

Автоматизация испытаний технических средств на эмиссию радиопомех на основе программной платформы R&S ELEKTRA

Д.А. Богаченков

ООО «РОДЕ и ШВАРЦ РУС»

Аннотация: в данной работе рассмотрены вопросы автоматизации испытаний по требованиям электромагнитной совместимости (ЭМС). Приведены примеры комплексных измерительных систем для анализа помехоэмиссии, функционирующих под управлением СПО R&S ELEKTRA. Показано решение на базе системы R&S TS8996 с возможностью проведения измерений помехоэмиссии в широком диапазоне частот до 200 ГГц, предназначенной в том числе для тестирования устройств 5G NR.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, измерительный приемник, автоматизация, программное обеспечение, комплексные измерительные системы, 5G NR.

1. Введение

Построение испытательных радиолaborаторий и оптимизация их функционирования является одной из задач, сопутствующих разработке технических средств. Практика создания испытательных систем показала, что решение измерительных задач в области электромагнитной совместимости (ЭМС) требует создания отдельных специализированных комплексов, что обусловлено спецификой реализуемых методов измерений [1] и, в некоторых случаях, большим объемом измерений. Такие измерительные установки целесообразно снабжать средствами автоматизации, что в широком смысле позволяет повысить эффективность их использования и, безусловно, соответствует современному уровню научно-технического развития.

Программная платформа R&S ELEKTRA предназначена для выполнения автоматизированных измерений помехоэмиссии и помехоустойчивости технических средств, в т.ч. при проведении сертификационных испытаний. Использование автоматизации при измерениях по ЭМС позволяет обеспечить строгое соблюдение методов их проведения, предписанных стандартами, улучшить повторяемость и воспроизводимость результатов измерений, снизить вероятность возникновения грубых ошибок при их проведении. Функциональность R&S ELEKTRA в общих чертах рассмотрена в [2 – 4]. Она подразумевает автоматическое управление средствами измерений и вспомогательным оборудованием в соответствии с выбранными профилями испытаний, автоматическое сопоставление с нормами, установленными стандартами для продукции конкретного вида, документирование результатов измерений, а также гибкую настройку под задачи конкретного пользователя. Программная платформа СПО R&S ELEKTRA построена по модульному принципу, и в зависимости от имеющегося приборного оснащения она может обеспечивать разную степень автоматизации измерений — от минимальной до практически полной.

2. Схема установки для автоматизации измерения помехоэмиссии с использованием СПО R&S ELEKTRA

Концепция построения СПО R&S ELEKTRA предусматривает максимальный

охват средств измерений и вспомогательных элементов измерительной установки удаленным управлением, при помощи которого и реализуются алгоритмы измерений, заложенные в те или иные стандарты.

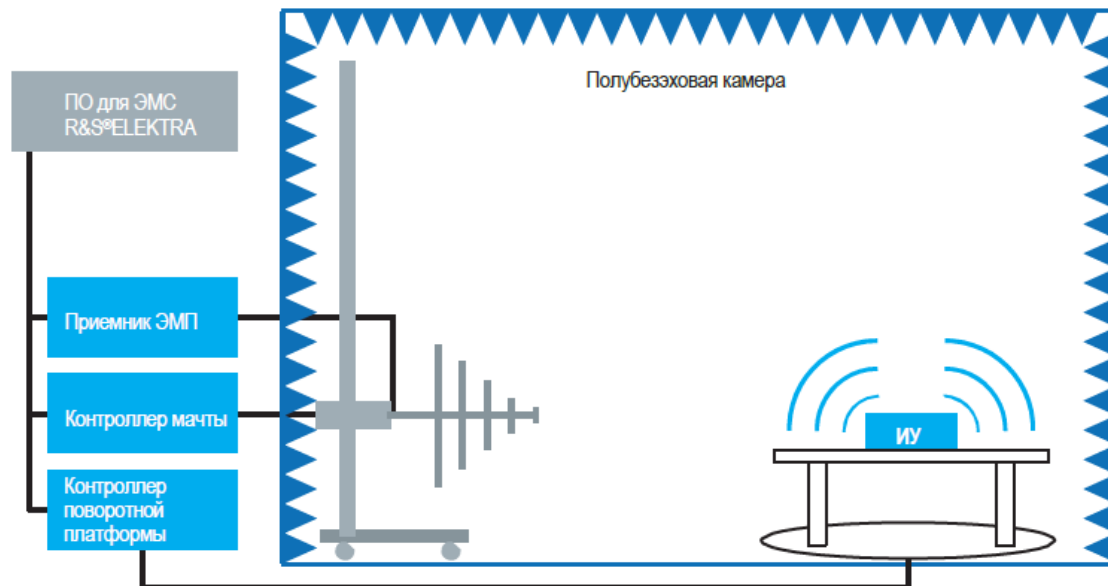


Рисунок 1. Схема установки для измерения эмиссии излучаемых радиопомех с использованием СПО R&S ELEKTRA

