

# НОВАЯ СЕРИЯ АНАЛИЗАТОРОВ СПЕКТРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ RIGOL RSA3000

## NEW RIGOL RSA3000 SERIES OF REAL-TIME SPECTRUM ANALYZERS

Гуськов А.А. (A. Guskov), сертифицированный специалист по продукции RIGOL

Развитие телекоммуникационных технологий, выход на рынок все более новых стандартов беспроводной передачи данных и их непрерывное совершенствование потребовало применение новых устройств для анализа радиочастотного спектра, т.к. обычные анализаторы спектра свипирующего типа уже не подходили для решения целого комплекса задач. Сигналы становятся все более сложными со скачкообразными переходами с одной частоты на другую, плотность спектрального потока все более загруженной, электромагнитная окружающая обстановка все более ухудшается, и вероятность пропуска или неправильного анализа этих сигналов выглядит вполне реальной. Для решения



Новая серия включает четыре модели: с максимальной частотой 3,0 ГГц (RSA3030 и RSA3030-TG) и 4,5 ГГц (RSA3045 и RSA3045-TG). Аналогично анализаторам спектра серии RSA5000, в новой серии используется инновационная технология UltraReal, что позволяет в режиме реального времени гарантированно захватывать сигналы с минимальной длительностью 9,3 мкс (7,45 мкс опционально) в полосе обзора до 10 МГц (опция 40 МГц).



Рис. 1. Анализаторы спектра реального времени Rigol серии RSA3000



Рис. 2. Анализаторы спектра реального времени Rigol серии RSA5000



этих и ряда других проблем идеальным инструментом стали анализаторы спектра реального времени.

Компания Rigol Technologies, Inc. выпустила новую серию анализаторов спектра реального времени RSA3000.

Обе серии анализаторов спектра Rigol RSA5000 и RSA3000 могут работать как в режиме обычного свипирующего анализатора спектра (GPSA режим), так и в режиме анализатора спектра реального времени (RTSA).

Следящий генератор (СГ, tracking generator) в измерительной технике — это генератор гармонических сигналов сверхвысокой или высокой частоты, который управляется при помощи анализатора спектра. Мгновенная частота колебаний на выходе СГ точно равна частоте, на которую в данный момент времени настроен полосовой фильтр анализатора спектра. Конструктивно, трекинг-генератор представляет собой 2- или 3-ступенчатый синтезатор частоты. В нём реализуется функция преобразования частоты, обратная функции преобразования частоты в анализаторе спектра.

Пара из следящего генератора и управляющего им анализатора спектра образует простейший замкнутый испытательный стенд (сетевой анализатор, тестер) для проверки радиочастотных цепей и кабельных линий.

Энциклопедия измерений, [www.kipis.ru](http://www.kipis.ru)



Применяемая в RSA5000 и RSA3000 инновационная технология UltraReal обладает рядом преимуществ, в том числе позволяет проводить анализ спектра в реальном времени с гарантированным захватом сигнала:

- полоса анализа: штатно 10 МГц; опционально 25 МГц (RSA3000-B25) и 40 МГц (RSA3000-B40);



Рис. 3. Запуск по частотной маске (FMT)

- гарантированный захват сигналов 100% POI длительностью 9,3 мкс (штатно); 7,82 мкс (RSA3000-B25) или 7,45 мкс (RSA3000-B40);
- скорость обработки до 146484 преобразований в секунду.



Рис. 4. Отображение спектра в режиме свипирующего анализатора

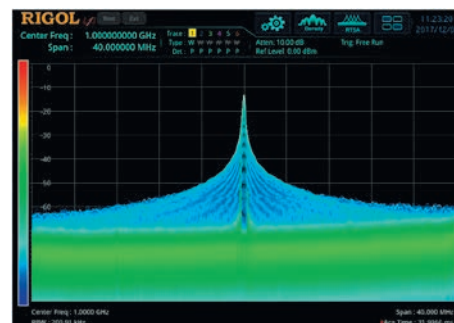


Рис. 5. Режим Density (Спектральная плотность)

Запуск по частотной маске (FMT) позволяет быстро захватывать и отображать кратковременные и спорадические события (рис. 3).

