

# Анализатор источников сигнала FSWP



Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81

Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16

Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

<https://rohdeschwarz.nt-rt.ru> || [rwz@nt-rt.ru](mailto:rwz@nt-rt.ru)

# КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Анализатор фазовых шумов и тестер ГУН R&S®FSWP отличается очень высокой чувствительностью благодаря внутренним источникам со сверхнизким уровнем шума и кросс-корреляционной обработке. В результате измерение даже таких высокостабильных источников, которые используются в радиолокационных системах, занимает считанные секунды. Дополнительные опции, например, опция импульсных измерений, измерения остаточного фазового шума (в том числе в импульсном режиме) и встроенные функции анализатора спектра и сигналов высшего класса делают этот прибор уникальным измерительным решением.



Анализатор фазового шума и тестер ГУН R&S®FSWP представляет собой оптимальное контрольно-измерительное решение для радиолокационных применений, а также для разработки и производства синтезаторов частот, термостатированных кварцевых генераторов (ОСХО), генераторов с диэлектрическим резонатором (DRO) и генераторов, управляемых напряжением (ГУН). Прибор легко настраивается под требования конкретного приложения. Встроенный малошумящий гетеродин прибора без каких-либо дополнительных опций позволяет измерять параметры большинства имеющихся на рынке синтезаторов и генераторов частот.

Для задач с высочайшими требованиями к чувствительности и точности анализатор R&S®FSWP может быть оснащен вторым приемным трактом, позволяющим проводить кросс-корреляционную обработку и увеличивать чувствительность до 25 дБ (в зависимости от числа корреляций). Превосходные встроенные источники анализатора и почти полностью цифровая архитектура делают его более быстрым прибором, чем тестовые системы, которые выполняют оцифровку сигнала после фазового детектора.

Анализатор R&S®FSWP обеспечивает измерение фазового шума импульсных источников и остаточного фазового шума отдельных (также импульсных) компонентов одним нажатием кнопки. При этом поддерживается возможность использования как внутреннего, так и внешнего источника, если, например, у пользователя имеется собственный высококачественный генератор. Ранее такие возможности были доступны только в сложных дорогостоящих системах с использованием внешних источников сигнала, делителей и фазовращателей.

Прибор R&S®FSWP не только измеряет фазовый шум, но и обладает всеми функциональными возможностями анализатора спектра и сигналов. Анализатор спектра помогает определять, например, наличие требуемого сигнала.

Анализатор R&S®FSWP представляет собой комплексное решение, поэтому пользователи могут легко переключаться между различными каналами измерений. Не составит никаких проблем быстро взглянуть на спектр сигнала, а затем перейти к измерению фазового шума.

## Ключевые факты

- ▶ Диапазон частот от 1 МГц до 8/26,5/50 ГГц, до 500 ГГц с внешними смесителями гармоник
- ▶ Высокая чувствительность при измерениях фазового шума за счет применения кросс-корреляционного метода и внутренних опорных источников со сверхнизким уровнем шума
  - Тип. –172 дБн (1 Гц) при несущей частоте 1 ГГц и отстройке 10 кГц
  - Тип. –158 дБн (1 Гц) при несущей частоте 10 ГГц и отстройке 10 кГц
- ▶ Одновременное измерение параметров амплитудного и фазового шума
- ▶ Измерение фазового шума импульсных источников одним нажатием кнопки
- ▶ Внутренний источник для измерения остаточного фазового шума, в том числе в импульсном режиме
- ▶ Анализатор спектра, сигналов и фазового шума в одном устройстве
  - Высококласный анализатор спектра и сигналов, диапазон частот от 10 Гц до 8/26,5/50 ГГц
  - Широкий динамический диапазон за счет низкого среднего уровня собственных шумов (DANL) –156 дБмВт (1 Гц) (без шумоподавления) и высокого типичного значения точки TOI 25 дБмВт
  - Ширина полосы анализа сигналов 320 МГц
  - Общая погрешность измерения:
    - < 0,2 дБ до 3,6 ГГц, < 0,3 дБ до 8 ГГц
  - Управление с помощью сенсорного экрана
  - Большой 12,1-дюймовый дисплей для одновременного просмотра нескольких измерительных окон
  - Множество измерительных задач может выполняться и отображаться параллельно
- ▶ Высокая скорость измерений
- ▶ Малошумящие внутренние источники постоянного тока для определения характеристик ГУН
- ▶ Автоматическое определение характеристик ГУН
- ▶ Анализ скачков (переходов) частоты шириной до 8 ГГц
- ▶ Измерение дисперсии Аллана



# ПРЕИМУЩЕСТВА И КЛЮЧЕВЫЕ ФУНКЦИИ

## Высокая скорость измерений

- ▶ Идеален для производственного применения
- ▶ Ускоренная разработка
- ▶ [страница 6](#)

## Измерение фазового и амплитудного шума с высокой чувствительностью

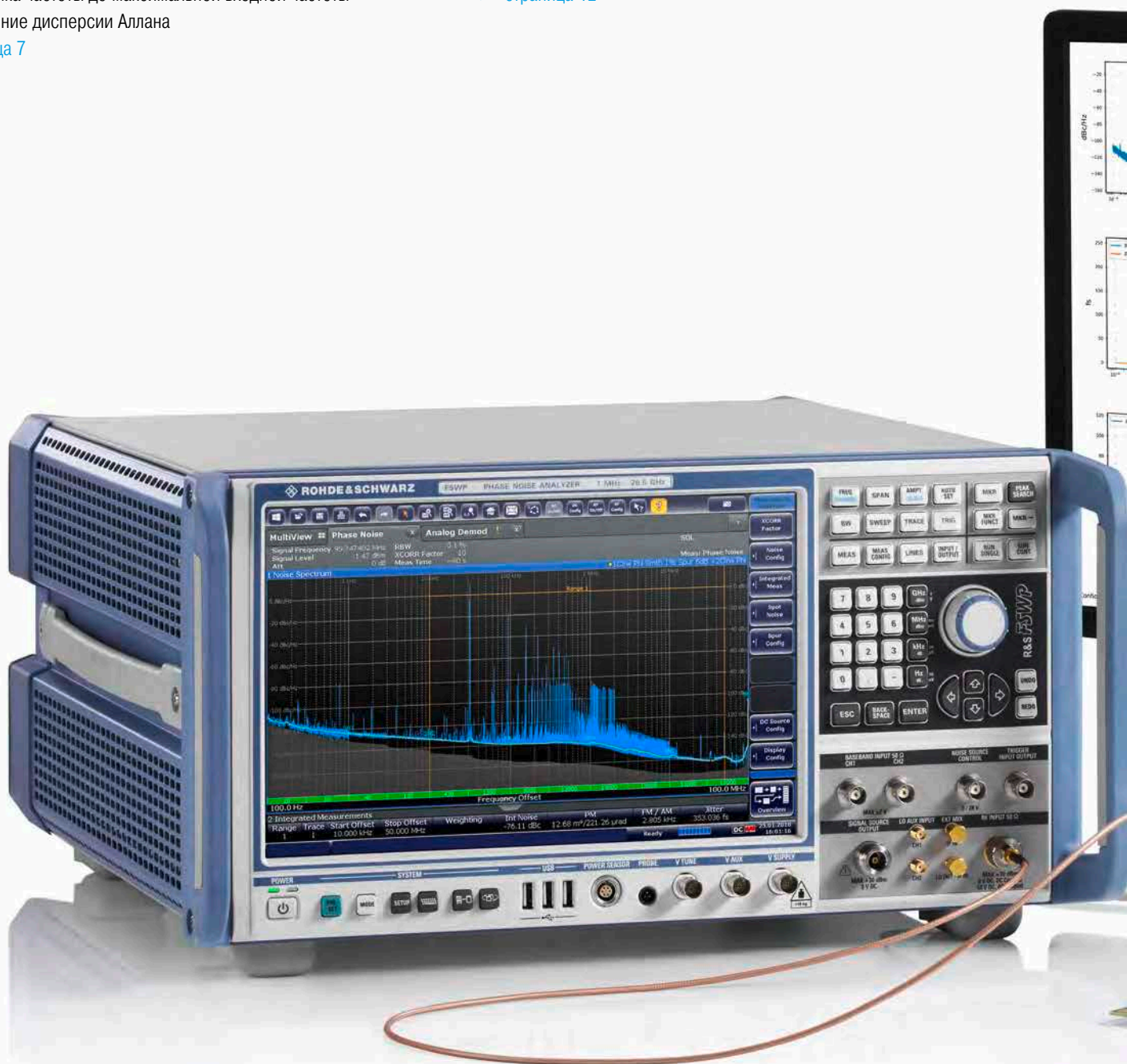
- ▶ Сверхнизкий фазовый шум внутренних источников
- ▶ Кросс-корреляционная обработка для повышения чувствительности к фазовому шуму
- ▶ Измерение амплитудного шума с более высокой точностью, чем при использовании диодных детекторов
- ▶ Оценка повышения чувствительности в зависимости от количества кросс-корреляций
- ▶ Отстройка частоты до максимальной входной частоты
- ▶ Измерение дисперсии Аллана
- ▶ [страница 7](#)

## Измерение фазового шума импульсных источников одним нажатием кнопки

- ▶ Простая измерительная установка
- ▶ Высокая чувствительность несмотря на десенсibilизацию
- ▶ Автоматическое измерение параметров импульсов
- ▶ [страница 10](#)

## Внутренний источник для измерения остаточного фазового шума, в том числе в импульсном режиме

- ▶ Простое и быстрое измерение
- ▶ Повышение чувствительности за счет кросс-корреляции
- ▶ Остаточный фазовый шум в импульсном режиме
- ▶ Дополнительные входы для внешнего источника
- ▶ Измерение стабильности амплитуды и фазы импульсных сигналов
- ▶ [страница 12](#)



