

Векторный генератор сигналов SMW200A



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

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Векторный генератор сигналов R&S®SMW200A предназначен для решения самых требовательных задач. Гибкая конфигурация, быстрое действие и интуитивно понятное управление делают его превосходным инструментом для формирования сложных, высококачественных сигналов с цифровой модуляцией.

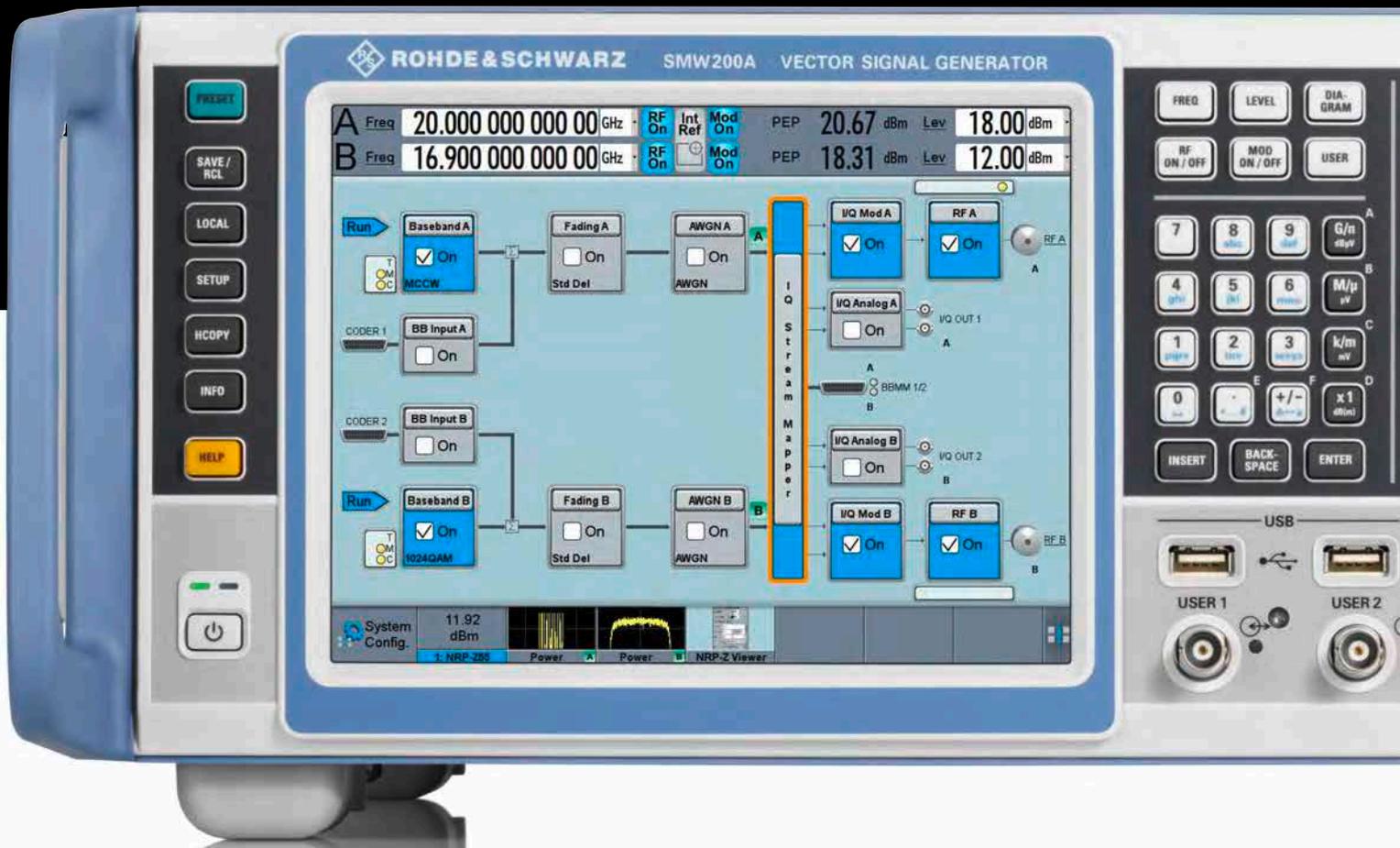
Генератор R&S®SMW200A идеально подходит для формирования сигналов с цифровой модуляцией, которые требуются для разработки новых широкополосных систем связи, проверки базовых станций 4G и 5G или в аэрокосмическом и оборонном секторе.

Полоса частот I/Q-модуляции до 2 ГГц со встроенным генератором модулирующего сигнала удовлетворяет стандартам связи четвертого и пятого поколения (например, 5G, LTE-Advanced и IEEE 802.11ac/ad), ведь генератор R&S®SMW200A разработан с расчетом на будущие требования. Его модульная масштабируемая архитектура позволяет модифицировать и оптимизировать генератор под конкретную задачу.

Имеется возможность добавления второго ВЧ-тракта, а также до двух модулей модулирующих сигналов и до четырех модулей имитаторов

замираний, причем без потери качества сигнала. В результате генератор R&S®SMW200A может формировать сценарии сигналов, для которых ранее требовалось несколько приборов, либо которые вообще невозможно было сформировать. От режимов MIMO, включая 8x2, и объединения несущих в LTE-Advanced с замираниями до многостандартной радиосвязи — никогда ранее не было прибора с такими потрясающими возможностями для формирования сигналов.

Если требуется более двух ВЧ-трактов, можно подключить дополнительные модули генерации сигналов R&S®SGMA. Интуитивное управление с помощью сенсорного экрана позволяет полностью контролировать измерения, вне зависимости от их сложности, и обеспечивает быстрый доступ к требуемым результатам.



КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТЫ

- ▶ Диапазон частот от 100 кГц до 3 ГГц, 6 ГГц, 7,5 ГГц, 12,75 ГГц, 20 ГГц, 31,8 ГГц, 40 ГГц или 44 ГГц
- ▶ Дополнительный второй ВЧ-тракт с диапазоном от 100 кГц до 3 ГГц, 6 ГГц, 7,5 ГГц или 20 ГГц
- ▶ Внутренняя ширина полосы I/Q-модуляции до 2 ГГц (ВЧ)
- ▶ Опции для всех основных стандартов цифровой связи
- ▶ Дополнительный встроенный имитатор замираний с шириной полосы до 200 МГц
- ▶ Поддержка всех основных режимов MIMO, включая 3x3, 4x4, 8x4, 4x8 и 4x2x2
- ▶ Интуитивно-понятное управление посредством сенсорного экрана с блок-схемой в качестве ключевого элемента управления



ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Соответствует всем задачам

- ▶ Диапазон частот от 100 кГц до 3 ГГц, 6 ГГц, 7,5 ГГц, 12,75 ГГц, 20 ГГц, 31,8 ГГц, 40 ГГц или 44 ГГц
 - ▶ Дополнительный второй ВЧ-тракт с диапазоном от 100 кГц до 3 ГГц, 6 ГГц, 7,5 ГГц или 20 ГГц
 - ▶ Разнообразные конфигурации: от одноканального векторного генератора сигналов до многоканального тестера МИМО-приемников
 - ▶ Благодаря поддержке до восьми источников сигналов и 32 каналов с замиранием идеально подходит для систем MIMO, MSR и LTE-Advanced
 - ▶ Модульная архитектура позволяет подобрать оптимальную конфигурацию для текущей задачи
- ▶ [page 6](#)

Упростите схему измерений

- ▶ Широкополосные аппаратные средства для модулирующих сигналов и векторный генератор сигналов в одном устройстве
 - ▶ Простое формирование сложных сигналов
 - ▶ До восьми генераторов модулирующих сигналов в двух встроенных модулях модулирующих сигналов с кодером реального масштаба времени и генератором сигналов произвольной формы (ARB-генератором)
 - ▶ Встроенное цифровое суммирование модулирующих сигналов, даже со смещением частоты и уровня
 - ▶ Поддержка всех основных цифровых стандартов, в частности: 5G New Radio, LTE (до версии 15), NB-IoT, eMTC, 3GPP FDD/HSPA/HSPA+, GSM/EDGE/EDGE Evolution, WLAN IEEE 802.11a/b/g/n/j/p/ac/ax/ad
 - ▶ Работа с цифровыми стандартами не требует отдельного программного обеспечения для ПК
 - ▶ Формирование сценариев радиолокационных сигналов для испытаний модулей, тестирования приемников и передатчиков
 - ▶ Мастера тестовых сценариев 5G NR, LTE и 3GPP для простого проведения аттестационных испытаний по стандартам 3GPP TS 38.141, 3GPP TS 36.141 или 3GPP TS 25.141
 - ▶ Опции отслеживания огибающей и предсказаний AM/AM, AM/ФМ для полного тестирования и проверки комплектов интегральных схем ЕТ-модуляторов
- ▶ [page 8](#)

Перенесите реальные условия в свою лабораторию

- ▶ Опциональные встроенные секции с замираниями для эмуляции каналов с полосой частот до 200 МГц
 - ▶ Все основные сценарии замираний доступны в качестве предварительных настроек
 - ▶ Установка до четырех модулей замираний позволяет создать до 32 «логических» каналов с замираниями
 - ▶ Реализация всех основных сценариев замирания MIMO, таких как 2x2, 3x3, 4x4, 8x4 и 4x8, с использованием одного прибора
 - ▶ Поддержка сложных стандартов, таких как HSPA с двойной несущей, LTE с объединением несущих и MIMO, а также многопользовательский LTE
 - ▶ Подключение модулей генерации сигналов R&S®SGT100A позволяет создавать до восьми ВЧ-трактов
- ▶ [page 12](#)

Улучшайте свои разработки

- ▶ Превосходное качество сигналов для высокоточных измерений спектра и модуляции
- ▶ Внутренняя ширина полосы I/Q-модуляции до 2 ГГц (ВЧ)
- ▶ Исключительно низкая неравномерность АЧХ модулятора < 0,4 дБ (изм.) в полосе 2 ГГц
- ▶ Высококачественная импульсная модуляция с отношением сигнал/пауза > 80 дБ и временем нарастания/спада < 10 нс
- ▶ Великолепная чистота спектра (уровень однополосного фазового шума -150 дБн (тип.) при отстройке 10 кГц от несущей частоты 1 ГГц)
- ▶ Дополнительная функция фазовой когерентности, например, для решения задач формирования диаграммы направленности
- ▶ ВЧ-тракты 3 ГГц, 6 ГГц, 7,5 ГГц и 12,75 ГГц с электронным аттенюатором
- ▶ [page 14](#)

Ускорьте темпы разработки

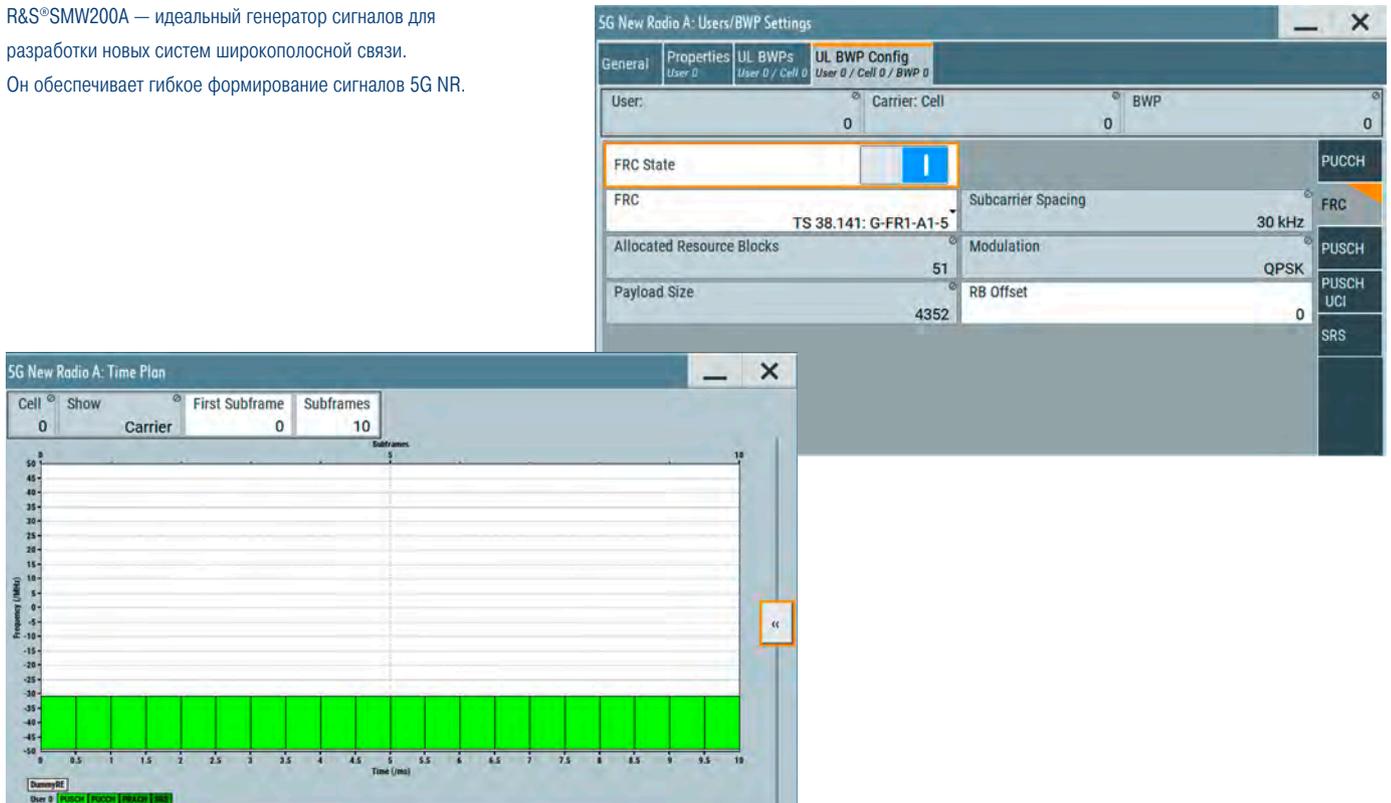
- ▶ Интуитивное управление и удобная справка для быстрого достижения цели
- ▶ Блок-схема в качестве ключевого элемента управления для визуализации прохождения сигнала
- ▶ Перестраиваемый графический интерфейс пользователя для работы по простому и сложному сценариям
- ▶ Графический контроль сигнала практически в каждой точке сигнального тракта
- ▶ Контекстно-зависимая интерактивная справочная система и полная пользовательская документация
- ▶ Регистратор макрокоманд SCPI и генератор кода служат для создания исполняемых команд дистанционного управления из последовательности команд ручного управления (для MATLAB®, CVI и т. д.)
- ▶ [page 18](#)

Модернизация под ваши требования

- ▶ Адаптация прибора практически под любую задачу
- ▶ Передовая система подключения для смены модулей модулирующих сигналов без повторной калибровки прибора
- ▶ Возможность модернизации прибора в любой момент путем простой и быстрой активации программных ключей
- ▶ [page 20](#)

Разработка новых систем широкополосной связи с помощью генератора R&S®SMW200A

R&S®SMW200A — идеальный генератор сигналов для разработки новых систем широкополосной связи. Он обеспечивает гибкое формирование сигналов 5G NR.



СООТВЕТСТВУЕТ ВСЕМ ЗАДАЧАМ

Современное радиоизмерительное оборудование, прежде всего, должно быть гибким. Требования к рабочим характеристикам и функциональности различаются в зависимости от измерительной установки и задачи измерений. В этом отношении прибор R&S®SMW200A не имеет себе равных и устанавливает новые стандарты для генераторов сигналов. В процессе разработки и проверки, для любого типа ИУ (компоненты, модули, полноценные базовые станции) генератор R&S®SMW200A всегда формирует требуемые тестовые сигналы.

