

Осциллограф R&S® RTP

Инновационный подход

Целостность сигнала в реальном масштабе времени



Правильное решение, уверенный результат
www.rohde-schwarz.com/ru/product/rtp



Осциллограф R&S®RTP Инновационный подход Краткое описание

Воспользуйтесь преимуществами передовых технологий, реализованных в осциллографах R&S®RTP. Прибор в компактном форм-факторе, содержащий специализированные микросхемы ASIC и аппаратные средства для обработки сигналов в реальном масштабе времени, обеспечивает выполнение высокоточных измерений с беспрецедентной скоростью.



Высокопроизводительный осциллограф R&S®RTP сочетает в себе непревзойденную целостность сигналов с высокой скоростью сбора данных. Разработанные компанией Rohde & Schwarz компоненты входного каскада формируют расширяемую осциллографическую платформу с полосой пропускания от 4 ГГц до 8 ГГц. Специализированные микросхемы ASIC для сбора и обработки данных и высокоточная система цифрового запуска обеспечивают ведущую в отрасли скорость сбора данных, составляющую примерно 1 млн осциллограмм/с.

R&S®RTP - первый в мире осциллограф, который компенсирует искажения при передаче сигнала в реальном масштабе времени, сохраняя при этом высокую скорость сбора данных. Аппаратные фильтры компенсации настраиваются с помощью пользовательских S-параметров. В осциллографе R&S®RTP может выполняться запуск даже по скомпенсированным сигналам.

В одном приборе R&S®RTP сочетается множество инструментальных функций для выполнения отладки с корреляцией по времени. Встроенные дополнительные ресурсы для проведения испытаний, такие как режим смешанных сигналов (MSO) или несколько 18-битных высокоточных каналов напряжения и тока для измерения параметров электропитания, делают R&S®RTP самым мощным отладочным инструментом. Благодаря компактной конструкции прибора, вмещающей все описанные возможности, и бесшумной работе осциллограф R&S®RTP станет лучшим выбором для любой лаборатории.

Преимущества и ключевые функции

Целостность сигналов в реальном масштабе времени

- Входной каскад с высокими рабочими характеристиками
- Компенсация цепей в реальном масштабе времени
- Аппаратная обработка данных для быстрого получения результатов
- Инструменты комплексного анализа

[▷ страница 6](#)

Функции нескольких приборов

- Коррелированный по времени анализ сигналов нескольких типов
- Встроенный генератор сигналов произвольной формы
- Дифференциальный источник импульсов 16 ГГц
- Несколько 18-битных высокоточных каналов напряжения и тока

[▷ страница 16](#)

Компактный и модернизируемый

- Самая компактная высокопроизводительная инструментальная платформа
- Максимальная гибкость конфигурации
- Улучшенный интерфейс пользователя

[▷ страница 22](#)

Исчерпывающий ассортимент пробников

[▷ страница 24](#)



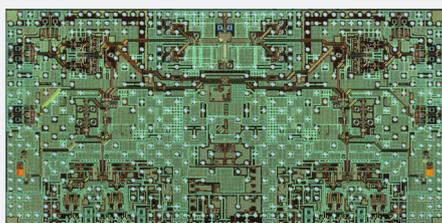
Модели осциллографов R&S®RTP

- Полоса пропускания (4 аналоговых канала):
 - R&S®RTP084: 8 ГГц
 - R&S®RTP064: 6 ГГц
 - R&S®RTP044: 4 ГГц
- Частота дискретизации: 20 млрд отсчетов/сек на канал
- Память для сбора данных:
 - 50 млн отсчетов на канал
 - макс. 2 млрд отсчетов
- Скорость сбора данных: 1 млн осциллограмм/с
- Анализ смешанных сигналов (MSO) с 16 цифровыми каналами:
 - полоса пропускания 400 МГц
 - частота дискретизации 5 млрд отсчетов/с
 - глубина памяти 200 млн отсчетов

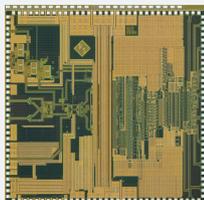
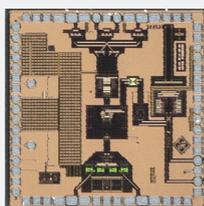
Правильное решение, уверенный результат

Инновационные технологии

Инженеры компании Rohde & Schwarz постоянно работают над улучшением осциллографов. Они используют передовые технологии для проектирования аппаратного и программного обеспечения и внедряют инновационные функции, такие как скоростной захват сигналов, совершенно новая архитектура запуска и пользовательский интерфейс, оптимизированный под сенсорный экран. Новое семейство высокопроизводительных осциллографов R&S®RTP продолжает эту традицию инноваций и предлагает настоящую новинку: непревзойденное сохранение целостности сигнала в реальном масштабе времени.

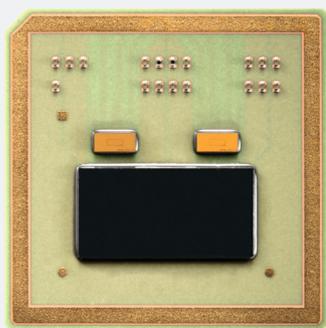


Интегральные схемы собственной разработки компании Rohde & Schwarz



Высокопроизводительные аналоговые микросхемы ASIC

Точность измерений сильно зависит от компонентов в сигнальном тракте: усилителей, дискретизаторов и аналого-цифровых преобразователей. Rohde & Schwarz использует свой собственный опыт для разработки лучших аналоговых интегральных схем. Пользователи получают в свое распоряжение низкий уровень шума, высокий динамический диапазон измерений и сверхстабильные по температуре результаты.



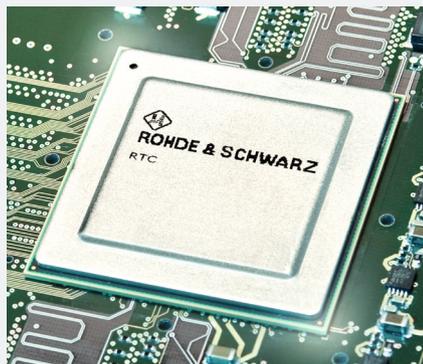
Многочиповый модуль входного каскада осциллографа R&S®RTP



Передовые многочиповые модули

Компания Rohde & Schwarz использует многочиповые модули для объединения лучших имеющихся технологий, чтобы обеспечить превосходные рабочие характеристики входных каскадов. Являясь важным компонентом, обеспечивающим как целостность сигнала, так и надежность характеристик, оконечный резистор изготавливается с использованием собственных технологий и калибруется лазером для высокоточного согласования.

Микросхемы ASIC для обработки данных в R&S®RTP



Высокоскоростная обработка сигналов – микросхемы ASIC

Высокая скорость сбора и обработки данных обеспечивает быстрое обнаружение редких сбоев сигнала и высокую чувствительность прибора в процессе работы. Микросхемы ASIC высокой интеграции от компании Rohde & Schwarz способны выполнять несколько параллельных процессов, что значительно сокращает интервалы простоя.

Компенсация измерительных цепей в реальном масштабе времени и расширенные функции запуска

Осциллограф R&S®RTP оснащен мощными компонентами обработки данных, расположенными сразу после аналого-цифровых преобразователей, которые обеспечивают коррекцию характеристик тракта передачи от испытуемого устройства в реальном масштабе времени. Уникальная цифровая система запуска компании Rohde & Schwarz входит в тракт обработки и работает на базе тех же компенсированных отсчетов аналого-цифровых преобразователей. Пользователи получают в свое распоряжение максимальную скорость сбора данных даже при активированной функции компенсации цепей в реальном масштабе времени и высокоточный запуск по скомпенсированным сигнальным событиям при максимальной полосе пропускания.



Плата запуска и компенсации цепей в реальном масштабе времени осциллографа R&S®RTP

Тихий и компактный

Инструментальная платформа R&S®RTP рассчитана на минимальный объем занимаемого пространства и сверхнизкий уровень акустического шума. Управление энергопотреблением имеет решающее значение для такого высокоинтегрированного прибора. Интеллектуальное управление температурой начинается с конструкции аппаратного обеспечения, использует передовые концепции отвода тепла и включает в себя оптимизированное распределение воздушного потока. Пользователи в лаборатории получают удовольствие от использования компактного, чрезвычайно тихого прибора.



Сверхкомпактная компоновка осциллографа R&S®RTP

Премиум-дизайн передней панели

12" емкостный сенсорный дисплей высокого разрешения встроен в цельную точно изготовленную переднюю панель из алюминия. Такая высококачественная, долговечная конструкция обеспечивает точную работу сенсорного экрана даже по углам. Многоцветные светодиодные индикаторы на канальных входах и в разных областях передней панели интуитивно направляют пользователя. Ключевые компоненты графического пользовательского интерфейса Rohde & Schwarz, такие как многооконные диаграммы и подписи единиц измерения, стали устоявшимися отраслевыми стандартами.



Передняя панель премиального исполнения осциллографа R&S®RTP

Целостность сигналов в реальном масштабе времени

Входной каскад с высокими рабочими характеристиками

Плоская частотная характеристика и широкий диапазон SFDR для точных и быстрых измерений

Входные компоненты осциллографа R&S®RTP обеспечивают высокую точность измерений без затрат времени на коррекцию на этапе постобработки. Пользователи получают надежные результаты с ведущей в отрасли скоростью сбора данных около 1 млн осциллограмм/с.

R&S®RTP идеально подходит для точных измерений высокоскоростных сигналов и для широкополосных ВЧ-измерений благодаря плоской частотной характеристике, высокой эффективной разрядности (ENOB, > 6,5) и широкому динамическому диапазону без паразитных составляющих (SFDR, > 45 дБн).

Высокая входная чувствительность 1 мВ/дел для малых сигналов

Прибор поддерживает измерение малых сигналов благодаря высокой вертикальной входной чувствительности до 1 мВ/дел без ограничений по максимальной ширине полосы пропускания.

В сочетании со сложной концепцией экранирования межканальная изоляция с уровнем выше 50 дБ также обеспечивает высокую точность многоканальных измерений.

