

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной и инновационной
деятельности Национального исследовательского
Томского государственного университета,

доктор физико-математических наук, профессор


Ворожцов Александр Борисович

«5» декабря 2019 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Демакова Александра Витальевича
«Совершенствование камер для испытаний на электромагнитную
совместимость»

по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии
на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Активное применение высокочастотного диапазона электромагнитного излучения в современной аппаратуре специального назначения и в бытовых приборах, а также миниатюризация радиоэлектронных средств (РЭС) с необходимостью выдвигает на передний план решение задач электромагнитной совместимости. Среди этих задач особое место занимает создание недорогих малогабаритных камер для испытания отдельных блоков и узлов непосредственно на рабочем месте производителя РЭС. Такие специализированные испытательные устройства позволяют проводить исследования элементов на помехоустойчивость, оценивать интенсивность и частотный спектр излучаемой эмиссии. Создание новых и модернизация уже существующих испытательных камер способствует росту качества РЭС, ускоряет разработку и производство новой аппаратуры. Таким образом, актуальность цели, поставленной перед диссертационным исследованием Демакова А.В., сомнений не вызывает.

Основные результаты рассматриваемой работы.

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложения. Общий объем работы составляет 155 страниц, включая 79 рисунков, а также список литературы из 165 наименований. Приложение содержит 13 документов, среди которых: Акт об использовании результатов диссертационной работы в АО «Информационные спутниковые системы» имени М.Ф. Решетнева, Акт внедрения в учебный процесс ТУСУРа и 4 Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Наиболее значимые результаты.

1. Разработана и создана ТЕМ-камера для исследований и испытаний на помехоэмиссию и помехоустойчивость ИС с высотой профиля не более 5 мм с максимальным значением модуля коэффициента отражения $|S_{11}|$ минус 17 дБ в диапазоне рабочих частот до 5,3 ГГц. Оценена помехоэмиссия в диапазоне частот 50 кГц–5,2 ГГц.

2. Разработана твердотельная модель усовершенствованной конструкции коаксиальной камеры, позволяющей проводить измерения эффективности экранирования планарных образцов композитных материалов в диапазоне частот до 10 ГГц. Приведены результаты вычислительного эксперимента для образцов композитного материала на основе гексаферрита Z-типа и силикона.

3. Разработана и программно реализована математическая модель распределения E -поля в РК для приближенной оценки неравномерности поля в рабочей зоне камеры.

Научная и практическая значимость:

В диссертации рассмотрен перспективный метод испытаний элементов РЭС на помехоустойчивость с помощью реверберационной камеры, который позволяет существенно снизить требования к мощности используемых источников, по сравнению с традиционными методами испытаний в безэховых камерах или на открытых испытательных площадках. Успешное применение этого метода основано на использовании адекватной математической модели, которая разработана автором в путем обобщения аналитических выражений, позволяющих вычислить напряженность электрической составляющей

электромагнитного поля в любой точке наблюдения. Предложенная автором модель позволяет выполнить приближенную оценку распределения электрического поля во внутреннем объеме камеры с меньшими временными затратами в сравнении с электродинамическим моделированием. Полученные с помощью модели результаты обсуждены в научных публикациях, а её программная реализация защищена свидетельством о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Практическая ценность результатов работы заключается в следующем:

1. предложенные варианты согласования ТЕМ-камеры с фидерным трактом позволили минимизировать частотную зависимость коэффициента отражения в рабочем диапазоне частот камеры;

2 модернизация конструкции коаксиальной камеры упростила сборку конструкции камеры при проведении измерения электромагнитного отклика от образца исследуемого материала.

