

# ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА

## РОССИЙСКИЙ РЫНОК

Высокочастотные спектроанализаторы предназначены для исследования ВЧ- и СВЧ-сигналов, спектра модулированных колебаний (определение глубины модуляции), определения интенсивности гармоник, мощности сигнала и т.д. Кроме того, при оснащении приборов дополнительными опциями появляется возможность определять проходные (АЧХ, затухание, усиление) и отражательные (КСВН, потери на отражение, детализация неоднородностей в АФТ) характеристики СВЧ-приборов (передатчиков, усилителей, фильтров, АФТ и т.п.). Из всего ряда анализаторов спектра, представленных на российском рынке, по соотношению цена—качество лучшие позиции занимают приборы фирм Rohde&Schwarz, Agilent Technologies, Anritsu, которые имеют приблизительно равные технические и ценовые параметры.

### RONDE&SCHWARZ

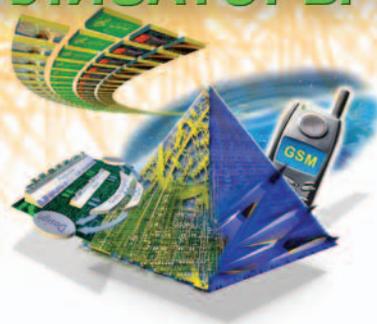
Линейку спектроанализаторов компании Rohde&Schwarz открывают недорогие портативные приборы серии FSH (рис.1). Эти интеллектуальные измерительные устройства предназначены для широкого применения как в лабораторных, так и полевых условиях. При относительно небольшой цене (до 10000 евро) приборы данного семейства отличаются высокой функциональностью и качеством. Спектроанализатор R&S FSH3 позволяет исследовать спектр сигналов в диапазоне 100 кГц—3 ГГц с полосой пропускания от 100 Гц до 1 МГц, имеет функции измерения характеристик двухпортовых СВЧ-устройств, КСВН, локализации неоднородностей в кабеле, измерения мощности до 120 Вт непрерывного сигнала (300 Вт в импульсе), обеспечивает возможность автоматизированного построения диаграммы Смита и работы в режиме тестового приемника (опции K2 и K3).



Рис.1. Анализатор спектра серии R&S FSH

Необходимо отметить, что сегодня уже доступен спектроанализатор FSH6 с расширенным частотным диапазоном до 6 ГГц. Приборы данного класса пользуются заслуженной популярностью у технических специалистов и операторов сотовых сетей. При своей компактности (масса 2,2 кг) спектроанализатор обладает возможностями стационарных лабораторных приборов.

Образцом приборов среднего класса для использования в лабораторных условиях можно смело назвать спектроанализаторы се-



А.Ильин  
ian@eltm.ru

рии R&S FSP (рис.2). Эти приборы не нуждаются в большом количестве дополнительных принадлежностей, так как в стандартном варианте R&S FSP уже представлены все функции и интерфейсы, которыми должен обладать современный анализатор спектра. Среди них:



Рис.2. Анализатор спектра серии R&S FSP

- диапазон частот от 9 кГц до 3/7/13/30/40 ГГц;
- динамический диапазон от 30 до -155 дБм;
- полосы разрешения от 1 Гц до 10 МГц;
- высокоселективные цифровые фильтры и БПФ;
- квазипиковый детектор и запрограммированные полосы для измерения электромагнитных помех;
- измерение мощности соседнего канала для сигнала с одной или несколькими несущими;
- удобное представление результатов в виде печатной копии или файла в совместимых с ПК форматах;
- процедуры автоматического тестирования для измерения интермодуляционных искажений третьего порядка, занимаемой полосы частот, фазового шума и коэффициента мощности соседнего канала;
- режим разделения экрана с возможностью отдельной настройки и отображения до трех трасс на одном экране;
- быстрые измерения во временной области (минимальное время свипирования до 1 мкс);
- возможность обработки TDMA-сигналов в режиме ждущей развертки.

Доступный в качестве дополнения внутренний следящий генератор R&S FSP-B9, работающий в диапазоне до 3 ГГц, и внешнее устройство управления генератором R&S FSP-B10 позволяют спектроанализатору работать в режиме скалярного анализа цепей. Для схем, функционирующих с преобразованием частоты, может быть установлен сдвиг в 150 МГц. На следящем генераторе можно также подавать внешний модулирующий сигнал I/Q.

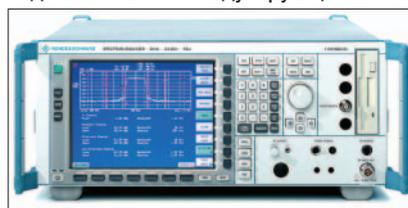


Рис.3. Анализатор спектра серии R&S FSU

Дополнение R&S FSP-B6 делает анализаторы R&S FSP удобными для аналоговых измерений телевизионных сигналов.