Универсальная конфигурация

Благодаря модульной конструкции генератор R&S®SMW200A можно оснащать только необходимыми для конкретного варианта применения опциями. Возможны любые конфигурации: от обычного одноканального векторного генератора сигналов до многоканального тестера MIMO-приемников.

Генератор можно оснастить максимум двумя встроенными блоками модулирующего сигнала и четырьмя модулями имитаторов замираний. Также можно установить второй ВЧ-тракт. Такой подход приводит к совмещению в одном модуле двух полноценных векторных генераторов сигналов, так что можно легко сформировать даже сложные сигнальные сценарии (например, полезный сигнал + помеха, сдвоенные соты, разнесение приема/передачи).

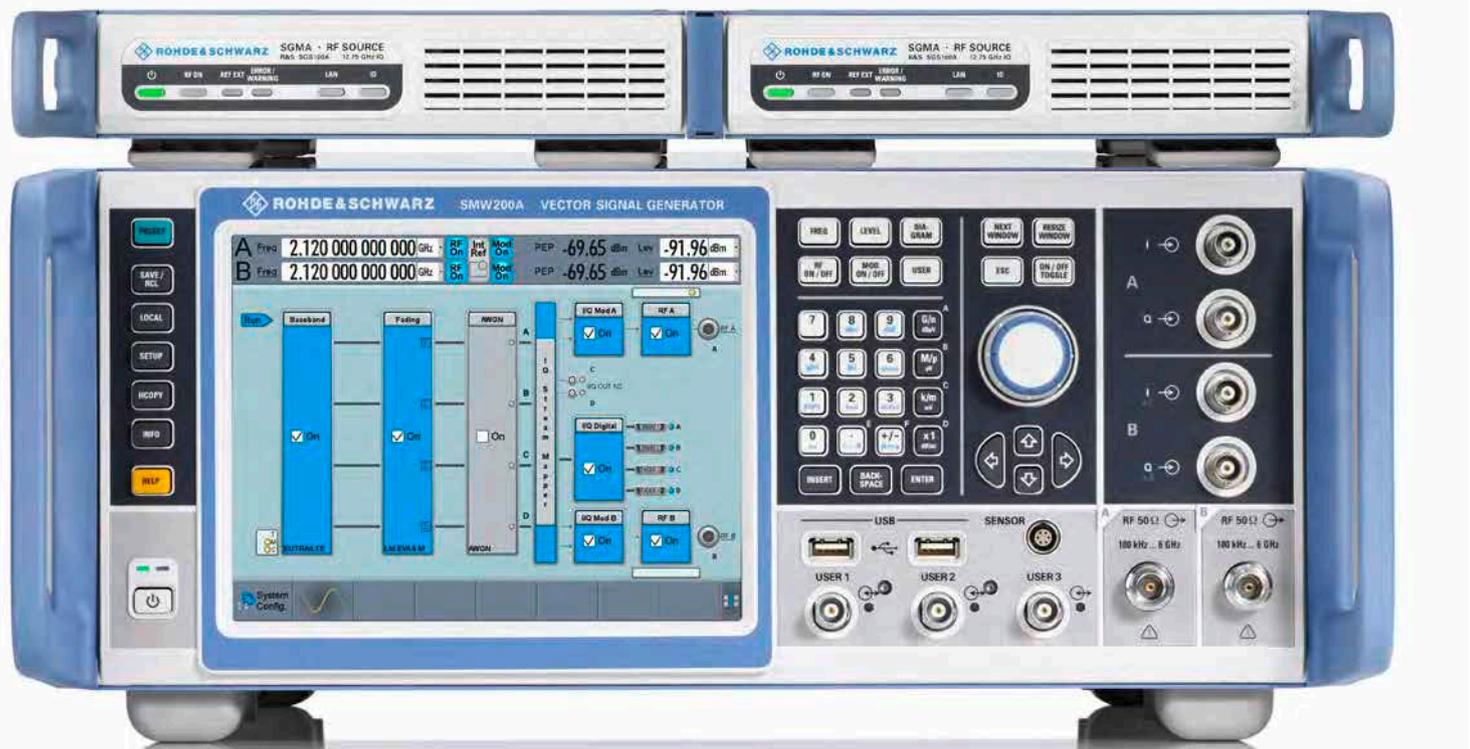
Идеально подходит для систем MIMO, MSR или LTE-Advanced

И это еще далеко не все. Возможности генератора R&S®SMW200A превышают возможности двух объединенных обычных генераторов. Прибор в максимальной комплектации имеет до 8 независимых источников сигналов и до 32 логических каналов с замираниями. Это делает генератор R&S®SMW200A идеальным решением для MIMO и других сложных систем, встречающихся в стандартах LTE-Advanced (объединение несущих), HSPA (двойная несущая), в многостандартной радиосвязи и т. д.

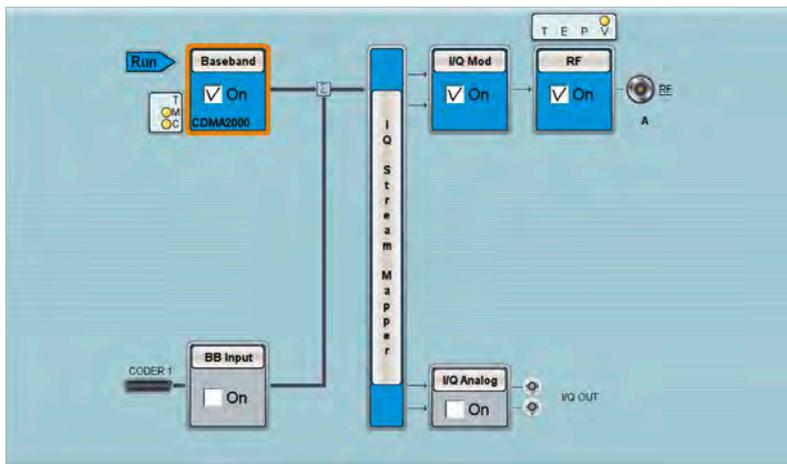
Модульная архитектура позволяет подобрать оптимальную конфигурацию для текущей задачи

Практически все опции генератора R&S®SMW200A можно модернизировать, многие — простым вводом кода активации. Базовую конфигурацию классического одноканального векторного генератора сигналов R&S®SMW200A можно оптимизировать для любых задач. Пользователям нужно лишь приобрести то, что им нужно в настоящее время, и они смогут выбрать модификации, которые потребуются в будущем.

Векторный генератор сигналов R&S®SMW200A с двумя модулями генераторов сигналов R&S®SGMA на нем

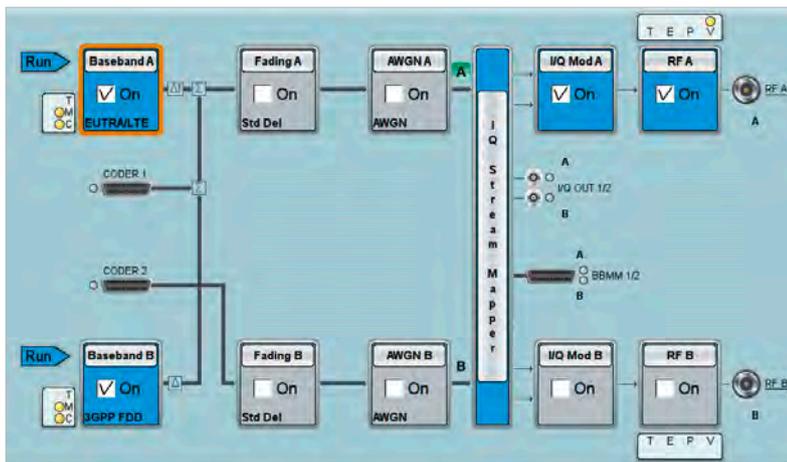


Базовая архитектура R&S®SMW200A



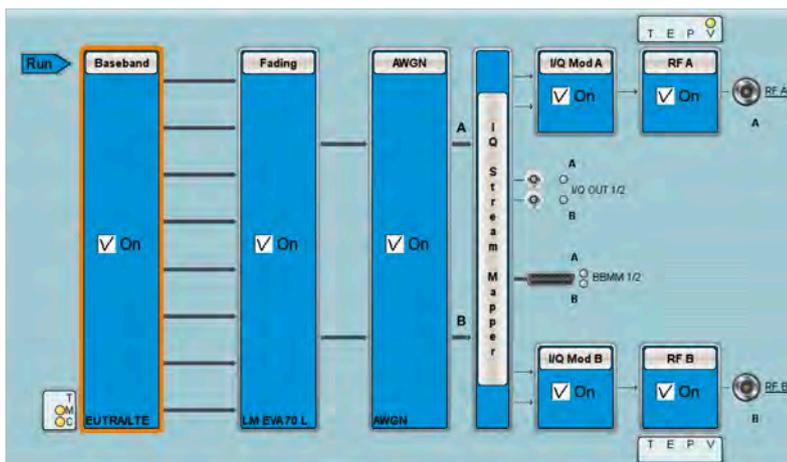
Пример конфигурации 1:

Одноканальный генератор R&S®SMW200A со встроенным генератором модулирующего сигнала можно использовать для измерения отдельных компонентов или для базовых испытаний приемника.



Пример конфигурации 2:

Двухканальный генератор R&S®SMW200A идеально подходит для испытаний приемников и характеристик базовых станций. Один генератор может формировать сумму полезного сигнала и помехи (в данном примере полезный сигнал LTE и помеха 3GPP FDD).



Пример конфигурации 3:

Генератор R&S®SMW200A в максимальной комплектации с опцией MIMO поддерживает все основные сценарии MIMO, включая вариант 8x2, показанный на данном снимке экрана. В данном случае секция модулирующего сигнала имеет восемь источников сигнала и 32 логических канала с замираниями (каналы MIMO).

УПРОСТИТЕ СХЕМУ ИЗМЕРЕНИЙ

Широкополосный генератор модулирующих сигналов и векторный генератор сигналов в одном устройстве

Для работы с современными системами связи векторный генератор сигналов должен обладать высокоэффективной секцией модулирующего сигнала. Генератор R&S®SMW200A устанавливает планку качества и в этой области. Он может быть оснащен секцией модулирующего сигнала, обеспечивающей внутреннюю полосу ВЧ модуляции до 2 ГГц. Благодаря этой опции прибор R&S®SMW200A превращается в первый векторный генератор сигналов, который предлагает в одном устройстве полностью откалиброванное широкополосное решение с диапазоном до 44 ГГц.

В один прибор можно установить один или два генератора модулирующего сигнала. Таким образом, с помощью всего лишь одного прибора можно формировать два независимых широкополосных сигнала с любым типом модуляции в диапазоне до 20 ГГц.

Каждый из двух доступных стандартных модулей модулирующих сигналов содержит работающий в реальном масштабе времени кодер и генератор сигналов произвольной формы с объемом памяти до 2 млрд отсчетов. Полоса пропускания до 2 ГГц соответствует всем современным цифровым стандартам, включая 5G NR, LTE и WLAN IEEE 802.11ac, а также широкополосные многочастотные сигналы и сигналы многостандартной радиосвязи.

Простая генерация сложных сигналов

Модулирующие сигналы можно суммировать, добавлять смещение частоты до ± 1 ГГц и варьировать соотношения между ними по фазе и мощности. Такая функциональность позволяет с помощью генератора R&S®SMW200A без труда формировать многочастотные сигналы (сигналы с несколькими несущими) и комбинации сигналов разных стандартов.

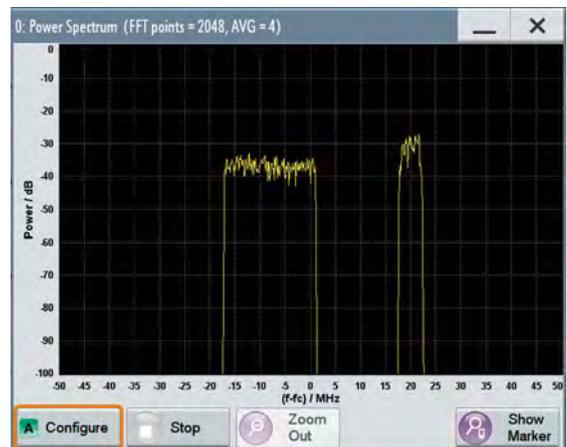
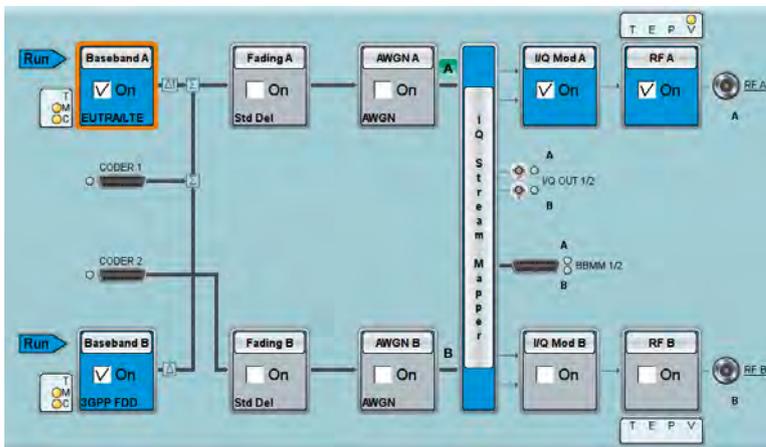
Для формирования суммы полезного сигнала и помехи, часто необходимой для испытаний приемников, требуется только один двухканальный генератор R&S®SMW200A. В зависимости от полной полосы сигнала и требуемой разницы уровней между полезным сигналом и помехой чаще всего сигналы можно снимать всего лишь с одного ВЧ-тракта. Второй ВЧ-тракт остается свободен для других задач, например, для формирования дополнительной немодулированной помехи.

Передовая многоканальная генерация сигналов

Передовая архитектура средств формирования модулирующих сигналов генератора R&S®SMW200A обеспечивает имитацию даже сложных сценариев. До восьми внутренних источников модулирующих сигналов позволяют легко генерировать несколько сигналов, которые требуются, например, для объединения несущих LTE, имитации нескольких сот/нескольких пользователей, испытаний в условиях помех или многостандартной радиосвязи (MSR). Также возможна дополнительная имитация замираний или шума для каждого из восьми отдельных каналов.

Двухканальный генератор сигналов R&S®SMW200A

В двухканальном генераторе сигналов R&S®SMW200A модулирующие сигналы могут быть добавлены в цифровой форме со смещением частоты. Эта возможность позволяет легко создавать сценарии многочастотных сигналов или сценарии суммы полезного сигнала и помехи.



Гибкая маршрутизация и внутреннее наложение модулирующих сигналов в реальном масштабе времени обеспечивают возможности для проведения параллельных испытаний. Для каждого формируемого сигнала можно задать собственную периодичность. Таким образом, можно одновременно генерировать несколько несущих с неусеченными последовательностями данных и одновременно испытывать демодуляцию каждого сигнала в ИУ. В результате сокращается общее время испытаний и требуются лишь минимальные инвестиции в аппаратные средства.