Для наибольшего удобства анализа и обработки полученной информации новые анализаторы спектра имеют семь режимов визуализации в режиме реального времени.

Кроме отображения спектра в режиме свипирующего анализатора (рис. 4) новые анализаторы могут визуализировать сигнал как в однооконном представлении, так и отображать два окна с разными видами на одном дисплее одновременно (рис. 5).



Рис. 6. Режим Spectrogram (Спектрограмма)



Рис. 7. Режим Power versus Time PvT (Распределение мощности во времени)

Новые анализаторы спектра реального времени Rigol RSA3000 и RSA5000 серии обеспечивают гибкий пользовательский интерфейс управления благодаря наличию 10,1" сенсорного мультитач дисплея с разрешением 1024×600 пикселей. Пользователь может осуществлять управление как с помощью кнопок и переключателей на передней

### Запуск (синхронизация) по частотной маске (FMT)

При запуске по частотной маске выполняется сравнение результатов анализа спектра в реальном времени с заданным пользователем амплитудным/частотным шаблоном, что позволяет организовать запуск с учетом особенностей спектра входного сигнала. Функциональность данного способа запуска дополняется гибкими критериями выбора требуемого поведения сигнала.

Запуск по частотной маске (FMT) особенно полезен при поиске и измерении параметров кратковременных или помеховых сигналов, а также при захвате сигналов с определенным поведением, которое может быть наилучшим образом распознано в частотной области. Обработка с запуском по частотной маске осуществляется в реальном времени или после захвата без пропусков и гарантирует, что любой сигнал или перестройка сигнала, соответствующая критериям запуска, инициирует запуск процесса измерений или начало отсчета времени.

Частотные маски можно формировать вручную или на основе образцовых результатов измерений параметров спектра, вводя смещения или редактируя контрольные точки амплитуды/частоты. Гибкий выбор критериев запуска делает запуск по частотной маске крайне эффективным инструментом для выявления определенного изменения сигнала или определенного события в общей сигнальной обстановке. Запуск можно инициировать при «входе» или «выходе» сигнала из маски и даже для более сложного поведения, например, при покидании маски после события входа. Эти логические критерии запуска могут быть полезны для захвата сигналов, которые переключаются между каналами или используют методы псевдослучайной перестройки рабочей частоты (ППРЧ).

Энциклопедия измерений, [www.kipis.ru](http://www.kipis.ru)



панели, так и с помощью прикосновений к экранному меню и движениями пальцев по экрану прибора.

Фактически RSA3000 представляет собой экономную версию более «продвинутых» анализаторов спектра серии RSA5000. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики этих двух серий.

Можно добавить, что благодаря встроенным ЭМИ фильтрам (200 Гц, 9 кГц, 120 кГц, 1 МГц) и квазипиковому детектору, анализаторы спектра Rigol могут использоваться для предварительного тестирования на ЭМС, что является очень важным при разработке новых и отладке

существующих радио- и электронных устройств. Кроме того, предварительное тестирование на ЭМС позволит сократить как временные, так и материальные затраты организации. При этом если уровень помех превышает допустимое значение, то переключение в режим анализатора спектра реального времени позволит детально изучить текущую электромагнитную обстановку и легко обнаружить источник помех. Для тестирования на ЭМС для анализаторов спектра Rigol серий RSA5000 и RSA3000 также подойдет стандартное программное обеспечение Rigol, которое может использоваться и в обычных свипиру-

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛИЗАТОРОВ СПЕКТРА RIGOL СЕРИЙ RSA3000 И RSA5000

