

## 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 110 ГГц



Утвержденный тип  
средств измерений

### Краткое описание

Качество сигнала, скорость и гибкость – вот ключевые качества генератора сигналов диапазона СВЧ R&S®SMF100A. Чтобы удовлетворить даже самым взыскательным требованиям, 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:  
**-115 дБн (-120 дБн тип.)**  
(на 10 ГГц, отстройка от несущей 10 кГц, в полосе 1 Гц)
- 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),**  
**< 700 мкс (в режиме списка)**



- 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

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

### Универсальность

- Диапазон частот от 100 кГц до 43,5 ГГц
- Качение (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 флэш-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 частотной опции R&S®SMF-B122 (1...22 ГГц)
- ▮ блока R&S®SMF100A и частотной опции R&S®SMF-B144 (1...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)

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 испытуемого 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-B144	от 1 ГГц до 43,5 ГГц
	Опция SMF-B2	от 100 кГц до 43,5 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 установившихся		< 4 мс

### Параметры уровня выходного сигнала

Диапазон установки уровня		от -130 дБмВт до +30 дБмВт
Максимальный нормируемый уровень выходного сигнала на нагрузке 50 Ом	от 100 кГц до 300 кГц	+13 дБмВт <sup>1)</sup>
	от 300 кГц до 1 ГГц	+16 дБмВт <sup>1)</sup>
	от 1 ГГц до 11 ГГц	+25 дБмВт <sup>2)</sup>
	от 11 ГГц до 21 ГГц	+23 дБмВт <sup>2)</sup>
	от 21 ГГц до 22 ГГц	+22 дБмВт <sup>2)</sup>
	от 100 кГц до 300 кГц	+13 дБмВт <sup>3)</sup>
	от 300 кГц до 1 ГГц	+16 дБмВт <sup>3)</sup>
	от 1 ГГц до 11 ГГц	+25 дБмВт <sup>4)</sup>
	от 11 ГГц до 16 ГГц	+22 дБмВт <sup>3)</sup>
	от 16 ГГц до 21 ГГц	+19 дБмВт <sup>3)</sup>
от 21 ГГц до 36 ГГц	+16 дБмВт <sup>3)</sup>	
от 36 ГГц до 40 ГГц	+14 дБмВт <sup>3)</sup>	
от 40 ГГц до 43,5 ГГц	+12 дБмВт <sup>3)</sup>	
Минимальный нормируемый уровень выходного сигнала	Штатно	-20 дБмВт
Опция SMF-B26/-B27		-130 дБмВт
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, < 700 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 выходного сигнала в режиме модуляции

Виды модуляции	AM, ЧМ, ФМ, логарифмическая AM, цифровая модуляция ASK, FSK, PSK
Максимальное значение установки девиации частоты	(1,25...40) МГц в зависимости от частоты
Дискретность установки девиации частоты	от 10 Гц
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки девиации частоты $F_d$ при модулирующей частоте 1 кГц	$\pm (0,03 \times F_d + 20 \text{ Гц})$
Диапазон модулирующих частот для ЧМ	от 10 Гц до 10 МГц
Диапазон установки коэффициента AM	(0 – 100)%
Дискретность установки коэффициента AM	0,1 %
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции M при модулирующей частоте 1 кГц и $M < 80\%$	$\pm (0,05 \times M + 1 \%)$
Диапазон модулирующих частот для AM	от 10 Гц до 100 кГц
Диапазон частот следования импульсов в режиме ИМ (опция SMF-K3)	от 0 до 10 МГц
Минимальное значение установки длительности импульсов в режиме ИМ	20 нс от 1 ГГц до 43,5 ГГц
	50 нс от 10 МГц до 1 ГГц
Время нарастания/спада радиоимпульса	не более 10 нс от 1 ГГц до 43,5 ГГц не более 20 нс от 10 МГц до 1 ГГц
Коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами	> 80 дБ

### Параметры внутренних модулирующих генераторов

Вид выходного сигнала (опция SMF-B20) – 2 генератора	Синусоидальный, импульсный, треугольный, трапецеидальный, шумоподобный
Диапазон частот	от 0,1 Гц до 10 МГц
Дискретность установки частоты	0,1 Гц
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты $f_{\text{мод}}$	$\pm (\delta f \times f_{\text{мод}} + 0,003 \text{ Гц})$
Коэффициент гармоник для частот до 100 кГц	Не более 0,5 %
Диапазон установки амплитуды выходного сигнала на открытом входе	от 1 мВ до 6 В
Дискретность установки амплитуды выходного сигнала	1 мВ
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды выходного напряжения 1 В на частоте 1 кГц	$\pm 11$ мВ
Диапазон установки периода следования импульсов внутреннего генератора импульсов (опция SMF-K23)	от 20 нс до 100 с
Диапазон установки длительности импульсов	от 5 нс до 100 с
Диапазон установки задержки	от 10 нс до 100 с
Дискретность установки временных параметров	5 нс

<sup>1)</sup> С опциями SMF-B122, SMF-B34, SMF-B2, без опции SMF-B26

<sup>2)</sup> С опциями SMF-B122, SMF-B32, без опций SMF-B2, SMF-B26

<sup>3)</sup> С опциями SMF-B144, SMF-B34, SMF-B2, без опций SMF-B27

<sup>4)</sup> С опциями SMF-B144, SMF-B32, без опций SMF-B2, SMF-B27

## 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-диском (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 аттенюатор от 100 кГц до 22 ГГц <sup>3)</sup>	R&S®SMF-B26	1167.5553.02
Ступенчатый аттенюатор 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 флэш-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 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
Механический аттенюатор для R&S®SMZ75	R&S®SMZ-B75M	1417.6007.02
Электронный аттенюатор для R&S®SMZ75	R&S®SMZ-B75E	1417.6107.02
Механический аттенюатор для R&S®SMZ90	R&S®SMZ-B90M	1417.6507.02
Электронный аттенюатор для R&S®SMZ90	R&S®SMZ-B90E	1417.6607.02
Механический аттенюатор для R&S®SMZ110	R&S®SMZ-B110M	1417.7003.02
Электронный аттенюатор 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.