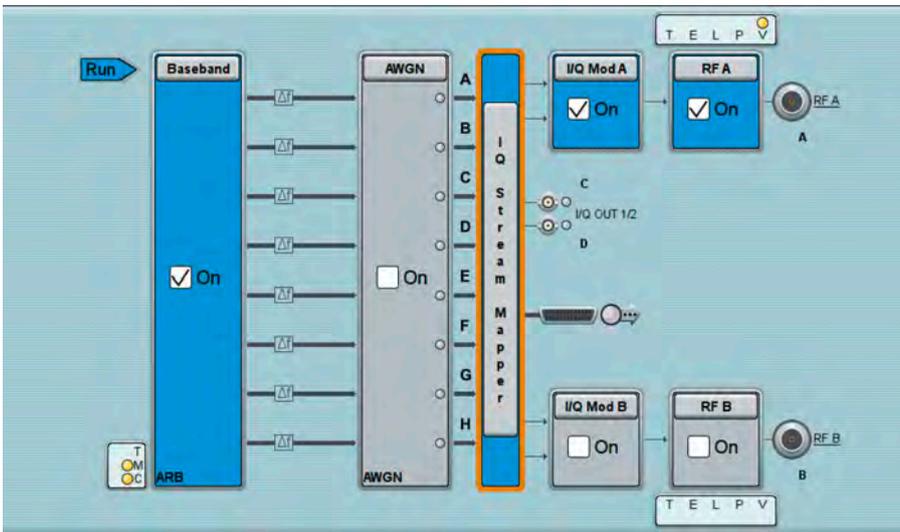
Готовность к будущим технологиям: 5G и IEEE 802.11ad

Генератор R&S®SMW200A — идеальный инструмент для любого инженера, разрабатывающего компоненты, устройства или инфраструктуру для мобильной связи следующего поколения. Сигналы 5G New Radio создаются непосредственно на приборе, помогая пользователям эффективно справляться с возникающими при разработке задачами. В одном приборе можно реализовать типовые сценарии испытаний, такие как испытания совместного присутствия с формированием сиг-

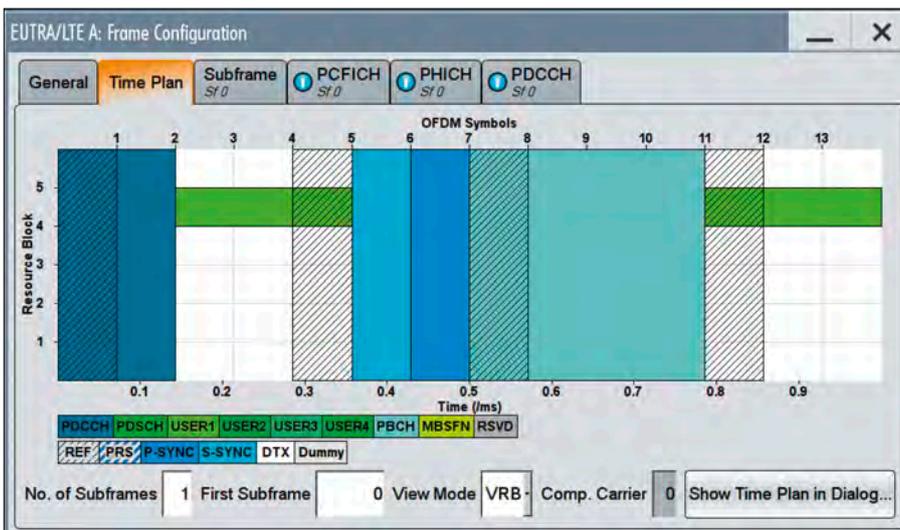
налов LTE или широкополосных сигналов 5G в СВЧ-диапазоне. Также поддерживаются сигналы WLAN IEEE 802.11ad со скоростью модуляции до 1,76 млрд отсчетов/с в режиме одной несущей. Благодаря интеллектуальной внутренней коррекции АЧХ модулятора генератор R&S®SMW200A также отличается I/Q-равномерностью и качеством модуляции всех широкополосных сигналов.

Поддержка всех основных цифровых стандартов

В генераторе R&S®SMW200A используются программные опции для формирования сигналов согласно всем основным цифровым стандартам, таким как 5G NR, LTE/LTE-Advanced (до версии 15), 3GPP FDD/HSPA/HSPA+, GSM/EDGE/EDGE Evolution и WLAN IEEE 802.11a/b/g/n/j/p/ac/ax/ad. Моделируется весь физический уровень, а также канальное кодирование для большинства стандартов. В результате генератор R&S®SMW200A идеальным образом подходит для измерений параметров соответствующих стандартам приемников, например, для испытаний базовых станций в соответствии со стандартами 3GPP TS 38.141 (для 5G NR) или 3GPP TS 36.141 (для LTE/LTE-Advanced).



Генератор R&S®SMW200A идеально подходит для испытаний многостандартной радиосвязи и помеховых испытаний. В данном примере он формирует восемь различных частотно-разнесенных сигналов, которые суммируются в реальном масштабе времени для тестирования приемника.



Окно с планом временного распределения в опции LTE генератора R&S®SMW200A.

В отличие от многих решений, представленных на рынке, сигналы цифровых стандартов можно конфигурировать и формировать непосредственно в генераторе R&S®SMW200A. Так как программные опции органично интегрированы во встроенное программное обеспечение прибора, нет нужды в дополнительном программном обеспечении для ПК. Такая возможность упрощает работу, а также сокращает затраты ценного времени на испытания, так как не требует передачи сигнала из внешнего программного обеспечения для ПК в память генератора сигналов.

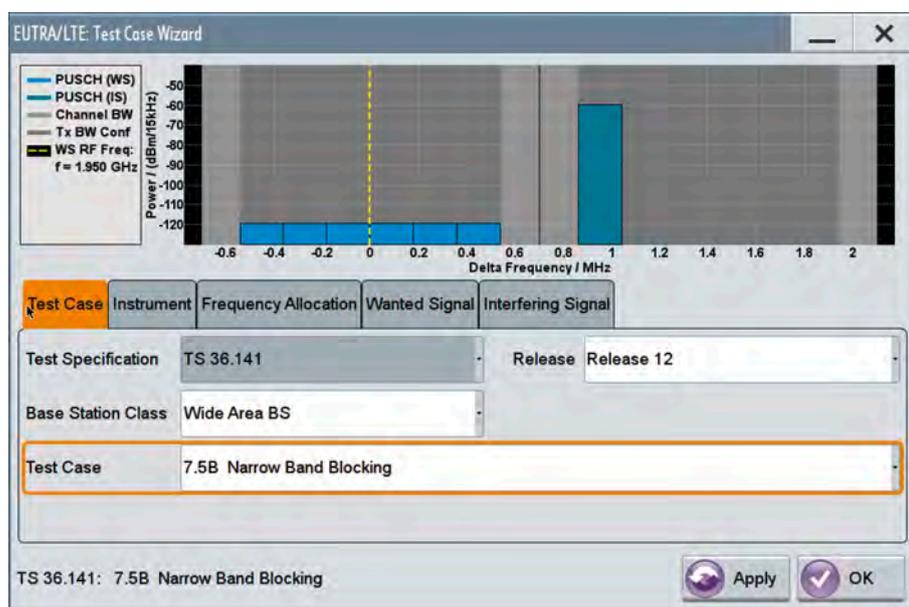
За счет своих превосходных рабочих характеристик генератор R&S®SMW200A практически без задержки реагирует на новые настройки, даже когда они требуют обширных расчетов сигнала. В результате, тестовые сценарии можно легко и быстро адаптировать к новым требованиям. При вариации параметров с целью оптимизации или устранения неполадок их применение происходит мгновенно, не вызывая непроизводительных прерываний или задержек на ожидание.

Пользователи имеют возможность пользоваться многочисленными справочными функциями. Для настройки стандартных сигналов (например, тестовых моделей, определенных в стандарте) могут использоваться предварительно заданные значения, достаточно одного нажатия кнопки. Визуальные подсказки, такие как план временного распределения в опции LTE, обеспечивают графическое представление структуры сигнала. Они помогают пользователям отслеживать даже сложные сигнальные сценарии и быстро устанавливать нужные параметры. Мощными инструментами, упрощающими выполнение пользовательских задач, являются мастера создания тестовых сценариев для сложных цифровых стандартов, таких как 5G NR, LTE и 3GPP FDD (UMTS). Понадобится лишь несколько простых действий, чтобы настроить генератор R&S®SMW200A на проведение испытаний базовой станции в соответствии со стандартом 3GPP TS 38.141, 3GPP TS 36.141 или 3GPP TS 25.141.

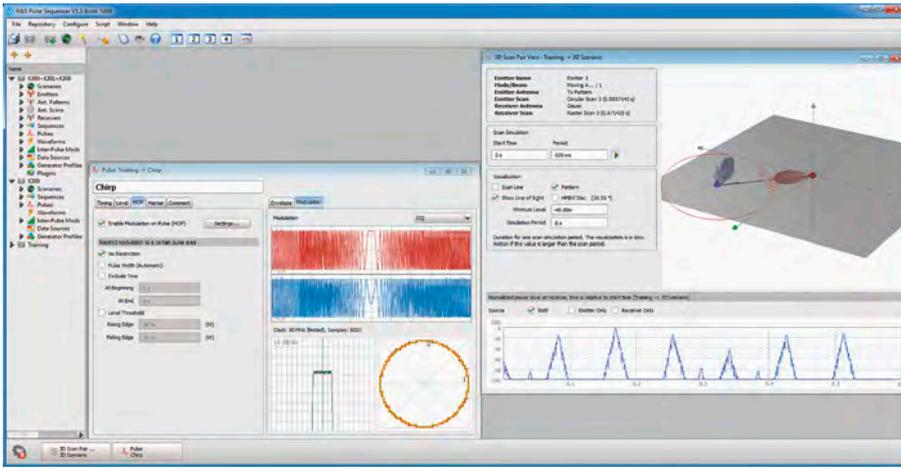
Формирование сигналов для испытаний приемников и радарных модулей

В сочетании с ПО R&S®Pulse Sequencer генератор R&S®SMW200A формирует простые импульсы, последовательности импульсов, а также сложные многоэммитерные и многоканальные радиолокационные сценарии. Для каждого отдельного импульса можно гибко настроить синхронизацию импульсов и внутримпульсную модуляцию, например, АМ/ЧМ, широкополосный ЛЧМ, код Баркера или многофазность. Такие элементы управления, как вложенные циклы, наложения и субпоследовательности, допускают выполнение динамических последовательных задач. Детерминированные или случайные профили внутримпульсной модуляции позволяют пользователю настраивать изменяющиеся во времени параметры импульсной последовательности с минимальными усилиями.

Диаграммы направленности антенн и типы сканирования антенн могут быть добавлены в заданные импульсные последовательности для имитации реалистичных радиолокационных излучателей. Для имитации сценария можно разместить несколько излучателей и приемник на двумерной карте, включая информацию об ориентации и высоте. Используя дополнительно сконфигурированную диаграмму направленности и тип сканирования приемной антенны, генератор R&S®SMW200A создает реальные сигналы в том виде, в котором они появляются на ВЧ-выходе приемной антенны. Это позволяет проводить недорогие проводные испытания приемников в лаборатории вместо дорогостоящих полевых беспроводных испытаний. Эмулируемый приемник может быть даже настроен на работу с несколькими антеннами, каждая с индивидуальной диаграммой направленности, положением и направлением наведения. Эти возможности превращают генератор R&S®SMW200A в мощную платформу для тестирования радарных модулей, а также многоканальных приемников в задачах радиопеленгации.



Мастер тестового сценария LTE позволяет удобно и разумно настроить генератор R&S®SMW200A для проведения испытаний базовой станции в соответствии со стандартом 3GPP TS 36.141. В данном примере задан полезный сигнал и источник помех для проверки узкополосной блокировки.



Программное обеспечение R&S®Pulse Sequencer для создания радиолокационных сигналов и сценариев с использованием R&S®SMW200A.

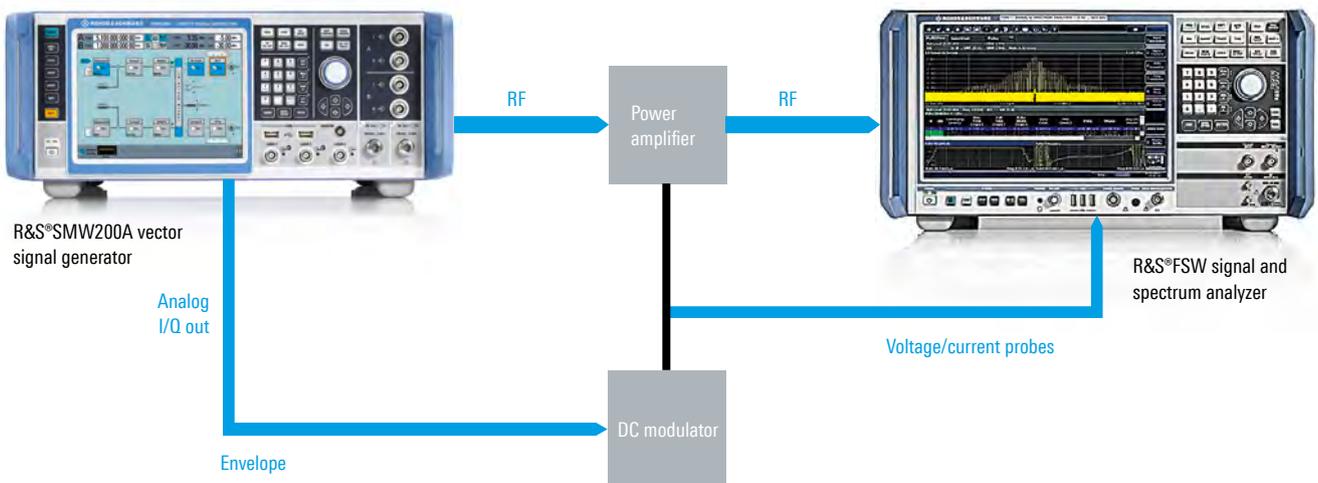
Кроме того, генератор R&S®SMW200A в сочетании с программным обеспечением R&S®Pulse Sequencer способен формировать радиолокационные сигналы в соответствии со стандартами FCC, ETSI или TELEC T403 для испытаний динамической частотной селекции (DFS). Все это делает генератор сигналов R&S®SMW200A идеальным решением для проверки правильности поведения устройств WLAN при наличии радиолокационного сигнала в том же диапазоне частот.

Эффективное тестирование усилителей с отслеживанием огибающей

Цель отслеживания огибающей состоит в снижении потребления мощности и энергопотребления усилителя в целом. Вместо постоянного напряжения питания на усилитель подается напряжение с модулятора постоянного тока. Это напряжение отслеживает огибающую ВЧ-сигнала. Сверхточная синхронизация здесь имеет решающее значение, поскольку даже отклонения в наносекундном диапазоне могут привести к значительным ошибкам модуляции (EVM).

Генератор сигналов R&S®SMW200A предоставляет возможности, позволяющие без труда генерировать правильный сигнал огибающей для ВЧ-сигнала в реальном масштабе времени и выводить его на аналоговый I/Q-выход. Поскольку оба сигнала поступают от одного и того же прибора, пользователям не нужно беспокоиться о синхронизации. Задержка между ВЧ-сигналом и сигналом огибающей относительно друг друга может быть установлена в реальном масштабе времени с разрешением 1 пс, чтобы компенсировать различные задержки в измерительной установке. Опция цифровых предсказаний обеспечивает предсказания сигналов AM/AM и AM/ФМ в реальном масштабе времени. Такая гибкость в сочетании с превосходными характеристиками сигнала делают генератор R&S®SMW200A идеальным источником сигналов для точных и эффективных измерений с отслеживанием огибающей.

