

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алхаджа Хасана Аднана Фаезовича «Модель и методики для оценки уровня электромагнитного излучения печатных плат с модальным резервированием и антенн с аппроксимацией проводной сеткой», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения и 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Актуальность работы.

При увеличении числа сложных радиоэлектронных устройств (РЭУ), размещенных в непосредственной близости друг от друга, все актуальнее становится обеспечение их электромагнитной совместимости. Для повышения надежности РЭУ необходимо уделять большое внимание надежности их компонентов, в частности, печатных плат (ПП). Эффективным средством повышения надежности ПП является резервирование схем и элементов. Резервирование можно применить и к сложным системам, используя резервирование замещением, при котором часть схемы способна выполнять необходимые функции, а остальные части не активируются. Использование электромагнитных взаимосвязей элементов с резервированием позволяет обеспечить помехозащищенность радиоэлектронных устройств.

Антенна является элементом РЭУ, который используется в качестве элементарного излучателя и элемента антенных решеток, и имеет широкое применение в различных областях техники. Антенны должны обеспечивать требуемые характеристики, но при этом быть дешевыми и простыми в использовании. Поэтому ведутся работы по созданию новых методологий и подходов к проектированию антенн, которые позволяют сформировать оптимальную структуру, удовлетворяющую всем требованиям и ограничениям.

Научная новизна полученных результатов, сформулированных автором в диссертации, заключается в следующем:

1) разработаны алгоритмическая модель и методика виртуальных испытаний для оценки излучаемой эмиссии от ПП с модальным

резервированием (МР), отличающиеся использованием квазистатического подхода для уменьшения вычислительных затрат;

2) впервые получены экспериментальные оценки излучаемой эмиссии от ПП с одно-, двух- и трехкратным МР, в том числе после отказов и при изменении температуры от минус 50 °С до +150 °С;

3) предложена методика моделирования антенн с использованием тонкопроводной аппроксимации и метода моментов, отличающаяся наличием дополнительных рекомендаций для построения проводной сетки.

Практическая значимость для науки и производства, полученных автором диссертации результатов.

1. Создана система практических рекомендаций по моделированию и испытанию ПП с МР для оценки излучаемой эмиссии от них.

2. Определено влияние отказов на концах проводников ПП с МР на уровень излучаемой эмиссии от них.

3. Определены пределы изменения уровня излучаемой эмиссии от ПП с МР при изменении температуры.

4. Создана система практических рекомендаций по моделированию антенн, аппроксимированных проводной сеткой, с меньшими вычислительными затратами и приемлемой точностью.

5. Получен патент на изобретение «Способ симметричной трассировки сигнальных и опорных проводников цепей с МР».

6. Результаты использованы при выполнении научных проектов, хозяйственных договоров и в учебном процессе (4 акта внедрения).

Результаты и выводы диссертационной работы.

Разработана алгоритмическая математическая модель для оценки излучаемой эмиссии от ПП с МР и витка меандровой линии, отличающаяся уменьшенными временными вычислительными затратами. Предложена методика виртуальных испытаний на излучаемые эмиссии от ПП с МР. Получены оценки излучаемой эмиссии от ПП с МР. Предложен способ симметричной трассировки сигнальных и опорных проводников с МР.

Показана возможность применения разработанной алгоритмической математической модели для оценки излучаемой эмиссии от ПП с МР и для моделирования антенн проводной сеткой с использованием тонкопроводной аппроксимации и метода моментов.

Апробация результатов.

Перечень публикаций автора свидетельствует о том, что результаты работы прошли апробацию на отечественных и международных конференциях. Результаты работы позволили подготовить заявки и победить в конкурсах: РФФ, госзаданий, на включение в состав научно-педагогического кадрового резерва ТУСУР.

В качестве замечаний следует отметить:

1. Отсутствуют расшифровки сокращений «ЛП», «МПЛ». Нет пояснений в тексте буквенных обозначений, указанных на рисунках. Не пояснены составляющие отношения λ/n . Рисунка 2.6а, на который дается ссылка, в автореферате нет.

2. Отсутствуют пояснения к цифрам «23», «50», «150», указанных в комментариях на полях графиков рисунков 3.4а, 3.4б, 3.5а, 3.5б, 3.6а, 3.6б.

3. В пункте 2 раздела «Научная новизна» и пункте 2 раздела «Практическая значимость» говорится об отказах. Не пояснено понятие отказа (отказ элементов конструкции проводников платы или элементов схемы).

4. В пункте 4 раздела «Практическая значимость» говорится, что «Создана система практических рекомендаций по моделированию антенн ... с приемлемой точностью», но не указана величина этой точности.

5. Не указана погрешность результатов вычислений при сокращении времени расчетов в системе TALGAT по сравнению с результатами вычислений в системе EMPro.

6. На рисунке 3.6 показаны зависимости параметров $|S_{21}|$ и $|S_{11}|$ от частоты, но нет пояснений о влиянии температуры на параметры $|S_{21}|$ и $|S_{11}|$.

7. В подразделе «Итоги работы» раздела «Заключение» в пункте 6 сказано о предложении «способа симметричной трассировки сигнальных и опорных

проводников цепей с МР» и приведены отличия способа, но не указана цель предложения этого способа и его достоинства.

Заключение.

В целом, несмотря на отмеченные замечания, судя по автореферату, диссертация «Модель и методики для оценки уровня электромагнитного излучения печатных плат с модальным резервированием и антенн с аппроксимацией проводной сеткой», является законченной научно-квалификационной работой, обладающей научной новизной, практической ценностью и полностью отвечающей критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а автор диссертации – Алхадж Хасан Аднан Фаезович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения и 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Ведущий инженер-конструктор АО «НПЦ «Полус»,
кандидат технических наук

Кузнецова-Таджибаева Ольга Михайловна

Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полус»
634050, г. Томск, Российская Федерация, Кирова пр., 56 «в»
тел.: (382-2) 606-606, e-mail: info@polus-tomsk.ru

Подпись Кузнецовой-Таджибаевой Ольги Михайловны заверяю

Ученый секретарь АО «НПЦ «Полус»



Л.Н. Ракова