## Анализатор спектра, сигналов и фазовых шумов до 50 ГГц в одном устройстве

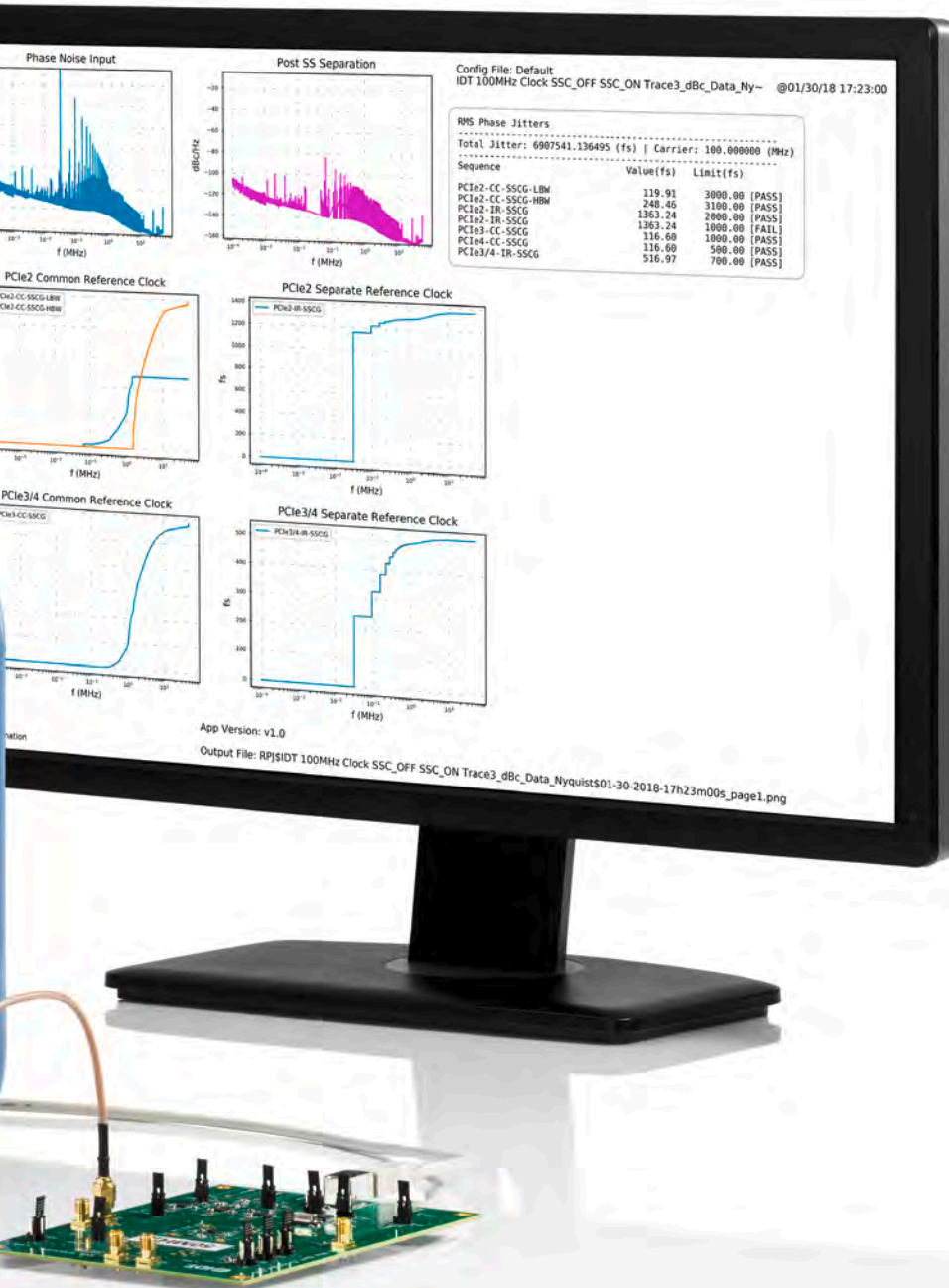
- ▶ Простая и оптимальная по затратам измерительная установка
- ▶ Выгодное вложение
- ▶ Высококлассный анализатор спектра и сигналов
- ▶ [страница 14](#)

## Малозащумящие внутренние источники постоянного тока для определения характеристик ГУН

- ▶ Полное определение характеристик ГУН
- ▶ Измерение высших гармоник
- ▶ Зависимость фазового шума от управляющего напряжения
- ▶ [страница 16](#)

## Измерение переходов или скачков частоты (анализ переходных процессов)

- ▶ Полоса пропускания до 8 ГГц для анализа частоты и фазы
- ▶ Запуск по девиации фазы или частоты
- ▶ Анализ линейности ЛЧМ-сигналов
- ▶ Автоматическое измерение времени установления
- ▶ [страница 18](#)



# ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

## Идеален для производственного применения

Сочетание быстродействующего процессора и специализированных ПЛИС в анализаторе фазового шума R&S®FSWP обеспечивает мгновенную обработку данных. Время измерения определяется исключительно физическим временем, необходимым на регистрацию данных. Демодуляция сигналов и корреляция различных измерительных последовательностей не отнимают дополнительного времени. Применение высококачественных внутренних источников снижает количество требуемых корреляций для измерения фазового шума, эффективно уменьшая время регистрации данных.

Быстродействие — критически важный фактор, особенно при применении на производстве. Обладая более чем на 10 дБ лучшей чувствительностью в сравнении со схожими системами, внутренним источникам прибора R&S®FSWP нужно в сотни раз меньшее количество корреляций, чтобы измерить такие высокочувствительные генераторы, как DRO и ОСХО. Это значительно экономит время и увеличивает производительность, особенно при работе вблизи несущей, когда регистрация данных является определяющим фактором для времени измерения.

## Ускоренная разработка

Сокращение времени измерения также ускоряет процесс разработки изделий. Анализатору R&S®FSWP достаточно всего лишь нескольких минут, чтобы отобразить кривую фазового шума генераторов высшего класса — измерение, которое в прошлом занимало несколько часов.

Разработка и оптимизация источников сигналов становится существенно проще и быстрее, ведь для того, чтобы измерить влияние схемных модификаций (например, добавления новых конденсаторов или резисторов в цепь ОСХО-генератора), достаточно лишь нескольких минут.

R&S®FSWP: вид сзади



# ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗОВОГО И АМПЛИТУДНОГО ШУМА С ВЫСОКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ

## Сверхнизкий фазовый шум внутренних источников

До настоящего момента высокоточные системы для измерения фазового шума требовали в качестве опорных источников дорогостоящие внешние генераторы сигналов. Качество таких генераторов или внешних источников было ограничено чувствительностью измерений фазового шума. Анализатору R&S®FSWP не нужны внешние опорные источники. Его внутренние гетеродинные источники превосходят практически любой генератор, имеющийся на рынке, если речь идет об измерении фазового шума. В приведенной ниже таблице показаны типичные характеристики внутреннего источника на частоте 1 ГГц. При необходимости дополнительного улучшения чувствительности может применяться кросс-корреляционная обработка, повышающая чувствительность на 25 дБ.

## Кросс-корреляционная обработка для повышения чувствительности к фазовому шуму

Для измерения источников сигнала, характеризующихся сверхнизким уровнем фазового шума, анализатор R&S®FSWP может быть оснащен вторым гетеродином (опция R&S®FSWP-B60 или R&S®FSWP-B61), который позволяет осуществить кросс-корреляционную обработку. Благодаря этому чувствительность может быть повышена максимум на 25 дБ, в зависимости от количества используемых корреляций. Ожидаемое улучшение описывается выражением:

$$\Delta L = 5 \cdot \log(n)$$

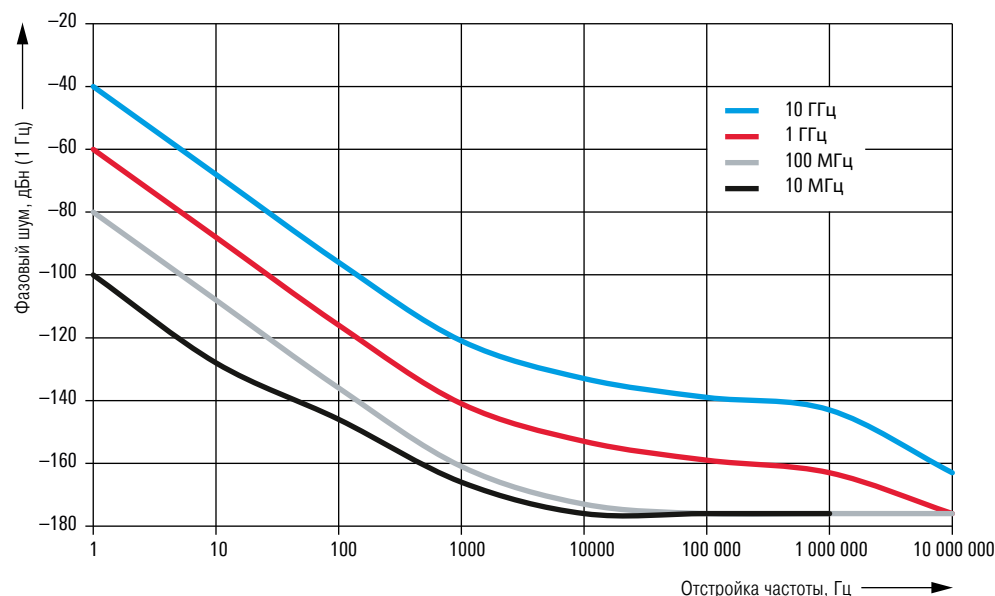
$\Delta L$  — улучшение чувствительности к фазовому шуму за счет кросс-корреляции (в дБ)  
 $n$  — количество корреляций/усреднений

Увеличение количества корреляций в 10 раз понижает фазовый шум прибора R&S®FSWP на 5 дБ. Благодаря малому шуму внутренних источников анализатора для измерения высокочастотного генератора зачастую достаточно всего лишь нескольких корреляций. Пользователи быстрее получают надежные результаты, сокращая время на разработку и производство изделий.

