

Лекция 5. Контрольно-измерительное оборудование, применяемое при тестировании

Классификация контрольно-измерительного оборудования

В настоящее время на рынке связи существует множество различных компаний-поставщиков измерительного оборудования, готовых предоставить широкий спектр КИО для тестирования систем связи. Для тестирования любого РЧ устройства или системы необходим РЧ сигнал, который формируется радиочастотным генератором сигналов.

Генератор сигнала создает одиночный РЧ сигнал с выбранными пользователем характеристиками, которые остаются постоянными, до тех пор, пока пользователь не изменит их. Основными характеристиками, которые можно изменить, являются:

- Частота;
- Мощность;
- Вид модуляции АМ, ЧМ или ФМ;
- Вид или схема цифровой модуляции.

Для определенных сотовых систем могут быть установлены типы цифровой модуляции. В генератор сигнала можно запрограммировать новые методы модуляции. Например, векторный генератор сигналов R&S SMW200A, который изображен на рис.16, способен формировать сигналы с цифровой модуляцией, необходимые для проверки базовых станций основных стандартов, разработки новых систем связи, а также в аэрокосмическом и оборонно-промышленном секторе. Данный прибор имеет диапазон частот от 100 кГц до 40 ГГц. Регулировка уровня мощности может выполняться в диапазоне от -128 до 18 дБм с шагом 0,5 дБ.



Рис.16 – Векторный генератор сигналов R&S SMW200A

Одним из самых важных измеряющихся параметров является мощность. Настройка выходной мощности передатчика базовой станции имеет большое значение для функционирования беспроводной сети в целом. Отклонение уровня мощности на 2 дБ определяет изменение в зоне покрытия на 20%. Слишком большая мощность способствует перекрыванию зон покрытия, что приводит к взаимной интерференции между сотами. Слишком малая – снижение зоны покрытия и, как следствие, появление островных зон с неперекрывающимися сотами. Все это может служить причиной обрыва вызовов, снижения скорости передачи данных и блокирования вызовов.

Измерители мощности не предоставляют абсолютно никакой информации о частотном распределении мощности (о спектральной плотности мощности). Номинальная мощность – суммарная мощность на входе измерителя мощности. Если сигнал имеет единственную частоту, но измеритель мощности выводит на экран значение его мощности. Однако если на различных частотах присутствуют множественные сигналы, то измеритель мощности выводит на экран общую мощность всех сигналов вместе.

На рис.17 представлен измеритель мощности со своим датчиком мощности (Power Meter).



Рис.17 – Измеритель мощности NRP2 компании R&S с
подключенным датчиком мощности

Данный прибор работает в диапазоне частот до 110 ГГц и значений мощности от -70 до +45 дБм. Датчик мощности – первичный преобразователь мощности, предназначенный для работы с различными типами сигналов и видами модуляций. Датчики представляют собой интеллектуальные автономные приборы, взаимодействующие с базовым блоком измерителя мощности NRP2, с другими измерительными приборами Rohde&Schwarz, с компьютером по стандартному цифровому интерфейсу (USB или LAN) или с устройствами на базе Android. Датчики поставляются с приложением R&S NRP Toolkit – программное обеспечение для анализа данных и управления. С помощью конвертеров USB-LANвозможен дистанционный мониторинг мощности по сети Internet.

Самыми универсальными и широко применяемыми измерительными приборами являются анализаторы спектра и сигнала. Целью измерений, выполняемых с помощью анализатора спектра, является возможность проводить с большой точностью мониторинг, измерение и анализ РЧ сигналов и их окружения. Анализатор спектра позволяет обнаруживать

паразитные сигналы, измерять параметры несущей и искажения, а также выполнять проверку качества сигнала базовой станции.

Основные виды измерений:

- Занимаемая полоса частот OBW (Occupied Bandwidth) по задаваемому уровню мощности;
- Маска сигнала (излучения) (Emission Mask), называемая спектральной маской;
- Мощность канала(Channel Power) в аданной полосе;
- Коэффициент мощности соседнего канала (Adjacent Channel Power Ratio, ACPR);
- Измерения отношения несущей к помехе(Carrier-to-Interference ratio, C/I);
- Напряженность поля (Field Strength), дБм/м² или дБмВ/м;
- Демодуляция сигналов.

В режиме основных измерений анализатор спектра позволяет проводить автоматизированные измерения, включая измерения ширины занимаемой полосы частот (occupied bandwidth), мощности в соседнем канале (adjacent channel power) и маску излучения (emission mask) или спектральную маску, как показано на рис.18. Маска излучения может быть создана с помощью стандартного редактора ограничительных линий.

