

Лекция 2. Тестирование радиочастотных трактов

Напомним, что тестирование – это один из способов контроля качества, включающий в себя процедуры по организации работ (Test Management), проектированию тестов (Test Design), выполнению тестирования (Test Execution) и анализу полученных результатов (Test Analysis).

В общем виде тестирование и измерение в сетях связи являются необходимыми элементами эксплуатации сетей и радиоподсистем.

Измерение определяет параметры эксплуатационной характеристики, и осуществляется либо по запросу, либо непрерывно через специальное мониторинговое оборудование.

Тестирование добавляет к этому процессу измерений сравнение измеряемых параметров с нормативными значениями с последующим приемом/отказом: accept/reject thresholds или Pass/Fail – годен/негоден.

Важнейшим этапом в тестировании радиооборудования является тестирование РЧ трактов: приема и передачи. Обычно конкретизированные требования, предъявляемые к основным параметрам приемопередатчиков, находятся в соответствующих нормативных документах.

В частности, стандарт 3GPP TS 36.521-1 [V12.8.0 User Equipment conformance specification] устанавливает основные характеристики, подлежащие обязательной проверке при тестировании абонентского оборудования стандарта LTE.

В регламентирующих документах систем связи с подвижными объектами термин “полоса частот” принято относить ко всему спектру частот, отведенному для функционирования системы связи определенного стандарта. Так, например, полоса частот, используемая системами стандарта GSM900, занимает 890 - 915 МГц и 935 - 960 МГц, в то время как термин “канал” относится к полосе частот, занимаемой в системе только одним пользователем, т.е. 200 кГц в GSM.

Таким образом, качество приемопередатчика обычно определяется его параметрами в трех частотных областях: канальной (in-channel), внеканальной (out-of-channel) и внеполосной(out-of-band) (рис.2)].

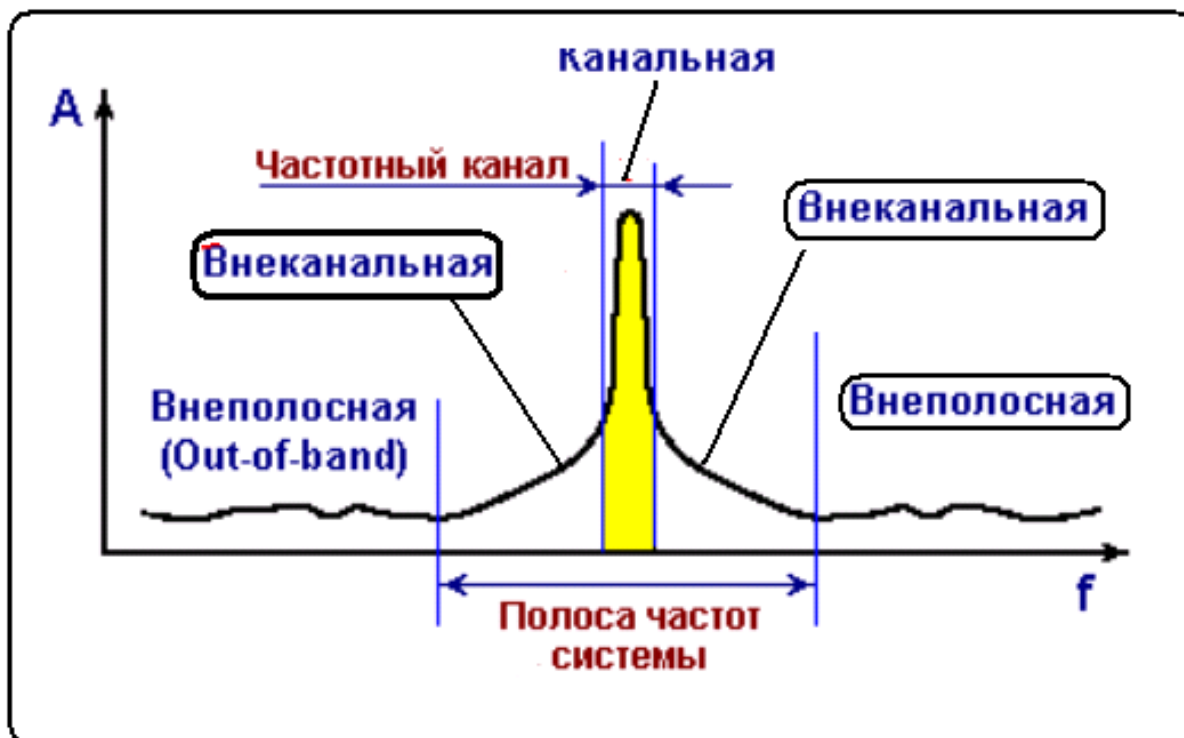


Рис.2 – Канальные, внеканальные и внеполосные области частот

Внутриканальные измерения определяют качество функционирования приемопередатчика и, соответственно, собственно связи.