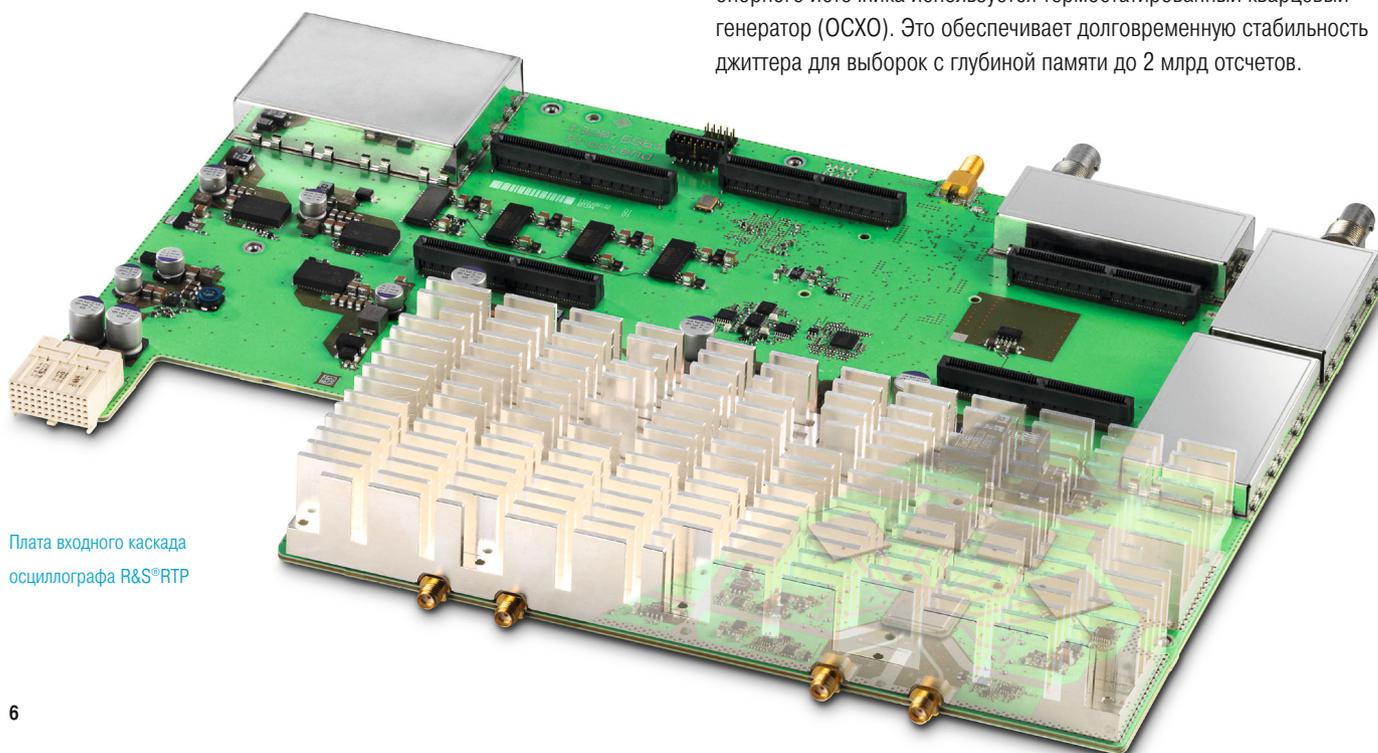
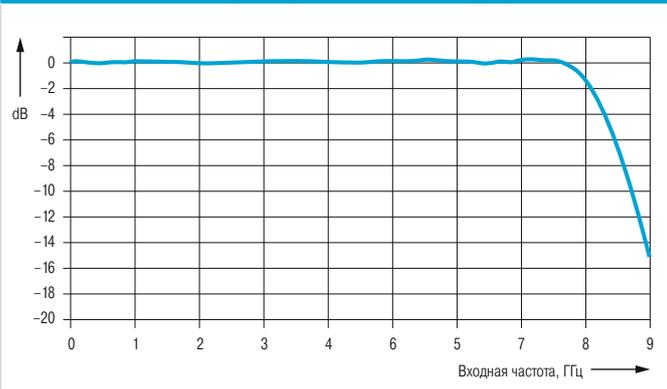
Высокая температурная стабильность для надежных результатов

Оптимизированное устройство входного каскада прибора R&S®RTP обеспечивает практически нулевой дрейф постоянной составляющей и высокую температурную стабильность. Можно проводить измерения в течение дня без прерывания на пошаговые калибровочные процедуры. Плотный контроль температуры R&S®RTP обеспечивает получение стабильных результатов. А вентилятор с регулируемой скоростью вращения поддерживает акустический шум на уровне шепота.

Низкий внутренний джиттер

Оптимизированная частота дискретизации аналого-цифровых преобразователей обеспечивает низкий внутренний джиттер. В качестве опорного источника используется термостатированный кварцевый генератор (ОСХО). Это обеспечивает долговременную стабильность джиттера для выборок с глубиной памяти до 2 млрд отсчетов.

Плоская частотная характеристика осциллографа R&S®RTP084



Плата входного каскада
осциллографа R&S®RTP

Компенсация цепей в реальном масштабе времени

Компенсация цепей в реальном масштабе времени для быстрого получения результатов

Осциллограф R&S®RTP расширяет возможности традиционных функций компенсации цепей с помощью гибких структур фильтров, расположенных сразу после аналого-цифровых преобразователей. Они позволяют корректировать осциллограммы в реальном масштабе времени. Преимущества по сравнению с коррекцией полученной осциллограммы на этапе постобработки состоят в скорости измерения и чувствительности прибора.

При включенной функции компенсации цепей осциллограф R&S®RTP сохраняет максимальную скорость сбора данных около 1 млн осциллограмм/с. Отладочные задачи, такие как поиск спорадических сбоев сигнала и анализ глазковых диаграмм, достигаются за минимальное время.

Коррекция каскадных сигнальных трактов

Каскад блоков сигнальных трактов может быть задан в качестве реализации функции компенсации цепей. Отдельные блоки описываются S-параметрами, которые могут быть получены в результате моделирования или измерены с помощью векторного анализатора цепей. Программное обеспечение функции компенсации цепей автоматически рассчитывает фильтр коррекции, отвечающий общей характеристике системы.

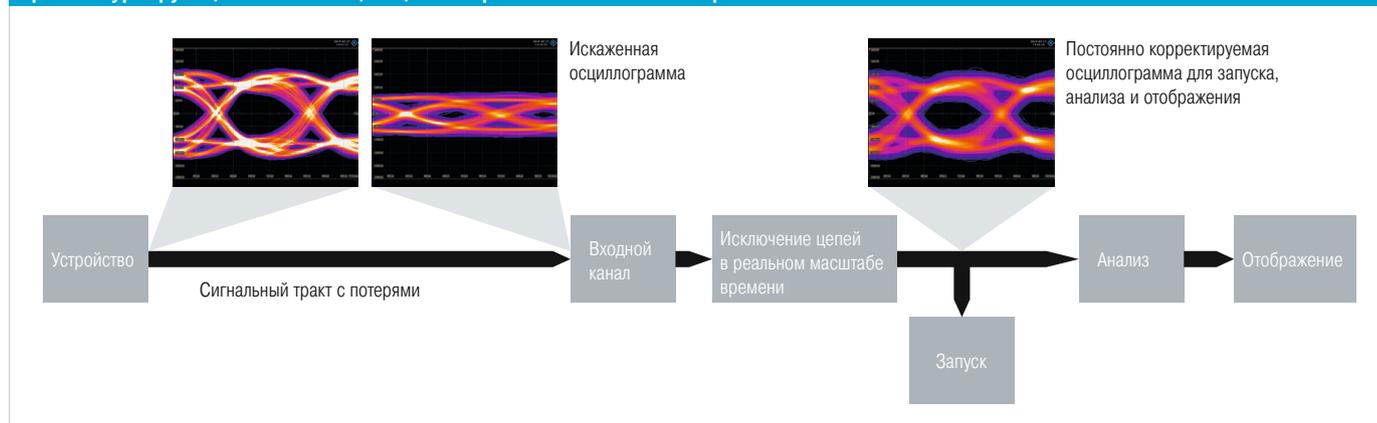
Запуск по скорректированным сигналам

С помощью осциллографа R&S®RTP пользователи впервые смогут осуществлять запуск по скорректированным сигналам и сосредоточиться на отладке истинных характеристик устройства. Уникальная цифровая система запуска работает с точками выборки аналого-цифрового преобразователя и фильтрами функции компенсации в реальном масштабе времени. Функция запуска оценивает реальный сигнал устройства, поскольку искажающие эффекты измерительного тракта были удалены.

Максимальная полоса пропускания для всех типов запуска

Эффективная система запуска прибора R&S®RTP не имеет ограничений традиционных высокопроизводительных осциллографов. Помимо запуска по фронту такие расширенные типы запуска, как запуск по длительности импульса, ранту и времени удержания/установки, работают при полной полосе пропускания прибора. Они позволяют быстро выделять высокочастотные компоненты сигнала. Чувствительность запуска настраивается в пределах от 0 до 5 делений, а разрешение запуска может быть увеличено до 16 бит с помощью режима высокой четкости. Пользователи могут надежно выполнять запуск даже по мельчайшим деталям сигнала.

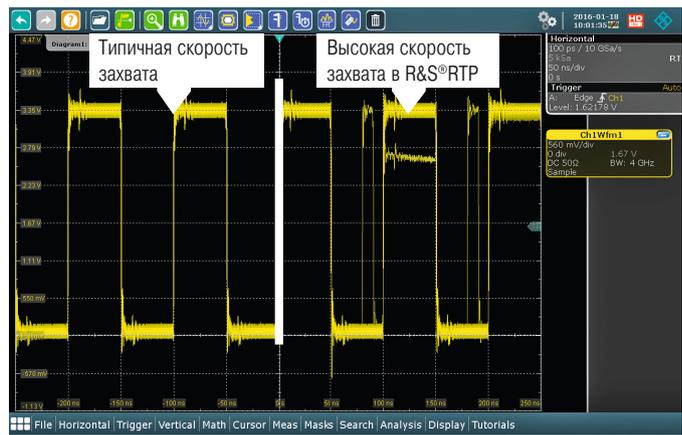
Архитектура функции компенсации цепей в реальном масштабе времени



Аппаратная обработка данных для быстрого получения результатов

Ускоренный поиск сбоев в сигнале за счет быстродействия 1 млн осциллограмм/с

Осциллографы R&S®RTP обрабатывают и отображают приблизительно 1 миллион осциллограмм/с в стандартном режиме работы. Это позволяет быстро и надежно обнаруживать спорадические (нерегулярные) сигналы. Такая скорость обновления уникальна для высокопроизводительных осциллографов. Высокая скорость сбора данных доступна, даже когда активна функция масштабирования или курсорные измерения.

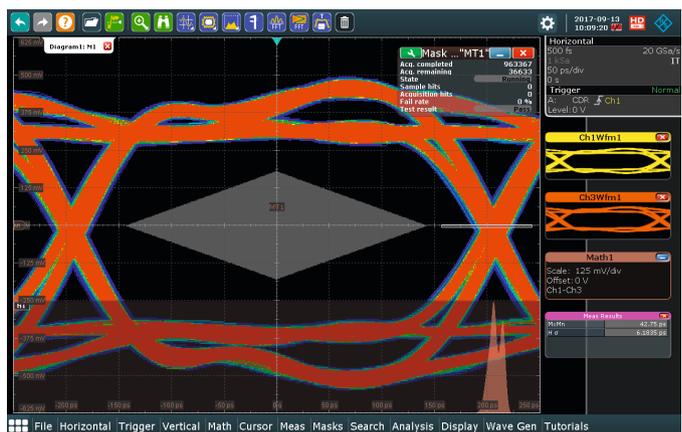


Высокая скорость сбора (захвата) данных – быстрое обнаружение спорадических сбоев сигнала

Быстрое тестирование по маске и отображение гистограмм

В осциллографе R&S®RTP функции тестирования по маске и отображения гистограмм имеют аппаратную поддержку и обеспечивают быстрое получение результатов с высокой статистической достоверностью. Диагностика аномалий сигнала и непредвиденных результатов упрощается. Определение масок проводится с легкостью и необходимой гибкостью. Новую маску можно задать прямо на экране всего за несколько шагов. Каждая маска может состоять из восьми сегментов.

Функция отображения гистограмм в осциллографе R&S®RTP применяется для уровней входного сигнала (по вертикали) или переходных процессов по оси времени (по горизонтали) для анализа шума и джиттера. На каждой гистограмме статистические данные могут отображаться вместе с другими измерительными функциями.