Установка для отслеживания огибающей, состоящая из генератора R&S®SMW200A и анализатора R&S®FSW



ПЕРЕНЕСИТЕ РЕАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ В СВОЮ ЛАБОРАТОРИЮ

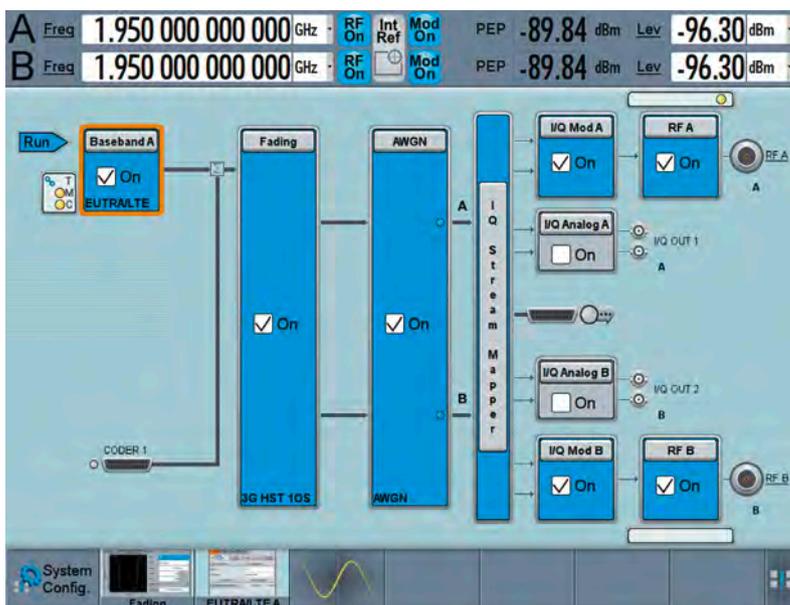
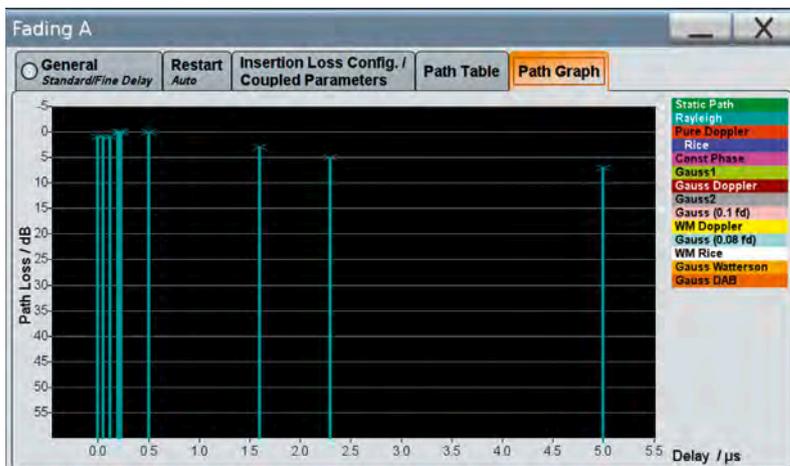
Передовая современная эмуляция канала

Встроенная возможность имитации замираний также является отличительной чертой векторного генератора сигналов R&S®SMW200A. За счет использования последних технологий ПЛИС аппаратное обеспечение имеет необычайно компактную конструкцию, что обеспечивает возможность установки до четырех высокоэффективных модулей замирания. Данные модули могут одновременно имитировать до 32 каналов с замираниями. Максимальная полоса частот замираний составляет 200 МГц. Таким образом, генератор R&S®SMW200A способен достоверно формировать даже такие сценарии MIMO, как MIMO 3x3 для беспроводной сети IEEE 802.11.

Внутри зданий отражений гораздо больше, чем на открытой местности. Разница во времени между отраженными сигналами обычно лежит в диапазоне всего нескольких наносекунд. Временное разрешение 2 пс и способность имитировать до 20 лучей на канал замира-

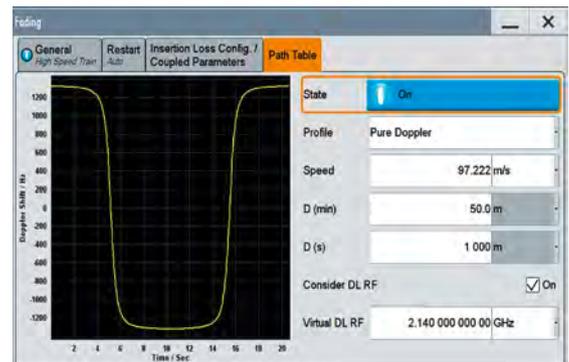
ний позволяют генератору R&S®SMW200A реалистично моделировать сценарии замираний в помещении. В целом, R&S®SMW200A обеспечивает такие характеристики замираний, которые до сих пор достигаются только с помощью значительно более дорогих специальных приборов (например, ВЧ-регуляторов уровня).

Пользователь может выбрать сценарии замирания для всех основных стандартов непосредственно из предварительно заданных настроек. В дополнение к классическим сценариям многолучевого распространения с рэлеевским, райсовским или чисто доплеровским замиранием генератор R&S®SMW200A также способен имитировать динамические сценарии, определенные в последних стандартах, такие как процесс рождения-гибели, распространение при передвижении и сценарий скоростного поезда. Также поддерживаются профили для связи между автомобилями. Все параметры также могут быть установлены вручную, что упрощает реализацию пользовательских конфигураций для замираний.



В помощь пользователю в генераторе R&S®SMW200A доступна визуализация параметров замираний. На снимке экрана показана конфигурация пути замирания в сценарии LTE ETU300.

Генератор сигналов R&S®SMW200A идеально подходит для проведения испытаний рабочих характеристик базовой станции LTE в соответствии со стандартом 3GPP TS36.141. В этом примере показана блок-схема (снимок экрана слева) и параметры замираний (снимок экрана ниже) для проведения испытаний с использованием сценария высокоскоростного поезда.



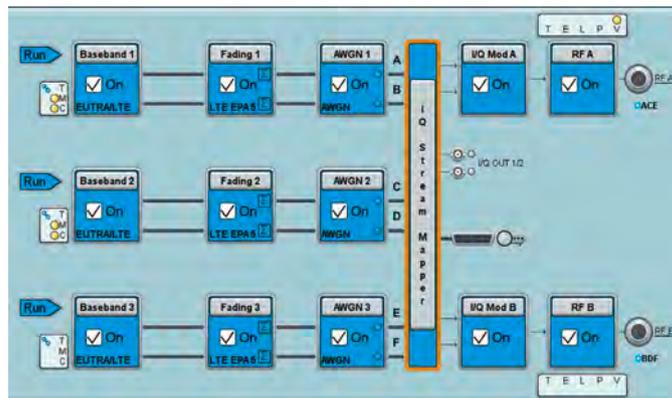
Престижная область: MIMO

Все современные стандарты беспроводной связи используют технологию MIMO для повышения эффективности передачи данных. Тестовый генератор должен формировать в точности такие же сигналы MIMO, что и на антенне приемника — даже для многокомпонентных приемников MIMO. И здесь как раз работает многоканальность и возможность имитации замираний, которой обладает генератор R&S®SMW200A. Встроенные блоки модулирующих сигналов позволяют одновременно формировать до восьми сигналов. Для сценариев MIMO можно формировать сигналы всех передающих антенн (с характерным для антенны кодированием) на одном единственном приборе.

Кроме того, генератор R&S®SMW200A способен эмулировать весь канал MIMO. До 32 логических каналов с замираниями охватывают все основные режимы MIMO, включая 3x3, 4x4, 8x4 и 4x8. Пользователь также может задать корреляционную связь между путями распространения. Возможны также многостандартные системы, например, одновременная поддержка 2x2 MIMO для LTE и 3GPP FDD HSPA. С помощью одного прибора также можно имитировать сценарии объединения четырех несущих LTE (каждый с 2x2 MIMO). Вне зависимости от сложности задачи генератор R&S®SMW200A способен одновременно формировать сигнал по уникальной технологии и параллельно эмулировать канал замираний.

Генератор R&S®SMW200A может быть оснащен одним или двумя внутренними ВЧ-трактами. При необходимости можно добавить еще больше ВЧ-трактов: два дополнительных модуля для формирования сигналов с I/Q-модуляцией R&S®SGT100A превращают генератор R&S®SMW200A в очень компактное комплексное решение для 4x4 MIMO систем. Если добавить еще четыре модуля R&S®SGT100A, можно реализовать даже сценарии 4x8 или 2x4x4 MIMO. Дополнительное аппаратное обеспечение управляется (в том числе, дистанционно) непосредственно с генератора R&S®SMW200A.

Генератор сигналов R&S®SMW200A легко справляется даже с многокомпонентными MIMO-системами. Диалоговое окно общей конфигурации системы можно использовать для перенастройки генератора сигналов в соответствии с требуемым сигнальным сценарием. Блок-схема в графическом интерфейсе изменяется вместе с используемым



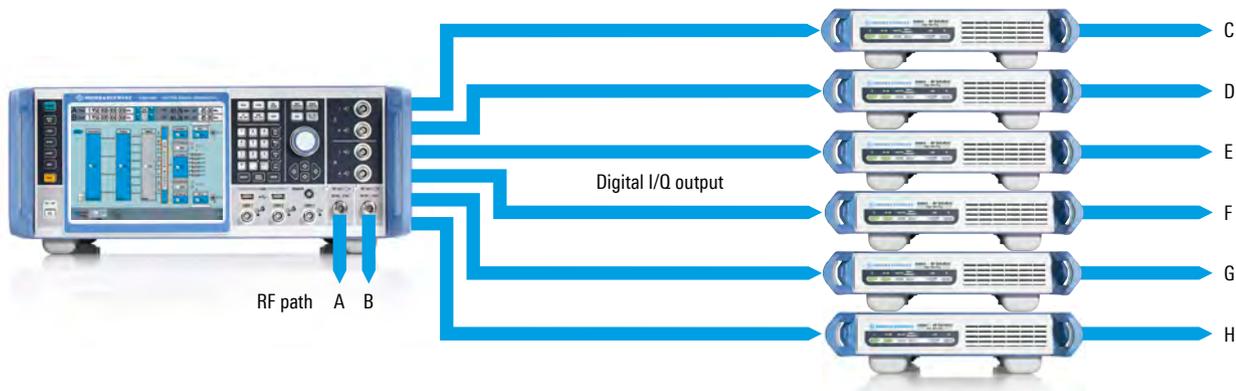
Блок-схема генератора R&S®SMW200A, настроенного на формирование тестового сценария LTE Release 11 feICIC. Один генератор R&S®SMW200A одновременно формирует сигналы обслуживающей соты LTE, а также двух мешающих сот; для каждой соты реализована схема MIMO 2x2 с коррелированными каналами замираний.

приложением, так что пользователю сразу виден реализуемый сигнальный сценарий. Каждая конфигурация системы сопровождается типовыми примерами применения. Пользователи, которые «мыслят за пределами стандарта», также легко найдут оптимальный сценарий для своих нужд.

В случае стандартов с поддержкой MIMO, таких как 5G NR, LTE или WLAN, передаваемые сигналы зависят друг от друга. Поэтому в приборе R&S®SMW200A имеется общее меню (режим связанных источников), с помощью которого можно быстро и удобно настраивать сигналы для нескольких антенн.

В качестве альтернативного варианта сигналы в генераторе R&S®SMW200A могут быть установлены по-отдельности (режим отдельных источников). Этот режим позволяет одновременно формировать сигналы для разных стандартов, что делает R&S®SMW200A идеальным прибором для тестирования многостандартных базовых станций. Возможны как комбинации стандартных сигналов (например, LTE, WCDMA и GSM), так и использование пользовательских сигналов произвольной формы.

Система 4x8 MIMO



Система 4x8 MIMO, состоящая из двухканального генератора сигналов R&S®SMW200A и шести модулей генерации сигналов R&S®SGT100A, управляемых с генератора R&S®SMW200A. Модули реализуют ВЧ-тракты с 3 по 8. Генератор R&S®SMW200A обеспечивает полноценное формирование модулирующего сигнала и имитацию замираний.

УЛУЧШАЙТЕ СВОИ РАЗРАБОТКИ

Превосходное качество сигнала

Для испытаний ИУ с высокими характеристиками требуется генератор сигналов со значительно лучшими ВЧ-характеристиками. В противном случае генератор может вносить искажения в результаты измерений. Прибор R&S®SMW200A полностью соответствует этим требованиям и позволяет использовать весь потенциал ИУ.

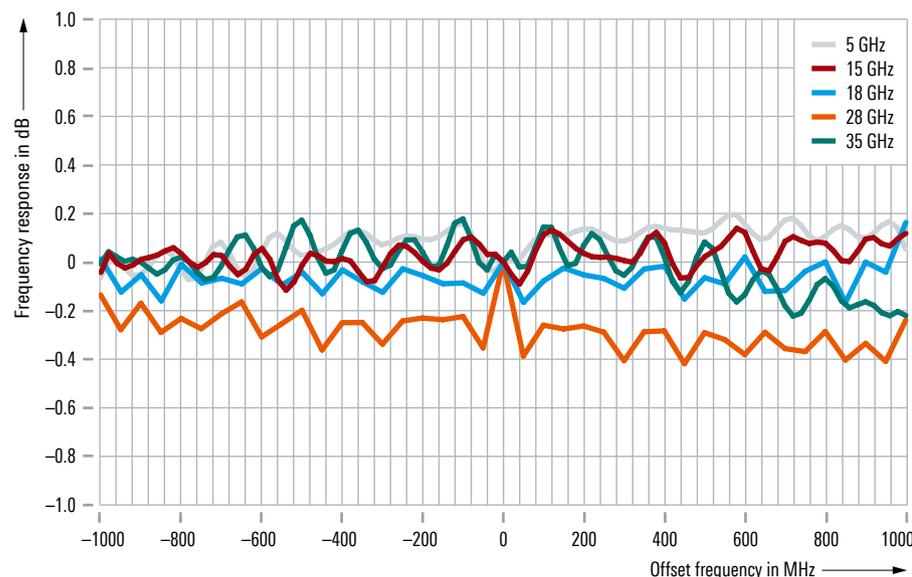
Исключительное качество модуляции

Генератор R&S®SMW200A оснащен широкополосным I/Q-модулятором с ВЧ-полосой 2 ГГц. Благодаря такой полосе частот, он охватывает практически все частотные диапазоны, используемые в современных приложениях, в том числе в беспроводной и спутниковой связи, радиолокации, исследовательских и образовательных системах. Внутренний генератор модулирующих сигналов может формировать сигналы с полосой до 2 ГГц.

Современные ЦАП и превосходная ВЧ-цепь обеспечивают исключительные модуляционные характеристики. В целом, можно достичь неравномерности частотной характеристики модулятора менее 0,4 дБ (изм.) в полосе частот свыше 2 ГГц. Генератор R&S®SMW200A формирует сигналы 5G NR (полоса канала 100 МГц, схема модуляции 64QAM PDSCH, несущая частота 39 ГГц) со значением EVM -43 дБ (изм.). Также возможно формирование высококачественных сигналов других типов, таких как WCDMA, LTE, широкополосные сигналы несущих с модуляцией QAM или ЛЧМ-импульсы, а также сценариев много-частотных CW-сигналов.

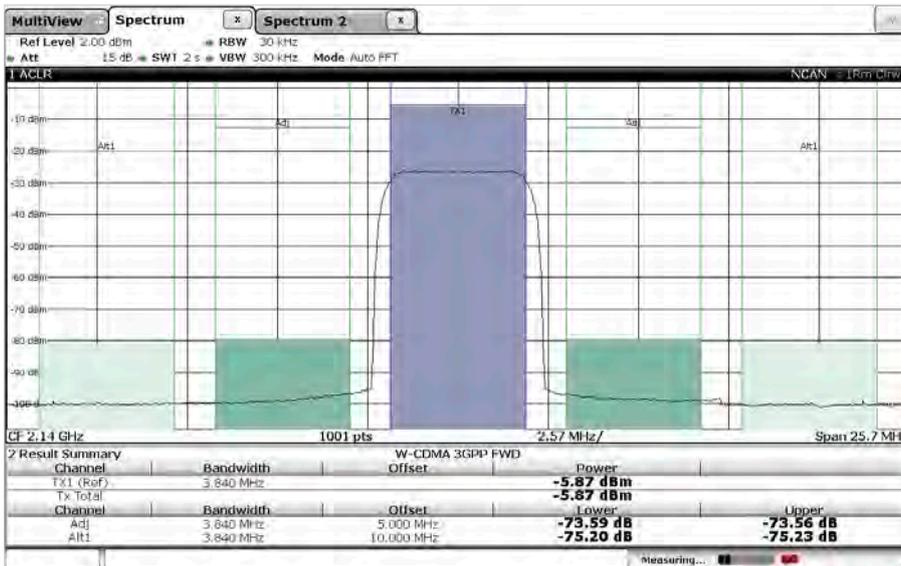


Измеренное значение EVM сигнала 5G NR (полоса канала 100 МГц, схема модуляции 64QAM PDSCH, несущая частота 39 ГГц).