На рисунке 1 показана схема установки для измерения эмиссии излучаемых радиопомех, в которой применена одна комбинированная широкополосная измерительная антенна билгопериодического типа, а измерения проводятся по ГОСТ 51320-99 на альтернативной измерительной площадке, выполненной с использованием конструктивных элементов экранированной камеры и радиопоглощающих материалов. В данном случае программное обеспечение по заданию оператора и в соответствии с планом измерений управляет тремя ключевыми элементами схемы — измерительным приемником, контроллером антенной мачты и поворотной платформы. Такой охват и позволяет достичь полной автоматизации измерений, включая традиционно «ручные» операции — изменение высоты подъема антенны и её ориентации для приема излучений с горизонтальной или вертикальной поляризацией.

Для измерений эмиссии излучаемых радиопомех необходимо использовать базовый модуль СПО R&S ELEKTRA ELEMI-E, а также, для обеспечения расширенной функциональности и полной автоматизации - модули R&S ELEMI-A и R&S ELEMI-S. СПО R&S ELEKTRA позволяет также проводить измерения эмиссии кондуктивных помех в полностью автоматическом режиме. Их целесообразно выполнять в экранированной камере в целях защиты от посторонних помех природного и техногенного характера.

3. Проведение испытаний устройств 5G по требованиям ЭМС с помощью комплексных измерительных систем Rohde&Schwarz

Особенностью тестирования в обеспечение ЭМС сетей 5G является необходимость создания тестовой среды, которая качественно имитировала бы реальные условия эксплуатации и не оказывала бы значимого влияния на передачу радиоволн. Решения компании Rohde&Schwarz с применением безэховых экранированных камер, ориентированные в первую очередь на диапазон частот FR2, позволяют создать закрытые тракты для работы с устройствами 5G без разъемов для

подключения антенн, одновременно имитирующие условия свободного пространства.



Рисунок 2. Внешний вид системы R&S TS8996, обеспечивающей проведение испытаний устройств 3G/4G/5G/WLAN/BT

Перспективным решением для тестирования сетей и устройств 5G являются комплексные измерительные системы на базе комбинации измерительных приемников, или анализаторов спектра и радиокommunikационных тестеров (рисунок 2), обеспечивающих проведение комплексного тестирования как по помехоэмиссии, так и с эмуляцией работы сети для оценки её производительности. Такая структура ТС является оптимальной с точки зрения задействования модулей переноса по частоте и других элементов радиотракта и позволяет проводить оба вида испытаний в едином цикле, что ускоряет и упрощает их проведение. При этом функция управления средствами измерений и конфигурирования установки для конкретных видов измерений реализуется модулями СПО R&S ELEKTRA наряду с необходимыми калибровочными процедурами.