Полученные результаты обладают достоверностью, поскольку основаны на корректном использовании численных методов. Полнота решения достигнута непротиворечивостью экспериментальных данных и результатами математического моделирования, полученным соискателем.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

С помощью разработанной ТЕМ-камеры возможно проведение испытаний интегральных схем и малогабаритных РЭС на помехоустойчивость и помехоэмиссию, а также биомедицинских исследований влияния электромагнитных воздействий СВЧ-диапазона на биологические объекты в широком диапазоне частот. Усовершенствованная коаксиальная камера может использоваться для создания экспериментального образца камеры для измерения образцов композитных экранирующих материалов в диапазоне частот до 10 ГГц. Разработанная модель распределения электрического поля в реверберационной камере может использоваться для предварительных оценок среднеквадратического отклонения напряженности поля и их сравнения с требованиями стандартов испытаний на этапе проектирования экспериментального образца камеры.

Замечания.

1. Название работы не совсем соответствует достижениям, полученным автором при выполнении исследования, в ходе которого не просто усовершенствованы, а *разработаны и созданы* новые конструкции ТЕМ-камеры и коаксиальной измерительной ячейки. Кроме того, в четвертом разделе диссертации описывается создание новой электродинамической модели, а не модернизация («совершенствование») существующих методов испытания интегральных схем и радиопоглощающих материалов.

2. В таблице 3.2. приведены оптимальные значения шести геометрических параметров длин, при этом в тексте диссертации указано, что оптимизировались только L_2 и L_5 .

3. В таблице 3.3. показаны результаты оптимизации по 12 параметрам. Это единственное сочетание приведенных размеров для получения минимальных значений S_{11} или возможны другие варианты?

4. В таблице 3.3. указаны величины с разной точностью исполнения от единиц мм до микрона. Чем это вызван такой разброс?

5. Согласно рисунку 3.9. L_3 – криволинейное сопряжение, а в таблице приведен линейный размер, причем, с очень большой заявленной точностью. Чему же соответствует размер L_3 ?

6. На рисунке 3.13. приведены значения спектров комплексной диэлектрической проницаемости радиопоглощающего материала с явно выраженными особенностями как на мнимой, так и на действительной составляющих, которые для заявленного материала не могут иметь место. Может быть, эта особенность – следствие объемного резонанса в образце, что не учтено при расчете величин диэлектрической проницаемости?

Перечисленные недостатки не могут повлиять на общую положительную оценку диссертационной работы Демакова А. В. Работа выполнена на высоком научном уровне. Результаты работы обсуждались на 10-ти международных научных конференциях. Основные результаты диссертации опубликованы в 2-х статьях в журналах, включенных в Перечень ВАК, а также в 3-х статьях в сборниках материалов конференций, индексируемых базой данных Scopus. Текст диссертации и автореферата написаны грамотно, выполнены тщательно,

украшены цветными рисунками и оставляют приятное впечатление. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Заключение:

Диссертация Демакова А. В. является самостоятельным и законченным исследованием, на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для СВЧ устройств и их технологий. Работа соответствует требованиям пунктов 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 01 октября 2018 г.).

Учитывая вышеизложенное, считаем, что Демаков Александр Витальевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Отзыв на диссертацию Демакова А.В. обсужден и одобрен на семинаре кафедры радиоэлектроники радиофизического факультета Томского государственного университета «07» ноября 2019 года, протокол № 171.

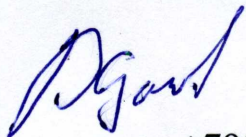
Советник при ректорате, заведующий кафедрой радиоэлектроники Национального исследовательского Томского государственного университета, доктор технических наук (01.04.03 – Радиофизика), профессор



Григорий Ефимович Дунаевский,

тел.: +79138278380, e-mail: proecs@mail.tsu.ru

Доцент кафедры радиоэлектроники Национального исследовательского Томского государственного университета, кандидат физико-математических наук (01.04.03 – Радиофизика), доцент



Валентин Иванович Суслиев

тел.: +79059910610, e-mail: susl@mail.tsu.ru

14.11.2019

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; (3822) 52-98-52, rector@tsu.ru; <http://www.tsu.ru>.