

О Т З Ы В

официального оппонента

на диссертационную работу Демакова Александра Витальевича
"Совершенствование камер для испытаний на электромагнитную
совместимость",

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

Актуальность темы

Важным свойством современных технических средств является их электромагнитная совместимость (ЭМС), т.е. способность выполнять свои функции в реальных условиях при воздействии на них непреднамеренных электромагнитных помех и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам. Проверка на электромагнитную совместимость является широко распространенным видом испытаний промышленной продукции. Эта деятельность регулируется большим количеством международных стандартов и требует применения специального оборудования. Современные радиоэлектронные средства работают с сигналами, частота которых нередко может достигать значений, превышающих рабочий диапазон стандартного испытательного оборудования, что требует его совершенствования. В этой связи тема диссертационной работы является, несомненно, актуальной.

Оценка новизны и практической значимости

К научным результатам диссертанта, обладающим научной новизной, следует отнести следующие.

- Разработана и создана камера поперечной электромагнитной волны (ТЕМ-камера) для оценки уровня помехоэмиссии и помехоустойчивости интегральных схем, отличающаяся оптимизированной формой согласующих переходов, обеспечивающей требуемое стандартами испытаний значение модуля коэффициента отражения в диапазоне рабочих частот до 5,3 ГГц.
- Предложена и разработана усовершенствованная конструкция коаксиальной камеры, отличающаяся оптимизированной формой согласующих переходов для произвольного материала испытуемого образца и позволяющая измерять эффективность экранирования композитных экранирующих материалов в диапазоне частот до 10 ГГц.
- Разработана математическая модель для вычисления напряженности электрического поля в рабочей зоне реверберационной камеры,

отличающаяся использованием аналитических выражений, позволяющих в 6000 раз снизить время проведения расчетов по сравнению с традиционным электродинамическим анализом.

По теме диссертации имеются 17 публикаций, в том числе 2 статьи опубликованы в журналах из списка ВАК РФ, имеется 4 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ. Промежуточные этапы исследования обсуждались на ряде научно-технических конференций российского и международного уровней. Научная новизна работы в достаточной мере соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Практическая значимость работы состоит в том, предложенные в ней электродинамические и твердотельные модели с оптимальными геометрическими размерами могут применяться для создания камер поперечной электромагнитной волны для испытаний ИС с высотой профиля не более 5 мм, а также для создания коаксиальных камер для измерения эффективности экранирования планарных образцов композитных радиопоглощающих материалов. Выполненная автором программная реализация модели распределения электрического поля в реверберационной камере позволяет выполнить быструю приближенную оценку среднеквадратичного отклонения напряженности электрического поля в рабочей зоне и может найти применение во многих научных организациях РФ, где есть необходимость проведения подобных расчетов.

Результаты работы использованы в учебном процессе радиотехнического факультета ТУСУРа и в АО "Информационные спутниковые системы" им. академика М.Ф. Решетнева (г. Железногорск). Соответствующие акты внедрения приложены к диссертационной работе. Кроме того, разработанные теоретические и практические положения использованы при проведении четырех НИР, поддержанных грантами ФЦП, РФФИ и РНФ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность полученных результатов и экспериментальных исследований обеспечивалась корректным использованием численных методов, а также согласованностью результатов квазистатического и электродинамического подходов, моделирования и натурального эксперимента.

Для обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций автор диссертации корректно использует электродинамическое моделирование на основе метода конечных разностей во временной области, метод конечных элементов, параметрическую оптимизацию с использованием доверительных

областей. Натурные эксперименты выполнены с помощью векторного анализатора цепей и измерительного приемника. Список использованной литературы содержит 165 наименований.

Серьезных просчётов в применяемых методах обработки данных и логичности выводов не обнаружено.

Замечания по диссертационной работе

1. Структура диссертационной работы содержит три параллельно развиваемых части: ТЕМ-камера для испытаний интегральных схем, коаксиальная камера композитных экранирующих материалов, реверберационная камера для испытаний крупногабаритных изделий – с разной степенью проработки. Эта структура не совсем отвечает традиционной структуре научного исследования: состояние проблемы, постановка задачи, разработка теории, экспериментальное исследование.

2. В работе отсутствует раздел, где вводятся исходные понятия, термины и определения, что не способствует ясности изложения. Например, термин "ТЕМ-камера" используется без объяснения его смысла и значения; похожая ситуация с другими понятиями.

3. В работе встречаются стилистические неточности, например, фраза "стандартизированные измерения композитных материалов" должна звучать как "стандартизированные измерения параметров композитных материалов" и т.п.

Указанные замечания не уменьшают научной и практической значимости работы, носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором при проведении дальнейших исследований.

Заключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом на актуальную тему, выполненным автором самостоятельно на высоком научном и методическом уровне. Проведённые научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные технические разработки, обеспечивающие вклад в решение научных и прикладных задач в области создания методов и средств для проведения испытаний технических средств на электромагнитную совместимость. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Диссертационная работа содержит рисунки, графики, обобщения в виде схем и таблиц, необходимые расчёты. Она написана технически грамотно и

аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом имеются выводы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертация отвечает требованиям п. 9 "Положения о порядке присуждения ученых степеней", а её автор Демаков А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Профессор отделения автоматизации и робототехники
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет,
д.т.н., профессор,

Сергей Васильевич Муравьев

Служ. адрес: 634050, Томск, пр. Ленина, 30, Томский политехнический университет
Раб. тел.: 3822 701777, доп. 2776
E-mail: muravyov@tpu.ru

Подпись официального оппонента заверяю

Ученый секретарь университета



О.А. Ананьева

10.12.2019 г.