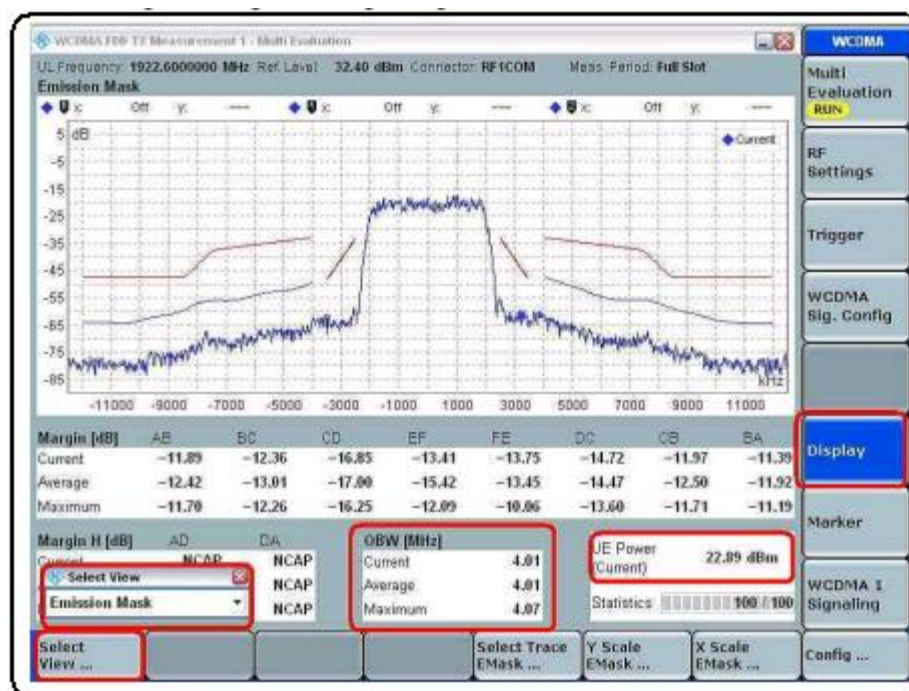


Рис.18 – Измерения ширины занимаемой полосы частот

Функция измерения маски излучения автоматически перемещает полученную кривую так, чтобы пик модулированного сигнала соответствовал общим стандартам маски.

Современные анализаторы спектра оснащены возможностью проведения специализированных измерений нажатием одной кнопки (One Button Measurements). Для более глубокого анализа прибор оснащен настройками и функциями, недоступными даже в настольных анализаторах спектра лабораторного уровня. Например, анализатор Anritsu LMR Master S412E имеет следующие возможности:

- Методы детектирования для нескольких кривых – пик, отрицательный, истинное среднеквадратичное, квази-пик, выборка;
- Продвинутое функции маркера – маркер шума, следящий маркер, поиск пика, последовательный поиск пика, дельта-маркеры;
- Продвинутое функции ограничительных линий – автоматическое создание огибающей, относительные ограничения, зеркальное отражение ограничения, регулировка точки/сегмента/линии;

- Сохранение результата измерения при наступлении события – автоматическое сохранение кривой при пересечении ограничительной линии;

LMR Master позволяет в полном объеме управлять настройками ширины полосы пропускания и развертки или использовать автоматический режим выбора оптимального соотношения точности и скорости измерений.

Опция «Приемник GPS» позволяет повысить точность частоты до $<50 \cdot 10^{-9}$. Помимо этого, все измерения можно проводить с привязкой к данным, полученным с помощью GPS, для экспорта в карты.

Комплексное многофункциональное оборудование

Рассмотрим анализатор кабелей и антенн R&S ZVH (рис.19).



Рис.19 – Анализатор кабелей и антенн R&S ZVH

Это, в первую очередь, анализатор свойств волноводных трактов в диапазоне частот от 100 кГц до 8 ГГц. В зависимости от установленных опций может выступать в роли измерителя мощности, кабельного и

антенного тестера, и двухпортового векторного анализатора электрических цепей. Прибор обеспечивает выполнение трех важнейших функций ВЧ-анализа, необходимых работникам сервисных центров или бригадам, выполняющим пусконаладочные или регламентные работы по техническому обслуживанию.

Приборы семейства R&S FVSR Приборы семейства R&S®FSVR представляют собой полнофункциональные анализаторы спектра и сигналов и анализаторы спектра в реальном масштабе времени. Таким образом, они предлагают все возможности и функции, которые можно ожидать от современных контрольно-измерительных приборов данного класса. В режиме реального времени анализаторы R&S®FSVR способны, не делая пауз, измерять и отображать спектр во временной области с полосой до 40 МГц. Поэтому они способны фиксировать все – даже самые кратчайшие события.

Основные особенности приборов:

- Анализ спектра в реальном масштабе времени в диапазоне частот до 40 ГГц;
- Функция спектрограммы для безразрывного отображения спектра во временной области;
- Синхронизация по частотной маске, позволяющая запускать процесс измерения при наступлении отдельных, спорадических событий в спектре;
- Режим послесвечения, позволяющий видеть, как часто возникают сигналы;
- Поточковая передача I/Q-данных в режиме реального времени для записи длительных ВЧ-последовательностей;
- Полнофункциональный анализатор спектра и сигналов;
- Развертка по частоте во всем диапазоне частот от 10 Гц до 40 ГГц всего лишь а несколько миллисекунд;
- Увеличение максимальной входной частоты до 110 ГГц при использовании внешних смесителей;

- Выдающаяся точность измерения уровня в диапазоне до 7 ГГц;
- Отличный динамический диапазон и низкий уровень фазового шума;
- Высокая скорость измерения;
- Функции измерения мощности и статистического оценивания для анализа сигналов с цифровой модуляцией;
- Разнообразные функции работы с маркерами и анализа спектрограмм;
- Измерительное ПО для определения коэффициента шума или уровня фазового шума;
- Опции для общего векторного анализа и специального анализа сигналов GSM/EDGE, WCDMA/HSPA+, LTE, iMAX, WLAN, а также для сигналов с аналоговой модуляцией;
- Большой объем памяти I/Q-данных;
- Простое и интуитивно понятное управление при помощи сенсорного экрана;
- Использование сенсорного экрана позволяет управлять устройством пальцем (вместо курсора мыши);
- Быстрый доступ ко всем важным функциям;
- Встроенная функция помощи;
- Низкая совокупная стоимость эксплуатации;
- Удобная установка опций непосредственно на месте работы;
- Простота адаптации к требованиям конкретных задач;
- Полнейшее соответствие требованиям времени благодаря обновлениям программного обеспечения.