Анализаторы спектра высшего класса серии



R&S FSU (рис.3) лидируют по динамическому диапазону, фазовому шуму, точности уровня и полосе разрешения – по всем параметрам, необходимым для разработки, тестирования и производства беспроводных устройств настоящих и следующих поколений.

Приборы данной серии имеют следующие характеристики:

- диапазон частот от 20 Гц до 3,6/8/26,5/46/50 ГГц;
- отображаемый средний уровень шумов -158 дБм (1 Гц);
- фазовый шум -123 дБс (1 Гц) на 10 кГц;
- типовая точка пересечения по интермодулирующим составляющим третьего порядка (TOI) +25 дБм;
- полоса разрешения от 1 Гц до 50 МГц;
- высокая скорость измерений;
- быстрое измерение мощности в соседнем канале во временной области до 70 измерений/с (включая передачу кривой через GPIB).

Прибор R&S FSU стандартной конфигурации выполняет функции измерения интермодуляционных искажений третьего порядка, мощности в соседнем канале и коэффициента мощности соседнего канала с несколькими несущими, занимаемой полосы частот (OBW), комплементарной интегральной функции распределения (CCDF), APD и т.п.

Разработаны прикладные микропрограммы для GSM/EDGE, Bluetooth, WCDMA/HSDPA/TD-SCDMA, CDMA2000/1xEV-DV/1xEV-DO.

Использование инновационных технологий, высокой степени интеграции компонентов входных каскадов, а также широкое применение цифровой обработки сигналов с помощью специализированных ИС, созданных Rohde&Schwarz, обуславливают высококлассные характеристики приборов и их высочайшую надежность.

## AGILENT TECHNOLOGIES

Достойную конкуренцию компании Rohde&Schwarz в сфере производства анализаторов спектра составляет фирма Agilent\*. В настоящее время эта компания производит широко распространенные спектроанализаторы серии ESA (рис.4), которые способны работать с сигналом до 26,5 ГГц и имеют уникальные характеристики по уровню среднего шума (до -166 дБм). Данные приборы пригодны для НИОКР, производства и полевых условий. Выполнение основных функций спектрального анализа анализаторы серии ESA-L обеспечивают благодаря оптимальному сочетанию скорости и точности измерений при относительно низкой цене. Более мощные анализаторы серии ESA-E имеют цветной дисплей и более широкий диапазон функциональных возможностей, включая дополнительные одноклавишные измерения для специальных приложений.

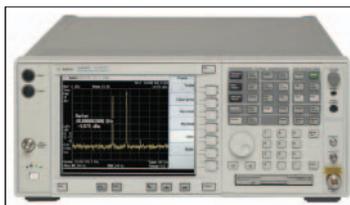
Анализаторы серии Agilent ESA-L выполняют основные функции спектрального анализа без ущерба скорости и точности измерений. Вариант комплектации с установленной в держатель-защелку перезаряжаемой батареей позволяет работать в автономном режиме до 1,9 ч.

Чтобы помочь пользователю всегда оставаться в авангарде технического прогресса, анализаторы серии Agilent ESA-E допускают постоянное расширение функциональных и измерительных возможностей. Шасси с шестью гнездами для установки дополнительных

модулей представляет удобную измерительную платформу, которая позволяет пользователю выбирать те функциональные возможности и характеристики, которые нужны в настоящий момент, и облегчает модернизацию прибора в будущем. Одноклавишные измерения с маркировкой, учитывающей специфическую терминологию конкретного применения, позволяют тратить меньше времени на испытания и уделять больше времени разработке и диагностике.

Для проведения высококачественных измерений, анализа и документирования результатов при исследованиях в области радиосвязи, аэрокосмической и оборонной технике, а также в НИОКР и производстве аппаратуры общего назначения, компания Agilent выпускает анализаторы спектра серии PSA (рис.5) с высокими техническими характеристиками.

\*ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2004, №3, с. 68–71.



**Рис.5. Анализатор спектра Agilent серии PSA – E4446A**

ных плат представляет удобную измерительную платформу, которая позволяет пользователю выбирать те функциональные возможности и характеристики, которые нужны в настоящий момент, и облегчает модернизацию прибора в будущем. Одноклавишные измерения с маркировкой, учитывающей специфическую терминологию конкретного применения, позволяют тратить меньше времени на испытания и уделять больше времени разработке и диагностике.

Для проведения высококачественных измерений, анализа и документирования результатов при исследованиях в области радиосвязи, аэрокосмической и оборонной технике, а также в НИОКР и производстве аппаратуры общего назначения, компания Agilent выпускает анализаторы спектра серии PSA (рис.5) с высокими техническими характеристиками.