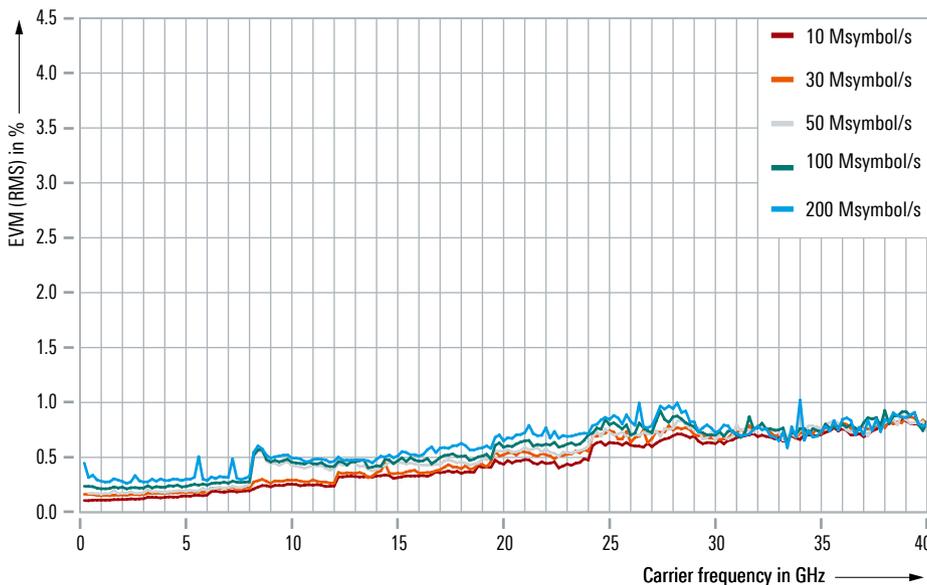
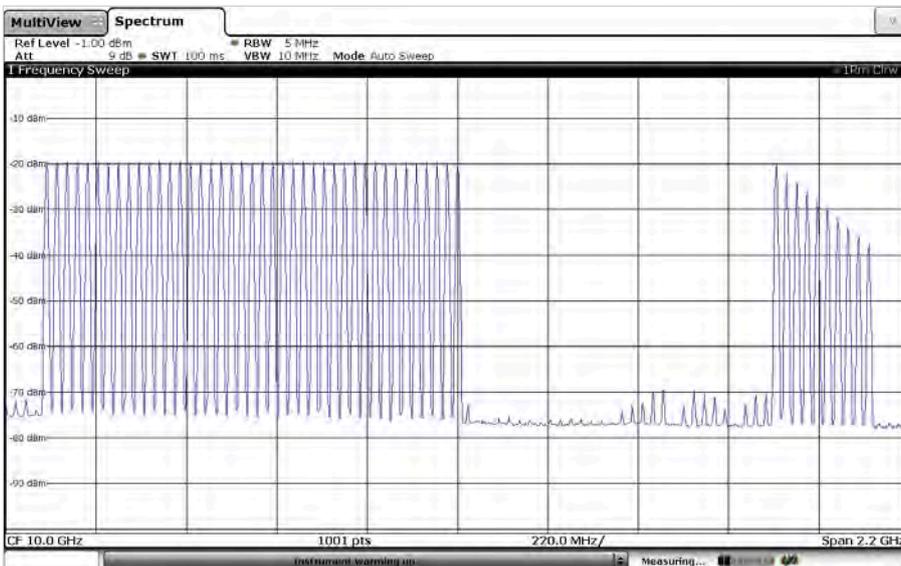


Измеренная частотная характеристика I/Q-модулятора при использовании внутреннего широкополосного модулирующего сигнала

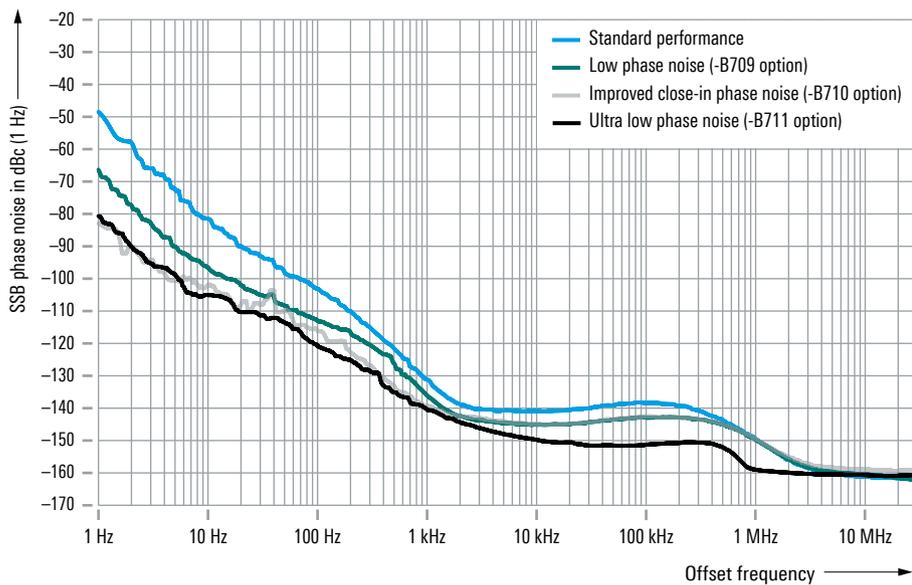
Измеренное значение коэффициента ACPR для тестовой модели 3GPP №1, 64 DPCH.



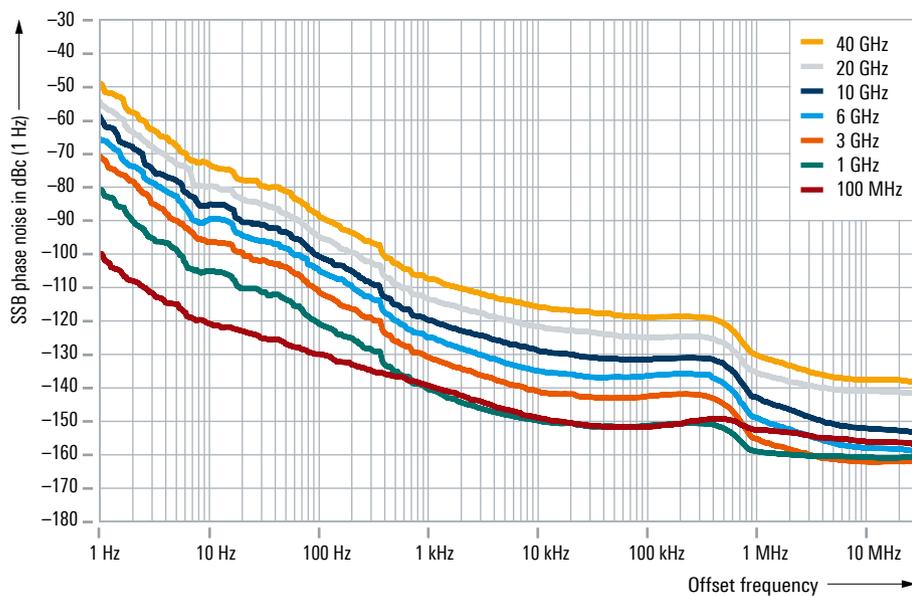
Генератор R&S®SMW200A формирует высококачественные широкополосные сигналы, включая сигналы, асимметричные относительно центральной частоты. В данном примере на частоте 10 ГГц слева реализуется сценарий многочастотного сигнала шириной 2 ГГц с 41 несущей одинаковой мощности, а справа — сигнала с 10 несущими с градуированной мощностью.



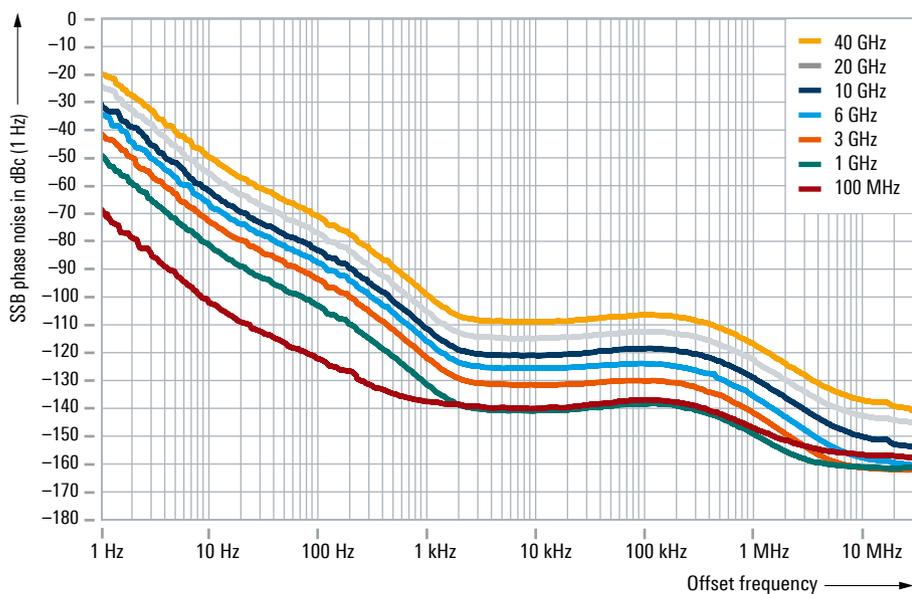
Измеренная зависимость значения EVM от несущей частоты для сигнала 16QAM



Измеренные характеристики однополосного фазового шума на частоте $f = 1$ ГГц, режим CW, стандартные характеристики сравниваются с опциями R&S®SMW-B709, R&S®SMW-B710 и R&S®SMW-B711



Измеренные характеристики однополосного фазового шума, с опциями R&S®SMW-B711/-B721, режим CW



Измеренные характеристики однополосного фазового шума, прибор в стандартной комплектации, режим CW

Превосходные высокочастотные характеристики

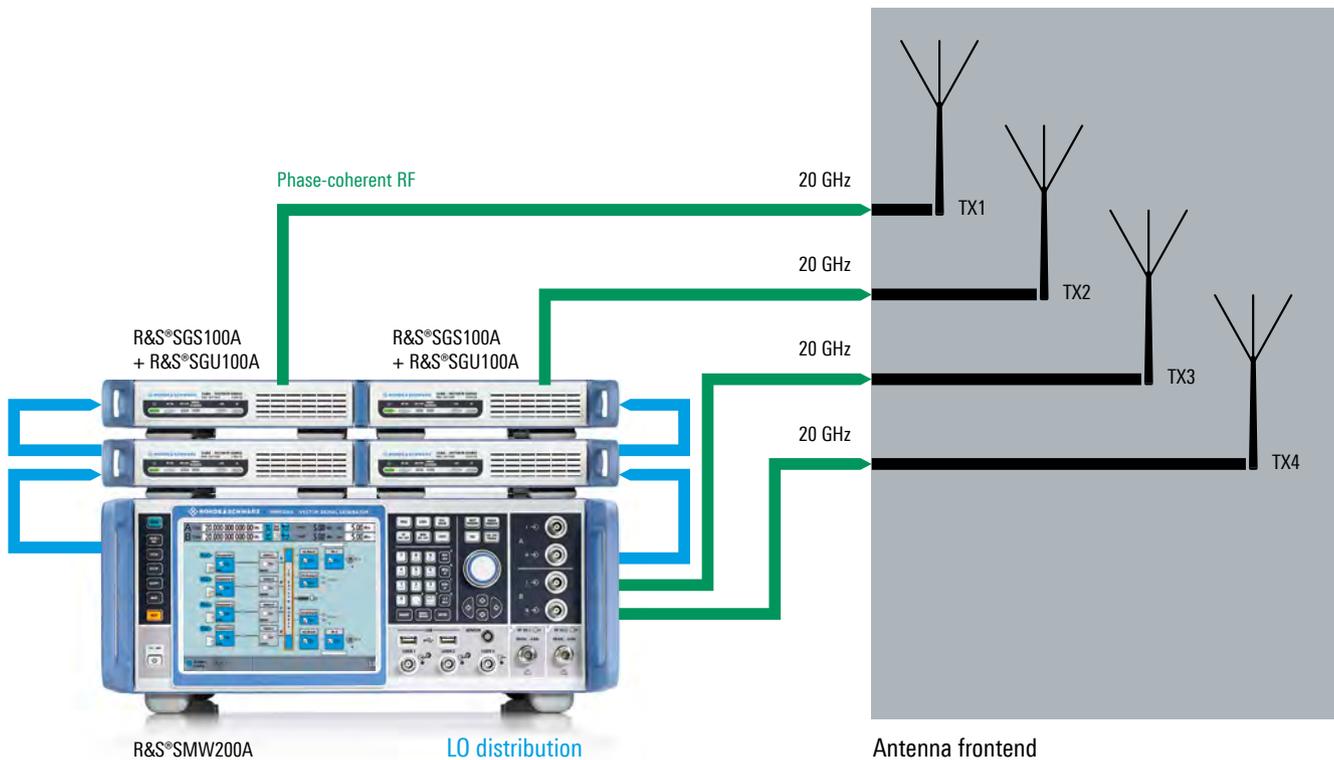
ВЧ-характеристики генератора R&S®SMW200A производят действительно сильное впечатление. Абсолютная погрешность установки уровня меньше 0,5 дБ ($f \leq 3$ ГГц) для всего заданного диапазона уровней от -120 дБмВт до +18 дБмВт без каких-либо дополнительных опций. Время установки частоты и уровня по шине IEC/IEEE, равное 600 мкс (тип.), выводит генератор R&S®SMW200A в лидеры рынка быстродействующих и экономичных с точки зрения временных затрат современных векторных генераторов сигналов. Благодаря великолепному импульсному модулятору с отношением сигнал/пауза более 80 дБ и временем нарастания/спада менее 10 нс генератор R&S®SMW200A идеально подходит для формирования импульсных радиолокационных сигналов.

Первоклассный синтезатор частот, включенный в базовую комплектацию генератора R&S®SMW200A, уже обеспечивает исключительные параметры однополосного фазового шума и негармонических составляющих. Пользователь может выбирать между несколькими опциями снижения уровня фазового шума, чтобы дополнительно улучшить рабочие характеристики прибора. Опции сверхнизкого фазового шума R&S®SMW-B711/-B721 обеспечивают наилучшие характеристики при любых отстройках от несущей. Таким образом, генератор R&S®SMW200A идеально подходит для высокотребовательных к чистоте спектра измерений.

Фазово-когерентные сигналы частотой до 44 ГГц

Для формирования луча диаграммы направленности, например при проведении измерений в активных антенных системах, требуются высококачественные фазово-когерентные тестовые сигналы. Чтобы убедиться, что относительные фазы остаются стабильными в течение длительного периода времени, просто общего опорного сигнала недостаточно. Функция связи гетеродинов, реализованная в генераторе R&S®SMW200A, обеспечивает чрезвычайно точную и стабильную долговременную синхронизацию фаз обоих трактов генератора. Генератор способен обеспечить два фазово-когерентных ВЧ-тракта в одном приборе без применения дополнительных кабелей в диапазоне до 20 ГГц. Если требуется формировать большее число фазово-когерентных несущих, внутренний гетеродинный сигнал генератора R&S®SMW200A может быть связан с другим генератором R&S®SMW200A или модулями генерации R&S®SGS100A и R&S®SGU100A.

Установка для испытания антенн



Установка из двухканального генератора R&S®SMW200A, двух модулей R&S®SGS100A и двух R&S®SGU100A для формирования фазово-когерентных немодулированных или модулированных сигналов, например, для проведения испытаний антенн в диапазоне частот до 20 ГГц. Рабочий диапазон установки может быть расширен до 40 ГГц и задублирован при необходимости реализовать большее число ВЧ-трактов.