Параметр / Серия	RSA3000	RSA5000
Диапазон частот	9 кГц...3,0 ГГц (RSA3030, RSA3030-TG) 9 кГц...4,5 ГГц (RSA3045, RSA3045-TG)	9 кГц...3,2 ГГц (RSA5032, RSA5032-TG) 9 кГц...6,5 ГГц (RSA5065, RSA5065-TG)
Погрешность опорного генератора	1 ppm (опция: 0,1 ppm)	
<b>Режим свипирующего анализатора GPSA</b>		
Фазовый шум (отстройка 10 кГц)	-102 дБн/Гц	-108 дБн /Гц
Полоса RBW	10 Гц...3 МГц 1 Гц...10 МГц (опция)	1 Гц...10 МГц
Полоса видео	1 Гц...10 МГц	1 Гц...10 МГц
ЭМИ фильтры	опция: 200 Гц, 9 кГц, 120 кГц, 1 МГц	штатно: 200 Гц, 9 кГц, 120 кГц, 1 МГц
DANL	без п/у: -141 дБм с п/у (опция): -161 дБм	без п/у: -145 дБм с п/у (опция): -165 дБм
Частотный отклик	0,5 дБ	0,3 дБ
Трекинг-генератор	для моделей с индексом «-TG». Диапазон частот: 100 кГц...макс. полоса анализатора	
<b>Режим анализатора реального времени RTSA</b>		
Полоса анализа в реальном времени	штатно: 10 МГц опция: 25 МГц, 40 МГц	штатно: 25 МГц опция: 40 МГц
Мин. длительность гарантир. захвата	штатно 9,3 мкс опция 7,82 мкс; 7,45 мкс	7,45 мкс
Скорость БПФ	146484 FFT/с	
Визуализация	7 режимов: Normal (Обычный спектр), Density (Спектральная плотность), Spectrogram (Спектрограмма), Power versus Time PvT (Распределение мощности во времени), PVT & Normal, PVT & Spectrogram, Density & Spectrogram	
<b>Общие характеристики</b>		
Интерфейсы	USB-host (4 шт.), USB-device, LAN, HDMI	
Дисплей	10,1", емкостной мультитач, 1024×600	
Габаритные размеры	410×224×135 мм	

ющих анализаторах спектра Rigol серий DSA S1210 EMI PreCompliance совместно с датчиками ближнего поля NFP3.

Анализаторы спектра Rigol серий RSA5000 и RSA3000, аналогично приборам серий DSA, имеют возможность активации опций расширенных измерений, что позволяет расширить область применения этих приборов. Эта опция позволяет выполнять измерения: мощности во

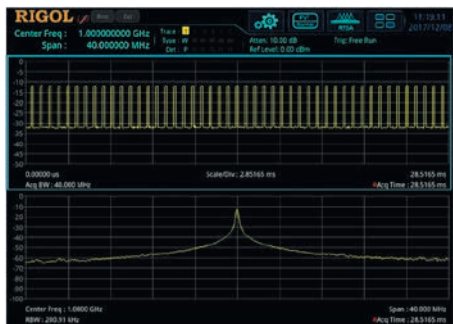


Рис. 8. Режим PVT & Normal



Рис. 9. Режим PVT & Spectrogram

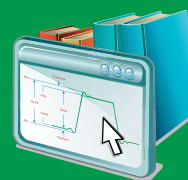
временном интервале, мощности в соседних каналах, мощности в канале, занимаемой полосой частот, полосы излучения, отношения сигнал/шум, гармонических искажений, интермодуляционных искажений третьего порядка и др.

Анализаторы спектра Rigol серий

Квазипиковый детектор — один из видов детектора в анализаторах спектра используемый для испытаний на электромагнитную совместимость (ЭМИ измерения). ЭМИ измерения проводят при помощи пикового детектора и специальных, установленных в анализаторе спектра, фильтров с полосой 9 кГц, 120 кГц, 200 кГц. Эти фильтры называются фильтры ЭМИ или фильтры ПЭМИН.

Особенность квазипикового детектора заключается в том, что он взвешивает видео- и радио- импульсы в зависимости от частоты их повторения, что является способом оценки степени сосредоточенности помех. У квазипикового детектора время заряда гораздо меньше, чем время разряда. По мере возрастания частоты повторения импульсных помех квазипиковому детектору не хватает времени для полного разряда, и в результате напряжение на его выходе начинает возрастать. Для непрерывного сигнала показания пикового и квазипикового детектора совпадают. Квазипиковый детектор реагирует линейным образом на сигналы разной амплитуды. Высокоамплитудные сигналы с низкой частотой повторения могут порождать такое же напряжение на выходе квазипикового детектора, что и сигналы малой амплитуды с высокой частотой повторения.

Энциклопедия измерений, [www.kipis.ru](http://www.kipis.ru)



RSA5000 и RSA3000 с индексами «-TG» могут проводить измерения ряда S11 параметров, например коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН), коэффициента обратных потерь и коэффициента отражения. Эти модели имеют встроенный трекинг-генератор (следящий генератор).