Преимущества быстрого тестирования по маске и отображения гистограммы

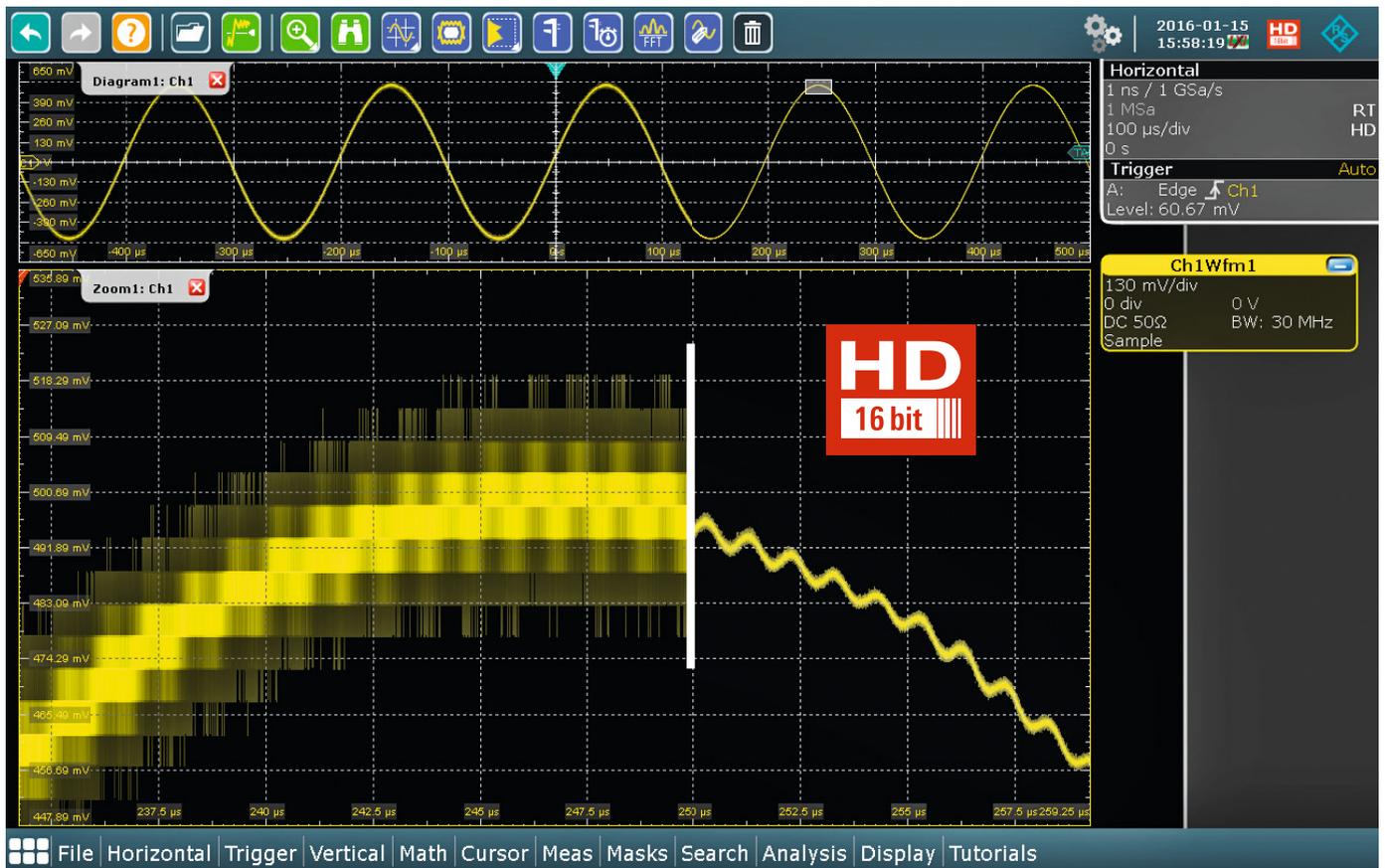
Повышение разрешения в реальном масштабе времени с помощью 16-битного режима HD

Маломощный входной каскад и одноядерные аналого-цифровые преобразователи лежат в основе высокой точности измерений и широкого динамического диапазона осциллографов R&S®RTP. Режим высокой четкости (HD) активирует конфигурируемую низкочастотную фильтрацию сигнала сразу после аналого-цифровых преобразователей. Реализованные аппаратно фильтры уменьшают шум в реальном масштабе времени, эффективно увеличивая отношение сигнал-шум. Пользователи могут регулировать полосу пропускания фильтра и ступенчато увеличивать вертикальное разрешение. Максимальное разрешение 16 бит достигается при полосе пропускания 200 МГц.

Благодаря 16-битному режиму HD от компании Rohde & Schwarz улучшается даже цифровая система запуска, позволяя выполнять запуск по мельчайшим деталям сигнала.

Зависимость разрешения от полосы пропускания фильтра

Фильтр	Разрешение
Неактивен	8 бит
2 ГГц	10 бит
1 ГГц	11 бит
500 МГц	12 бит
от 200 МГц до 10 кГц	16 бит



16-битный режим HD делает видимыми те сигналы, которые обычно скрыты в шуме

Инструменты комплексного анализа

Анализ джиттера

Эффективные функции анализа джиттера

Осциллографы R&S®RTP предлагают широкий спектр функций анализа джиттера. Можно начать с автоматических измерений джиттера, например межтактового джиттера и искажения временного интервала (TIE). А затем в подробностях изучить сигнал с помощью дополнительных инструментов, таких как трек, долгосрочный тренд и БПФ от трека. В качестве примера можно определить частотные помехи, применяя анализ БПФ к треку измерения межтактового джиттера.

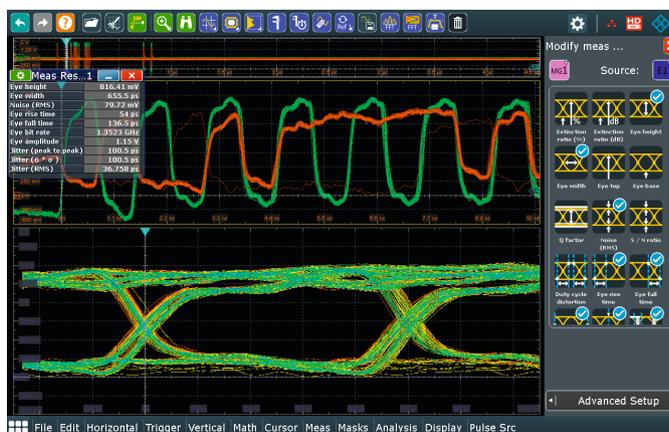
Доступны следующие виды отображения и функции анализа:

- **Долгосрочный тренд:** отображение результатов измерений из разных выборок на отдельном рисунке для выявления медленно развивающихся трендов, таких как термические изменения
- **Трек:** графическое отображение нескольких результатов измерений (например, TIE) за весь период сбора данных
- **Гистограмма:** плотность свертки результатов измерений в виде гистограммы
- **БПФ от трека:** анализ БПФ по кривой трека с результатами измерения
- **Глазковая диаграмма:** автоматическое измерение глазковой диаграммы и тестирование по маске для информационных сигналов с отдельными тактовыми сигналами, например для интерфейсов DDR (доступны в качестве опции)

Функции измерения джиттера	
Стандартные функции	Опция R&S®RTP-K12
Период	Межтактовый джиттер
Частота	Джиттер N-го такта
Установка	Межтактовая длительность
Время установки/хранения	Межтактовый коэффициент заполнения
Отношение времени установки/хранения	Искажение временного интервала
	Скорость передачи данных
	Единичный интервал
	Задержка сдвига
	Фаза сдвига



Обнаружение частотных помех в тактовом сигнале: отслеживание TIE-джиттера; гистограмма и БПФ-анализ кривой трека



Измерение глазковой диаграммы информационного сигнала памяти DDR

Автоматические испытания на соответствие стандартам

Простая настройка и автоматическое управление с помощью ПО R&S®ScopeSuite

R&S®ScopeSuite — это универсальное программное обеспечение для проведения испытаний на соответствие стандартам, которое выполняется на осциллографе R&S®RTP или на отдельном ПК под управлением ОС Windows. ПО управляет настройками измерений и последовательностью испытаний прибора RS®RTP, а также помогает пользователю выполнить все выбранные испытания. Благодаря подробным иллюстрированным инструкциям обеспечивается удобное и правильное подключение осциллографа, пробников, испытательного приспособления и испытуемого устройства. Можно легко сконфигурировать пользовательские данные, все настройки измерительной установки и параметры протокола измерений. Редактор предельных значений обеспечивает индивидуальную настройку пределов.

Гибкое проведение испытаний

Для отладки в процессе разработки или для проверки стабильности можно повторять выполнение одиночных испытаний и тестовых последовательностей. Для каждого повторного испытания можно скорректировать предельные линии и прочие параметры.

Конфигурируемые отчеты для документирования результатов

Документирование результатов измерений является важной частью проверки на соответствие стандартам. ПО R&S®ScopeSuite поддерживает широкий спектр функций документирования. К результатам испытаний пользователи могут добавлять дополнительные подробности и снимки экранов. Доступные форматы отчетов: PDF, DOC и HTML.

Опции испытаний на соответствие	
Стандарт интерфейса	Опция испытаний на соответствие
USB	
USB 1.0/1.1/2.0/Hsic	R&S®RTP-K21
Ethernet	
10/100 Mbit Ethernet	R&S®RTP-K22
1 Gbit Ethernet	R&S®RTP-K22
2.5G/5GBASE-T Ethernet	R&S®RTP-K25
10 Gbit Ethernet	R&S®RTP-K23
10M/100M/1GBASE-T Energy Efficient Ethernet	R&S®RTP-K86
Автомобильный Ethernet	
100BASE-T1 BroadR-Reach® Ethernet	R&S®RTP-K24
1000BASE-T1 Ethernet	R&S®RTP-K87
PCI Express	
PCIe Express 1.1/2.0 (до 2,5 GT/s)	R&S®RTP-K81
MIPI	
MIPI D-PHY	R&S®RTP-K26
Память	
DDR3/DDR3L/LPDDR3	R&S®RTP-K91

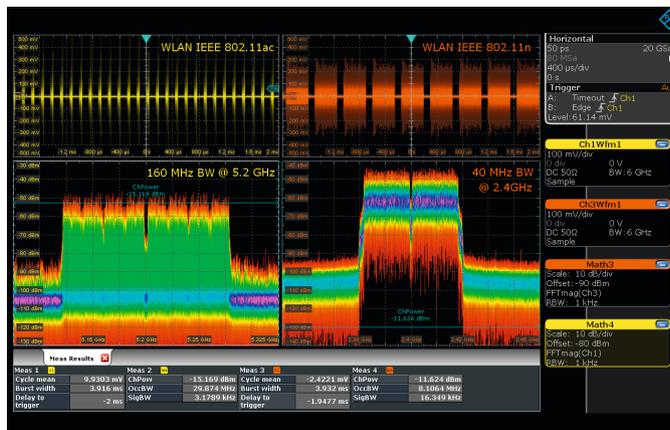
Автоматизированные испытания на соответствие стандарту PCI Express



Анализ в частотной области

Многоканальный частотный анализ

Осциллографы R&S®RTP обладают быстрой и чувствительной функцией БПФ, которая может выполняться параллельно по четырем каналам. Малошумящий входной каскад и высокая эффективная разрядность АЦП (> 6,5) обеспечивают большой динамический диапазон без динамических искажений, позволяя идентифицировать даже самые слабые сигналы.



Многоканальный частотный анализ сигналов WLAN IEEE 802.11n и 11ac MIMO в осциллографе R&S®RTP

Облегченная настройка частотного анализа

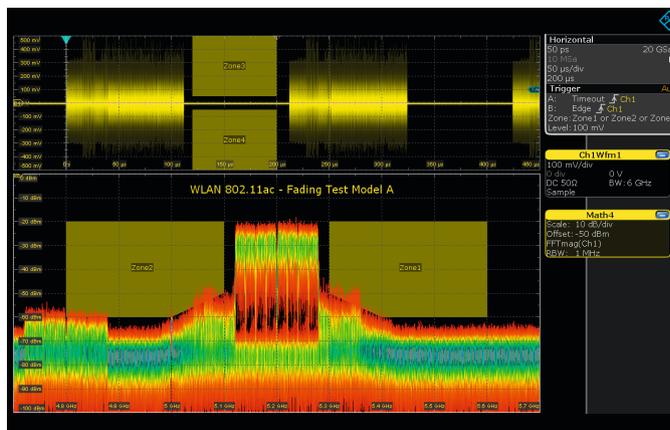
Функцию частотного анализа осциллографа R&S®RTP можно настраивать простым вводом типовых параметров: центральной частоты, полосы обзора и полосы разрешения (RBW). Полоса разрешения RBW не зависит от настройки время/деление. Такие параметры, как тип окна, наложение БПФ, стробирование и шкалирование могут конфигурироваться дополнительно.