## Типичные значения фазового шума внутреннего гетеродина

	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
1 ГГц	-60 дБн	-88 дБн	-116 дБн	-141 дБн	-153 дБн	-159 дБн	-163 дБн	-176 дБн

## Фазовый шум внутреннего гетеродина на различных частотах





## Измерение амплитудного шума с более высокой точностью, чем при использовании диодных детекторов

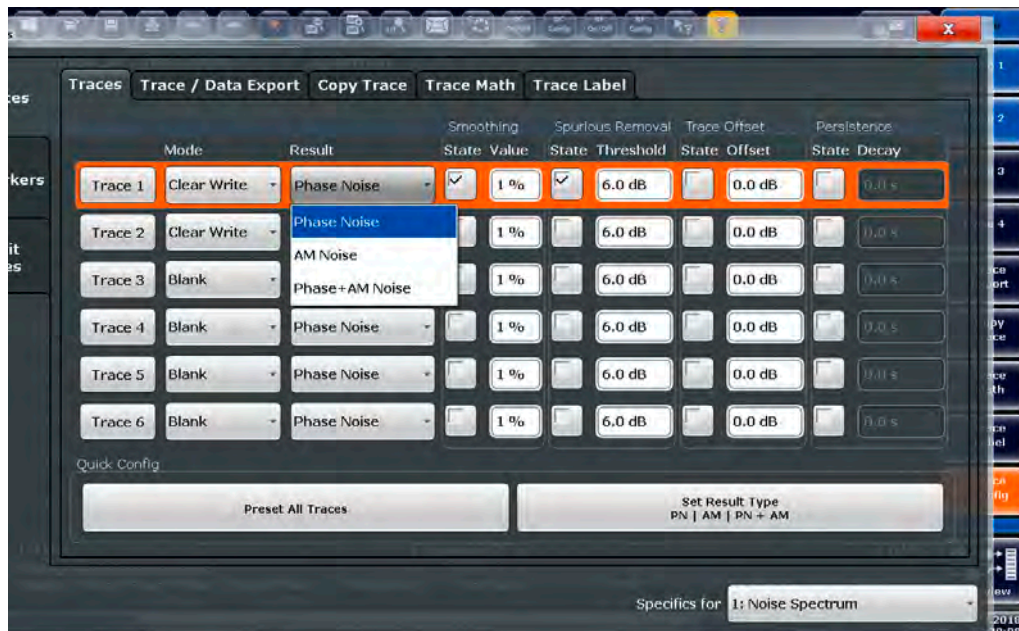
Анализатор R&S®FSWP измеряет как фазовый, так и амплитудный шум. Результаты обоих измерений могут одновременно отображаться на одной диаграмме или в отдельных окнах. Высокоточные источники прибора R&S®FSWP в сочетании с кросс-корреляционной обработкой позволяют получить более высокую точность, чем при измерениях с помощью диодных детекторов, обеспечивая до 20 дБ лучшую чувствительность.

## Оценка повышения чувствительности в зависимости от количества кросс-корреляций

Зачастую пользователи не знают, сколько потребуется корреляций для измерения источника сигнала. Для определения необходимого количества корреляций на дисплее (под измеренной кривой) отображается серая область, показывающая достижимый уровень чувствительности для отдельного измерения при выбранном количестве корреляций. Процесс корреляции может быть остановлен прибором автоматически, если увеличение числа корреляций не приводит к улучшению чувствительности.



Анализатор R&S®FSWP способен одновременно измерять фазовый и амплитудный шум. Результаты измерений могут отображаться в отдельных окнах или совместно в одном окне (серая область: улучшенная корреляция прибора R&S®FSWP, зеленая кривая: амплитудный шум, желтая кривая: фазовый шум.).



В меню настроек кривой пользователи могут назначать кривые для измерений фазового и/или амплитудного шума. Они также могут настроить режимы удаления паразитных сигналов, сглаживание кривых или отображение кривых в режиме послесвечения.



Пользователи могут без труда настроить прибор под свои конкретные требования. Во многих применениях (например, на производстве) высокая чувствительность не требуется. Второй гетеродин или функции анализатора спектра и сигналов нужны не всегда. Эти функции можно легко добавить в случае возрастания измерительных требований, например для измерения высокоточных кварцевых генераторов.

### Отстройка частоты до максимальной входной частоты

Анализатор R&S®FSWP позволяет проводить измерения фазового шума с отстройкой частоты в диапазоне от 1 мГц. Максимальная отстройка ограничена только входной частотой прибора, обеспечивающего одновременное отображение амплитудного и фазового шума вплоть до отстроек 30 МГц. Несмотря на такой широкий интервал частот, ограничения динамического диапазона не происходит, поскольку возможности быстрой частотной обработки прибора R&S®FSWP позволяют последовательно перекрыть весь диапазон измерения.

### Измерение дисперсии Аллана

Чтобы охарактеризовать стабильность частоты генераторов, частота измеряется во временной области через фиксированные интервалы времени, и определяется отклонение/дисперсия измерения, которая носит название дисперсии Аллана. Вместо вывода в виде отдельного значения, этот параметр обычно отображается во времени, что особенно важно для характеристики высокостабильных источников, таких как источники, используемые в спутниковых навигационных системах.

Долговременная стабильность частоты в течение нескольких тысяч секунд также может быть рассчитана по фазовому шуму вблизи от несущей. Анализатор R&S®FSWP отображает дисперсию Аллана с временем до 1 млн секунд (минимальная отстройка: 1 мГц). В отличие от предыдущего метода, данный метод позволяет легко подавлять нежелательные побочные эффекты, которые проявляются в виде паразитных излучений в спектре фазового шума. При этом могут быть легко подавлены даже кратковременные помехи, вызванные фазовым шумом внутренних источников прибора.

Анализатор R&S®FSWP вычисляет вариацию Аллана по результатам измерения фазового шума (верхнее окно).

Например, диапазон смещений от 100 мГц до 30 МГц во временной области соответствует интервалу от 33 нс до 10 с.



# ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗОВОГО ШУМА ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОДНИМ НАЖАТИЕМ КНОПКИ

## Простая измерительная установка

До настоящего времени измерение фазового шума импульсных источников, используемых, например, в радиолокации, требовало чрезвычайно дорогих и сложных измерительных систем. Для достижения стабильных результатов измерений требовалась точная информация о параметрах импульса и огромное терпение.

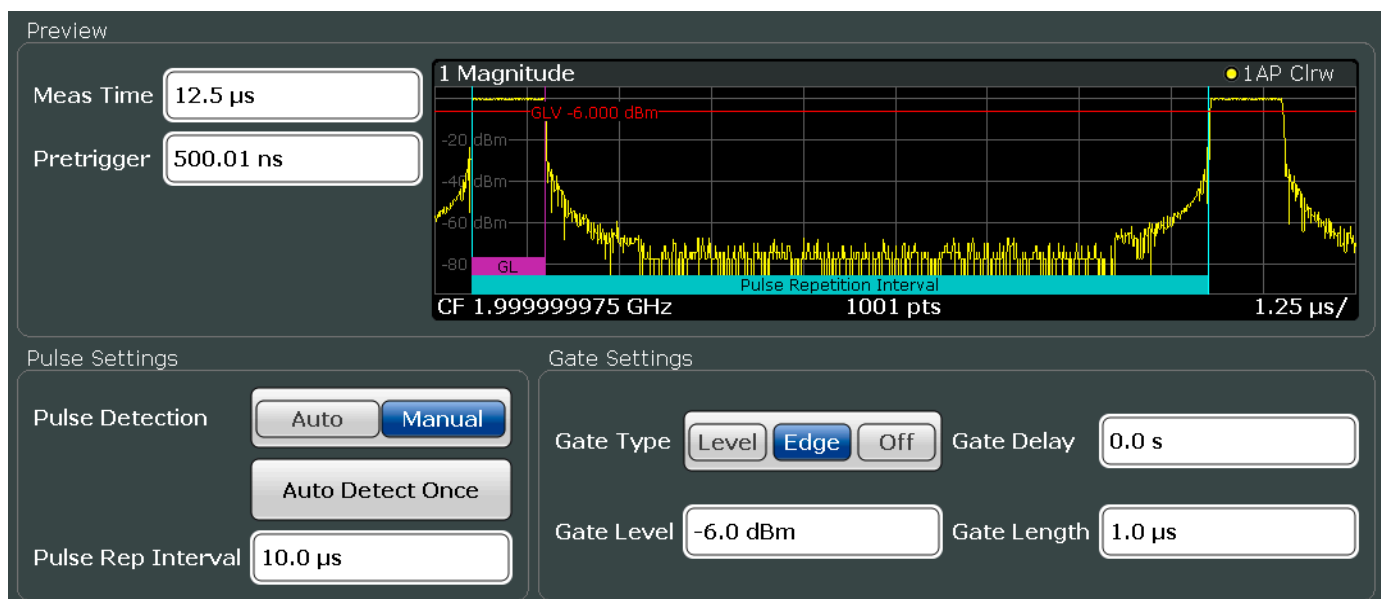
При оснащении прибора R&S®FSWP опцией R&S®FSWP-K4 он выполняет эти измерения одним нажатием кнопки. Анализатор R&S®FSWP регистрирует сигнал и вычисляет параметры импульса. Затем сигнал демодулируется, и на экран выводятся результаты измерений фазового и амплитудного шумов. Получение стабильных результатов практически не отнимает времени.

Все результаты могут быть получены одним нажатием кнопки, позволяя пользователям сфокусироваться на оптимизации своих схемных решений.

## Высокая чувствительность несмотря на десенсбилизацию

Кросс-корреляционная обработка и функция определения измерительного порта (стробирование) может использоваться в анализаторе R&S®FSWP для измерения импульсных источников, тем самым компенсируя десенсбилизацию, обусловленную низким средним уровнем сигнала из-за длительных интервалов отсутствия импульсов. В результате R&S®FSWP способен достигать широкого динамического диапазона даже для измерений фазового шума импульсных сигналов.

