температурой плюс 300°С.

3. Применение изоляторов оригинальной конструкции с контролем их электрофизических параметров в производственном процессе позволило разработать и внедрить в производство коаксиальные СВЧ переключатели с высокочастотными характеристиками на уровне лучших мировых аналогов.

Результаты диссертационной работы внедрены на предприятии АО «Иркутский релейный завод». В рамках данной работы и ОКР «Луч» разработан и серийно выпускается на предприятии по техническим условиям ФИМД.460831.001 ТУ коаксиальный СВЧ переключатель ПСВЧ–2П2Н что подтверждается актом внедрения. Методика внедрена в технологический процесс производства коаксиальных соединителей переключателя, что позволило исключить контроль некоторых геометрических размеров изоляторов и удешевить их производственный цикл. По результатам работы оформлен акт внедрения.

Разработан и серийно выпускается на АО «Иркутский релейный завод» по техническим условиям ФИМД.430421.006 ТУ, в трех исполнениях, коаксиальный СВЧ соединитель СРГ–50–32–011 с интерфейсом SMA, с рабочим диапазоном частот до 20 ГГц и рабочим температурным диапазоном до плюс 300°С. По результатам работы оформлен акт внедрения.

В рамках ОКР «Волна» на АО «Иркутский релейный завод» разработана универсальная контактная система СВЧ переключателя с диапазоном частот до 18 ГГц. Разработанная контактная система в настоящее время используется в конструкциях прототипов переключателей 2П2Н.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Коренева А.В. по своему содержанию соответствует специальности 2.2.14. – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» по пунктам:

2. Исследование характеристик антенн и микроволновых устройств для их оптимизации и модернизации, что позволяет осваивать новые частотные диапазоны, обеспечивать электромагнитную совместимость, создавать высокоэффективную технологию и т.д.

7. Исследование и разработка метрологического обеспечения проектирования, производства и эксплуатации антенных систем и микроволновых устройств.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором

Материалы диссертации адекватно и полно изложены в 10 научных работах: 3 статьи в изданиях входящих в перечень ВАК РФ, 2 статьи в рецензируемых журналах, 5 публикаций в сборниках трудов Международных и Всероссийских конференций.

Публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК:

1. **Корнев А.В.,** Гошин Г.Г. Учет паразитных эффектов при измерении эффективной диэлектрической проницаемости методом четвертьволнового резонатора // Ural Radio Engineering Journal. – 2021. – N 5(3):207–319. – С. 272–284.

2. **Корнев А.В.**, Гошин Г.Г. Модифицированная методика измерения электрофизических параметров опорных шайб соединителей методом четвертьволнового резонатора // Ural Radio Engineering Journal. – 2022. – N 6(1). – С. 67–81.

3. **Корнев А.В.** Особенности разработки контактной системы СВЧ переключателя диапазона частот до 18ГГц // Ural Radio Engineering Journal. – 2023. – N 7(1). – С. 23–36.

Статьи в рецензируемых журналах:

1. **Корнев А.В.** Особенности применения коаксиально-микроразветвляющих переходов для поверхностного монтажа типа SMP // Электроника: НТБ. –2019. – N 5. – С. 106–111.

2. **Корнев А.**, Гошин Г. Особенности разработки электромеханического СВЧ-переключателя // Электроника: НТБ. – 2021. – N 1. – С. 92–96.

Результаты исследований диссертационной работы были представлены и обсуждены на конференциях Международного и Всероссийского уровня:


VIII-я региональная конференция «Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения», г. Томск, 2019г.; 30-я международная крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», г. Севастополь, 2020 г.; VIII-я Всероссийская научно-техническая конференция «СВЧ-2020», г. Омск, 2020г.; 31-я международная крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», г. Севастополь, 2021г.; IV-я международная научная конференция «Шарыгинские чтения 2022», г. Томск, 2022г.

Заключение принято на заседании кафедры СВЧиКР.

Присутствовало на заседании 18 человек. Результаты голосования:

«за» - 18 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 2 от «28» сентября 2023 г.

Председатель,
д.т.н., заведующий кафедрой СВЧиКР


А.М. Заболоцкий

Секретарь,
к.т.н., ст. преподаватель кафедры СВЧиКР


Е.С. Жечев