

## Генератор сигналов СВЧ-диапазона R&S®SMF100A

Новый взгляд на генераторы сигналов  
 Диапазон частот от 100 кГц до 43,5 ГГц /  
 с умножителями частоты R&S®SMZ до 170 ГГц

5



Утвержденный тип средств измерений  
 Регистрационный номер в Госреестре 39089-08

### Краткое описание

Качество сигнала, скорость и гибкость – вот ключевые качества генератора сигналов диапазона СВЧ R&S®SMF100A.

Чтобы удовлетворить даже самые взыскательные требования, генератор сигналов СВЧ-диапазона R&S®SMF100A разрабатывался как совершенно новый продукт. В результате получился уникальный высококлассный генератор СВЧ-сигналов, диктующий новые стандарты. Своими возможностями он перекрывает широкий спектр приложений, встречаемых в научных исследованиях, производстве, сервисе, обслуживании и ремонте.

R&S®SMF100A работает в диапазоне частот от 100 кГц до 43,5 ГГц (специальная конфигурация). Помимо немодулированной синусоиды возможна генерация сигналов со всеми распространенными типами аналоговой модуляции (АМ, ЧМ, ФМ, импульсная модуляция) и их комбинациями.

Для ускорения и упрощения работы генератор сигналов R&S®SMF100A предлагает современный графический интерфейс пользователя. Все настройки (которые впервые в генераторе СВЧ-диапазона выполняются по блок-схеме) и путь прохождения сигнала можно охватить одним взглядом.

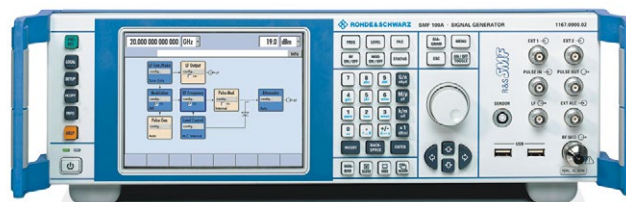
### Основные свойства

#### Превосходное качество сигнала

- Исключительно низкий фазовый шум SSB:  
 <-132 дБн (на 1 ГГц), <-115 дБн (на 10 ГГц)  
 (в полосе 1 Гц, отстройка от несущей 10 кГц);
- Очень низкий уровень широкополосного шума:  
 -148 дБн (тип.) на 10 ГГц  
 (отстройка более 10 МГц, полоса 1 Гц, +10 дБмВт);
- Очень низкий уровень гармонических составляющих:  
 -50 дБн (-55 дБн тип.) на 10 ГГц  
 (уровень +10 дБмВт);
- Высокое подавление негармонических составляющих:  
 -62 дБн (ном.) на 10 ГГц  
 (отстройка от несущей более 3 кГц, уровень +10 дБмВт).

#### Идеален для условий производства

- Быстрая установка уровня и частоты сигнала во всем диапазоне перестройки:  
 < 4 мс (по частоте),  
 < 3 мс (по уровню),  
 < 750 мкс (в режиме списка по частоте и уровню).



- Очень высокая выходная мощность:  
 +25 дБмВт (тип.) до 22 ГГц,  
 +14 дБмВт на 40 ГГц.
- Непревзойденная точность и воспроизводимость уровня;
- Набор интерфейсов дистанционного управления;
- Небольшие размеры: всего 3 единицы по высоте (132 мм).

### Применение в аэрокосмической и оборонной промышленности

- Опциональная импульсная модуляция с превосходными характеристиками:
  - отношение импульс/пауза >80 дБ,
  - время нарастания/спада <10 нс,
  - длительность импульсов от 5 нс.
- Опциональный генератор импульсов;
- Опциональный генератор последовательности импульсов;
- Опциональный съемный флеш-диск, позволяющий удовлетворить самые высокие требования безопасности.

### Универсальность

- Диапазон частот от 100 кГц до 43,5 ГГц;
- Качание (сви́пирование) по частоте, уровню и по НЧ;
- АМ, широкополосная ЧМ/ФМ, импульсная модуляция;
- Два многофункциональных генератора (до 10 МГц);
- Возможность использования для скалярного анализа цепей, измерения формы импульсов, определения линейности усилителей с датчиками R&S®NRP-Zx.