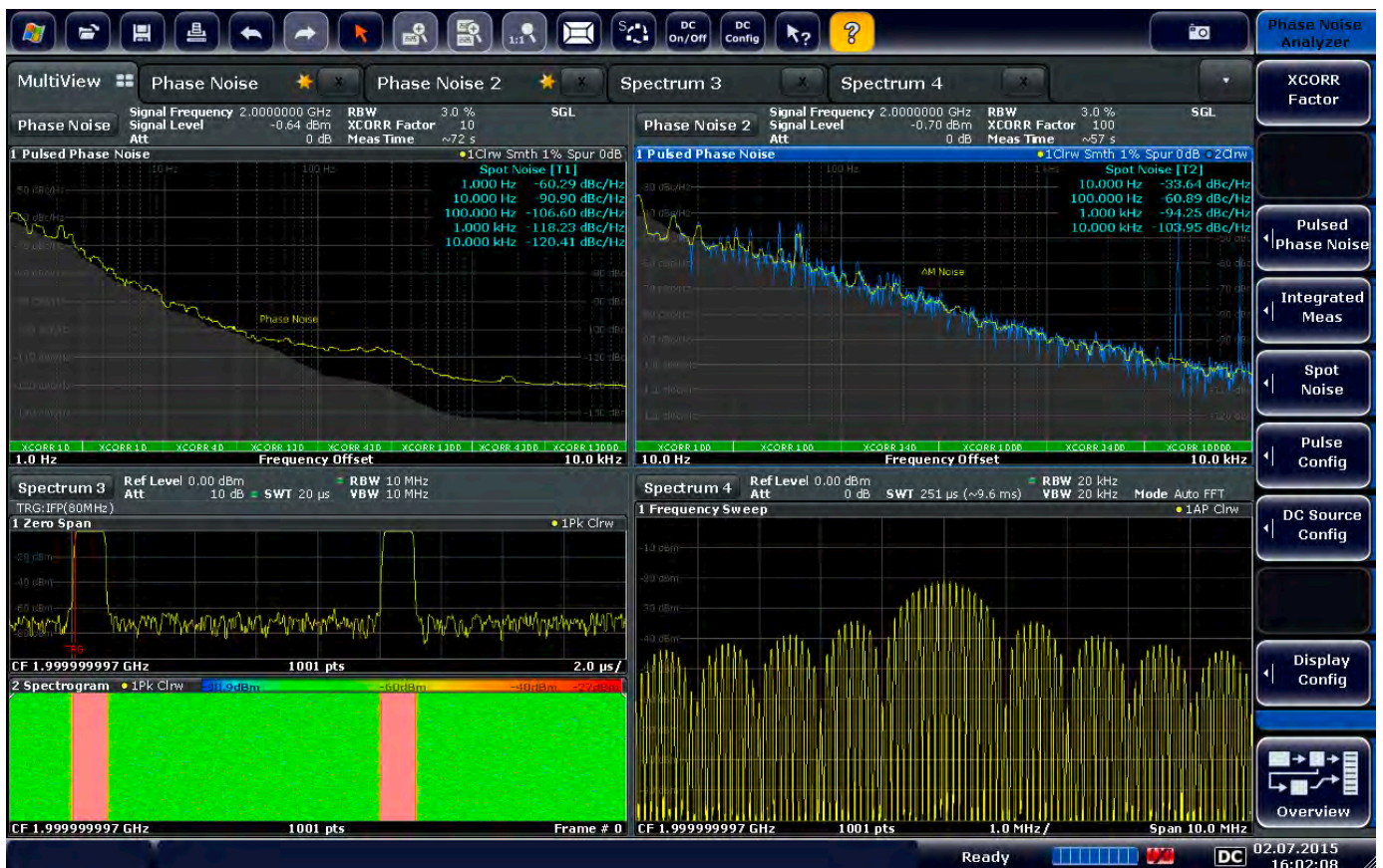
Прибор автоматически измеряет параметры импульса; пользователь имеет возможность задать параметры стробирования



## Автоматическое измерение параметров импульсов

Так же как в специализированных приложениях для измерения параметров импульса (R&S®FSW-K6/R&S®FSWP-K6), прибор R&S®FSWP с опцией R&S®FSW-K4 автоматически определяет все параметры (частоту повторения и длительность), которые важны при измерениях фазового шума источников импульсов. Пользователи могут не волноваться по поводу правильной настройки этих параметров. Тем не менее, у них есть возможность задать строб, например, для подавления переходных процессов. Пользователи избавлены от необходимости проведения последующих исправлений, сдвига кривой или ручного ограничения доступного диапазона отстроек.

Измерение импульсного сигнала во временной и частотной областях с помощью функции анализатора спектра. В верхнем левом окне показан уровень фазового шума импульсного источника вплоть до отстройки частоты, равной половине частоты повторения импульсов. Амплитудный шум показан в верхнем правом окне.





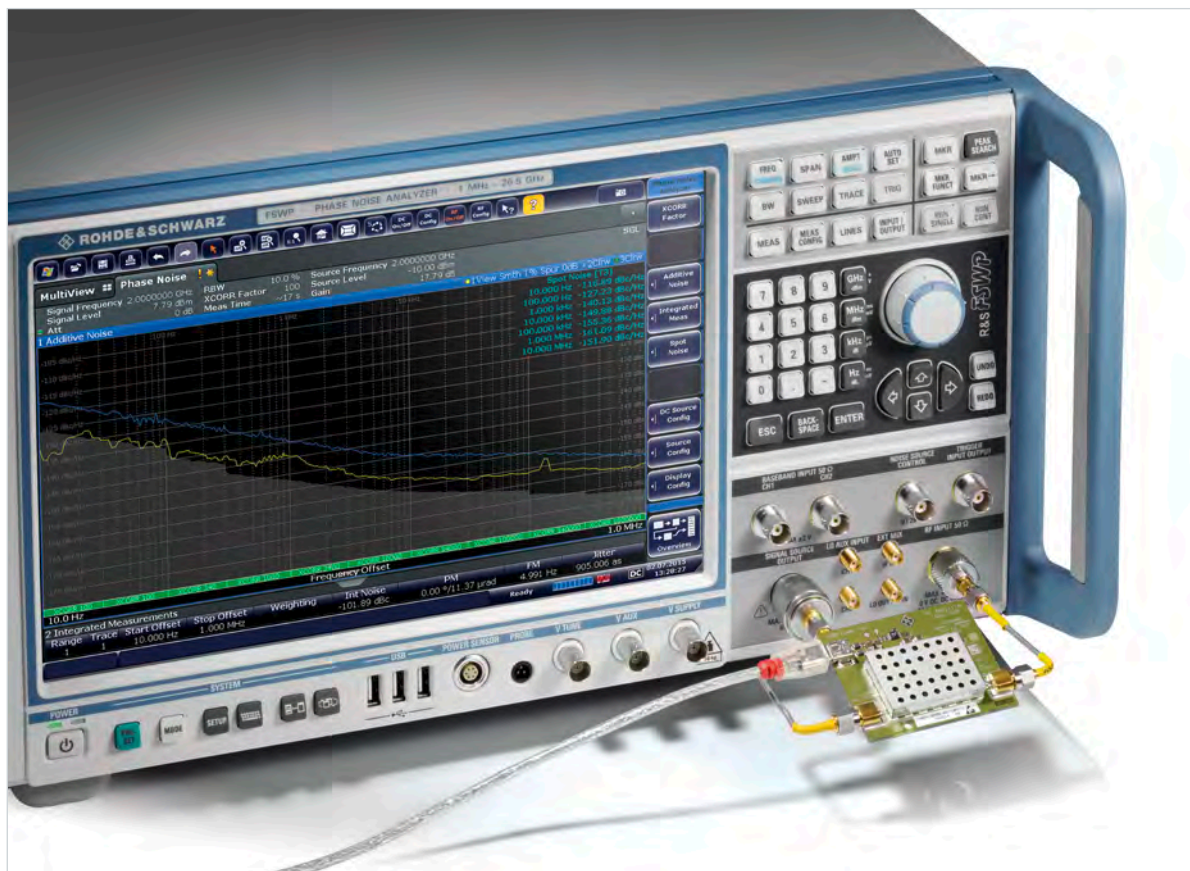
# ВНУТРЕННИЙ ИСТОЧНИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО ФАЗОВОГО ШУМА, В ТОМ ЧИСЛЕ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ

## Простое и быстрое измерение

Анализатор R&S®FSWP может содержать внутренний источник сигналов (опция R&S®FSWP-B64) для измерения остаточного фазового шума. Эта опция позволяет пользователям задействовать дополнительные входы для выполнения указанных измерений с использованием внешних источников, например для сравнения результатов с теми, которые были получены на других измерительных установках. Усилители, удвоители, делители и прочие двухпортовые (четырёхполосные) компоненты являются источниками остаточного фазового шума, даже если они не формируют сигнал. Например, при разработке высокочастотных радиолокационных систем требуется знать, какой уровень фазового шума наряду с гетеродином вносят в сигнальный тракт эти отдельные компоненты. Только тогда возможно разработать передатчики со сверхнизким уровнем шума.

Ранее для измерения этих параметров использовались сложные установки с внешними высококачественными источниками сигналов, делителями и фазовращателями. Измерение было чрезвычайно подвержено влиянию электромагнитных помех и вибрации. При работе с прибором R&S®FSWP пользователи просто подключают внутренний источник сигналов ко входу испытуемого устройства (ИУ), а выход ИУ — ко входу прибора. После этого измерение остаточного фазового шума ИУ выполняется нажатием одной кнопки.

Типичная установка для измерения остаточного фазового шума усилителя и отображения результирующей кривой



## Повышение чувствительности за счет кросс-корреляции

Кросс-корреляционная обработка может применяться в анализаторе R&S®FSWP и для этого режима измерений. Два тракта преобразования измеренного сигнала используются, чтобы подавить остаточный фазовый шум внутренних преобразователей частоты. Такой подход обеспечивает значительно лучшую чувствительность, чем при измерениях на базе ФАПЧ, и позволяет разрабатывать передатчики с еще более низким уровнем шума, например, с целью улучшения разрешающей способности РЛС по дальности и времени.