Внеканальные измерения определяют величину помех, создаваемых данным абонентским оборудованием другим пользователям системы:

- спектр, обусловленный модуляцией и широкополосным шумом (Spectrum due to modulation and wideband noise);
- спектр, обусловленный процессами коммутации передатчика (Spectrum due to switching);
- побочные составляющие в диапазонах приема и передачи (Tx and Rx band spurious).

Внеполосные измерения определяют величину помех, создаваемых устройством связи другим пользователям радиоспектра. При этом производят, например, измерение перекрестных (cross band spurious) и широкополосных помех(wideband spurious).

Сформируем небольшую классификацию основных видов РЧ измерений:

- Радиочастотные измерения – измерения параметров РЧ сигналов, измерения параметров и настройка РЧ блоков системы;

К ним относятся:

- Измерения мощности (Power measurements);
- Излучения в соседнем канале (Adjacent Channel Power);
- Частотные измерения (Frequency measurements);
- Занимаемая полоса частот(Occupied bandwidth);
- Измерения параметров модуляции – точность модуляции (Modulation accuracy);
- Статистические измерения;
- Измерения параметров синхронизации – временные измерения (Timing measurements);
- Анализ протокола – анализ алгоритмов функционирования системы и процессов взаимодействия различных ее компонентов;
- Измерения покрытия зоны обслуживания;
- Имитация (Simulation, Emulation) базовых и мобильных устройств системы и каналов связи.

Нормативная база

Большое количество тестов радиооборудования на соответствие нормативным документам можно разделить на четыре основных группы:

- тесты передатчика;
- тесты приемника;
- тесты параметров;
- тесты управления радиоресурсами.

Подобным образом структурированы, многие документы партнерства 3GPP и института ETSI.

Как правило, при разработке ведущими производителями оконечного радиооборудования, выполняются не только тесты для сертификации оборудования на соответствие требованиям нормативных документов отдельного стандарта, но выполняются также и РЧ тесты, рекомендованные:

Европейской ассоциацией R&TTE CA (Radio and Telecommunications Terminal Equipment Compliance Association); Федеральной Комиссией по связи США FCC (Federal Communications Commission); Глобальным Форумом по сертификации GCF (Global Certification Forum).

До тех пор, пока устройство не пройдет всех этих тестов, оно не допускается на рынок.

Иерархия процедур тестирования

Для того чтобы гарантировать факт того, что оборудование соответствует требованиям необходимых стандартов, оно должно подвергнуться множеству тестов различных типов. Очевидно, необходимо гарантировать, что каждый этап тестирования, может быть повторен независимо от используемого испытательного оборудования и организации, выполняющей тестирование. Рассмотрим изображенную на рис.3 иерархию процедур тестирования.