Настройка частотного анализа упростилась с помощью типовых параметров

Зональный запуск в частотном представлении

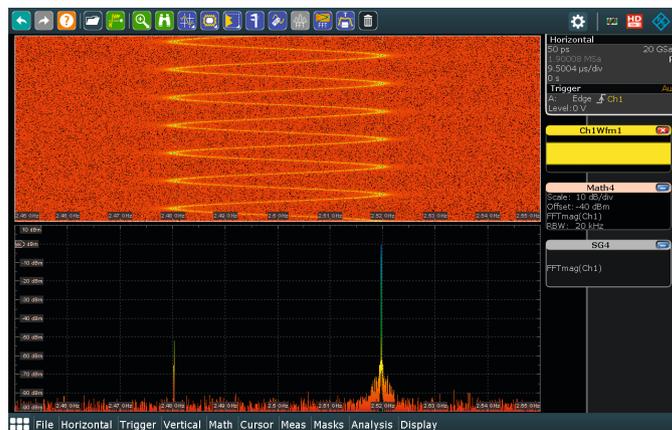
Осциллографы R&S®RTP обладают функцией зонального запуска, работающей в частотной области. На отображении спектра может быть графически задано до восьми зон, которые могут использоваться для запуска осциллографа. Типовыми применениями являются быстрое обнаружение и анализ нежелательного излучения, шаблонов скачкообразного изменения частоты и радиолокационных импульсов.



Запуск по сигналу WLAN IEEE 802.11ac в условиях замираний с помощью функции зонального запуска

Спектрограмма: отображение изменения мощности и частоты от времени

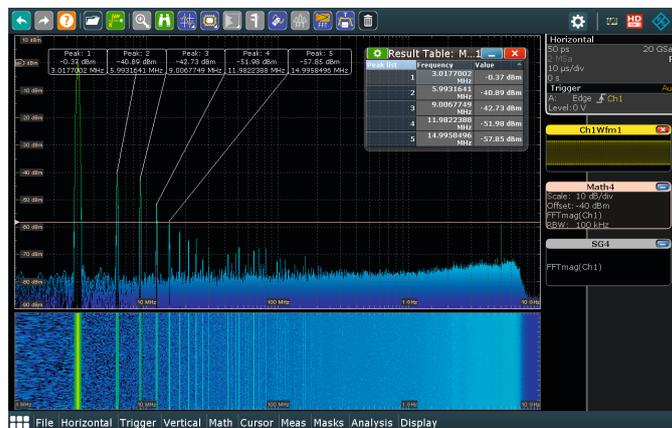
Опция построения спектрограмм R&S®RTP-K37 позволяет анализировать изменяющиеся во времени сигналы в частотной области. Спектрограмма визуализирует дисперсию мощности и частоты в зависимости от времени. Данная функция позволяет быстро анализировать модулированные сигналы АМ/ЧМ, а также сигналы от радиолокационных систем и систем со скачкообразной перестройкой частоты.



Анализ и отображение дисперсии мощности и частоты ЧМ-модулированного сигнала в зависимости от времени с помощью функции отображения спектрограммы

Логарифмическое отображение

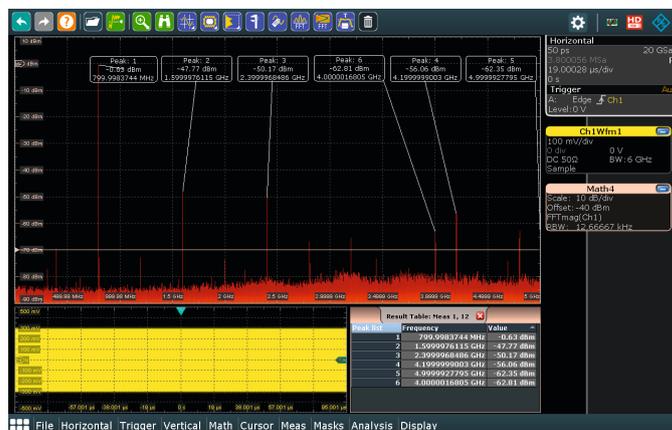
Для таких измерений, как диагностика ЭМП, логарифмический масштаб оси частот удобен для лучшего отображения значений, отличающихся на несколько порядков. Опция построения спектрограмм R&S®RTP-K37 поддерживает данную функциональную возможность для отображения частотной зависимости и спектрограммы.



Отображение результатов измерения ЭМП на логарифмической оси Y

Автоматическое измерение списка пиков

Для анализа гармонических и интермодуляционных составляющих устройства необходимо измерить мощность и частоту каждого пика. С помощью опции R&S®RTP-K37 измерение списка пиков выполняется автоматически. Каждый пик измеряется индивидуально, результаты отображаются прямо на графике измерения и, опционально, в таблице. Пики отмечены на частотной зависимости. Также отображается информация о частоте и мощности.



Анализ гармонических и интермодуляционных составляющих с помощью автоматического измерения списка пиков

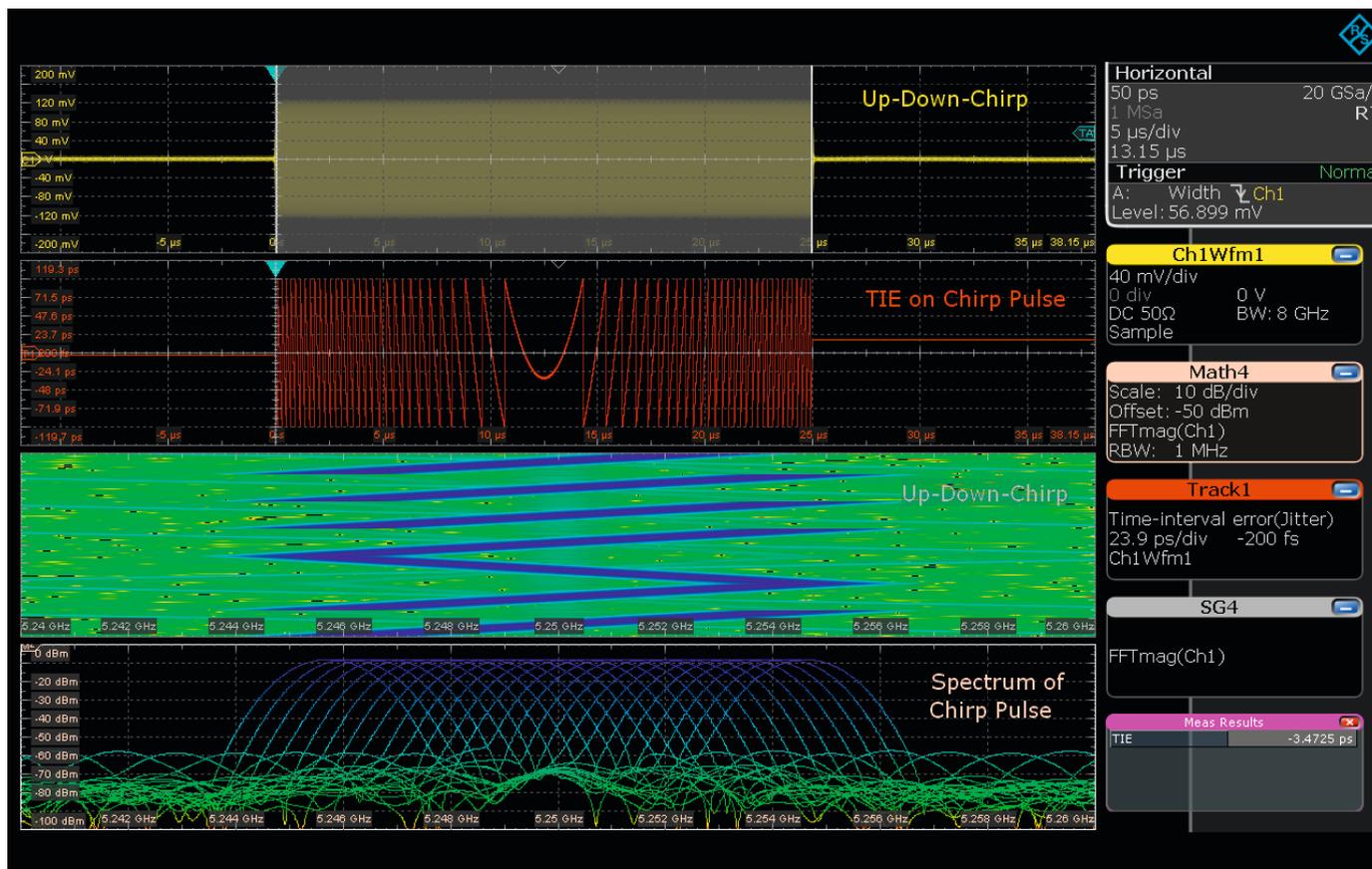
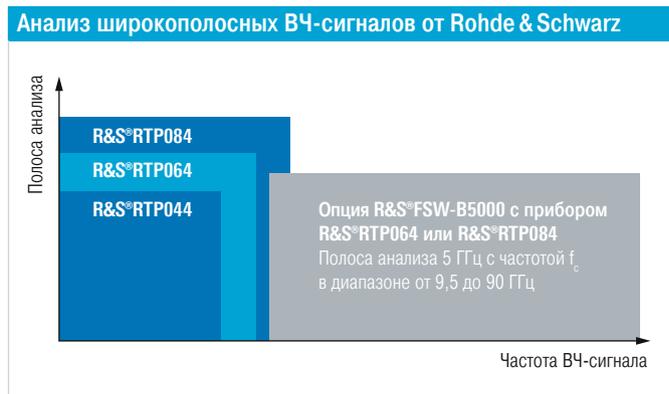
Анализ широкополосных ВЧ-сигналов

Высокоточный анализ широкополосных ВЧ-сигналов

Осциллограф R&S®RTP позволяет выполнять высокоточные измерения широкополосных ВЧ-сигналов с частотой до 8 ГГц одновременно в четырех каналах. Для измерения частоты ВЧ-несущей в диапазоне от 8 ГГц до 85 ГГц используется комбинация R&S®RTP с анализатором сигналов и спектра R&S®FSW. В результате, может достигаться эффективная полоса анализа до 5 ГГц.

ВЧ-характеристики осциллографа R&S®RTP впечатляют. Благодаря чувствительности 160 дБмВт (1 Гц) и отношению сигнал-шум 115 дБмВт осциллограф R&S®RTP соответствует требованиям к проведению высокоточного анализа ВЧ-сигналов.

Для проведения измерений сигналов с цифровой модуляцией осциллограф R&S®RTP может работать совместно с ПО R&S®VSE.



Импульсный анализ ЛЧМ-сигнала во временной и частотной областях

Расширенный анализ ВЧ-сигналов

Прикладное ПО векторного анализа сигналов R&S®VSE используется для анализа сложных сигналов, таких как импульсные радиолокационные сигналы и сигналы с цифровой модуляцией. Данное ПО содержит широкий спектр инструментов анализа для отладки и оптимизации схемных решений. ПО R&S®VSE обеспечивает проведение общего анализа I/Q-сигналов и функции аналоговой демодуляции. Также доступны дополнительные опции, такие как анализ импульсов и переходных процессов или полнофункциональный векторный анализ сигналов. ПО R&S®VSE выполняется непосредственно на приборе R&S®RTP или на внешнем управляющем ПК.

Осциллограф R&S®RTP также поддерживает работу с инструментами внешнего анализа, такими как MATLAB®. Эта возможность позволяет с максимальной гибкостью анализировать специализированные сигналы на основе индивидуальных алгоритмов.