## Остаточный фазовый шум в импульсном режиме

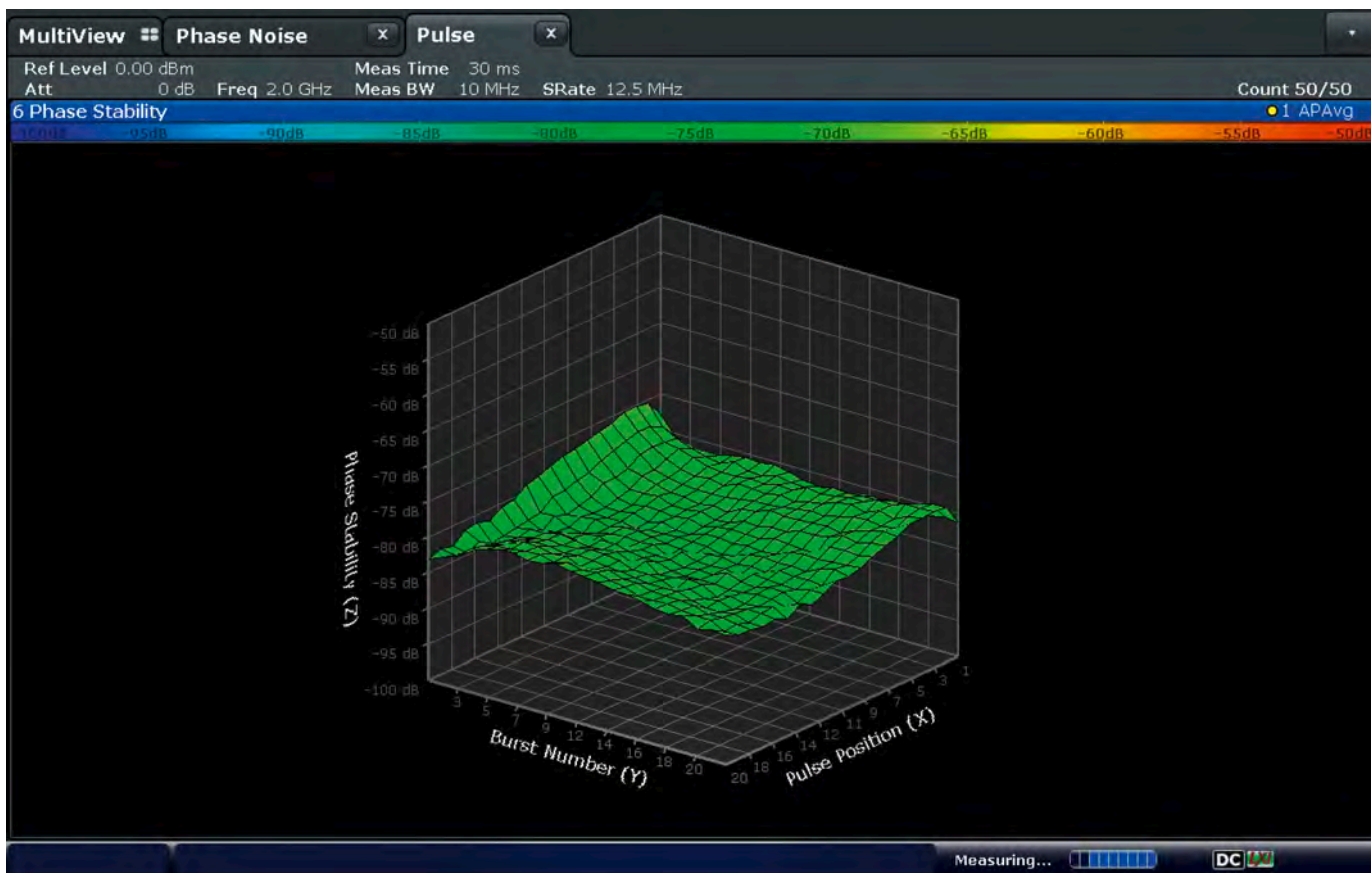
Прибор R&S®FSWP, оснащенный опцией R&S®FSWP-K4, способен измерять остаточный фазовый шум в импульсном режиме.

Для определения характеристик и оптимизации компонентов, применяемых в передатчике РЛС, такие компоненты должны быть испытаны в реальных условиях работы в импульсном режиме. Характеристики усилителей в импульсном режиме сильно отличаются от характеристик в режиме непрерывных колебаний. Ранее такое измерение было возможно только в сложных измерительных установках, а анализатор R&S®FSWP выполняет его по нажатию одной кнопки.

## Измерение стабильности амплитуды и фазы импульсных сигналов

В радиолокационных задачах по обнаружению движущихся объектов фаза и амплитуда импульсов должны быть очень стабильными. Это единственный способ четко отличать интересные объекты от нежелательных отражений. Основными источниками нестабильности являются генераторы и усилители сигналов. Анализатор R&S®FSWP, оснащенный опциями R&S®FSWP-K6 и R&S®FSWP-K6P, способен измерить и отобразить эти нестабильности. При наличии внутреннего источника (R&S®FSWP-B64) прибор может даже выполнять остаточные измерения стабильности импульсов на усилителях, кабелях и других двухпортовых компонентах. Анализатор R&S®FSWP достигает уровня чувствительности, достигнутого ранее только несколькими очень дорогостоящими и сложными измерительными системами. Трехмерный график показывает стабильность фазы и амплитуды отдельных импульсов и различных последовательностей импульсов (пакетов) и обеспечивает еще более точное представление.

Трехмерный график стабильности фазы импульсов в различных импульсных последовательностях (пакетах)



# АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА, СИГНАЛОВ И ФАЗОВЫХ ШУМОВ ДО 50 ГГц В ОДНОМ УСТРОЙСТВЕ

## Простая и оптимальная по затратам измерительная установка

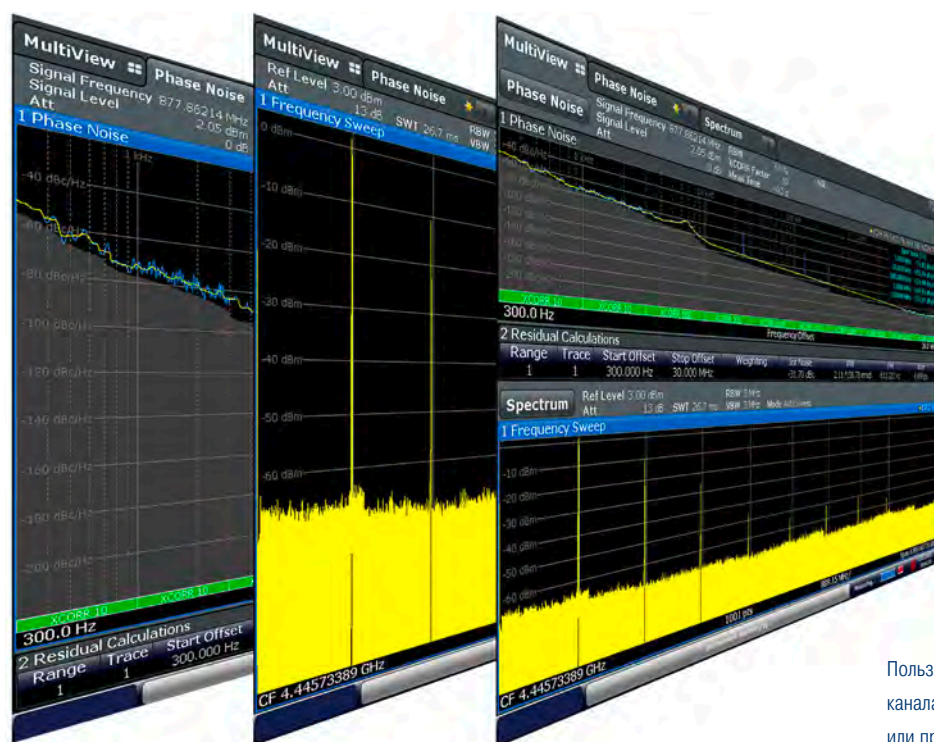
Большинство анализаторов фазового шума регистрируют шум на выходе фазового детектора, а затем преобразуют его в частотную область. Несущая измеряемого сигнала становится не видна. Пользователи не могут достоверно оценить, на какой частоте ведется измерение: на правильной или на частоте нежелательного паразитного сигнала. Так же сложно сделать вывод о том, что является причиной получения некорректного результата: нестабильность несущей, слишком быстрый ее дрейф или слишком большая разница между измеряемым сигналом и опорным источником. Для ответа на эти вопросы, а также для изучения уровня гармоник и паразитных излучений необходим анализатор спектра.

Анализатор фазового шума R&S®FSWP можно легко модернизировать до функционала полноценного анализатора спектра и сигналов, добавив в него опцию R&S®FSWP-B1. При этом пользователи получают возможность контролировать сигнал в различных измерительных приложениях и быстро и эффективно запускать различные измерения без использования дополнительных периферийных устройств и усложняющих рабочий процесс кабелей. Такие функциональные возможности определенно будут полезны и в автоматизированных испытательных системах.

## Выгодное вложение

Зачастую лабораторных приложений недостаточно, чтобы оправдать покупку только анализатора фазового шума. Расширение функциональных возможностей R&S®FSWP путем установки встроенного анализатора спектра и сигналов обеспечит чрезвычайно высокий коэффициент его использования, поскольку теперь он может применяться для всех спектральных измерений, которые выполняются в лаборатории намного чаще. Простой прибор будет практически исключен — налицо надежное вложение капитала.

Производители автоматизированных испытательных систем также экономят пространство и средства, т.к. не нужно покупать дополнительный анализатор спектра.



Пользователи могут переключаться между измерительными каналами анализатора спектра и анализатора фазового шума или просматривать оба канала одновременно



## Высокоточный анализатор спектра и сигналов

Встроенный анализатор спектра и сигналов базируется на приборе с уникальными радиотехническими характеристиками и высокой чувствительностью R&S®FSW. Низкий уровень фазового шума анализатора позволяет проводить высокоточный анализ модуляции, измерять мощность в соседнем канале с широким динамическим диапазоном и измерять побочные излучения даже в непосредственной близости от несущей. Внутренний предусилитель понижает средний уровень собственного шума (DANL) до значений ниже -165 дБмВт (1 Гц). Дополнительное подавление шума позволяет довести DANL до теоретического предела -174 дБмВт (1 Гц). При этом измерение паразитных излучений выполняется очень быстро, так как прибор R&S®FSWP выполняет измерения с более широкой полосой разрешения в сравнении с менее чувствительными анализаторами спектра.