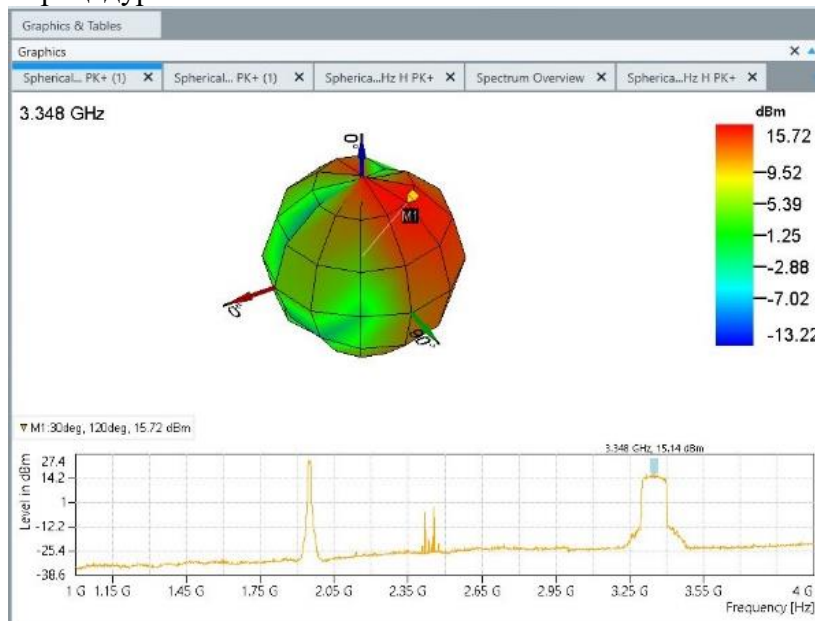


Рисунок 3. Форма графического представления результатов измерений диаграмм направленности

Для проведения испытаний устройств 5G в части обеспечения ЭМС дополнительно следует использовать модули ELEMI-RSE и ELEMI-5GS. Поскольку в сетях 5G предусмотрена реализация управлением диаграммами направленности антенн, что необходимо как для компенсации потерь на распространение в свободном пространстве, так и для уменьшения нежелательного взаимодействия через эфир. Для измерений 2D/3D диаграмм направленности, а также различных их сечений применяется модуль СПО ELEKTRA ELEMI-3D (рисунок 3). Такие измерения доступны во всем частотном диапазоне работы тестовой системы. Задача измерений формы диаграмм направленности особо актуальна для устройств 5G миллиметрового диапазона.

Для перекрытия диапазона FR2 и частот вплоть до 200 ГГц используются специальные приемные блоки R&S TC-RSE, реализующие перенос сигналов на промежуточную частоту [10].

4. Заключение

Концепция построения СПО R&S ELEKTRA позволяет реализовать широкий круг решений от исследовательских до сертификационных. Следует отметить, что существуют различные варианты построения измерительных комплексов на основе СПО R&S ELEKTRA. Повышение степени автоматизации измерений не требует полной смены аппаратно-программного обеспечения, а достигается введением в измерительную систему поддерживаемого СПО R&S ELEKTRA устройства или их группы, после чего осуществляются необходимые программные настройки. Перспективным решением для тестирования сетей и устройств 5G являются комплексные измерительные системы, обеспечивающие проведение тестирования как по эмиссии радиочастотных помех, так и с эмуляцией работы сети для оценки её производительности.

Список литературы

1. Уильямс Т. ЭМС для разработчиков продукции. — Пер. с англ. Кармашева В.С., Кечиева Л.Н. — М.: Издательский дом «Технологии», 2003. — 540 с.
2. R&S ELEKTRA. Программное обеспечение для испытаний на ЭМС. Проведение испытаний на ЭМС от этапа разработки до сертификации. — Брошюра изделия. Версия 01.01. — 10 с.
3. Интернет-ресурс https://www.rohde-schwarz.com/ru/product/elektra-emc-productstartpage_63493-584628.html (дата обращения 01.04.21)
4. R&S®ELEKTRA EMC TEST SOFTWARE. Specifications. — Data sheet, Version 02.00. — 12 p.
5. ГОСТ 30805.16.4.2-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Неопределенность измерений в области электромагнитной совместимости». — М.: Стандартинформ, 2014. — 24 с.
6. R&S ESW Измерительный приемник электромагнитных помех. Исключительные высокочастотные характеристики и уникальные возможности измерений от 2 Гц до 500 ГГц. — Техническое описание, версия 01.01. — 19 с.
7. Лемешко Н.В., Петров В.В., Поветкин О.В., Богаченков Д.А. Спектральный анализ в реальном времени для поиска случайных импульсных помех с помощью измерительных приемников серии R&S ESW. — «Электронные компоненты», №6, 2016. — с.48 - 50.
8. Интернет-ресурс https://www.rohde-schwarz.com/ru/product/advise-productstartpage_63493-149761.html (дата обращения 01.04.21)
9. 5G New Radio - Fundamentals, Procedures, Testing aspects by Meik Kottkamp. — Интернет ресурс <https://gloris.rohde-schwarz.com/ebooks/5G> (дата обращения 01.04.2021)
10. Лемешко Н.В., Богаченков Д.А., Тестирование устройств 5G для обеспечения электромагнитной совместимости: потребности и современные возможности. — «Современная электроника», №2, 2021. — с.30.