ПО векторного анализа сигналов R&S®VSE	
Опции анализа	Типовые измерения
Базовое ПО R&S®VSE I/Q-анализатор	<ul style="list-style-type: none"> Анализ модулирующих I/Q-сигналов Статистический анализ функций ADP и CCDF Измерение коэффициента ACLR, полосы OBW и маски SEM
R&S®VSE-K6 Анализ импульсов	<ul style="list-style-type: none"> Параметры импульса Период повторения импульсов Точечные измерения в импульсе
R&S®VSE-K7 Анализ модуляции для отдельных несущих с модуляцией AM/ЧМ/ФМ	<ul style="list-style-type: none"> Коэффициент модуляции (AM) Девиация частоты (ЧМ) Девиация фазы (ФМ)
R&S®VSE-K60 Анализ переходных процессов	<ul style="list-style-type: none"> Сигналы ППРЧ ЛЧМ-сигналы Отображение спектрограммы
R&S®VSE-K70 Векторный анализ сигналов	<ul style="list-style-type: none"> Анализ сигналов с цифровой модуляцией Диаграмма сигнального созвездия Расчет EVM и битовых ошибок
R&S®VSE-K96 Общий анализ сигналов OFDM	<ul style="list-style-type: none"> Анализ пользовательских сигналов OFDM и OFDMA Поддержка любых видов модуляции PSK или QAM (вплоть до 4096QAM)

Расширенные возможности анализа ВЧ-сигналов с использованием осциллографа R&S®RTP



R&S®VSE Программное обеспечение для анализа сигналов

MATLAB®

Функции нескольких приборов

Коррелированный по времени анализ сигналов нескольких типов

Осциллограф R&S®RTP отвечает сегодняшним и завтрашним требованиям к испытательному оборудованию для высокоинтегрированных устройств. В одном приборе объединены функции множества измерительных устройств:

- **Аналоговые каналы** с широкой полосой пропускания обеспечивают превосходную точность воспроизведения сигналов для измерения быстроменяющихся сигналов, например в высокоскоростных шинах и широкополосных радиопередатчиках
- Ресурсы общего назначения, такие как **цифровые каналы (MSO)** или **генератор сигналов произвольной формы и шаблонов**, обеспечивают возможность логического анализа или испытаний на основе протоколов низкоскоростных последовательных шин. В осциллографе R&S®RTP предусмотрен уникальный дифференциальный источник импульсов 16 ГГц для подачи входных сигналов на устройство или определения характеристик сигнального тракта.
- Уникальные **высокоточные 18-битные каналы тока и напряжения** обеспечивают коррелированный по времени анализ нескольких шин питания для диагностики энергопотребления и целостности мощности
- Осциллограф R&S®RTP содержит комплексные инструменты для детального анализа сигналов в **частотной области** одновременно по четырем каналам

Все инструменты собраны в одном приборе с согласованным интерфейсом, превращая R&S®RTP в самый универсальный высокоскоростной инструмент отладки.

Осциллограф R&S®RTP: несколько измерительных приборов в одном



Аналоговые сигналы

- Измерения напряжения и времени

Логические сигналы

- Проверка данных
- Проверка синхронизации
- Декодирование шин

Протокол

- Расшифровка протокола
- Запуск по протоколу
- Отображение символов

Частота

- Спектральный анализ
- Анализ сигналов
- Выявление и устранение ЭМП

Электропитание

- Потребляемая мощность
- Последовательность питания
- Целостность питания

Генератор

- Опорная частота
- Произвольные формы
- Модулированные сигналы
- Шаблоны цифровых последовательностей

Генератор импульсов

- Определение параметров входных сигналов
- Компенсация сдвига по фазе
- Измерение потерь в сигнале (TDR/TDT)

Анализ последовательных протоколов

Простота настройки

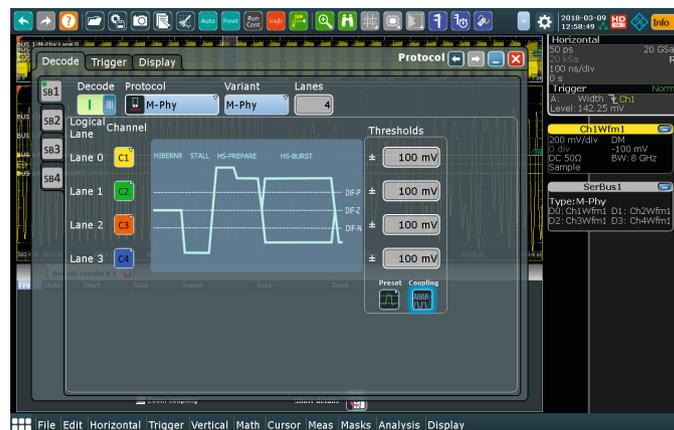
Осциллографы R&S®RTP предлагают широкий выбор опций запуска и декодирования для анализа последовательных протоколов. Использование панели приложений позволяет определить конфигурацию для любого заданного протокола всего за несколько шагов. Достаточно выбрать протокол и задать входные источники. Функции автоматической настройки помогут везде, где это возможно.



Широкий выбор опций последовательных протоколов

Выделение событий протокола с помощью функций запуска по конкретному протоколу

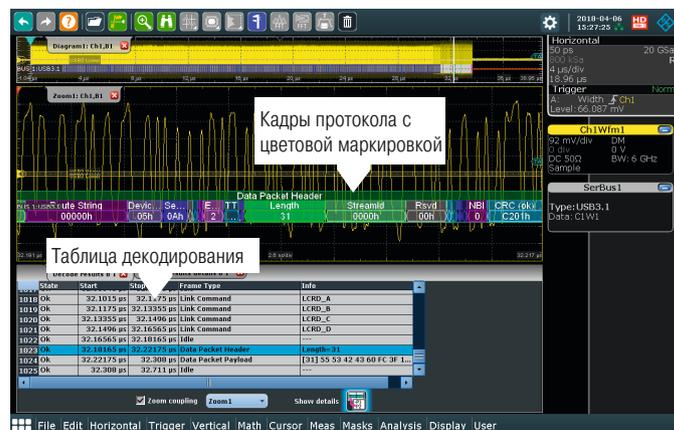
Функции запуска по конкретному протоколу позволяют быстро выделять ошибки, относящиеся к протоколу передачи данных. Осциллографы R&S®RTP поддерживают возможность запуска по определенному содержимому протокола (например, адресная информация или данные), а также по ошибкам протокола.



Конфигурирование функции запуска по протоколу

Понятное отображение декодированных данных

Для удобства чтения декодированных данных отдельные области протокола в логических сигналах кодируются цветом. Можно выбрать шестнадцатеричный, двоичный или символьный (ASCII) формат данных. Фирменная функция R&S®SmartGrid используется для размещения сигналов на соответствующих диаграммах. Данные протокола также могут отображаться в таблице декодирования.



Понятное отображение декодированных данных на осциллограмме и в таблице декодирования

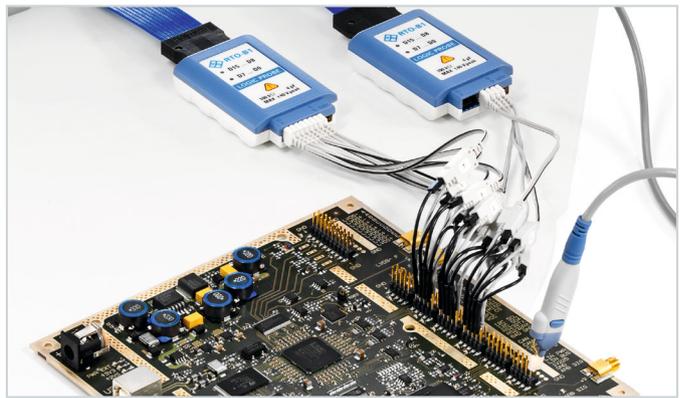
Общий анализ смешанных сигналов (MSO)

Любой осциллограф R&S®RTP можно оснастить опцией смешанных сигналов

Опция смешанных сигналов R&S®RTP-B1 (MSO) добавляет в прибор 16 цифровых каналов без ущерба для других измерительных ресурсов. Благодаря уникальной концепции plug & play прибора R&S®RTP пользователь прямо на месте может быстро установить аппаратную опцию, не вскрывая осциллограф. Нужно просто вставить ее в слот для опций на передней или задней панели. Обладая частотой дискретизации 5 млрд отсчетов/с, опция R&S®RTP-B1 обеспечивает высокое временное разрешение 200 пс для всех цифровых каналов. Эта частота дискретизации доступна для всей глубины памяти 200 млн отсчетов на канал. Опция MSO обеспечивает комплексные возможности запуска для обнаружения критических событий, таких как кратковременные сбои или определенные комбинации сигналов.

Опция R&S®RTP-B1 (MSO)

- 16 цифровых каналов (2 логических пробника)
- входной импеданс 100 кОм || 4 пФ
- частота сигнала 400 МГц
- частота дискретизации 5 млрд отсчетов/с на канал
- скорость захвата 200 млн отсчетов на канал



Каждый осциллограф R&S®RTP может быть оснащен дополнительными 16 цифровыми каналами прямо на месте эксплуатации

Анализ низкоскоростных последовательных протоколов с помощью цифровых каналов

Сегодня в одном устройстве высокоскоростные интерфейсы часто сочетаются с низкоскоростными шинами управления или программирования. Используйте цифровые каналы опции R&S®RTP-B1 для запуска и декодирования низкоскоростных последовательных протоколов, таких как SPI и I²C, с помощью соответствующих протокольных опций. Все инструменты анализа протоколов для аналоговых каналов, такие как таблица декодирования и функция поиска, доступны и для цифровых каналов. Осуществляйте запуск по протокольным данным, таким как стартовые биты, адрес и данные, чтобы сосредоточиться на анализе определенных событий.



Цифровые каналы идеально подходят для запуска и декодирования низкоскоростных последовательных интерфейсов, таких как SPI

Высокоточные каналы тока и напряжения

Диапазоны токов и напряжений R&S®RT-ZVC

Диапазоны напряжений

±1,88 В, ±3,75 В, ±7,5 В, ±15 В

Диапазоны токов

Режим низкого усиления	Шунт
±4,5 мкА; ±45 мкА	10 кОм
±4,5 мА; ±45 мА	10 Ом
±4,5 А; ±10 А	10 мОм
±45 мВ ¹⁾ ; ±450 мВ ¹⁾	внешний

¹⁾ Диапазон тока зависит от значения шунта.

Дополнительные 8 каналов напряжения и 8 каналов тока

Осциллограф R&S®RTP поддерживает до двух многоканальных модулей пробников мощности R&S®RT-ZVC, имеющих по четыре канала тока и четыре канала напряжения каждый. Эти 16 высокоточных измерительных каналов могут использоваться параллельно с высокоскоростным аналоговым каналом прибора R&S®RTP. Основным применением является коррелированное по времени измерение потребления энергии ИУ во время пуска, стандартного режима работы и режима ожидания.

Очень высокий динамический диапазон при 18-битном разрешении

Каждый из каналов R&S®RT-ZVC работает с 18-битным АЦП (5 млн отсчетов/с) и имеет высокую точность измерений по постоянному напряжению (0,1%) и постоянному току (0,2%). Высокое разрешение аналого-цифрового преобразователя обеспечивает необходимый динамический диапазон измерения для проверки изменения потребляемого тока в диапазоне от мкА до А, происходящего, например, в случае, когда устройства с аккумуляторным питанием переключаются из или в спящий режим. Высокая точность измерений по постоянному току идеально подходит для точного контроля синхронизации и допусков напряжений на шинах встраиваемых устройств.