УСКОРЬТЕ ТЕМПЫ РАЗРАБОТКИ

Увеличение стоимости ведет к сокращению циклов разработки. В то же время требования к испытаниям становятся более жесткими. Генератор сигналов R&S®SMW200A помогает проводить сложные измерения быстро и эффективно. Многочисленные инновации в интуитивно-понятном пользовательском интерфейсе сильно упрощают работу.

Эргономичный дизайн для максимально удобного управления

Сенсорный экран высокого разрешения и понятный графический интерфейс пользователя обеспечивают удобную работу с прибором. Блок-схема всегда обеспечивает наглядность отображения. Пользователь визуально может оценить путь прохождения сигнала и состояние всех входов и выходов. Функция перетаскивания отдельных блоков упрощает процесс конфигурации сигнального тракта. Для MIMO и других сложных систем блок-схема перестраивается под наиболее распространенный сценарий использования.

Во всех меню присутствуют вкладки для быстрого доступа к параметрам сигнала. Контекстно-зависимая интерактивная справочная система предоставляет информацию о каждом параметре, включая диапазон настройки, подробное описание схемы и команду SCPI. Различные функции упрощают рутинные операции, например, каждый параметр можно отдельно сбросить на предустановленное значение.

Встроенная в генератор R&S®SMW200A система графического отображения позволяет в реальном масштабе времени выводить на экран генерируемый сигнал, поддерживая вывод до восьми окон одновременно. Пользователь может выбрать тип графика (осциллограмма I- и Q-составляющих, частотный спектр, векторная диаграмма и пр.) и точку в сигнальном тракте, в которой будут выполняться измерения.

Функция измерения модулирующего сигнала позволяет проводить измерения в реальном масштабе времени уровня сигнала или сигнальных составляющих в заданной точке сигнального тракта. Данная функция особенно полезна, если необходимо определять или изменять уровень отдельных составляющих сложного сигнала во время измерения, например, в режиме замкнутого цикла.

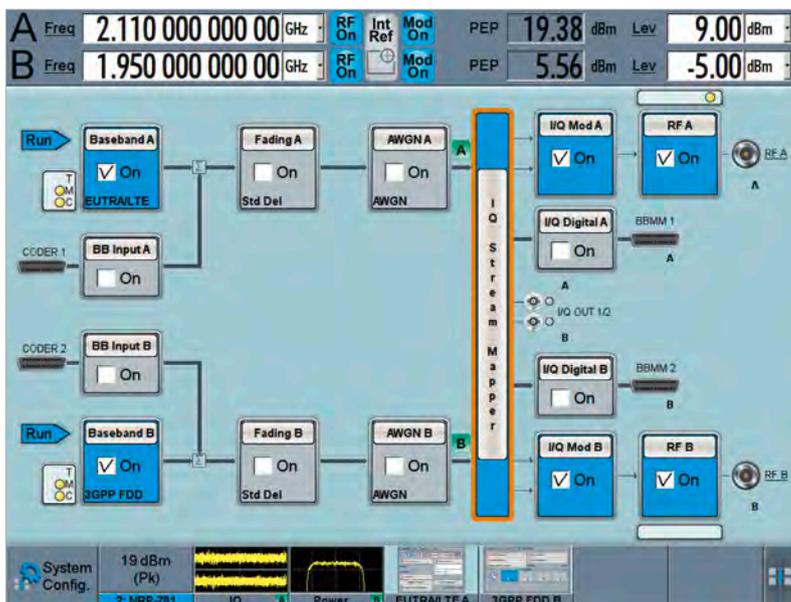
Простая автоматизация

Генератором R&S®SMW200A можно управлять с помощью всех стандартных интерфейсов дистанционного управления. Пользователь может использовать ряд справочных функций при программировании автоматизированной тестовой последовательности. Можно посмотреть команды SCPI для каждого настраиваемого параметра, а все изменения в предустановленных настройках прибора можно отобразить графически. Таким образом, можно легко определить все параметры, необходимые для дистанционного управления.

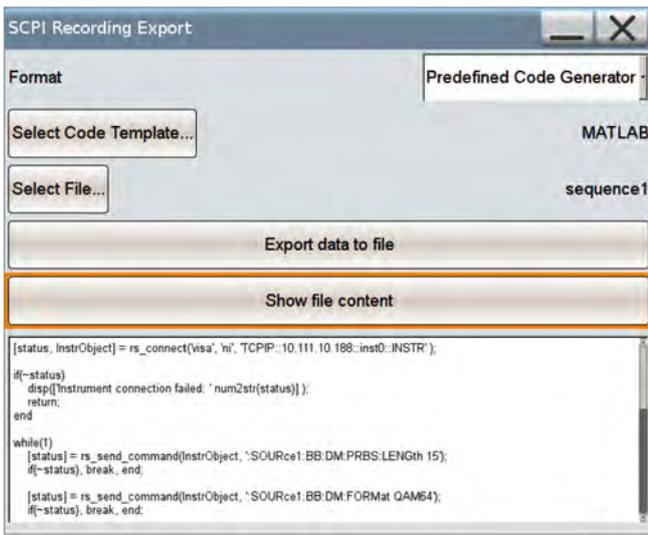
В генераторе R&S®SMW200A также есть встроенный регистратор макрокоманд SCPI с генератором кода, записывающий все команды ручного управления для создания файла с последовательностью команд дистанционного управления. Шаблоны кода позволяют создавать исполняемый код для среды MATLAB® или CVI. Пользователь также может создавать свои шаблоны. В результате генератор R&S®SMW200A позволяет минимизировать время, требуемое для автоматизации испытаний, экономя ресурсы на разработку.

Быстрый прибор для быстрой работы

Операционная система генератора R&S®SMW200A на основе LINUX обеспечивает быструю загрузку. Высокая производительность компьютера ускоряет работу, даже когда настройки требуют сложных расчетов сигнала.

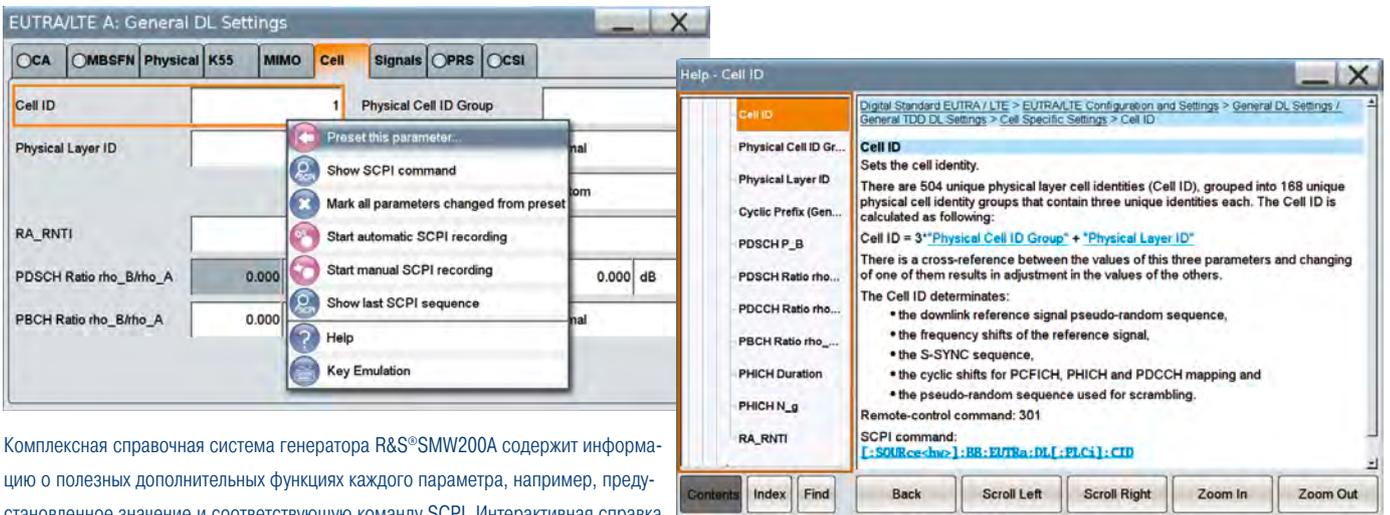


Пользовательский интерфейс генератора R&S®SMW200A. В заголовке отображается частота, уровень и наиболее важные параметры прибора. В нижней части окна находятся основные пункты меню. Генерируемый сигнал и результаты измерений с любого подключенного датчика мощности R&S®NRP-Zx также можно отобразить в нижней части окна (второе поле слева).



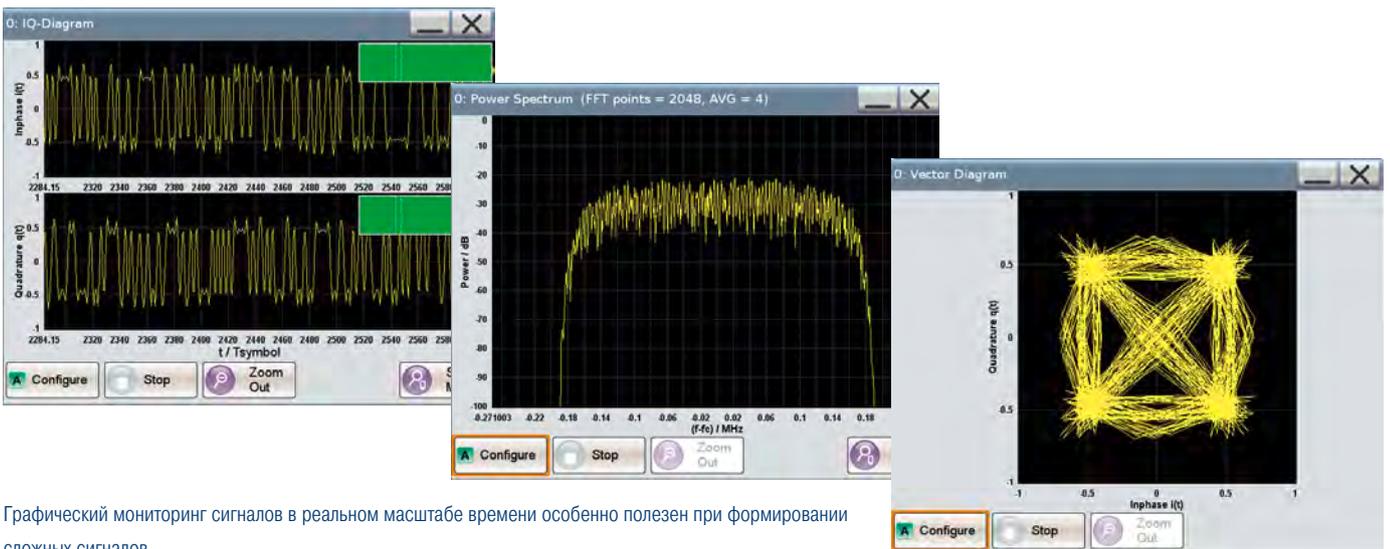
Встроенные регистратор макросов SCPI и генератор кода поддерживают быструю и удобную генерацию программных последовательностей SCPI.

Контекстно-зависимая интерактивная справочная система генератора R&S®SMW200A



Комплексная справочная система генератора R&S®SMW200A содержит информацию о полезных дополнительных функциях каждого параметра, например, предустановленное значение и соответствующую команду SCPI. Интерактивная справка содержит более подробную информацию (см. пример справа).

Графический мониторинг сигналов в реальном масштабе времени



Графический мониторинг сигналов в реальном масштабе времени особенно полезен при формировании сложных сигналов.

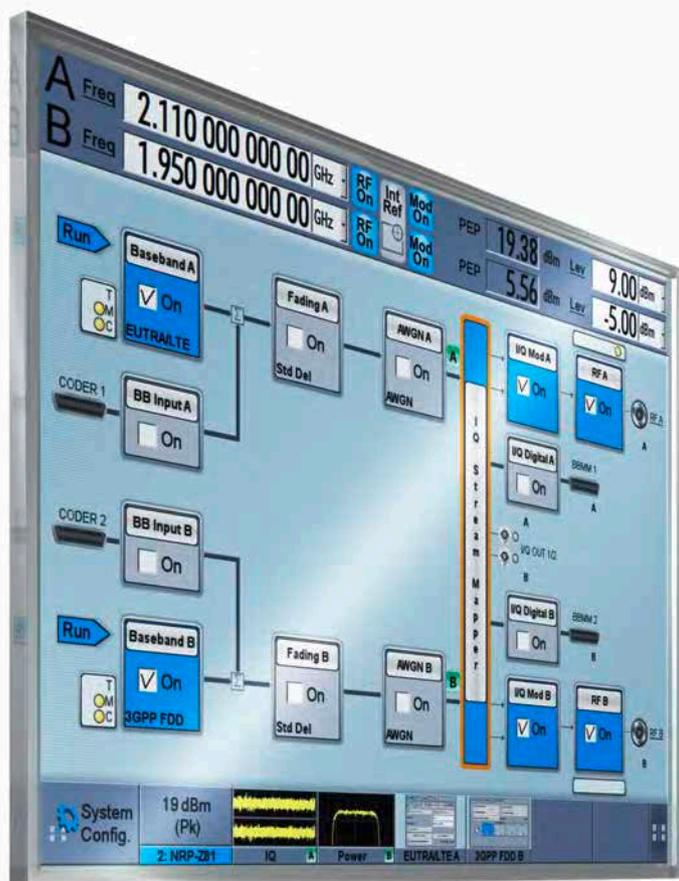
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОД ВАШИ ТРЕБОВАНИЯ

Благодаря передовым технологиям и модульному, модернизируемому аппаратному обеспечению генератор R&S®SMW200A разработан с расчетом на будущее.

Аппаратные средства генератора R&S®SMW200A можно модернизировать с минимальными усилиями. Блоки модулирующего сигнала представляют собой отдельные модули, которые можно легко вставить в заднюю панель без необходимости открывать или повторно калибровать прибор.

Программные функции (например, цифровые стандарты) просто активируются с помощью программных ключей. Встроенное ПО генератора R&S®SMW200A можно обновить с помощью USB-носителя или через интерфейс локальной сети.

Таким образом, генератор R&S®SMW200A можно тонко настроить под текущую задачу и, в дальнейшем, без труда модернизировать под новые требования. Пользователям нужно лишь приобрести то, что им нужно в настоящее время, а затем, по мере необходимости, они смогут выбрать модификации, которые потребуются в будущем.



Генератор сигналов R&S®SMW200A может быть модернизирован с помощью различных аппаратных и программных опций. Например, в качестве программных опций предлагается большое разнообразие цифровых стандартов.



Векторный генератор сигналов R&S®SMW200A с датчиком мощности

Генератор R&S®SMW200A может использоваться вместе со множеством других приборов

Функция/разъем R&S®SMW200A	Соответствующая опция	Прибор-партнер	Пример применения
Вход цифровой модуляции	R&S®SMW-B9/-B10	например, широкополосный IQ-регистратор R&S®IQW	запись и воспроизведение I/Q-данных
Выход цифровой модуляции	R&S®SMW-K18/-K19	например, модуль формирования сигналов R&S®SGT100A	обеспечение дополнительных ВЧ-трактов
Аналоговый I/Q-выход	R&S®SMW-K16/-K17	например, модуль формирования сигналов R&S®SGS100A	обеспечение дополнительных ВЧ-трактов
Разъем датчика R&S®NRP	–	датчики мощности R&S®NRPxxS, датчики регулировки уровня R&S®NRP-Z28/-Z98	высокоточное измерение мощности, индикация результата на экране R&S®SMW200A

КРАТКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Краткие технические характеристики

Частота

Диапазон частот, ВЧ-тракт А	R&S®SMW-B1003	от 100 кГц до 3 ГГц
	R&S®SMW-B1006	от 100 кГц до 6 ГГц
	R&S®SMW-B1012	от 100 кГц до 12,75 ГГц
	R&S®SMW-B1020	от 100 кГц до 20 ГГц
	R&S®SMW-B1031	от 100 кГц до 31,8 ГГц
	R&S®SMW-B1040/-B1040N	от 100 кГц до 40 ГГц
Диапазон частот, ВЧ-тракт В (в виде опции, см. возможные конфигурации ВЧ-тракта в технических данных R&S®SMW200A)	R&S®SMW-B1044/-B1044N	от 100 кГц до 44 ГГц
	R&S®SMW-B2003	от 100 кГц до 3 ГГц
	R&S®SMW-B2006	от 100 кГц до 6 ГГц
Время установки	R&S®SMW-B2020	от 100 кГц до 20 ГГц
	режим SCPI, $f < 6$ ГГц	< 1,2 мс, 600 мкс (тип.)