Высокое значение точки пересечения третьего порядка (TOI), составляющее около 25 дБмВт, обеспечивает широкий динамический диапазон, позволяя пользователям измерять слабые входные сигналы в присутствии входных сигналов с высокой амплитудой и определять коэффициент подавления соседнего канала для широкополосных модулированных сигналов.

При работе в качестве анализатора сигналов (опция R&S®FSWP-B1) в приборе R&S®FSWP используется полоса анализа до 320 МГц (опция R&S®FSWP-B320) и предоставляется доступ к внутренним опциям, рассчитанным на анализ I/Q-данных. Это позволяет, например, проводить автоматический анализ импульсов (опция R&S®FSWP-K6). Анализатор R&S®FSWP записывает данные в широкой полосе и вы-

числяет такие параметры импульса, как длительность, время нарастания или частота повторения одним нажатием кнопки. Анализ сигналов с цифровой модуляцией может выполняться с помощью внутренней функции векторного анализа сигналов (опция R&S®FSWP-K70). Для сигналов с аналоговой модуляцией доступна опция R&S®FSWP-K7. Пользователи также могут загрузить I/Q-данные в компьютер и провести свой собственный анализ.

## Ключевые особенности

- ▶ Широкий динамический диапазон за счет низкого уровня шума -156 дБмВт (1 Гц) (без подавления шума и предусилителя) и высокое тип. значение TOI 25 дБмВт
- ▶ Общая погрешность измерения:  
< 0,2 дБ до 3,6 ГГц, < 0,3 дБ до 8 ГГц
- ▶ Фазовый шум: -140 дБн (1 Гц) на частоте 1 ГГц (отстройка 100 кГц)
- ▶ Ширина полосы анализа сигналов 320 МГц
- ▶ Измерительные приложения, доступные в виде опций
  - Импульсные измерения (R&S®FSWP-K6/K6S/K6P)
  - Векторный анализ сигналов, для анализа одиночных несущих с цифровой модуляцией (R&S®FSWP-K70)
  - Анализ одиночных несущих с аналоговой модуляцией (AM, ЧМ, ФМ) (R&S®FSWP-K7)
  - Измерение коэффициента шума (R&S®FSWP-K30)
  - Обнаружение и отображение низкоуровневых паразитных сигналов (R&S®FSWP-K50)
  - Анализ скачкообразных и ЛЧМ сигналов (R&S®FSWP-K60/K60H/K60C)

Векторный анализ сигналов, анализ импульсных сигналов, измерение высших гармоник, измерения фазового шума с высокой чувствительностью. Анализатор R&S®FSWP выполняет все эти измерения: он обеспечивает простое переключение между каналами с одновременным отображением результатов измерений.



# МАЛОШУМЯЩИЕ ВНУТРЕННИЕ ИСТОЧНИКИ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГУН

Анализатор R&S®FSWP оснащен внутренними источниками питания постоянного тока со сверхнизким уровнем шума, которые используются для питания и управления ГУН, и другими компонентами, упрощая измерение ГУН-генераторов. Таким образом, составление листа технических данных ГУН значительно упрощается, поскольку прибор R&S®FSWP измеряет значения фазового шума при различных значениях управляющего и питающего напряжений, сразу же предоставляя пользователю результаты, которые обычно указываются в технических характеристиках.

## Технические характеристики внутреннего источника постоянного тока

Напряжение питания	от 0 В до 16 В
Максимальная нагрузка по току	2000 мА
Управляющее напряжение	от -10 В до +28 В
Максимальная нагрузка по току	20 мА

## Полное определение характеристик ГУН

Прибор R&S®FSWP позволяет измерить все параметры, характеризующие ГУН, по нажатию одной кнопки:

- ▶ Зависимость частоты от напряжения
- ▶ Зависимость крутизны перестройки от напряжения
- ▶ Зависимость выходной мощности от напряжения
- ▶ Зависимость потребляемого тока от напряжения
- ▶ Зависимость выходной мощности от частоты

Пользователю доступен выбор между изменением управляющего напряжения или напряжения питания и измерением тока на входе управляющего напряжения или напряжения питания.

## Измерение высших гармоник

Анализатор R&S®FSWP позволяет измерять зависимость уровня мощности ГУН не только на основной частоте, но и на высших гармониках относительно управляющего напряжения.

Высшие гармоники могут вызывать помехи во всей системе, поэтому задача их подавления является исключительно важной. Подавление высших гармоник — это одна из тех характеристик ГУН, которую пользователи ожидают увидеть в технических данных.

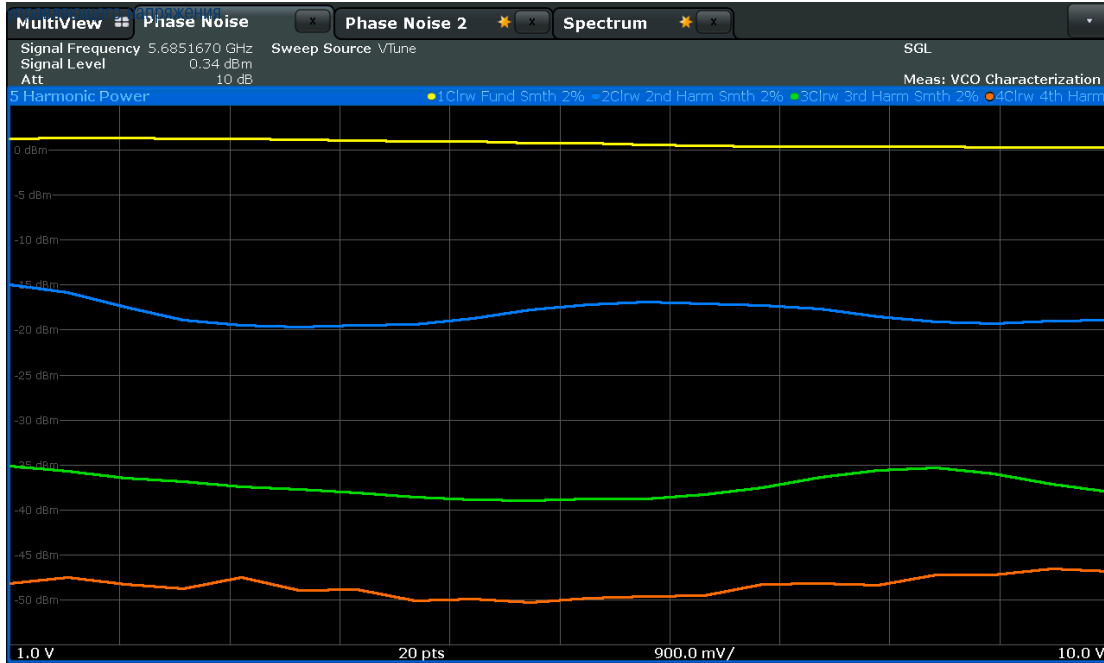
Типовое определение характеристик ГУН. Основные характеристики, такие как частота, мощность, чувствительность (крутизна перестройки) и потребление тока измеряются относительно управляющего напряжения.



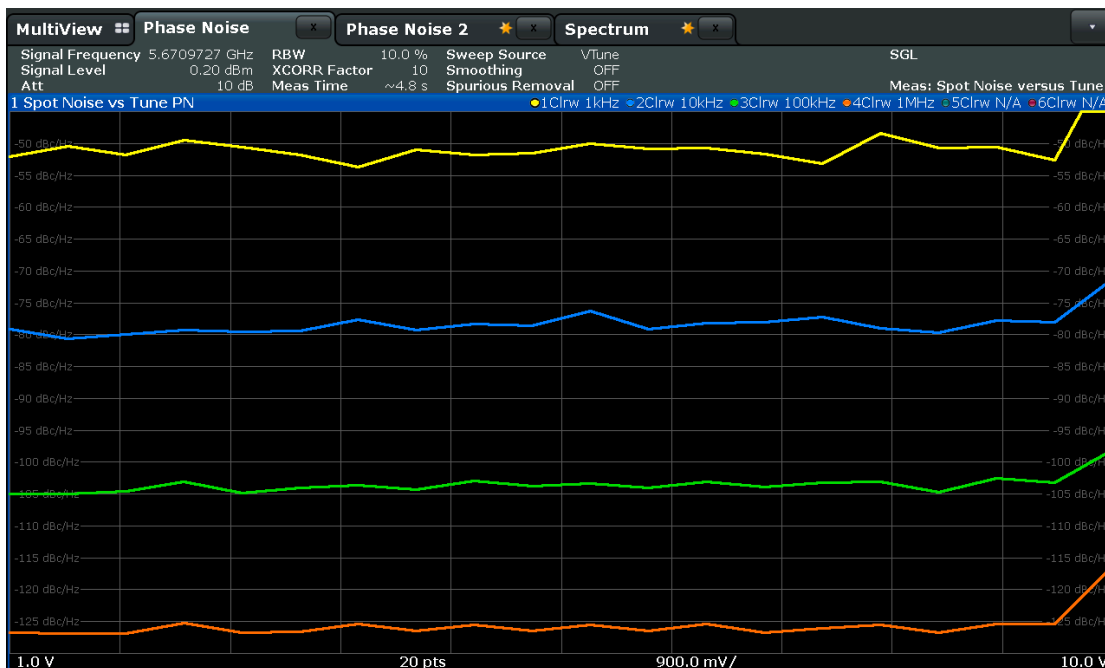
## Зависимость фазового шума от управляющего напряжения

Благодаря высокой скорости измерения прибор R&S®FSWP может отображать зависимость фазового шума на различных частотах отстройки от управляющего напряжения, не требуя при этом большой продолжительности измерения. Это позволяет пользователю убедиться, что зависимость фазового шума ГУН от частоты соответствует ожидаемой, или отследить появление дополнительного шума, вызываемого помехами или паразитными колебаниями, при определенных значениях управляющего напряжения.