Полная интеграция в графический интерфейс

Управление модулями R&S®RT-ZVC полностью интегрировано в графический интерфейс пользователя (GUI) осциллографа R&S®RTP. Работа с каналами R&S®RT-ZVC ведется также, как со стандартными каналами осциллографа, включая размещение на экране, вертикальное масштабирование и инструменты анализа, такие как курсоры и автоматизированные измерения.



Высокоточные измерения токов и напряжений по 18-битным каналам модулей R&S®RT-ZVC

Встроенный генератор сигналов произвольной формы

- Двухканальный 100 МГц генератор сигналов произвольной формы для подачи входных сигналов на устройство
- Программирование на основе протоколов с помощью восьмиканального генератора шаблонов

Двухканальный 100 МГц генератор сигналов произвольной формы для подачи входных сигналов на устройство

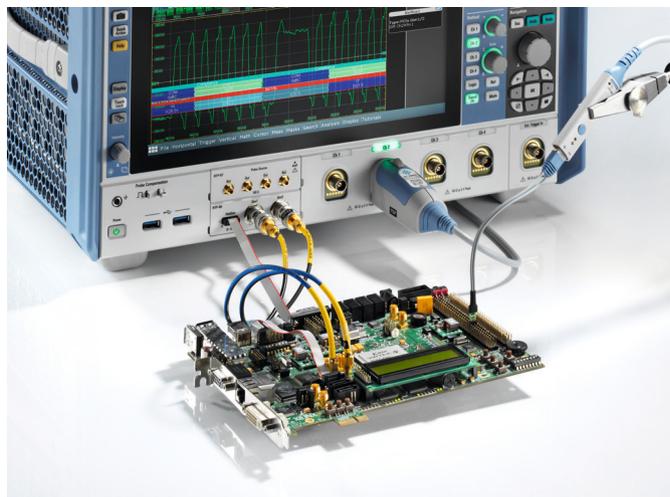
Осциллограф R&S®RTP оснащается полноценным встроенным двухканальным 100 МГц генератором сигналов стандартной и произвольной формы, в том числе восьмиканальным генератором цифровых последовательностей (шаблонов) в виде устанавливаемой аппаратной опции. Встроенный генератор с поддержкой частоты дискретизации 500 млн отсчетов/с и 14-битным разрешением позволяет сэкономить место на испытательном стенде и обеспечивает возможность формирования как стандартного, так и произвольного входного сигнала для ИУ. Объединив оба канала генератора, можно формировать входные сигналы для дифференциальных устройств. Еще одной мощной функцией генератора является воспроизведение захваченных сигналов с возможностью изменения амплитуды и уровня смещения или наложения шума для оценки устройства по критериям разработки.

Программирование на основе протоколов с помощью восьмиканального генератора шаблонов

Опцию R&S®RTP-B6 можно использовать для программирования испытываемых устройств на основе протоколов. Например, программная последовательность на основе протокола SPI может использоваться для управления устройством в процессе отладки и проверки. Генератор будет управлять устройством и изменять конфигурацию, в то время как осциллограф будет измерять параметры ИУ. Такой подход облегчает анализ влияния процессов коммутации и параметров, связанных с синхронизацией.

Кроме того, ПО R&S®ScopeSuite может использовать встроенный генератор сигналов произвольной формы и шаблонов R&S®RTP-B6 для полностью автоматизированного проведения испытаний на соответствие стандартам.

Краткие технические характеристики	
Аналоговый выход	2 канала
Полоса пропускания	100 МГц
Частота дискретизации	500 млн отсчетов/с
Разрешение	14 бит
Режимы работы	<ul style="list-style-type: none">■ Генератор стандартных сигналов (синусоида, прямоугольный, треугольный/пила, постоянный, импульс, кардинальный синус, кардиоида, гауссовский, Лоренца, экспоненциальное нарастание/спад)■ Модуляционный генератор (АМ, ЧМ, ЧМн)■ Генератор качающейся частоты■ Генератор сигналов произвольной формы
Генератор шаблонов	8 каналов
Память	40 млн отсчетов на канал



Измерение LVDS сигналов с помощью встроенного генератора сигналов произвольной формы, формирующего тактовый сигнал и 8-битный шаблон данных для программирования и управления устройством

Дифференциальный источник импульсов 16 ГГц

- Дифференциальный импульсный сигнал с настраиваемыми параметрами
- Применение для подачи входных сигналов в ИУ или для коррекции сдвига фазы
- Эталонные выходы для анализа TDT/TDR

Дифференциальный импульсный сигнал с настраиваемыми параметрами

Источник импульсов R&S®RTP-B7 обеспечивает дифференциальный импульсный сигнал с высокой степенью симметрии и малым временем нарастания 22 пс.

Пользователь может настроить основные параметры источника импульсов. Выходной уровень можно изменять в диапазоне от –50 мВ до –200 мВ с шагом 10 мВ. Частота повторения импульсов и коэффициент заполнения программируются в диапазоне от 5 Гц до 250 МГц и от 10% до 90% соответственно. Источник импульсов может синхронизироваться с опорными тактовыми импульсами R&S®RTP или может работать автономно, чтобы устранить детерминированные условия для некоторых испытательных систем.

Применение для подачи входных сигналов в ИУ или для коррекции сдвига фазы

R&S®RTP-B7 легко настроить для подачи входных сигналов в испытываемые устройства. Например, осциллограф может обеспечивать точный тактовый сигнал или импульсный входной сигнал с малым временем нарастания для проверки характеристик приемника.

Благодаря расфазировке на выходе < 0,5 пс, осциллограф R&S®RTP-B7 также обеспечивает точный источник для коррекции сдвига фазы измерительной установки с несколькими каналами. Поскольку осциллограф R&S®RTP-B7 формирует дифференциальный сигнал, он идеально подходит для коррекции сдвига фазы в кабелях и пробниках при разностных измерениях.

Эталонные выходы для анализа TDT/TDR

В осциллографе R&S®RTP-B7 предусмотрены эталонные выходы, соединенные с дифференциальными выходами. С их помощью можно дополнительно определять характеристики TDT и TDR сигнальных трактов, включая проводники на печатных платах, кабели и разъемы. Благодаря эталонным выходам можно легко сравнивать импульсы в начале и в конце сигнального тракта, измеряемые с помощью входных каналов R&S®RTP. На эталонных выходах можно просматривать отражения, возникающие на разрывах непрерывности полного сопротивления в сигнальном тракте.

Параметр	Диапазон значений
Полоса пропускания аналогового сигнала, время нарастания	> 16,5 ГГц, 22 пс
Расфазировка	< 0,5 пс
Низкий уровень на выходе	от –200 мВ до –50 В, шаг 10 мВ
Частота повторения	
Синхронизирован	5/10/20/50/100/200/500 Гц, 1/5/10/25/50/100/250 МГц
Не синхронизирован	5/10/20/50/100/200/500 Гц, 1/5/10/25/50 МГц
Коэффициент заполнения	
Частота повторения < 5 МГц	от 10% до 90%, шаг 10%
Частота повторения > 5 МГц	50% (пост.)
Режим тактового сигнала	синхронный, не синхронный



Анализ характеристик передачи дифференциального сигнального тракта во временной области на основе сравнения времени нарастания и формы импульса на эталонных выходах и выходах сигнального тракта

Компактный и модернизируемый

Осциллограф R&S®RTP устанавливает новые отраслевые стандарты

- Самый функциональный и быстрый прибор для отладки на рынке
- Превосходная целостность сигнала
- Самый компактный высокопроизводительный осциллограф
- Платформа на базе Windows 10

Расширение функций по мере роста потребностей

- 4 слота для добавления аппаратных опций
 - 16-канальный, общий анализ смешанных сигналов (MSO)
 - Несколько высокоточных, 18-битных каналов тока и напряжения
- Возможность модернизации полосы пропускания и памяти
- Опциональные функции компенсации цепей в реальном масштабе времени

Самый компактный и бесшумный высокопроизводительный осциллограф в отрасли

- Премиальный дизайн с 12" дисплеем высокого разрешения
- Компактный настольный прибор
- Бесшумная работа без раздражающего шума вентилятора

Быстрое управление прибором с помощью сенсорного экрана

- Легко конфигурируемое отображение сигналов с помощью технологии R&S®SmartGrid
- Быстрый доступ к важным инструментам с панели инструментов
- Быстрая настройка на боковой панели
- Поддержка сенсорных жестов
- Уникальное цветовое кодирование

Использование панели приложений для быстрого доступа к приложениям

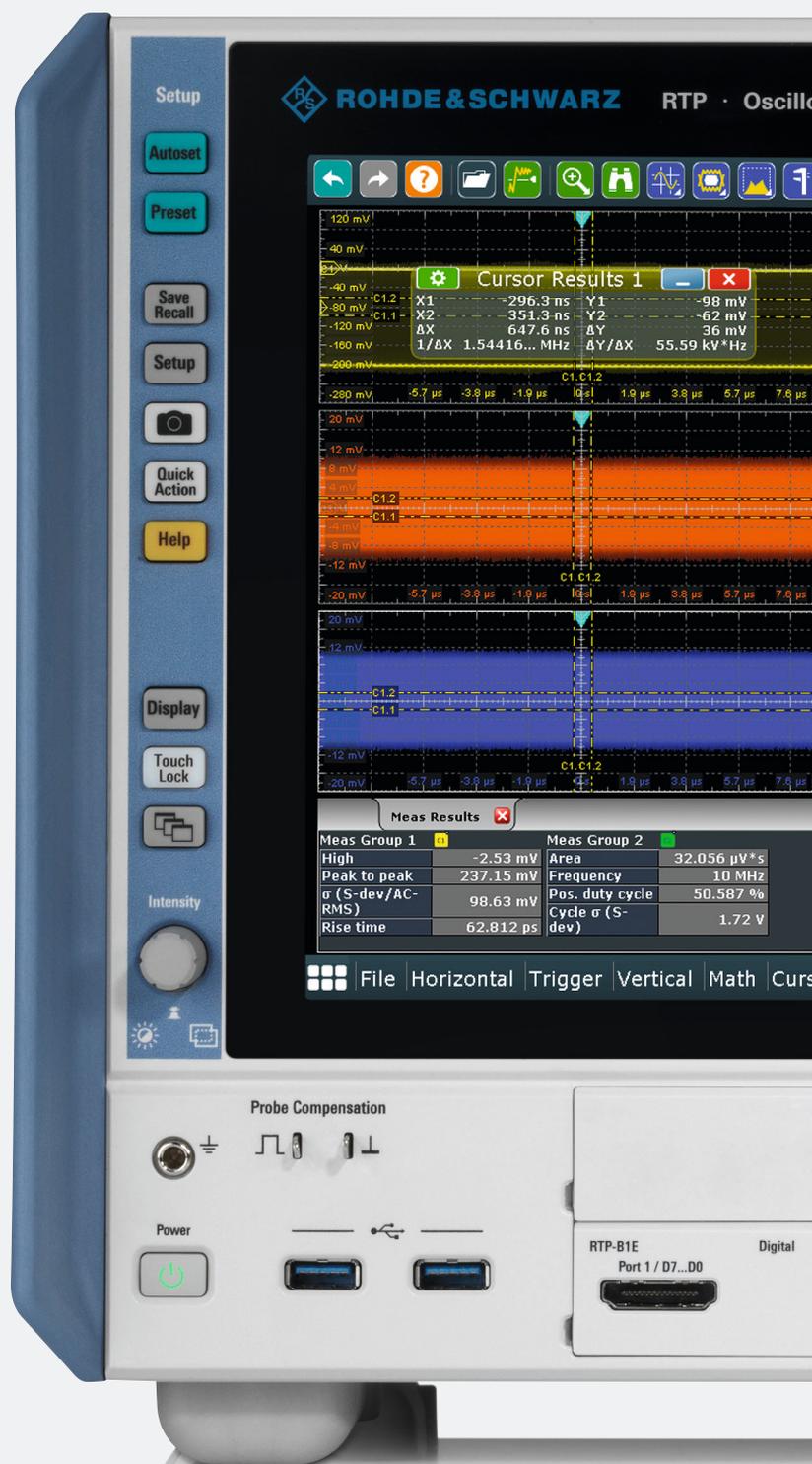
- Прямой доступ ко всем функциям анализа
- Удобное добавление пользовательских приложений
- Декодирование протоколов за считанные секунды

