

Испытания на электромагнитную совместимость

А. Петровичев¹

УДК 621.317 | ВАК 05.11.01

В мире, насыщенном электрической техникой и электронной аппаратурой, вопрос электромагнитной совместимости (ЭМС) является одним из наиболее актуальных при разработке новой радиоэлектронной аппаратуры и ее эксплуатации. В свою очередь, соответствие РЭА требованиям по ЭМС регламентируется различными стандартами (ГОСТы различных серий, ISO, CISPR), распространяющимися на все виды техники, вне зависимости от ее назначения и областей применения. Без подтверждения соответствия требованиям ЭМС ввести в эксплуатацию новые устройства невозможно – РЭА должна пройти все необходимые испытания в аккредитованной лаборатории.

Квалифицированные услуги по проведению комплекса сертификационных испытаний на электромагнитную совместимость предоставляет лаборатория ЭМС АО «ТЕСТПРИБОР» (рис. 1). Проводятся следующие испытания:

- на устойчивость к изменениям в системе электропитания;
- на восприимчивость к кондуктивным помехам;
- на изменение уровня электромагнитных помех (помехоэмиссии);
- на устойчивость к электростатическим разрядам;
- испытания на устойчивость к воздействию магнитных полей;
- испытания на устойчивость к воздействию электромагнитных полей.

ИСПЫТАНИЯ НА ЭМС

Требования по ЭМС к конкретной аппаратуре определяются на стадии технического задания на ее разработку. Они могут быть представлены как в виде списка соответствующих ГОСТов, так и перечнем проверок с числовым или графическим отображением испытательных параметров. При этом сам разработчик РЭА должен понимать, в каких условиях будет эксплуатироваться его изделие – от этого напрямую зависит объем необходимых испытаний.

Испытания можно разделить на две большие группы: измерение помех, создаваемых изделием, и устойчивость к внешним помехам. Испытания в рамках каждой из групп проводятся для линий электропитания и связи (кондуктивные помехи) и для электромагнитных полей

в области расположения РЭА (излучаемые помехи). Также особняком стоят испытания на соответствие требованиям по устойчивости к электростатическим разрядам (ЭСР).

Рассмотрим подробнее каждый из видов испытаний.

Кондуктивные помехи

Помехи, распространяющиеся по линиям электропитания и связи, могут иметь различную природу происхождения: от собственных помех испытываемой РЭА до переходных процессов в сети электроснабжения.

При определении уровней создаваемых помех измеряется либо напряжение (дБмкВ), либо ток (дБмкА) помех – все зависит от стандарта, в рамках которого проходят испытания. Например, стандарты CISPR.22



Рис. 1. Испытательная лаборатория ЭМС АО «ТЕСТПРИБОР»

¹ АО «ТЕСТПРИБОР», начальник ИЛ ЭМС.



Рис. 2. Испытания на воздействие кондуктивных помех

и ГОСТ В 25803-91 включают в себя измерение только напряжения помех. В ГОСТ РВ 6601-002-2008 предусмотрены измерения и напряжения, и тока помех. В соответствии с разделом 21.0 квалификационных требований КТ-160G/14G проводятся измерения только тока помех.

Испытания на устойчивость к воздействиям помех (рис. 2) можно разделить на три большие группы: импульсные помехи, помехи, наведенные радиочастотным электромагнитным полем (пульсации), и помехи, связанные с искажениями напряжения электропитания.

Наиболее распространенными импульсными помехами являются нано- и микросекундные импульсы напряжения (ГОСТ 30804.4.4-2013 и ГОСТ Р 51317.4.5-99 соответственно). При проведении испытаний воздействию подвергаются как линии электропитания, так и связи и заземления. При проведении испытаний РЭА, применяемой в авиации, проводят проверку на устойчивость к воздействию импульсов тока различной формы. Например, данные помехи описаны в ГОСТ РВ 6601-001-2008 и имеют прямоугольную форму (воздействие ВП3) и форму затухающего синусоидального колебания (воздействие ВП4).

Также большую нишу импульсных воздействий занимают переходные процессы, вызванные молниевыми разрядами. Это могут быть как импульсы напряжения, так и импульсы тока. В ОСТ 10П60-88 описываются импульсы напряжения трех различных форм, в разделе 22.0 квалификационных требований КТ-160G/14G – импульсы напряжения и тока шести форм. К этому можно добавить и микросекундный импульс по ГОСТ Р 51317.4.5-99 – стандарт допускает по описанной в нем методике имитировать воздействие молниевых разряда.

Помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, представляют собой пульсации, которые «накладываются» на линию напряжения электропитания или полезного сигнала в линии

связи. Уровень вводимой помехи может определяться как напряжением (ГОСТ Р 51317.4.16-2000, воздействие ВП1 по ГОСТ РВ 6601-001-2008), так и током (воздействие ВП2 по ГОСТ РВ 6601-001-2008), при этом охватывается диапазон частот воздействующих помех от 0 до 200 МГц.