### Интуитивно понятная концепция управления

- Интуитивно понятный интерфейс с графическим представлением тракта сигнала (блок-схема);
- Управление поворотной ручкой или USB-мышью;
- Цветной VGA-дисплей с разрешением 640 × 480 пикселей.

### Набор интерфейсов

- Дистанционное управление через GPIB, Ethernet или USB;
- USB-порты для клавиатуры, мыши и флеш-памяти;
- Разъем для датчиков мощности R&S®NRP-Zx, которые позволяют выполнять прецизионные измерения мощности;
- Дистанционное управление с помощью специальных средств (например, VNC).

## Все необходимое – в одном приборе

Генератор R&S®SMF100A отвечает повышенным техническим требованиям. R&S®SMF100A – это базовый блок, он выполняет необходимые функции, набор которых может быть расширен добавлением новых опций. Возможны конфигурации из:

- ▮ блока R&S®SMF100A и частотных опций SMF-B122/ -B131/ -B144/-B144N, обеспечивающих диапазон от 1 ГГц до 22/31,8/ 43,5 ГГц;
- ▮ с блоком расширения диапазона R&S®SMF-B2 нижняя граница частотных опций снижается до 100 кГц.

Основные достоинства прибора:

- ▮ Превосходная чистота спектра;
- ▮ Высокая точность установки уровня сигнала;
- ▮ Высокое разрешение по частоте;
- ▮ Цифровая перестройка по частоте и уровню.

## Умножители частоты

Для расширения частотного диапазона генераторов R&S®SMF100A свыше 43,5 ГГц используются умножители частоты R&S®SMZ. Умножители частоты с коэффициентом умножения 6 работают в трех диапазонах частот:

- ▮ от 50 до 75 ГГц (R&S®SMZ75);
- ▮ от 60 до 90 ГГц (R&S®SMZ90);
- ▮ от 75 до 110 ГГц (R&S®SMZ110);
- ▮ от 110 до 170 ГГц (R&S®SMZ170).

и имеют соответствующие выходные волноводные фланцы. Умножители R&S®SMZ подключаются к прибору с помощью ВЧ-кабеля и управляющего USB-кабеля. Они могут комплектоваться встроенным механическим или электронным аттенуатором. Частота и уровень на выходе умножителя устанавливаются непосредственно на генераторе (для механического аттенуатора на экране генератора отображается требуемое положение регулятора). При этом используется заводская калибровка компенсации АЧХ умножителя. Умножители частоты R&S®SMZ поддерживают работу с немодулированными непрерывными сигналами, а также сигналами с частотной, фазовой и импульсной модуляцией (работа любых умножителей частоты с АМ-сигналами невозможна в принципе). При использовании умножителей частоты R&S®SMZ с генераторами сигналов, отличными от R&S®SMF100A, в том числе других производителей, для их управления используется программное обеспечение SMZ Control. ПО устанавливается на внешний ПК и обеспечивает управление умножителем через интерфейс USB и генератором через интерфейсы LAN или GPIB. Для работы умножителя с ПК требуется программная опция SMZ-K1. Возможности опции аналогичны управлению с генератора R&S®SMF100A.

## Прочие опции

R&S®SMF100A допускает установку следующих опций, которые позволяют использовать его для решения разнообразных задач:

- ▮ Аттенуатор для расширения диапазона уровней сигнала;
- ▮ Высокий уровень выходной мощности;
- ▮ АМ, ЧМ, ФМ и лог. АМ, включая генераторы НЧ и генератор шума;
- ▮ Режим «аналогового» качания частоты;
- ▮ Импульсная модуляция высшего класса;

- ▮ Высококачественный генератор импульсов;
- ▮ Высокая стабильность выходной частоты;
- ▮ Снижение фазового шума вблизи несущей;
- ▮ Генерация импульсных последовательностей;
- ▮ Анализ мощности.

## Формирование импульсных последовательностей на генераторах SMF и SMA

Опция работы с импульсными последовательностями K27 позволяет задавать импульсные последовательности (от 2 до 1023 импульсов) с произвольной комбинацией длительности импульсов и интервала между ними. Сигналы такого вида часто используются в радиолокационных системах. Создать помехи таким импульсам намного сложнее, чем импульсам, передаваемым с регулярными интервалами. Кроме того, использование этих импульсов облегчает обнаружение ошибочных измерений радиолокационными приемниками и позволяет предотвратить появление мертвых зон в радиолокационном изображении. Опция сформирована на базе импульсного генератора (опция K23) и имеет аналогичный динамический диапазон и быстродействие.