В заключении стоит также отметить, что введенные США и ЕС санкции ограни-

чили поставки продукции американских и европейских компаний, производящих измерительную технику в Россию. Санкции были наложены на предприятия оборонного и нефтегазового комплекса страны, на ряд энергетических предприятий, на организации, связанные с высокими технологиями, электроникой и микроэлектроникой, а также на все компании, которые расположены в Крыму.

Анализаторы спектра реального времени Rigol являются возможной заменой измерительного оборудования мирового класса, попавшего под санкции. Они реализуют основные технические параметры заменяемых моделей, а иногда и превышают их, оставаясь по цене заметно ниже своих американских или европейских аналогов. Они с легкостью могут использоваться и в военной сфере, и в сфере безопасности для поиска несанкционированных источников сигналов.

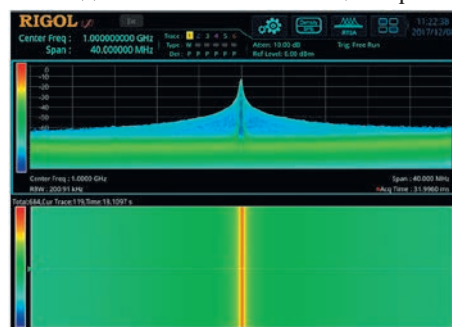


Рис. 10. Режим Density & Spectrogram

Кoeffициент стоячей волны по напряжению — это отношение наибольшего вдоль линии значения амплитуды напряжения к наименьшему.

Кoeffициент стоячей волны по напряжению вычисляется по формуле  $K_{СВН} = (U_1 + U_2) / (U_1 - U_2)$ , где  $U_1$  и  $U_2$  — амплитуды падающей и отражённой волн соответственно. В идеальном случае  $K_{СВН} = 1$ , это означает, что отраженная волна отсутствует. При появлении отраженной волны КСВН возрастает в прямой зависимости от степени рассогласования тракта и нагрузки. Допустимые значения КСВН на рабочей частоте или в полосе частот для различных устройств регламентируются в технических условиях и ГОСТах. Обычно приемлемые значения коэффициента лежат в пределах от 1,1 до 2,0.

Измеряют КСВН, например, с помощью включённых в тракт в противоположном направлении двух направленных ответвителей. В космической технике КСВН измеряется встроенными в волноводные тракты датчиками КСВ. Современные анализаторы цепей также имеют встроенные датчики КСВН.

При проведении измерений КСВН необходимо учитывать, что затухание сигнала в кабеле приводит к погрешности измерений. Это объясняется тем, что как падающая, так и отраженная волны испытывают затухание. В таких случаях КСВН рассчитывается по формуле  $K_{СВН} = (U_1 + K \cdot U_2) / (U_1 - K \cdot U_2)$ , где  $K$  — коэффициент ослабления отраженной волны, который вычисляется следующим образом:  $K = 2BL$ , здесь  $B$  — удельное затухание, дБ/м;  $L$  — длина кабеля, м; а множитель 2 учитывает тот факт, что сигнал испытывает ослабление при передаче от источника СВЧ сигнала к антенне и на обратном пути.

Энциклопедия измерений, [www.kipis.ru](http://www.kipis.ru)



*Development of telecommunication technologies, new standards of wireless data transmission and their continuous improvement require new devices use to analyze radio-frequency spectrum since ordinary swept-type spectrum analyzers are no longer suitable to solve the whole complex of tasks. Signals become increasingly complicated with jumps from one frequency to another, electromagnetic environment keeps on deteriorating, and the possibility of signal omission or its incorrect analysis is very high. In this case the best solution would be to use a real-time spectrum analyzer.*

*Rigol Technologies, Inc. announced a new series of real-time spectrum analyzers RSA3000. The new series includes 4 models: with maximum 3.0 GHz frequency (RSA3030 and RSA3030-TG) and 4.5 GHz (RSA3045 and RSA3045-TG). Similar to RSA5000 the new series uses innovative UltraReal technology which allows real-time capture of signals with 9.3 μs minimum duration (7.45 μs as an option) in up to 10 MHz band (40 MHz as an option).*