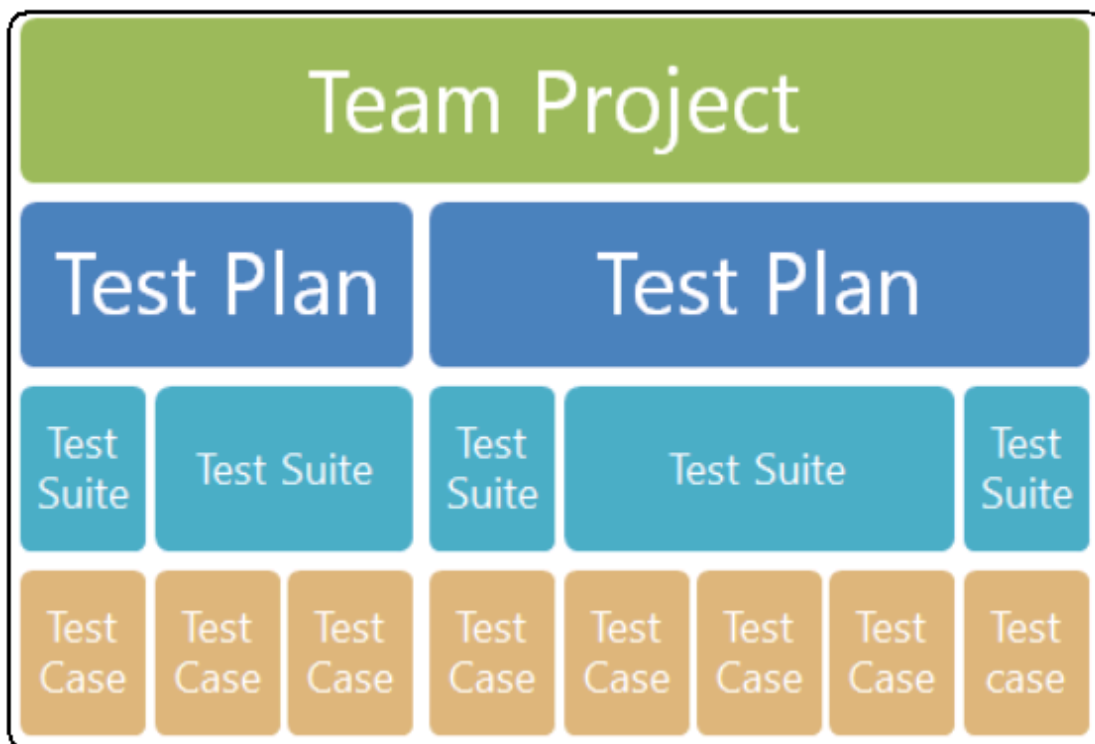


Рис.3 – Иерархия процедур тестирования

Данная иерархия имеет четыре уровня:

- Test Case – тест-кейс;
- Test Suite – тестовый набор;
- Test Plan – план тестирования;
- Team Project – главный план тестирования;

Для достижения однообразия разработано большое количество процедур, называемых "тест-кейсами(test cases)", или тестовыми случаями.

Тест-кейс, тестовая последовательность, тестовый случай – это документ, в котором описывается сочетание шагов, определенных условий и параметров, требуемых для проверки реализации тестируемой функции оборудования или части этой функции. Говоря по-другому, тест-кейс выполняет тестирование (испытание) определенной части функциональности устройства или системы.

Для любого стандарта или технологии, существуют тест-кейсы, которые должны быть выполнены. Они подготовлены при участии соответствующих организаций, например, 3GPP для GSM и UMTS.

Изготовители оборудования для аттестационных испытаний и тестирования могут взять эти тест-кейсы и преобразовать их, чтобы апускать на своем тестовом оборудовании. Часто сами тест-кейсы должны быть одобрены или ратифицированы на данной системе тестирования прежде, чем они смогут использоваться для испытаний и тестирования конкретного оборудования. Тест-кейсы оборудования объединяются в тест-планы.

План тестирования (Test Plan) – документ, определяющий цели, аспекты, ресурсы и график намеченных тестовых работ. Он обозначает объекты тестирования, свойства для тестирования, задания, отвечающих а задания, степень самостоятельности каждого тестировщика, тестовое окружение, методику проектирования тестов, определяет используемые критерии входа и критерии выхода и основания их выбора, а также различные риски, требующие планирования на случай непредвиденных обстоятельств [IEEE 829].

При разработке процедур тестирования используются еще два термина. Набор тестов (Test Suite) – комплект тестовых наборов для исследуемого компонента или системы, в котором обычно постусловие одного теста используется в качестве предусловия для последующего.

Главный план тестирования (Team Project) – план тестирования, обычно охватывающий несколько уровней тестирования.

В современном контрольно-измерительном оборудовании (КИО) используются готовые наборы встроенных автоматизированных тестовых последовательностей, разработанные компаниями-производителями и отвечающие требованиям нормативных документов.

Например, для базовых станций LTE в технической спецификации 3GPP TS 36.141 [V12.5.0 Base Station conformance testing] приведен ряд тестовых сценариев для оценки соответствия заданным требованиям. В сценариях тестируются приемная и передающие части, а также производится оценка производительности. Как правило, подготовка КИО к такому

тестированию сопряжена с длительным изучением требований, регулировкой разного рода параметров и математическими вычислениями.

В связи с этим кадровый состав предприятия, проводящего испытания, должен быть высококвалифицированным. Для облегчения работы инженера-тестировщика компанией Rohde&Schwarz разработан мастер тестовых сценариев, помогающий настроить параметры векторного генератора, подобрав подходящий тест для базовой станции. Такой мастер сценариев подходит для выполнения всех тестов базовых станций LTE на соответствие стандарту.