## Анализ мощности для генераторов SMF и SMA

Опция анализа мощности K28 позволяет пользователю выполнять анализ мощности сигналов непосредственно с помощью генератора сигналов SMF100A или SMA100A и датчика мощности из семейства NRP-Zxx. С помощью функций анализа во временной области могут быть измерены различные параметры, например время нарастания и время спада импульса, длительность импульса и его динамический диапазон. Кроме того, может выполняться анализ характеристик испытываемого устройства в зависимости от мощности и частоты, например измерение точки компрессии или АЧХ. Мощность в конкретной точке можно определить с помощью маркеров.

## Внешняя петля АРУ для генераторов SMF и SMB

Последние версии прошивок для генераторов SMF и SMB поддерживают контроль выходного уровня генератора в реальном времени с помощью внешней цепи АРУ. Цепь АРУ может быть организована с использованием направленных ответвителей и преобразователей мощности NRP-Zxx, подключаемых напрямую к генераторам (при использовании преобразователей NRP-Z28 и NRP-Z98 направленный ответвитель не требуется). Такое решение позволяет измерять действительную мощность на входе тестируемого устройства, передавать ее по USB-интерфейсу в генератор, сравнивать с требуемой и немедленно автоматически подстраивать выходной уровень генератора. Преимуществом данного режима по сравнению с режимом пользовательской коррекции АЧХ, который также поддерживается генераторами Rohde&Schwarz, является независимость выходной мощности от временной нестабильности АЧХ тракта, например из-за дрейфов во внешних усилителях.

Режим внешней АРУ дает пользователю точный и стабильный контроль за мощностью на входе тестируемого устройства, вне зависимости от потерь, АЧХ и температурных дрейфов в установке, что важно как при разработке, так и при производстве различных СВЧ-модулей.

## Краткие технические характеристики

### Частотные параметры

Диапазон частот	Опция SMF-B122	от 1 ГГц до 22 ГГц
	Опция SMF-B131	от 1 ГГц до 31,8 ГГц
	Опция SMF-B144/-B144N	от 1 ГГц до 43,5 ГГц
	Опция SMF-B2	Расширение диапазона частот от 100 кГц до 1 ГГц
Дискретность установки частоты		0,001 Гц
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\delta f$	Штатно	$\pm 1 \times 10^{-6}$
	Опция SMF-B1	$\pm 3 \times 10^{-8}$
Время установки	< 4 мс (2 мс тип), 750 мкс (в режиме списка)	

### Параметры уровня выходного сигнала

Нормируемый диапазон уровней выходного сигнала на нагрузке 50 Ом	SMF-B122	от -20 дБм до +16 дБм
	SMF-B122+B26	от -130 дБм до +14 дБм
	SMF-B122+B32	от -20 дБм до +25 дБм
	SMF-B122+B26+B32	от -130 дБм до +23 дБм
	SMF-B122+B2	от -20 дБм до +16 дБм
	SMF-B122+B2+B6	от -130 дБм до +15 дБм
	SMF-B122+B2+B34	от -20 дБм до +24 дБм
	SMF-B122+B2+B26+B32	от -130 дБм до +22 дБм
	SMF-B131/-B144/-B144N	от -20 дБм до +14 дБм
	SMF-B131/-B144/-B144N +B27	от -130 дБм до +12 дБм
	SMF-B131/-B144/-B144N +B32	от -20 дБм до +25 дБм
	SMF-B131/-B144/-B144N +B27+B32	от -130 дБм до +23 дБм
	SMF-B131/-B144/-B144N +B2	от -20 дБм до +16 дБм
SMF-B131/-B144/-B144N +B2+B27	от -130 дБм до +15 дБм	
SMF-B131/-B144/-B144N +B2+B34	от -20 дБм до +23 дБм	
SMF-B131/-B144/-B144N +B2+B27+B34	от -130 дБм до +21 дБм	
Дискретность установки уровня выходного сигнала		0,01 дБ
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня	от 100 кГц до 2 ГГц	$\pm 0,6$ дБ
	от 2 ГГц до 22 ГГц	$\pm 0,9$ дБ
	от 22 ГГц до 40 ГГц	$\pm 1,2$ дБ
Время установки	< 3 мс, < 750 мкс (в режиме списка)	