Помехи, вызванные отклонениями в сети электроснабжения, представляют собой отклонение уровней напряжения и частоты электропитания, а также небаланс фаз, искажения формы напряжения, воздействия гармонических составляющих токов и напряжений, а также коммутационные перенапряжения. Данные виды испытаний описаны в ГОСТ Р 54073-2017 и разделе 16.0 квалификационных требований КТ-160G/14G.

Излучаемые помехи

Как и кондуктивные, излучаемые помехи имеют разнообразные источники происхождения. Это и высоковольтные линии электропередач, и радиопередающие станции, и оборудование, которое по условиям эксплуатации будет находиться рядом с испытуемой РЭА.

Чаще всего при определении уровней помех, создаваемых изделием, измеряют уровень напряженности переменного электрического поля (дБмкВ/м) в диапазоне частот от 1 кГц до 40 ГГц. Также некоторые стандарты предусматривают как измерение магнитной составляющей переменного поля, так и измерение эмиссии постоянного магнитного поля (ГОСТ Р 56529-2015).

Воздействие переменным электрическим полем описано в большом числе стандартов, при этом уровни воздействия и диапазон частот определяются в зависимости от группы исполнения РЭА. По ГОСТ РВ 6601-001-2008 аппаратура, устанавливаемая внутри и снаружи фюзеляжа, подвергается воздействию электромагнитного поля величиной либо 20 и 60 В/м, либо 200 В/м соответственно. В разделе 20.0 квалификационных требований КТ-160G/14G уровень напряженности электрического поля для некоторых групп оборудования может достигать 3000 В/м – данный вид испытаний требует применения специализированного оборудования, например реверберационной камеры.

При испытаниях на устойчивость к воздействию магнитного поля могут применяться четыре вида воздействия: постоянное, переменное, импульсное и колебательное магнитные поля. Уровень воздействия может быть в диапазоне от 1 А/м (ГОСТ Р 50648-94) до 3 кА/м (ГОСТ РВ 20.39.308-98) в зависимости от типа исполнения и области применения и размещения испытуемой РЭА.

Электростатические помехи

Источником статического электричества чаще всего выступают операторы, работающие с РЭА на месте ее размещения, или работники сборочных цехов, контактирующие



от 2 до 20 кВ (рис. 3). Также существуют три метода воздействия: контактный, воздушный разряд и метод емкостной пластины (непрямое воздействие). В качестве точек приложения разрядов выбираются места наиболее вероятного касания РЭА человеком: клавиши, переключатели, разъемы.

Испытательная лаборатория ЭМС АО «ТЕСТПРИБОР» располагает всеми необходимыми средствами измерения и испытательным оборудованием для проведения испытаний для подтверждения всех описанных выше требований по ЭМС. Лаборатория имеет аккредитацию в «Военном Регистре», АР МАК и «Росавиации». Область аккредитации лаборатории охватывает все стандарты, регламентирующие ЭМС, в том числе и ГОСТы серии «В» и «РВ». Также лаборатория обладает компетенцией по разработке программ и методик испытаний в случае, если требования по ЭМС определяются заказчиком, а не конкретным стандартом.

Рис. 3. Испытания на воздействие электростатических разрядов (воздушный разряд)

с РЭА на этапе установки на объект эксплуатации. Уровни испытательных воздействий находятся в диапазоне

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



НАСТОЛЬНАЯ КНИГА ИНЖЕНЕРА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СВЧ-УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДИК ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА ЦЕПЕЙ

Дансмор Джоэль П.
Издание осуществлено при поддержке компании Keysight Technologies
Пер. с англ. и науч. ред. Е. Ю. Харитонова, Е. В. Андропова, А. С. Бондаренко

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2019. – 736 с.,
ISBN 978-5-94836-505-3

Цена 1600 руб.

В книге рассмотрен широкий круг измерительных задач в СВЧ-диапазоне. В центре внимания – измерения активных и пассивных устройств с использованием новейших методик векторного анализа цепей, методики их калибровки, подходы к анализу полученных результатов. Приведены практические примеры измерений параметров таких устройств, как кабели и соединители, линии передачи, фильтры, направленные ответвители и др.