Уровень

Гарантированный диапазон уровня сигнала	$3 \text{ МГц} \leq f \leq 20 \text{ ГГц}$	от -120 дБмВт до +18 дБмВт (PEP)
	R&S®SMW-B1031, R&S®SMW-B1040/-B1040N	от -120 дБмВт до +15/+18 дБмВт (PEP), в зависимости от ВЧ
Время установки	Режим SCPI	< 1 мс, 600 мкс (тип.)
	R&S®SMW-B1020/-B131/-B1040/-B1040N/-B1044/-B1044N/-B2020, с переключением механического ступенчатого аттенюатора	< 25 мс

Спектральная чистота

Гармонические составляющие	уровень < 10 дБмВт, режим CW	< -30 дБн
	R&S®SMW-B1020/-B1031/-B1040/-B1040N/-B1044/-B1044N/-B2020, $f > 3,5$ ГГц	< -55 дБн
Негармонические составляющие	режим CW или векторной модуляции с полномасштабным входом постоянного тока, уровень > -10 дБмВт, отстройка от несущей > 10 кГц, 200 МГц < $f \leq 1500$ ГГц	
	стандартная модель	< -85 дБн
Однополосный фазовый шум	с опцией R&S®SMW-B711/-B721	< -95 дБн
	режим CW, отстройка от несущей = 10 кГц, $f = 1$ ГГц	
	стандартная модель	< -134 дБн
	с опцией R&S®SMW-B709/-B719	< -139 дБн
	с опцией R&S®SMW-B711/-B721	< -144 дБн, -150 дБн (тип.)
	режим CW, отстройка от несущей = 10 кГц, $f = 10$ ГГц	
	стандартная модель	< -114 дБн
	с опцией R&S®SMW-B709/-B719	< -119 дБн
	с опцией R&S®SMW-B711/-B721	< -124 дБн, -130 дБн (тип.)

Аналоговая модуляция

Поддерживаемые режимы аналоговой модуляции	AM, ЧМ (опция), ФМ (опция), импульсная (опция)
--	--

I/Q-модуляция

Полоса ВЧ-модуляции	с внутренним широкополосным генератором модулирующих сигналов, функция «I/Q wideband» включена	
	$1 \text{ МГц} \leq f \leq 300 \text{ МГц}$	$\pm 32\%$ от частоты несущей
	$300 \text{ МГц} < f \leq 2,5 \text{ ГГц}$	$\pm 40\%$ от частоты несущей
	$f > 2,5 \text{ ГГц}$	$\pm 1 \text{ ГГц}$
	с внутренним стандартным генератором модулирующих сигналов, функция «I/Q wideband» включена	
	$1 \text{ МГц} \leq f \leq 250 \text{ МГц}$	$\pm 32\%$ от частоты несущей
	$f > 250 \text{ МГц}$	$\pm 80 \text{ МГц}$
	Неравномерность АЧХ модулятора в заданной полосе частот ВЧ-модуляции	с внутренним генератором модулирующих сигналов, функция «I/Q wideband» включена

Краткие технические характеристики

Широкополосный генератор модулирующих сигналов

Опция R&S®SMW-B9, можно установить до двух широкополосных генераторов модулирующих сигналов

Полоса частот сигнала	стандартная модель	500 МГц
	с опцией R&S®SMW-K525	1 ГГц
Объем памяти генератора сигналов произвольной формы	стандартная модель	256 млн отсчетов
	с опциями R&S®SMW-K525 и -K527	2 млрд отсчетов
Смещение частоты	стандартная модель	от -250 МГц до +250 МГц
	с опцией R&S®SMW-K525	от -500 МГц до +500 МГц
	с опциями R&S®SMW-K525 и -K527	от -1000 МГц до +1000 МГц

Стандартный генератор модулирующих сигналов

опция R&S®SMW-B10, можно установить до двух широкополосных генераторов модулирующих сигналов

Полоса частот сигнала	стандартная модель	120 МГц
	с опцией R&S®SMW-K522	160 МГц
Объем памяти генератора сигналов произвольной формы	стандартная модель	64 млн отсчетов
	с опцией R&S®SMW-K511	512 млн отсчетов
	с опциями R&S®SMW-K511 и -K512	1 млрд отсчетов
Смещение частоты	стандартная модель	от -60 МГц до +60 МГц
	с опцией R&S®SMW-K522	от -80 МГц до +80 МГц

Цифровые стандарты

Поддерживаемые стандарты и системы модуляции

5G NR,
LTE версии 8...15, NB-IoT, eMTC,
3GPP FDD/HSPA/HSPA+,
GSM/EDGE/EDGE Evolution,
WLAN IEEE 802.11a/b/g/n/j/p/ac/ax/ad,
FHSS, AWGN и др.

Замирания и MIMO

Имитатор замираний опция R&S®SMW-B14/-B15, можно установить до 4 модулей замираний

Полоса частот замираний		макс. 200 МГц
Каналы с замираниями	в зависимости от опций	макс. 32
Сценарии замираний MIMO	в зависимости от опций	2x2, 3x3, 4x4, 8x4, 4x8, 2x2x2, 2x4x2, 2x2x4, 4x2x2 и др.
Режимы замираний	в зависимости от опций	многолучевость, скользящая задержка, рождение-гибель, скоростной поезд, двухканальная помеха
Профили замираний	в зависимости от опций	Рэлей, Райс, чистый Доплер, статический, гауссовский, пользовательский и др.

Опции стандартов цифровой связи (выбор)

Стандарт/технология	Опции	Ключевые особенности
5G NR	R&S®SMW-K144/-K145	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Соответствие стандарту 3GPP версии 15 ▶ Нисходящие и восходящие сигналы для диапазонов FR1 и FR2 ▶ Все числовые данные и полосы каналов ▶ Поддержка многоканальной части (BWP) со смешанными числовыми данными ▶ Поддержка испытаний восходящего канала базовых станций в замкнутом цикле согласно стандарту 3GPP TS38.141
LTE/LTE-Advanced	R&S®SMW-K55/-K69/-K81/-K84/-K85/-K112/-K113/-K119	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Соответствие стандарту 3GPP LTE версии 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 ▶ Режимы FDD и TDD ▶ Нисходящий (OFDMA) и восходящий (SC-FDMA) каналы ▶ Агрегация (объединение) несущих ▶ Поддержка испытаний восходящего канала базовых станций в замкнутом цикле согласно стандарту 3GPP TS36.141 ▶ Мастер тестовых сценариев LTE
Сотовый Интернет вещей (IoT)	R&S®SMW-K115/-K143/-K146	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Соответствие стандарту 3GPP версии 13, 14, 15 ▶ Формирование сигналов восходящего и нисходящего каналов NB-IoT и eMTC ▶ Режимы NB-IoT: автономный, внутриполосный, защитная полоса ▶ Обработка команд обратной связи HARQ в реальном масштабе времени для проведения испытаний базовых станций в замкнутом цикле
3GPP FDD/HSPA/HSPA+	R&S®SMW-K42/-K83	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Соответствие стандарту 3GPP FDD версии 11 ▶ Нисходящие и восходящие сигналы ▶ N-наборы HSDPA ▶ Модуляция высокого порядка, MIMO, CPC ▶ Поддержка испытаний базовых станций согласно стандарту 3GPP TS25.141 ▶ Мастер тестовых сценариев 3GPP

Задняя панель генератора сигналов
R&S®SMW200A.



Стандарт/технология	Опции	Ключевые особенности
GSM/EDGE/EDGE Evolution	R&S®SMW-K40/-K41	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Модуляция MSK, FSK, AQPSK, 8PSK, 16QAM и 32QAM ▶ Смешанные кадры со слотами GSM, EDGE и EGPRS2 ▶ Поддержка VAMOS ▶ Поддержка более высоких символьных скоростей (325 кГц) ▶ Режим последовательности «Двойной кадр» для создания реалистичных тестовых сценариев с изменением содержимого кадра
WLAN IEEE 802.11a/b/g/n/j/p/ac/ax	R&S®SMW-K54/-K86/-K142	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Поддержка всех обязательных режимов физического уровня ▶ Кадры VHT с полосой пропускания до 160 МГц ▶ Модуляция BPSK, QPSK, 16QAM и 256QAM ▶ Режимы MIMO с четырьмя передающими антеннами ▶ Генератор последовательностей кадровых блоков для чередующихся унаследованных кадров в соответствии с 11a/b/g/j/p, 11n или 11ac
WLAN IEEE 802.11ad	R&S®SMW-K141	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Соответствие стандарту IEEE 802.11ad-2012 ▶ Поддержка режимов управления, одной несущей, OFDM и малой мощности с одной несущей ▶ Схемы модуляции и кодирования 0 ... 31 ▶ Поддержка объединенных блоков данных MPDU
ГНСС	R&S®SMW-K44/-K66/-K94/-K98/-K106/-K107	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Поддержка GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou и QZSS/SBAS, включая гибридные спутниковые группировки ▶ Имитация реалистичных спутниковых группировок в реальном масштабе времени с неограниченным временем моделирования ▶ Гибкое формирование сценариев, включая сценарии в движении, динамическое управление мощностью и моделирование атмосферы ▶ Конфигурирование реалистичной пользовательской среды, включая затенение и многолучевое распространение, характеристики антенны и положение автомобиля

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

Наименование	Тип	Код заказа
Векторный генератор сигналов¹⁾ в том числе кабель питания и краткое руководство по эксплуатации	R&S® SMW200A	1412.0000.02
Опции		
R&S®SMW-Bxxx = аппаратная опция		
R&S®SMW-Kxxx = программная/опция с активацией ключом		
Частотные опции, ВЧ-тракт А		
от 100 кГц до 3 ГГц	R&S®SMW-B1003	1428.4700.02
от 100 кГц до 6 ГГц	R&S®SMW-B1006	1428.4800.02
от 100 кГц до 7,5 ГГц	R&S®SMW-B1007	1428.7700.02
от 100 кГц до 12,75 ГГц	R&S®SMW-B1012	1428.4900.02
от 100 кГц до 20 ГГц	R&S®SMW-B1020	1428.5107.02
от 100 кГц до 31,8 ГГц	R&S®SMW-B1031	1428.5307.02
от 100 кГц до 40 ГГц	R&S®SMW-B1040	1428.8506.02
от 100 кГц до 40 ГГц, ограниченная полоса I/Q-модуляции и минимальная длительность импульса	R&S®SMW-B1040N	1428.8606.02
от 100 кГц до 44 ГГц	R&S®SMW-B1044	1428.5507.02
от 100 кГц до 44 ГГц, ограниченная полоса I/Q-модуляции и минимальная длительность импульса	R&S®SMW-B1044N	1428.5407.02
Модули маршрутизации сигнала и основной блок модулирующего сигнала		
Модуль маршрутизации сигнала и основной блок модулирующего сигнала, один I/Q-ВЧ-тракт	R&S®SMW-B13	1413.2807.02
Модуль маршрутизации сигнала и основной блок модулирующего сигнала, два I/Q-ВЧ-тракта	R&S®SMW-B13T	1413.3003.02
Широкополосный модуль маршрутизации сигнала и основной блок модулирующего сигнала, два I/Q-ВЧ-тракта	R&S®SMW-B13XT	1413.8005.02
Опции улучшения характеристик фазового шума, ВЧ-тракт А		
Низкий уровень фазового шума для ВЧ-тракта А	R&S®SMW-B709	1428.7300.02
Улучшенные характеристики фазового шума вблизи несущей для ВЧ-тракта А	R&S®SMW-B710	1428.6503.02
Сверхнизкий уровень фазового шума для ВЧ-тракта А	R&S®SMW-B711	1428.6703.02
Частотные опции, ВЧ-тракт В		
от 100 кГц до 3 ГГц	R&S®SMW-B2003	1428.5707.02
от 100 кГц до 6 ГГц	R&S®SMW-B2006	1428.5807.02
от 100 кГц до 7,5 ГГц	R&S®SMW-B2007	1428.7900.02
от 100 кГц до 20 ГГц	R&S®SMW-B2020	1428.6103.02
Опции улучшения характеристик фазового шума, ВЧ-тракт В		
Низкий уровень фазового шума для ВЧ-тракта В	R&S®SMW-B719	1428.7500.02
Улучшенные характеристики фазового шума вблизи несущей для ВЧ-тракта В	R&S®SMW-B720	1428.6903.02
Сверхнизкий уровень фазового шума для ВЧ-тракта В	R&S®SMW-B721	1428.7100.02
Прочие ВЧ-опции		
Фазовая когерентность	R&S®SMW-B90	1413.5841.02
Импульсный модулятор	R&S®SMW-K22	1413.3249.02
Генератор импульсов	R&S®SMW-K23	1413.3284.02
Многофункциональный генератор	R&S®SMW-K24	1413.3332.02
Вход/выход опорного сигнала с частотой 100 МГц, 1 ГГц и сверхнизким шумом	R&S®SMW-K703	1413.7380.02
Настраиваемый вход опорной частоты от 1 МГц до 100 МГц	R&S®SMW-K704	1414.6541.02
AM, ЧМ, ФМ	R&S®SMW-K720	1413.7438.02
Дифференциальные аналоговые I/Q-входы	R&S®SMW-K739	1413.7167.02

¹⁾ Базовый блок должен заказываться с частотной опцией R&S®SMW-B10xx и модулем маршрутизации сигнала и основным блоком модулирующего сигнала R&S®SMW-B13, R&S®SMW-B13T или R&S®SMW-B13XT.