### Параметры спектра выходного сигнала в режиме непрерывных колебаний

Уровень гармонических составляющих	$\leq (-50 \dots -30)$ дБн в зависимости от частоты
Уровень негармонических составляющих	$\leq (-75 \dots -50)$ дБн в зависимости от частоты
Спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройке 20 кГц (при отстройке 10 кГц с опцией SMF-B1)	$\leq -132$ дБн/Гц на 1 ГГц $\leq -115$ дБн/Гц на 10 ГГц

### Параметры режима развёртки (сви́пирования)

<b>Стандартная комплектация</b>	
Тип развёртки	Цифровая развёртка дискретными шагами по частоте и по уровню, в том числе и сигнала НЧ (LF).
Диапазон развёртки	Во всём диапазоне частоты и уровня сигнала
Режимы цикла развёртки	Автоматический (повторяемый), пошаговый, одиночный, внешний одиночный/шаговый
Разрешение	0,1 мс / 0,01 дБ
Опционально	
Опция SMF-K4	Аналоговая развёртка частоты (пилообразный сигнал качания) – (Ramp sweep)
Скорость сви́пирования	до 1400 МГц/мс при $f \leq 22$ ГГц 2800 МГц/мс при $21$ ГГц $\leq f \leq 43,5$ ГГц

### Поддерживаемые режимы модуляции

AM (AM), логарифмическая AM (LogAM), ЧМ (FM), ФМ (ФМ), АМн (ASK), ЧМн (FSK), ФМн (PSK)	Опция SMF-B20
Модуляция короткими импульсами. (подавление в паузе >80 дБ, время нарастания / спада <10 нс (10 %-90 % от амплитуды в диапазоне от 1 ГГц до 43,5 ГГц), частота повторения импульсов до 10 МГц, минимальная длительность импульсов 20 нс (при выкл. АРУ) и частоте $\geq 1$ ГГц 20 нс (для SMF-B144N в диапазоне от 1 ГГц до 21 ГГц 20 нс, при частоте $\geq 21$ ГГц 30 нс)	Опция SMF-K3 (требуется SMF-K23)
ЛЧМ (Chirped pulse). (изменение частоты: нарастание/убывание, период импульсов $\geq 200$ нс, длительность импульса $\geq 100$ нс)	Опция SMF-B20 в комбинации с SMF-K3 и SMF-K23
Пачки импульсов (Pulse train). (количество импульсов: от 2 до 1023)	Опция SMF-K27 (дополнительный режим для импульсного генератора SMF-K23)

### Источники модуляции

2 НЧ генератора, генератор шума	Опция SMF-B20
Типы сигналов	Синусоидальный, импульсный, треугольный, трапецидальный, программируемый пилообразный
Диапазон частот (синус)	от 0,1 Гц до 10 МГц
Ширина полосы шумоподобного сигнала	от 100 кГц до 10 МГц
Диапазон установки амплитуды выходного сигнала	от 1 мВ до 6 В
Генератор импульсов. (режимы: единичный/двойной импульс)	Опция SMF-K23
Период следования импульсов	от 20 нс до 100 с
Длительность импульсов (в режиме двойного импульса может настраиваться независимо)	от 5 нс до 100 с
Джиттер	< 5 нс

### Режим анализа мощности SMF-K28

Режимы измерений	Мощность от частоты; Мощность от мощности; Мощность от времени
Количество точек сви́пирования	от 10 до 1000 (по умолчанию 200)
Диапазон частот	В зависимости от используемого датчика мощности NRP-Zxx
Устанавливаемый диапазон Y-axis	от -80 дБм до +40 дБм
Поддерживаемые датчики мощности	NRP-Z11, -Z21, -Z22, -Z23, -Z24, -Z51, -Z52, -Z55, -Z81, -Z91, -Z92

### Общая информация

Питание от сети переменного тока	100 В-240 В (50-60 Гц) 100 В-120 В (50-400 Гц)
Потребляемая мощность	250 ВА
Габаритные размеры: Ш×В×Г (мм)	427 × 132 × 550
Масса	18 кг