Отображение зависимости уровня мощности на высших гармониках в сравнении с основной частотой (желтая линия) относительно



Зависимость фазового шума ГУН на частотах отстройки 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 1 МГц относительно управляющего напряжения





# ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕХОДОВ ИЛИ СКАЧКОВ ЧАСТОТЫ (АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ)

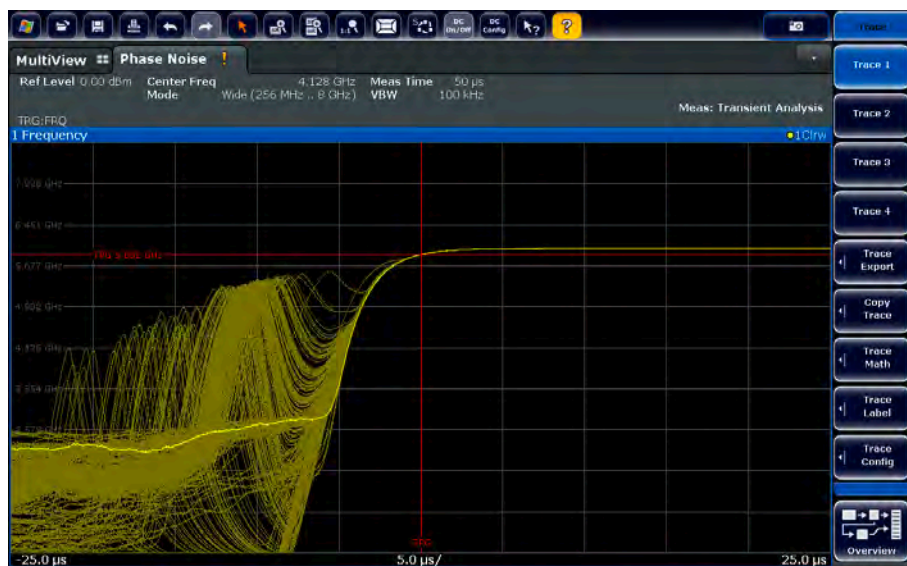
## Полоса пропускания до 8 ГГц для анализа частоты и фазы

Прибор R&S®FSWP обеспечивает полосу пропускания до 8 ГГц для анализа частотных и фазовых характеристик в зависимости от времени и позволяет подробно измерять характеристики импульсных источников питания, скачки частоты синтезатора частот и линейное изменение частоты.

Соответствуют ли частоты требуемым? Сколько времени занимает переключение? В какой момент частота находится в целевом диапазоне допуска? Пользователи могут получить ответы на эти вопросы одним нажатием кнопки.

В дополнение к широкополосному анализу прибор R&S®FSWP поддерживает функцию узкополосного анализа с шириной полосы до 40 МГц, например, для подробной оценки переходных характеристик ФАПЧ.

Функции узкополосного и широкополосного анализа во временной области имеют ключевое значение для определения и оптимизации общих рабочих характеристик источников сигналов, особенно для разработчиков синтезаторов частот или систем с быстрой перестройкой частоты. Отображение всех кривых в режиме послесвечения позволяет оценивать разброс параметров и отслеживать появление выбросов.



Переходные процессы в синтезаторе частот, отображаемые в режиме послесвечения. Красная горизонтальная линия указывает пороговую частоту запуска, а вертикальная линия — смещение запуска. Яркая желтая кривая представляет текущее измерение, а тусклые желтые кривые — все предыдущие измерения.

## Запуск по девиации фазы или частоты

Для подробного анализа переходных процессов в синтезаторе частот рекомендуется использовать функцию запуска, с помощью которой можно получить сравнимые и воспроизводимые результаты измерения. В дополнение к внешнему запуску или запуску по мощности в рамках анализа переходных процессов можно также выполнять запуск по девиации фазы или частоты. Это стало возможным благодаря поддержке функции демодуляции входного сигнала в реальном масштабе времени.

Пользователь может определить порог частоты, чтобы сигнал отображался лишь в том случае, если его частота находится выше или ниже заданного значения.

Для анализа ошибок или оптимизации характеристик синтезирующего устройства целесообразно использовать функцию выборочного запуска по отдельным скачкам частоты.

## Анализ линейности ЛЧМ-сигналов

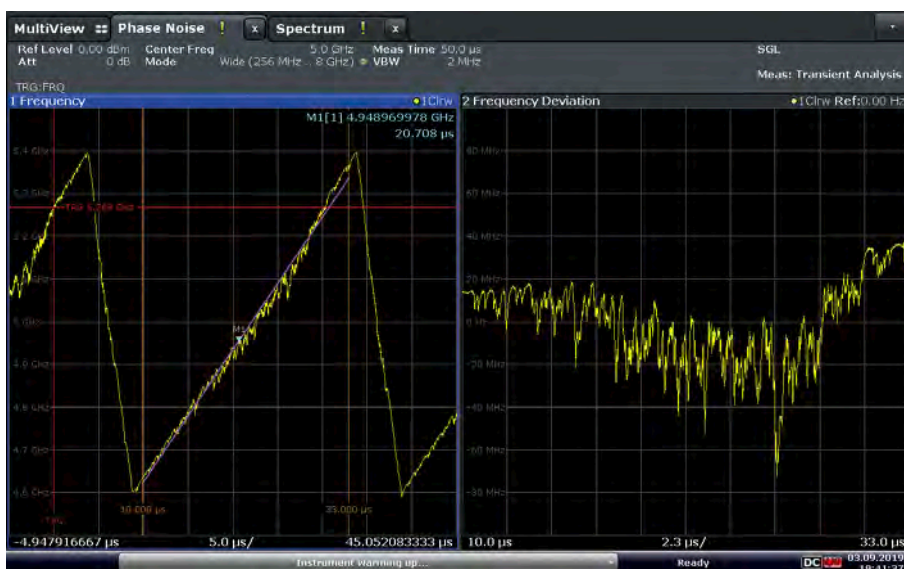
Отклонения от линейного закона, например радиолокационных ЛЧМ-сигналов в частотной области, оказывают решающее влияние на рабочие характеристики системы и требуют подробного анализа. Анализатор R&S®FSWP добавляет опорную линию, представляющую собой вычисленный наклон регрессии сигнала между двумя оценочными линиями, который может быть легко отрегулирован пользователем с помощью сенсорного экрана. В новом окне, показанном на рисунке ниже, отображается отклонение частоты от этой опорной линии.

## Автоматическое измерение времени установления

После события запуска анализатор R&S®FSWP автоматически измеряет время до тех пор, пока частота синтезатора не попадет в пределы определенного диапазона допуска для частоты. Пользователи могут задавать этот диапазон допуска в соответствии со своими требованиями, а соответствующий результат будет отображаться на экране. При этом не требуется сложной настройки с использованием предельных линий и функции дельта-маркера.



Широкополосный частотный анализ для синтезирующего устройства. Кривая представляет собой зависимость частоты от времени. Это позволяет пользователям измерять время переключения и осуществлять контроль частот.



Слева: розовая опорная линия видна между линиями оценки.  
Справа: отображается отклонение частоты от линейной зависимости.

# КРАТКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## Базовый блок

### Частота

#### Диапазон частот, ВЧ-вход

Измерение фазового и амплитудного шума	R&S®FSWP8	от 1 МГц до 8 ГГц
	R&S®FSWP26	от 1 МГц до 26,5 ГГц
	R&S®FSWP50	от 1 МГц до 50 ГГц

#### Измерение фазового шума

Результаты измерений	Однополосный фазовый шум, паразитные сигналы, встроенная среднеквадратическая девиация фазы, остаточная ЧМ, временной джиттер
----------------------	---

## Чувствительность к фазовому шуму с опцией R&S®FSWP-B60 (число корреляций = 1, нач. отстройка = 1 Гц) <sup>1)</sup>

Частота входного ВЧ-сигнала	Отстройка от несущей								
	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	≥ 30 МГц
10 МГц	-96	-128	-140	-158	-170	-170	-170		
100 МГц	-76	-108	-136	-163	-170	-173	-175	-175	-175
1 ГГц	-56	-88	-116	-143	-166	-173	-173	-173	-173
3 ГГц	-46	-78	-106	-133	-156	-158	-163	-170	-170
7 ГГц	-39	-71	-99	-130	-152	-153	-157	-166	-166
10 ГГц	-36	-68	-96	-128	-147	-150	-155	-173	-173
16 ГГц	-32	-64	-92	-124	-143	-146	-151	-170	-170
26 ГГц	-28	-60	-88	-120	-139	-142	-147	-166	-166
50 ГГц	-22	-54	-82	-114	-133	-136	-141	-160	-160

## Чувствительность к фазовому шуму с опцией R&S®FSWP-B61 (число корреляций = 1, нач. отстройка = 1 Гц) <sup>1)</sup>

Частота входного ВЧ-сигнала	Отстройка от несущей										
	0,01 Гц	0,1 Гц	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	30 МГц
1 МГц	-60	-105	-118	-136	-148	-166	-176	-176			
10 МГц	-40	-86	-115	-132	-142	-160	-170	-170	-170		
100 МГц	-20	-66	-95	-117	-140	-166	-170	-173	-175	-175	-175
1 ГГц	0	-46	-75	-97	-120	-150	-166	-173	-173	-173	-173
3 ГГц	+10	-36	-65	-87	-110	-140	-156	-158	-163	-170	-170
7 ГГц	+17	-29	-58	-80	-103	-133	-152	-153	-157	-166	-166
10 ГГц	+20	-26	-55	-77	-100	-133	-152	-153	-157	-173	-175
16 ГГц	+24	-22	-51	-73	-96	-129	-148	-149	-153	-170	-171
26 ГГц	+28	-18	-47	-69	-92	-125	-144	-145	-149	-166	-167
50 ГГц	+34	-12	-41	-63	-86	-119	-138	-139	-143	-160	-161

## Измерение амплитудного шума

Диапазон отстроек	входной сигнал ≤ 100 МГц	от 10 мГц до 30 % от несущей частоты
	входной сигнал > 100 МГц	от 10 мГц до 30 МГц

## Чувствительность к АМ-шуму <sup>1)</sup>

Частота входного ВЧ-сигнала	Отстройка от несущей								
	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	≥ 30 МГц
1 ГГц	-105	-120	-135	-150	-158	-165	-165	-165	-165
10 ГГц	-90	-105	-120	-135	-150	-160	-165	-165	-165

<sup>1)</sup> Значения в дБн (1 Гц).