Универсальные возможности подключения

- 18 ГГц BNC-совместимый интерфейс пробников Rohde & Schwarz для измерительных каналов и внешнего запуска
- Исчерпывающий ассортимент пробников

Интерфейсы

- Четыре порта USB 3.0 и два порта USB 2.0
- Порт устройства USB
- Съёмный SSD-диск
- Порты DISPLAY PORT и DVI-D
- Разъем LAN с поддержкой скорости обмена 1 Гбит/с
- Интерфейс GPIB IEEE-4811

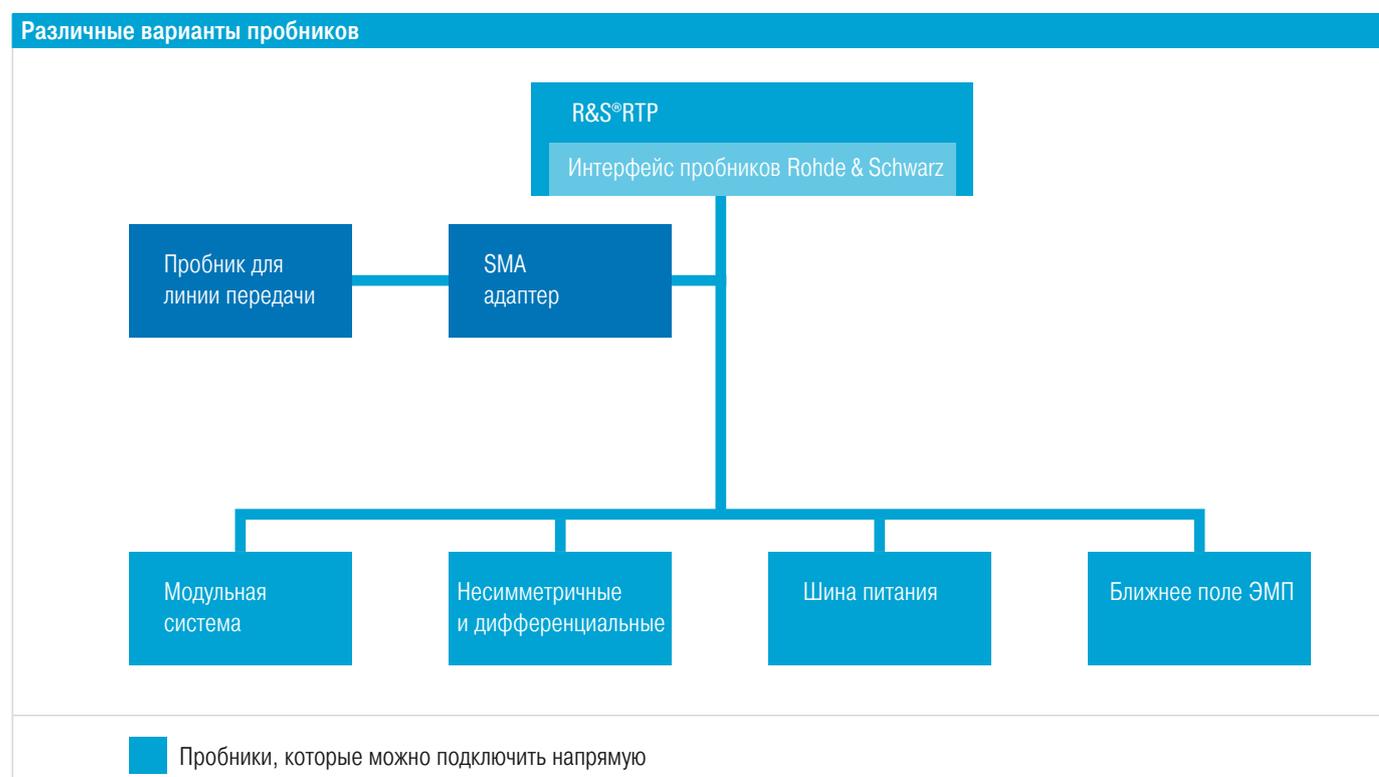




Исчерпывающий ассортимент пробников

Различные варианты пробников

Осциллографы R&S®RTP поддерживают широкий спектр пробников для решения различных измерительных задач. Осциллограф автоматически обнаруживает активные пробники компании Rohde & Schwarz и выполняет коррекцию АЧХ для получения плоской характеристики. Для задач с использованием 50-омного SMA-разъема осциллографы R&S®RTP поставляются с прецизионным адаптером BNC-SMA.



Рекомендуемые широкополосные пробники

Осциллограф	R&S®RTP044	R&S®RTP064	R&S®RTP084
Модульные пробники R&S®RT-ZM			
R&S®RT-ZM90			
R&S®RT-ZM60			
Пробник для линии передачи R&S®RT-ZZ			
R&S®RT-ZZ80			
Несимметричные/дифференциальные активные пробники R&S®RT-ZS/R&S®RT-ZD			
R&S®RT-ZS60			
R&S®RT-ZD40			

Разнообразие пробников общего назначения

Активные широкополосные пробники

Высокое входное сопротивление 1 МОм, низкая входная емкость менее 1 пФ и широкий динамический диапазон - типичные характеристики активных широкополосных пробников компании Rohde & Schwarz. Полезные вспомогательные функции, такие как коррекция смещения, встроенный высокоточный вольтметр и обеспечивающая удобство управления осциллографом микрокнопка облегчают повседневную работу пользователя.

Интерфейс пробников Rohde & Schwarz позволяет осциллографу автоматически обнаруживать пробники при их подключении и загружать поправочные коэффициенты для конкретного типа пробников с целью получения плоской частотной характеристики.

Пробники доступны в виде несимметричных (R&S®RT-ZSxx) и дифференциальных (R&S®RT-ZDxx) моделей. Полосы пропускания пробников находятся в диапазоне от 1 ГГц до 6 ГГц для моделей R&S®RT-ZSxx и от 1 ГГц до 4,5 ГГц для моделей R&S®RT-ZDxx.



R&S®RT-ZS60



R&S®RT-ZD40

Модель	Полоса пропускания	Коэффициент ослабления	Входной импеданс	Динамический диапазон	Компенсация смещения
R&S®RT-ZS60 несимметричные	6 ГГц	10:1	1 МОм 0,3 пФ	±8 В	±10 В
R&S®RT-ZD40 дифференциальные	4,5 ГГц тип. 5,5 ГГц	10:1	1 МОм 0,4 пФ	±5 В	±5 В

Пассивный широкополосный пробник R&S®RT-ZZ80

Низкий уровень шумов, высокая степень линейности и применение исключительно в целях измерения пассивных компонентов делают пассивные широкополосные пробники экономически эффективным решением для измерения линий с управляемым импедансом.



Модель	Полоса пропускания	Коэффициент ослабления	Входной импеданс	Динамический диапазон	Комментарий
R&S®RT-ZZ80	8 ГГц	10:1	500 Ом 0,3 пФ	Максимальное входное напряжение 20 В (СКЗ)	подключение с помощью высокоточного SMA-адаптера R&S®RT-ZA16

Модульные решения для пробников

Разносторонняя и гибкая система модульных пробников

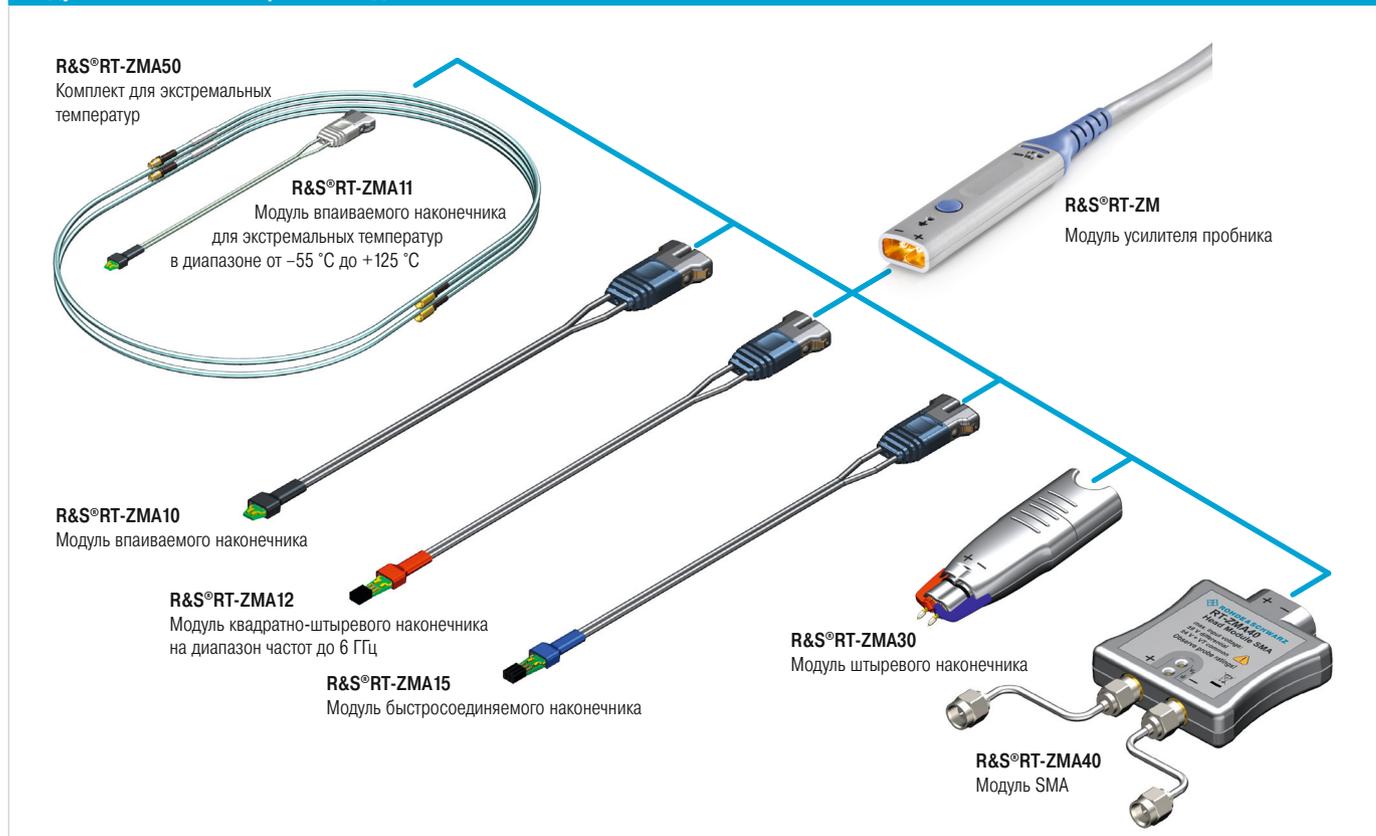
Система модульных пробников R&S®RT-ZM отвечает текущим требованиям в отношении пробников за счет технической сложности, но простой в эксплуатации конструкции. Различные решения для пробников соответствуют требованиям высокой полосы пропускания и динамического диапазона в сочетании с низкой емкостной нагрузкой. В систему пробников R&S®RT-ZM входят модули наконечников для различных измерительных задач и условий. Модули наконечников пробников могут подключаться к модулям усилителей с полосами пропускания в диапазоне от 1,5 ГГц до 9 ГГц.