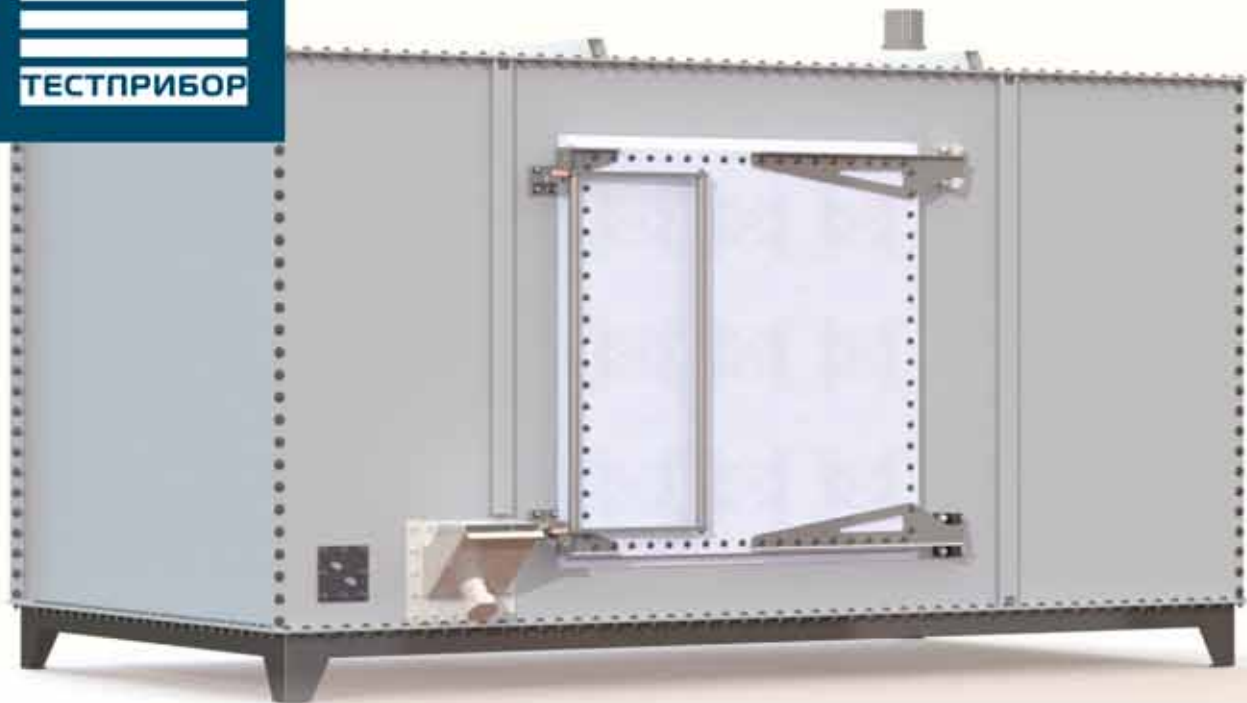
Автор книги – инженер-разработчик с 30-летним стажем – работал над широчайшим кругом измерительных задач в СВЧ-диапазоне: от компонентов сотового телефона до спутниковых мультиплексов.

Книга станет прекрасным практическим руководством для инженеров-метрологов и разработчиков ВЧ- / СВЧ-устройств, занимающихся моделированием и тестированием как отдельных узлов радиоэлектронной аппаратуры, так и законченных изделий, к примеру систем спутниковой связи, радиолокации и радионавигации. Крайне полезной данная книга будет и в процессе обучения студентов радиотехнических специальностей.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru

ТЕСТПРИБОР



ИСПЫТАНИЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЛЕЙ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Испытательная лаборатория ЭМС АО «ТЕСТПРИБОР» начала проводить испытания на воздействие электромагнитных полей высокой интенсивности (HIRF) с применением реверберационной камеры

График зависимости напряженности поля от угла поворота «тюнера» на частоте 1 ГГц при подводимой мощности 35 dBm



Испытания проводятся в соответствии с требованиями раздела 20.0 КТ-160G/14G в частотном диапазоне от 400 МГц до 18 ГГц

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАВИСИМОСТИ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ОТ УГЛА ПОВОРОТА «ТЮНЕРА»

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| УГОЛ ПОВОРОТА | 0° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° | 90° | 100° | 110° | 120° | 130° | 140° | 150° | 160° | 170° | 180° |
| НАПРЯЖЕННОСТЬ, В/М | 53 | 62 | 65 | 75 | 72 | 75 | 79 | 152 | 112 | 83 | 86 | 85 | 84 | 88 | 108 | 241 | 188 | 174 | 188 |
| УГОЛ ПОВОРОТА | 190° | 200° | 210° | 220° | 230° | 240° | 250° | 260° | 270° | 280° | 290° | 300° | 310° | 320° | 330° | 340° | 350° | 360° | |
| НАПРЯЖЕННОСТЬ, В/М | 288 | 336 | 525 | 650 | 540 | 365 | 261 | 118 | 196 | 185 | 250 | 101 | 70 | 87 | 72 | 69 | 58 | 53 | |



+7 (495) 657-87-37



tp@test-expert.ru
www.test-expert.ru



125480, г. Москва,
ул. Планерная, д. 7А