## Измерение остаточного фазового шума (опция RSFSWP-B64), внутренний источник

### Источник сигнала

Диапазон частот	R&S®FSWP8	от 10 МГц до 8 ГГц
	R&S®FSWP26	от 10 МГц до 18 ГГц
	R&S®FSWP50	от 10 МГц до 18 ГГц

### Измерение остаточного фазового шума

Диапазон отстроек	входной сигнал ≤ 100 МГц	от 10 мГц до 30 % от несущей частоты
	входной сигнал > 100 МГц	от 10 мГц до 30 МГц

### Чувствительность <sup>1)</sup>

Частота входного ВЧ-сигнала	Отстройка от несущей							
	1 Гц	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	3 МГц
1 ГГц	-115	-123	-137	-147	-160	-165	-165	-161
10 ГГц	-85	-104	-120	-138	-148	-154	-164	-160

<sup>1)</sup> Значения в дБн (1 Гц).

## Опция анализатора спектра и сигналов R&S®FSWP-B1

Диапазон частот	R&S®FSWP8	от 10 Гц до 8 ГГц
	R&S®FSWP26	от 10 Гц до 26,5 ГГц
	R&S®FSWP50	от 10 Гц до 50 ГГц
Старение за год		$1 \times 10^{-7}/\text{год}$
	с опцией R&S®FSWP-B4	$3 \times 10^{-8}/\text{год}$
Полосы разрешения	стандартный фильтр	от 1 Гц до 10 МГц с опцией R&S®FSWP-B8 дополнительно: 20 МГц, 50 МГц, 80 МГц
	RRC-фильтр	18 кГц (NADC), 24,3 кГц (TETRA), 3,84 МГц (3GPP)
	канальный фильтр	от 100 Гц до 5 МГц
	видеофильтр	от 1 Гц до 10 МГц
Ширина полосы I/Q-демодуляции		10 МГц
	с опцией R&S®FSWP-B80	80 МГц
	с опцией R&S®FSWP-B320	320 МГц
Средний уровень собственного шума (DANL)	2 ГГц	-150 дБмВт (1 Гц)
	8 ГГц	-150 дБмВт (1 Гц)
	20 ГГц	-145 дБмВт (1 Гц)
	40 ГГц	-137 дБмВт (1 Гц)
DANL с предусилителем	8 ГГц	-162 дБмВт (1 Гц)
	20 ГГц	-160 дБмВт (1 Гц)
	40 ГГц	-156 дБмВт (1 Гц)
Фазовый шум	несущая частота 1 ГГц, отстройка 10 кГц	-138 дБн (1 Гц) (тип.)
Общая погрешность измерения	< 8 ГГц	< 0,4 дБ

# ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

Наименование	Тип	Код заказа
Анализатор фазовых шумов и тестер ГУН, от 1 МГц до 8 ГГц	R&S®FSWP8	1322.8003.08
Анализатор фазовых шумов и тестер ГУН, от 1 МГц до 26,5 ГГц	R&S®FSWP26	1322.8003.26
Анализатор фазовых шумов и тестер ГУН, от 1 МГц до 50 ГГц	R&S®FSWP50	1322.8003.50
<b>Аппаратные опции</b>		
Анализатор спектра, от 10 Гц до 8 ГГц	R&S®FSWP-B1	1322.9997.08
Анализатор спектра, от 10 Гц до 26,5 ГГц	R&S®FSWP-B1	1322.9997.26
Анализатор спектра, от 10 Гц до 50 ГГц	R&S®FSWP-B1	1322.9997.50
Высокостабильный ОСХО генератор	R&S®FSWP-B4	1325.3890.02
Полоса разрешения > 10 МГц <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B8	1325.5028.26
Полоса разрешения > 10 МГц, для R&S®FSWP50 <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B8	1325.5028.02
Полоса разрешения, 40 МГц <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B8E	1338.7099.02
Управление внешним генератором <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B10	1325.5463.02
Фильтры высоких частот для измерения гармоник <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B13	1325.4350.02
Запасной твердотельный накопитель (съёмный жесткий диск)	R&S®FSWP-B18	1331.4313.10
Порты LO/IF (ГЕТ/ПЧ) для внешних смесителей	R&S®FSWP-B21	1325.3848.02
ВЧ-предусилитель, от 100 кГц до 8 ГГц <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B24	1325.3725.08
ВЧ-предусилитель, от 100 кГц до 26,5 ГГц <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B24	1325.3848.26
ВЧ-предусилитель, от 100 кГц до 50 ГГц <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B24	1325.3848.50
Кросс-корреляция, 8 ГГц	R&S®FSWP-B60	1322.9800.08
Кросс-корреляция, 26,5 ГГц	R&S®FSWP-B60	1322.9800.26
Кросс-корреляция, 50 ГГц	R&S®FSWP-B60	1322.9800.50
Кросс-корреляция (низкий уровень фазового шума), 8 ГГц	R&S®FSWP-B61	1325.3719.08
Кросс-корреляция (низкий уровень фазового шума), 26 ГГц	R&S®FSWP-B61	1325.3719.26
Кросс-корреляция (низкий уровень фазового шума), 50 ГГц	R&S®FSWP-B61	1325.3719.50
Измерение остаточного фазового шума	R&S®FSWP-B64	1322.9900.27
Ширина полосы анализа 80 МГц <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B80	1325.4338.02
Ширина полосы анализа 320 МГц <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-B320	1338.3235.04
<b>Встроенное ПО</b>		
Измерение импульсного фазового шума	R&S®FSWP-K4	1325.5034.02
Импульсные измерения <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-K6	1325.4221.02
Измерение стабильности импульсных сигналов <sup>1), 2), 3)</sup>	R&S®FSWP-K6P	1338.3106.02
Измерение боковых лепестков во временной области <sup>1), 2)</sup>	R&S®FSWP-K6S	1325.5363.02
Анализ аналоговых видов модуляции (AM/ЧМ/ФМ) <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-K7	1325.4238.02
Измерение коэффициента шума <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-K30	1325.4244.02
Измерение паразитных излучений <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-K50	1338.3358.02
Измерение переходных процессов <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-K60	1338.4525.02
Измерение переходных процессов при скачкообразной перестройке частоты <sup>1), 4)</sup>	R&S®FSW-K60H	1338.4548.02
Измерение переходных процессов при линейной перестройке частоты <sup>1), 4)</sup>	R&S®FSW-K60C	1338.4531.02
Векторный анализ сигналов <sup>1)</sup>	R&S®FSWP-K70	1325.4280.02
Безопасная защита от записи твердотельного накопителя	R&S®FSWP-K33	1325.5040.02

<sup>1)</sup> Требуется опция R&S®FSWP-B1.

<sup>2)</sup> Требуется опция R&S®FSWP-K6.

<sup>3)</sup> Требуется опция R&S®FSWP-B64.

<sup>4)</sup> Требуется опция R&S®FSWP-K60.

## Гарантия

Базовый блок	3 года
Все остальные элементы <sup>1)</sup>	1 год

### Опции

Расширение гарантийного срока на один год	R&S®WE1	Обратитесь в местный офис продаж фирмы .
Расширение гарантийного срока на два года	R&S®WE2	
Расширение гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку	R&S®CW1	
Расширение гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку	R&S®CW2	
Расширение гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку	R&S®AW1	
Расширение гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку в аккредитованном метрологическом центре	R&S®AW2	

<sup>1)</sup> Для установленных опций применяется гарантия базового блока, если она превышает 1 год. Гарантия на аккумуляторные батареи составляет 1 год.

**Архангельск** (8182)63-90-72  
**Астана** (7172)727-132  
**Астрахань** (8512)99-46-04  
**Барнаул** (3852)73-04-60  
**Белгород** (4722)40-23-64  
**Брянск** (4832)59-03-52  
**Владивосток** (423)249-28-31  
**Волгоград** (844)278-03-48  
**Вологда** (8172)26-41-59  
**Воронеж** (473)204-51-73  
**Екатеринбург** (343)384-55-89  
**Иваново** (4932)77-34-06

**Ижевск** (3412)26-03-58  
**Иркутск** (395)279-98-46  
**Казань** (843)206-01-48  
**Калининград** (4012)72-03-81  
**Калуга** (4842)92-23-67  
**Кемерово** (3842)65-04-62  
**Киров** (8332)68-02-04  
**Краснодар** (861)203-40-90  
**Красноярск** (391)204-63-61  
**Курск** (4712)77-13-04  
**Липецк** (4742)52-20-81

**Киргизия** (996)312-96-26-47

**Магнитогорск** (3519)55-03-13  
**Москва** (495)268-04-70  
**Мурманск** (8152)59-64-93  
**Набережные Челны** (8552)20-53-41  
**Нижний Новгород** (831)429-08-12  
**Новокузнецк** (3843)20-46-81  
**Новосибирск** (383)227-86-73  
**Омск** (3812)21-46-40  
**Орел** (4862)44-53-42  
**Оренбург** (3532)37-68-04  
**Пенза** (8412)22-31-16

**Россия** (495)268-04-70

**Пермь** (342)205-81-47  
**Ростов-на-Дону** (863)308-18-15  
**Рязань** (4912)46-61-64  
**Самара** (846)206-03-16  
**Санкт-Петербург** (812)309-46-40  
**Саратов** (845)249-38-78  
**Севастополь** (8692)22-31-93  
**Симферополь** (3652)67-13-56  
**Смоленск** (4812)29-41-54  
**Сочи** (862)225-72-31  
**Ставрополь** (8652)20-65-13

**Казахстан** (772)734-952-31

**Сургут** (3462)77-98-35  
**Тверь** (4822)63-31-35  
**Томск** (3822)98-41-53  
**Тула** (4872)74-02-29  
**Тюмень** (3452)66-21-18  
**Ульяновск** (8422)24-23-59  
**Уфа** (347)229-48-12  
**Хабаровск** (4212)92-98-04  
**Челябинск** (351)202-03-61  
**Череповец** (8202)49-02-64  
**Ярославль** (4852)69-52-93