## ANRITSU

Спектроанализаторы компании Anritsu среди аналогичных устройств по праву занимают одно из первых мест по качеству, надежности и дружелюбному интерфейсу. Так же, как и специалисты компании Rohde&Schwarz, инженеры Anritsu при проектировании приборов особое внимание обращают на их универсальность и функциональность. Портативные спектроанализаторы Anritsu обладают широкими возможностями и в большинстве случаев могут заменить стационарные лабораторные приборы.

В настоящее время Anritsu выпускает портативные анализаторы спектра с верхней частотой исследуемого сигнала до 7 ГГц. Наиболее распространенная и покупаемая на территории России модель портативного спектроанализатора – MS2711B. Прибор предназначен специально для исследования сигналов в диапазоне частот от 100 кГц до 3 ГГц. Батарейное питание и защищенное исполнение дают возможность использовать его в полевых условиях для тестирования оборудования сетей сотовой и пейджинговой связи, локальных сетей передачи данных и других приложений. Для отображения результатов измерений используется ЖК-дисплей с разрешением 640x480 пикселей. MS2711B имеет хорошее разрешение по частоте, а широкий динамический диапазон обеспечивает работу в жесткой помеховой обстановке. Объем внутренней памяти позволяет запомнить до 10 замеров спектров по 200 частотных точек каждый, а последовательный интерфейс RS-232 – обмениваться данными с компьютером или выводить распечатки спектров на принтер. При необходимости для передачи данных на удаленный компьютер может использоваться внешний модем. Встроенное ПО анализатора спектра MS2711B полностью совместимо с операционными системами Windows 95/98/NT и позволяет использовать длинные имена файлов.

Говоря о портативных анализаторах спектра Anritsu, нельзя не обратить внимание на целую серию приборов, специально предназначенных для анализа характеристик базовых станций сотовой связи. Анализаторы антенн и линий передачи Site Master серий S100C/S200C/S300C/S800A – это наилучшее решение для тестирования антенно-фидерных устройств базовых станций, а также для локализации неоднородностей в коаксиально-волноводных линиях передачи в диапазоне частот от 2 МГц до 20 ГГц. Приборы серии Site Master позволяют осуществлять точные измерения обратных потерь, KCB, значения затухания и расстояния до неоднородности в кабельных линиях передачи.

К относительно недорогим лабораторным анализаторам спектра относятся приборы серии MS26xx (рис.6). В их состав входят портативные синтезированные анализаторы спектров сигналов диапазона до 40 ГГц. Все приборы демонстрируют превосходные характеристики: высокое отношение несущая/шум, низкий уровень искажений, высокая точность определения частоты и уровня сигналов. Основные характеристики анализаторов MS26xx:



**Рис.6. Анализатор спектра Anritsu MS 2687B**

- диапазон частот до 3/8/21/30/40 ГГц;
- масса не более 15 кг;
- большой цветной дисплей на TFT-матрице с возможностью наложения характеристик;
- высокое отношение несущая/шум и малые искажения;
- динамический диапазон до 100 дБ;
- высокая точность определения частоты и уровня сигналов;
- встроенные процедуры измерения;
- возможность использования нескольких маркеров;
- встроенные предусилитель, АМ/ЧМ-демодулятор, система слежения;
- возможность сохранения данных на флэш-картах.



**Silicon Laboratories**

начала "прокатывать" микросхему приемопередатчика

Компания Silicon Laboratories начала поставки однокристалльного трансивера Aero II, который, по утверждению разработчиков, позволит снизить стоимость материалов, требуемых для создания четырехдиапазонных сотовых телефонов GSM-стандарта. КМОП-микросхема Aero II выполнена по 130-нм технологии и содержит ВЧ- и ПЧ-генераторы, управляемые напряжением (ГУН), компоненты настройки ГУН, контурные фильтры и разделительные конденсаторы цепи синхронизации. Применение ее позволяет "упаковать" трансивер в модуль размером 5x5 мм, в котором помимо микросхемы размещены кристаллический генератор, блок ПАВ фильтров и два стандартных блокировочных конденсатора. Для выполнения ВЧ-функции требуются внешний усилитель мощности и антенный переключатель. Частота опорного тактового сигнала составляет 26 МГц.

Микросхема трансивера Aero II – третье поколение трансиверов семейства Aero, продажи которого во многом способствовали росту продаж компании, ежегодные объемы которых достигли 500 млн. долл.

Компания производит опытные поставки микросхемы трансивера по цене 4,94 долл. при закупке партии в 10 тыс.шт.

[www.planetanalog.com/](http://www.planetanalog.com/)

[showArticle.jhtml?articleID=21402148](http://www.planetanalog.com/showArticle.jhtml?articleID=21402148)