Наименование	Тип	Код заказа
Стандартный модулирующий генератор		
Генератор модулирующих сигналов с генератором сигналов произвольной формы (ARB) (64 млн отсчетов) и цифровой модуляцией (в реальном масштабе времени), ВЧ-полоса 120 МГц	R&S®SMW-B10	1413.1200.02
Генератор модулирующих сигналов для ГНСС с высокими динамическими характеристиками, с генератором сигналов произвольной формы (ARB) (64 млн отсчетов) и цифровой модуляцией (в реальном масштабе времени), ВЧ-полоса 120 МГц	R&S®SMW-B10F	1414.4303.02
Дифференциальные аналоговые I/Q-выходы	R&S®SMW-K16	1413.3384.02
Выход цифровой модуляции	R&S®SMW-K18	1413.3432.02
Расширенное формирование последовательностей	R&S®SMW-K501	1413.9218.02
Расширение памяти генератора сигналов произвольной формы (ARB) до 512 млн отсчетов	R&S®SMW-K511	1413.6860.02
Расширение памяти генератора сигналов произвольной формы (ARB) до 1 млрд отсчетов	R&S®SMW-K512	1413.6919.02
Расширение ВЧ-полосы модулирующего сигнала до 160 МГц	R&S®SMW-K522	1413.6960.02
Медленные I/Q-сигналы	R&S®SMW-K551	1413.9724.02
Широкополосный генератор модулирующих сигналов		
Широкополосный генератор модулирующих сигналов с ARB-генератором (256 млн отсчетов), ВЧ-полоса 500 МГц	R&S®SMW-B9	1413.7350.02
Широкополосные дифференциальные аналоговые I/Q-выходы	R&S®SMW-K17	1414.2346.02
Выход цифровой модуляции	R&S®SMW-K19	1414.3865.02
Расширенное широкополосное формирование последовательностей	R&S®SMW-K502	1413.9260.02
Интерфейс управления импульсными сигналами в реальном времени	R&S®SMW-K503	1414.3620.02
Интерфейс управления в реальном масштабе времени с улучшенной скоростью PDW и управлением PDW	R&S®SMW-K504	1414.3665.02
Расширение памяти генератора сигналов произвольной формы (ARB) до 2 млрд отсчетов	R&S®SMW-K515	1413.9360.02
Расширение ВЧ-полосы модулирующего сигнала до 1 ГГц	R&S®SMW-K525	1414.6129.02
Расширение ВЧ-полосы модулирующего сигнала до 2 ГГц	R&S®SMW-K527	1414.6158.02
Улучшения по модулирующим сигналам		
Аддитивный белый гауссовский шум (AWGN)	R&S®SMW-K62	1413.3484.02
Тестер коэффициента битовых ошибок	R&S®SMW-K80	1414.6187.02
Отслеживание огибающей	R&S®SMW-K540	1413.7215.02
Предыскажения AM/AM, AM/ФМ	R&S®SMW-K541	1413.7267.02
Пользовательская коррекция АЧХ	R&S®SMW-K544	1414.3707.02
Цифровая схема Догерти	R&S®SMW-K546	1414.6487.02
Снижение коэффициента амплитуды	R&S®SMW-K548	1414.6641.02
Расширенная генерация шума	R&S®SMW-K810	1414.6341.02
Шумовые сигналы с узкополосным провалом в спектре	R&S®SMW-K811	1414.6364.02
Многоканальность, MIMO и замирания		
Имитатор замираний	R&S®SMW-B14	1413.1500.02
Имитатор замираний и сигнальный процессор	R&S®SMW-B15	1414.4710.02
Динамические замирания	R&S®SMW-K71	1413.3532.02
Расширенные модели замираний	R&S®SMW-K72	1413.3584.02
Улучшения замираний OTA-MIMO	R&S®SMW-K73	1414.2300.02
MIMO замирание/маршрутизация	R&S®SMW-K74	1413.3632.02
MIMO-сигналы высокого порядка	R&S®SMW-K75	1413.9576.02
Логические каналы для генераторов модулирующих сигналов	R&S®SMW-K76	1413.9624.02
Формирование отраженных радиолокационных сигналов	R&S®SMW-K78	1414.1833.02
Расширитель потока	R&S®SMW-K550	1413.7315.02
Специализированные динамические замирания	R&S®SMW-K820	1414.2581.02
Подмножества MIMO для сигналов MIMO более высокого порядка	R&S®SMW-K821	1414.4403.02
Цифровые стандарты		
GSM/EDGE	R&S®SMW-K40	1413.3684.02
EDGE Evolution	R&S®SMW-K41	1413.3732.02
3GPP FDD	R&S®SMW-K42	1413.3784.02

Наименование	Тип	Код заказа
GPS	R&S®SMW-K44	1413.3832.02
CDMA2000®	R&S®SMW-K46	1413.3884.02
1xEV-DO	R&S®SMW-K47	1413.3932.02
IEEE 802.16	R&S®SMW-K49	1413.3984.02
TD-SCDMA	R&S®SMW-K50	1413.4039.02
Расширенные испытания базовых/мобильных станций TD-SCDMA	R&S®SMW-K51	1413.4080.02
DVB-H/DVB-T	R&S®SMW-K52	1413.6090.02
IEEE 802.11 (a/b/g/n)	R&S®SMW-K54	1413.4139.02
EUTRA/LTE	R&S®SMW-K55	1413.4180.02
Bluetooth® EDR	R&S®SMW-K60	1413.4239.02
Формирование многочастотных немодулированных сигналов	R&S®SMW-K61	1413.4280.02
Galileo	R&S®SMW-K66	1413.4380.02
TETRA версия 2	R&S®SMW-K68	1413.4439.02
Испытания базовых станций LTE в замкнутом цикле	R&S®SMW-K69	1413.4480.02
Формирование файла журнала	R&S®SMW-K81	1413.4539.02
3GPP FDD HSPA/HSPA+, расширенные испытания базовых/мобильных станций	R&S®SMW-K83	1413.4580.02
EUTRA/LTE версии 9 и расширенные функции	R&S®SMW-K84	1413.5435.02
EUTRA/LTE версии 10 (LTE-Advanced)	R&S®SMW-K85	1413.5487.02
IEEE 802.11ac	R&S®SMW-K86	1413.5635.02
1xEV-DO вер. B	R&S®SMW-K87	1413.6519.02
NFC A/B/F	R&S®SMW-K89	1413.6619.02
ГЛОНАСС	R&S®SMW-K94	1414.1485.02
Модернизированная система GPS	R&S®SMW-K98	1414.1533.02
Расширение до 48 каналов на полосу	R&S®SMW-K99	1414.2881.02
SBAS/QZSS	R&S®SMW-K106	1414.2923.02
BeiDou	R&S®SMW-K107	1414.1585.02
Имитация эффектов реального мира	R&S®SMW-K108	1414.2975.02
Интерфейсы ГНСС реального масштаба времени (дистанционное управление реального времени)	R&S®SMW-K109	1414.3013.02
LTE версии 11 и расширенные функции	R&S®SMW-K112	1413.8505.02
EUTRA/LTE версии 12	R&S®SMW-K113	1414.1933.02
Формирование сигналов OFDM	R&S®SMW-K114	1414.1985.02
Сотовый Интернет вещей (IoT)	R&S®SMW-K115	1414.2723.02
DVB-S2/DVB-S2X	R&S®SMW-K116	1414.2630.02
Bluetooth® 5.x	R&S®SMW-K117	1414.3336.02
Сигналы Verizon 5GTF	R&S®SMW-K118	1414.3465.02
LTE версии 13/14/15	R&S®SMW-K119	1414.3542.02
Расширенные приложения ГНСС	R&S®SMW-K120	1414.3094.02
Формирование пользовательских сигналов OneWeb	R&S®SMW-K130	1414.3788.02
LoRa®	R&S®SMW-K131	1414.6464.02
IEEE 802.11ad	R&S®SMW-K141	1414.1333.02
IEEE 802.11ax	R&S®SMW-K142	1414.3259.02
Сотовый Интернет вещей (IoT) версии 14	R&S®SMW-K143	1414.6064.02
5G New Radio	R&S®SMW-K144	1414.4990.02
Испытания базовых станций 5G New Radio в замкнутом цикле	R&S®SMW-K145	1414.6506.02
Сотовый Интернет вещей (IoT) версии 15	R&S®SMW-K146	1414.6564.02
Эталонные сигналы OneWeb	R&S®SMW-K355	1414.3742.02
Испытательный комплект ЭРА-ГЛОНАСС	R&S®SMW-K360	1414.2800.02
Испытательный комплект eCall	R&S®SMW-K361	1414.2846.02
Развертка по мощности модулирующего сигнала	R&S®SMW-K542	1413.9876.02

²⁾ Для ПО R&S®WinIQSIM2™ требуется внешний ПК.

Наименование	Тип	Код заказа
Цифровые стандарты с использованием ПО R&S®WinIQSIM2™ 2)		
GSM/EDGE	R&S®SMW-K240	1413.4739.02
EDGE Evolution	R&S®SMW-K241	1413.4780.02
3GPP FDD	R&S®SMW-K242	1413.4839.02
GPS, 1 спутник	R&S®SMW-K244	1413.4880.02
CDMA2000®	R&S®SMW-K246	1413.4939.02
1xEV-DO	R&S®SMW-K247	1413.4980.02
IEEE 802.16	R&S®SMW-K249	1413.5035.02
TD-SCDMA	R&S®SMW-K250	1413.5087.02
Расширенные испытания базовых/мобильных станций TD-SCDMA	R&S®SMW-K251	1413.5135.02
DVB-H/DVB-T	R&S®SMW-K252	1413.6190.02
DAB/T-DMB	R&S®SMW-K253	1413.6248.02
IEEE 802.11n	R&S®SMW-K254	1413.5187.02
EUTRA/LTE	R&S®SMW-K255	1413.5235.02
Bluetooth® EDR	R&S®SMW-K260	1413.5287.02
Формирование многочастотных немодулированных сигналов	R&S®SMW-K261	1413.5335.02
Аддитивный белый гауссовский шум (AWGN)	R&S®SMW-K262	1413.6460.02
Galileo, 1 спутник	R&S®SMW-K266	1413.7015.02
TETRA версии 2	R&S®SMW-K268	1413.5387.02
3GPP FDD HSPA/HSPA+, расширенные испытания базовых/мобильных станций	R&S®SMW-K283	1413.6290.02
EUTRA/LTE версии 9 и расширенные функции	R&S®SMW-K284	1413.5535.02
EUTRA/LTE версии 10 (LTE-Advanced)	R&S®SMW-K285	1413.5587.02
IEEE 802.11ac	R&S®SMW-K286	1413.5687.02
1xEV-DO вер. B	R&S®SMW-K287	1413.6560.02
NFC A/B/F	R&S®SMW-K289	1413.6654.02
ГЛОНАСС, 1 спутник	R&S®SMW-K294	1413.7067.02
Beidou, 1 спутник	R&S®SMW-K407	1413.7115.02
LTE версии 11 и расширенные функции	R&S®SMW-K412	1413.8557.02
EUTRA/LTE версии 12	R&S®SMW-K413	1414.2030.02
Формирование сигналов OFDM	R&S®SMW-K414	3636.0434.02
Сотовый Интернет вещей (IoT)	R&S®SMW-K415	1414.2769.02
DVB-S2/DVB-S2X	R&S®SMW-K416	1414.2681.02
Bluetooth® 5.x	R&S®SMW-K417	1414.3371.02
Сигналы Verizon 5GTF	R&S®SMW-K418	1414.3507.02
LTE версии 13/14/15	R&S®SMW-K419	1414.3588.02
Формирование пользовательских сигналов OneWeb	R&S®SMW-K430	1414.3820.02
LoRa®	R&S®SMW-K431	1414.6441.02
IEEE 802.11ad	R&S®SMW-K441	1414.1385.02
IEEE 802.11ax	R&S®SMW-K442	1414.3294.02
Сотовый Интернет вещей (IoT) версии 14	R&S®SMW-K443	1414.6093.02
5G New Radio	R&S®SMW-K444	1414.5022.02
Опции с внешним ПО R&S®Pulse Sequencer или ПО R&S®Pulse Sequencer (DFS)		
Формирование последовательностей импульсов	R&S®SMW-K300	1413.8805.02
Расширенное формирование последовательностей импульсов	R&S®SMW-K301	1413.9776.02
Движущиеся излучатели и приемники	R&S®SMW-K304	1413.8957.02
Несколько излучателей (с чередованием)	R&S®SMW-K306	1413.9053.02
Радиопеленгация	R&S®SMW-K308	1414.1433.02
Имитация импульсов в импульсе	R&S®SMW-K315	1414.6529.02
Формирование сигналов DFS	R&S®SMW-K350	1413.9160.02

Наименование	Тип	Код заказа
Прочие опции		
Разъемы на задней панели для ВЧ-тракта А (3/6 ГГц) и I/Q	R&S®SMW-B81	1413.5893.02
Разъемы на задней панели для ВЧ-тракта В (3/6 ГГц)	R&S®SMW-B82	1413.5941.02
Разъемы на задней панели для ВЧ-тракта А (20/31,8/40 ГГц) и I/Q	R&S®SMW-B83	1414.0937.02
Разъемы на задней панели для ВЧ-тракта В (20 ГГц)	R&S®SMW-B84	1414.1033.02
Твердотельный жесткий диск	R&S®SMW-B93	1414.1885.02
Рекомендуемые дополнения		
Держатель для 19-дюймовой стойки	R&S®ZZA-KN4	1175.3033.00
Кабель для подключения цифровых интерфейсов модулирующих сигналов компании	R&S®SMU-Z6	1415.0201.02
Кабель для высокоскоростного цифрового I/Q-интерфейса (оптический кабель, QFSP+ вилка)	R&S®DIGIQ-HS	3641.2948.03
Последовательный USB-адаптер для дистанционного управления через RS-232	R&S®TS-USB1	6124.2531.00
Адаптеры для приборов с частотной опцией R&S®SMW-B1012/-B1020/-B2020/-B1031/-B1040/-B1040N		
Адаптер измерительного порта, розетка 2,92 мм		1036.4790.00
Адаптер измерительного порта, вилка 2,92 мм		1036.4802.00
Адаптер измерительного порта, розетка N-типа		1036.4777.00
Адаптер измерительного порта, вилка N-типа		1036.4783.00
Адаптеры для приборов с частотной опцией R&S®SMW-B1044/-B1044N		
Коаксиальный адаптер 1,85 мм (розетка) – 1,85 мм (розетка)		3588.9654.00
Коаксиальный адаптер 1,85 мм (розетка) – 2,92 мм (розетка)		3628.4728.02
Документация		
Документация по калибровочным значениям	R&S®DCV-2	0240.2193.18
Калибровка R&S®SMW200A аккредитованной организацией, 3/6 ГГц	R&S®ACASMW200A	3596.7005.03
Калибровка R&S®SMW200A аккредитованной организацией, 7,5 ГГц	R&S®ACASMW200A	3598.3507.03
Калибровка R&S®SMW200A аккредитованной организацией, 12,75/20/31,8/40/44 ГГц	R&S®ACASMW200A	3596.7011.03

Гарантия

Базовый блок	3 года
Все остальные предметы	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	

Архангельск (8182)63-90-72	Ижевск (3412)26-03-58	Магнитогорск (3519)55-03-13	Пермь (342)205-81-47	Сургут (3462)77-98-35
Астана (7172)727-132	Иркутск (395)279-98-46	Москва (495)268-04-70	Ростов-на-Дону (863)308-18-15	Тверь (4822)63-31-35
Астрахань (8512)99-46-04	Казань (843)206-01-48	Мурманск (8152)59-64-93	Рязань (4912)46-61-64	Томск (3822)98-41-53
Барнаул (3852)73-04-60	Калининград (4012)72-03-81	Набережные Челны (8552)20-53-41	Самара (846)206-03-16	Тула (4872)74-02-29
Белгород (4722)40-23-64	Калуга (4842)92-23-67	Нижний Новгород (831)429-08-12	Санкт-Петербург (812)309-46-40	Тюмень (3452)66-21-18
Брянск (4832)59-03-52	Кемерово (3842)65-04-62	Новокузнецк (3843)20-46-81	Саратов (845)249-38-78	Ульяновск (8422)24-23-59
Владивосток (423)249-28-31	Киров (8332)68-02-04	Новосибирск (383)227-86-73	Севастополь (8692)22-31-93	Уфа (347)229-48-12
Волгоград (844)278-03-48	Краснодар (861)203-40-90	Омск (3812)21-46-40	Симферополь (3652)67-13-56	Хабаровск (4212)92-98-04
Вологда (8172)26-41-59	Красноярск (391)204-63-61	Орел (4862)44-53-42	Смоленск (4812)29-41-54	Челябинск (351)202-03-61
Воронеж (473)204-51-73	Курск (4712)77-13-04	Оренбург (3532)37-68-04	Сочи (862)225-72-31	Череповец (8202)49-02-64
Екатеринбург (343)384-55-89	Липецк (4742)52-20-81	Пенза (8412)22-31-16	Ставрополь (8652)20-65-13	Ярославль (4852)69-52-93
Иваново (4932)77-34-06				

Киргизия (996)312-96-26-47

Россия (495)268-04-70

Казахстан (772)734-952-31

<https://rohdeschwarz.nt-rt.ru> || rwz@nt-rt.ru