## Информация для заказа

Наименование	Тип устройства	Код заказа
<b>Генератор СВЧ-сигналов <sup>1)</sup></b>	R&S®SMF100A	1167.0000.02
С кабелем питания, кратким руководством и компакт-дискон (с руководством по эксплуатации и техническому обслуживанию)		
<b>Аппаратные опции</b>		
Термостатированный кварцевый генератор опорной частоты <sup>3) 4)</sup>	R&S®SMF-B1	1167.9159.02
Расширение диапазона частот от 100 кГц до 1 ГГц <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B2	1167.4005.02
Модулятор АМ/ЧМ/ФМ/лог. АМ <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B20	1167.9594.02
Снижение фазового шума <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B22	1415.2204.02
Ступенчатый аттенуатор от 100 кГц до 22 ГГц <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B26	1167.5553.02
Ступенчатый аттенуатор от 100 кГц до 43,5 ГГц <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B27	1167.5776.02
Высокая выходная мощность (без R&S®SMF-B2) <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B32	1415.2304.02
Высокая выходная мощность (с R&S®SMF-B2) <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B34	1415.2404.02
Дополнительное экранирование прибора	R&S®SMF-B41	1415.0901.02
Разъемы на задней панели 22 ГГц <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B81	1167.5999.02
Разъемы на задней панели 43,5 ГГц <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B82	1167.6208.02
Съемный интерфейс GPIB <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B83	1167.6408.02
Съемный интерфейс USB <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B84	1167.6608.02
Съемный флеш-накопитель <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B85	1167.6808.02
Диапазон частот от 1 до 22 ГГц <sup>2)</sup>	R&S®SMF-B122	1167.7004.02
Диапазон частот от 1 до 31,8 ГГц	R&S®SMF-B131	1167.7140.02
Диапазон частот от 1 до 43,5 ГГц (ограничение мин. длит. импульса)	R&S®SMF-B144N	1167.7240.02
Диапазон частот от 1 до 43,5 ГГц <sup>2)</sup>	R&S®SMF-B144	1167.7204.02
<b>Программные опции</b>		
Узкоимпульсная модуляция	R&S®SMF-K3	1167.7804.02
Пилообразный сигнал качания	R&S®SMF-K4	1167.7604.02
Импульсный генератор	R&S®SMF-K23	1167.7704.02
Импульсные последовательности	R&S®SMF-K27	1415.2004.02
Анализ мощности	R&S®SMF-K28	1415.2104.02
<b>Принадлежности</b>		
Умножитель частоты, от 50 до 75 ГГц	R&S®SMZ75	1417.4004.02
Умножитель частоты, от 60 до 90 ГГц	R&S®SMZ90	1417.4504.02
Умножитель частоты, от 75 до 110 ГГц	R&S®SMZ110	1417.5000.02
Умножитель частоты, от 110 до 170 ГГц	R&S®SMZ170	1417.5500.02
Механический аттенуатор для R&S®SMZ75	R&S®SMZ-B75M	1417.6007.02
Электронный аттенуатор для R&S®SMZ75	R&S®SMZ-B75E	1417.6107.02
Механический аттенуатор для R&S®SMZ90	R&S®SMZ-B90M	1417.6507.02
Электронный аттенуатор для R&S®SMZ90	R&S®SMZ-B90E	1417.6607.02
Механический аттенуатор для R&S®SMZ110	R&S®SMZ-B110M	1417.7003.02
Электронный аттенуатор для R&S®SMZ110	R&S®SMZ-B110E	1417.6103.02
Управление умножителем частоты R&S®SMZ и генератором сигналов с внешнего ПК	R&S®SMZ-K1	1417.8400.02
<b>Сервисные опции</b>		
Опция трехгодичной калибровки	R&S®C03SMF100A	1167.0000S11
Опция трехгодичного ремонта	R&S®R03SMF100A	1167.0000S12

<sup>1)</sup> Базовый блок может быть заказан только с частотной опцией R&S®SMF-B122 или R&S®SMF-B144.

<sup>2)</sup> Опция, устанавливаемая в заводских условиях.

<sup>3)</sup> Опция, устанавливаемая в заводских условиях или в специально оборудованном сервисном отделе Rohde&Schwarz.

<sup>4)</sup> Опция не совместима с опцией снижения фазового шума R&S®SMF-B22.

<sup>5)</sup> Допускается одновременная установка только двух из трех опций R&S®SMF-B83, R&S®SMF-B84 и R&S®SMF-B85.