Система модульных пробников обеспечивает многорежимную функциональность и уникальный диапазон компенсации смещения ± 16 В на наконечнике пробника. Кроме того, встроенная функция вольтметра R&S®ProbeMeter выполняет высокоточные 18-битные измерения постоянного напряжения параллельно и независимо от настроек осциллографа.



Модуль усилителя R&S®RT-ZM с интерфейсом пробников Rohde & Schwarz

Модули наконечников пробников для R&S®RT-ZM



► Подробную информацию см. в документе PD 3607.5690.32 на систему R&S®RT-ZM

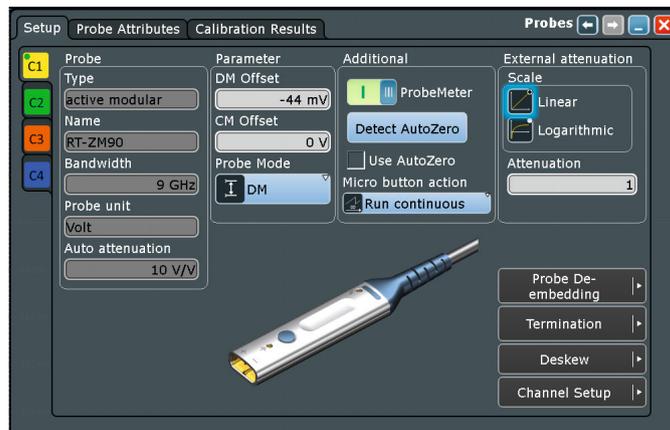
Множество режимов измерения с использованием одного подключения

Многорежимная функциональность позволяет пользователям переключаться между односторонним, дифференциальным и синфазным режимами измерения без переподключения или переприпаивания пробника.

Многорежимная функциональность реализована на разработанных компанией высокоскоростных микросхемах ASIC усилителя R&S®RT-ZM и легко управляется из графического интерфейса осциллографа.

Компенсация смещения для максимального разрешения

Система модульных пробников R&S®RT-ZM обеспечивает высокий диапазон компенсации смещения ± 16 В. Постоянная составляющая измеряемого сигнала может быть скомпенсирована прямо на наконечнике пробника, расширяя окно рабочих напряжений за пределы динамического диапазона модуля усилителя пробника. За счет этого интересные компоненты сигнала могут отображаться на осциллографе с максимальным разрешением.



Диалоговое окно настройки с пользовательскими параметрами модульного пробника

Модель	Полоса пропускания системы	Время нарастания (от 10% до 90%)	Поддержка нескольких режимов ¹⁾	Комментарий	Код заказа
Модули усилителей пробников					
R&S®RT-ZM15	> 1,5 ГГц	< 230 пс		микрокнопка и подача напряжения ± 4 В	1800.4700.02
R&S®RT-ZM30	> 3 ГГц	< 100 пс		микрокнопка и подача напряжения ± 4 В	1419.3005.02
R&S®RT-ZM60	> 6 ГГц	< 75 пс		микрокнопка и подача напряжения ± 4 В	1419.3105.02
R&S®RT-ZM90	> 9 ГГц	< 50 пс		микрокнопка и подача напряжения ± 4 В	1419.3205.02
Модули наконечников пробников					
R&S®RT-ZMA10	16 ГГц	< 50 пс	P/N/DM/CM	впаиваемый, длина 15 см	1419.4301.02
R&S®RT-ZMA11	16 ГГц	< 50 пс	P/N/DM/CM	впаиваемый, на температурный диапазон, длина 15 см	1419.4318.02
R&S®RT-ZMA12	6 ГГц	< 75 пс	P/N/DM/CM	прямоугольные контакты, длина 15 см	1419.4324.02
R&S®RT-ZMA15	12 ГГц	< 50 пс	P/N/DM/CM	быстроподключаемый, длина 15 см	1419.4224.02
R&S®RT-ZMA30	16 ГГц	< 50 пс	DM	штыревой, с регулируемым расстоянием, подпружиненный	1419.4353.02
R&S®RT-ZMA40	16 ГГц	< 50 пс	P/N/DM/CM	50 Ом/100 Ом, подходит для SMA, 3,5 мм и 2,92 мм систем, оконечное напряжение ± 4 В, подаваемое с модуля усилителя пробника R&S®RT-ZM	1419.4201.02
R&S®RT-ZMA50	2.5 ГГц	< 140 пс	P/N/DM/CM	комплект для экстремальных температур, диапазон температур от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$, длина кабеля 1 м; состоит из R&S®RT-ZMA11 и пары согласованных кабельных удлинителей	1419.4218.02
Футляр для модулей наконечников пробников					
R&S®RT-ZMA1				до шести модулей наконечников пробников R&S®RT-ZMAxx	1419.3928.02
R&S®RT-ZAP				3-мерный позиционер пробника	1326.3641.02

¹⁾ Поддержка нескольких режимов:

DM: дифференциальное измерение, CM: измерение в синфазном режиме, P: несимметричное измерение на положительном контакте, N: несимметричное измерение на отрицательном контакте.

Пробники целостности питания



Определение характеристик шин питания

Широкая полоса пропускания, высокая чувствительность, сверхнизкий уровень шума и большая компенсация смещения делают несимметричное измерение на положительном контакте превосходным пробником для определения характеристик шин питания. Благодаря полосе пропускания 4 ГГц, великолепной чувствительности за счет коэффициента ослабления 1:1 и низкого уровня шума пробник R&S®RT-ZPR40 превосходит своих конкурентов при выполнении высокоточных измерений уровня пульсаций. В сочетании с мощными возможностями частотного анализа осциллографа пробники R&S®RT-ZPR могут использоваться для выделения периодических и случайных помех (PARD). Встроенный высокоточный 18-битный вольтметр постоянного напряжения мгновенно выдает значения измерений.



Широкая полоса пропускания пробников шин питания R&S®RT-ZPR позволяет захватывать высокочастотные шумовые компоненты

Измерение малых напряжений, накладывающихся на большие смещения постоянной составляющей

Благодаря диапазону компенсации смещения ± 60 В пробники шин питания R&S®RT-ZPR позволяют сосредоточиться на небольших пульсациях, накладывающихся на постоянное напряжение шины питания. При необходимости увеличения в области напряжения 1 В или на намного более высоком уровне постоянного напряжения пробник обеспечит необходимое смещение, сохраняя при этом минимальное вертикальное разрешение.



Точная проверка уровня постоянной составляющей и характеристики нагрузки по питанию во время инициализации памяти DDR с помощью пробника шин питания R&S®RT-ZPR и встроенного в него высокоточного вольтметра R&S®ProbeMeter

R&S®ProbeMeter: встроенный высокоточный вольтметр

Пробник шин питания R&S®RT-ZPR оснащен высокоточным вольтметром постоянного тока для точного измерения уровня постоянной составляющей на шине питания. Встроенный 18-битный вольтметр постоянного тока с диапазоном входных напряжений ± 60 В легко и точно контролирует долговременный дрейф уровня постоянной составляющей.

Модель	Полоса пропускания	Коэффициент ослабления	Входной импеданс	Динамический диапазон	Комментарий	Код заказа
R&S®RT-ZPR40	4,0 ГГц	1:1	50 кОм	$\pm 0,85$ В (компенсация смещения ± 60 В), опциональная связь по переменному току	R&S®ProbeMeter	1800.5406.02

Возможности подключения

Возможности подключения

Осциллографы R&S®RTP поставляются с двумя прецизионными BNC-SMA адаптерами R&S®RT-ZA16. Адаптер обеспечивает коаксиальное SMA-подключение к 18 ГГц BNC-совместимому интерфейсу пробника осциллографа R&S®RTP.

Для высокоточных измерений доступна пара кабелей с малыми потерями и согласованной фазой длиной 1 м (R&S®RT-ZA17). Кабели оснащены 3,5 мм штыревыми разъемами с обеих сторон. Номинальная ошибка расфазировки между согласованными кабелями составляет менее 5 пс.



Прецизионный BNC-SMA адаптер R&S®RT-ZA16

Краткие характеристики R&S®RT-ZA17	
Длина кабеля	1 м
Разъемы	3,5 мм (вилка) - 3,5 мм (вилка)
Частота	26,5 ГГц
Ошибка расфазировки	< 5 пс
Согласование	>15 дБ



Кабель R&S®RT-ZA17

Ассортимент осциллографов



R&S®	RTN1000	RTC1000	RTB2000	RTM3000
По вертикали				
Полоса пропускания	60/100/200/350/500 МГц ¹⁾	50/70/100/200/300 МГц ¹⁾	70/100/200/300 МГц ¹⁾	100/200/350/500 МГц/1 ГГц ¹⁾
Количество каналов	2 плюс ЦММ/4	2	2/4	2/4
Разрешение	10 бит	8 бит	10 бит	10 бит
В/дел при 1 МОм	от 2 мВ до 100 В	от 1 мВ до 10 В	от 1 мВ до 5 В	от 500 мкВ до 10 В
В/дел при 50 Ом	–	–	–	от 500 мкВ до 1 В
По горизонтали				
Частота дискретизации в каждом канале (в млрд отсчетов/с)	1,25 (4-канальная модель); 2,5 (2-канальная модель); 5 (чередование всех каналов)	1; 2 (чередование 2 каналов)	1,25; 2,5 (чередование 2 каналов)	2,5; 5 (чередование 2 каналов)
Максимальный объем памяти (на канал/1 активный канал)	125 тыс. отсчетов (4-канальная модель); 250 тыс. отсчетов (2-канальная модель); 500 тыс. отсчетов (50 млн отсчетов в режиме сегментированной памяти ²⁾)	1 млн отсчетов; 2 млн отсчетов	10 млн отсчетов; 20 млн отсчетов (160 млн отсчетов в режиме сегментированной памяти ²⁾)	40 млн отсчетов; 80 млн отсчетов (400 млн отсчетов в режиме сегментированной памяти ²⁾)
Сегментированная память	опция	–	опция	опция
Скорость сбора данных (осциллограмм/с)	50 000	10 000	50 000 (300 000 в режиме быстрой сегментированной памяти ²⁾)	64 000 (2 000 000 в режиме быстрой сегментированной памяти ²⁾)
Запуск				
Опции	расширенные, цифровой запуск (14 типов запуска) ²⁾	элементарные (5 типов запуска)	базовые (7 типов запуска)	базовые (10 типов запуска)
Опция смешанных сигналов				
Количество цифровых каналов ¹⁾	8	8	16	16
Частота дискретизации цифровых каналов (млрд отсчетов/с)	1,25	1	1,25	два логических пробника: 2,5 на каждый канал; один логический пробник: 5 на каждый канал
Объем памяти цифровых каналов	125 тыс. отсчетов	1 млн отсчетов	10 млн отсчетов	два логических пробника: 40 млн отсчетов на канал; один логический пробник: 80 млн отсчетов на канал
Анализ				
Виды курсорных измерений	4	13	4	4
Стандартные измерительные функции	33	31	32	32
Испытания по маске	элементарное (маска допуска вокруг сигнала)	элементарное (маска допуска вокруг сигнала)	элементарное (маска допуска вокруг сигнала)	элементарное (маска допуска вокруг сигнала)
Математические операции	элементарные	элементарные	базовые (расчет по расчету)	базовые (расчет по расчету)
Синхронизация и декодирование последовательных протоколов ¹⁾	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, CAN-FD, SENT (7)	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN (5)	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN (5)	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, I ² S, MIL-STD-1553, ARINC 429 (8)
Функции индикации	регистратор данных	–	–	–
Приложения ^{1), 2)}	частотомер с высоким разрешением, расширенный анализ спектра, анализ гармоник	цифровой вольтметр (ЦВМ), тестер компонентов, быстрое преобразование Фурье (БПФ)	цифровой вольтметр (ЦВМ), быстрое преобразование Фурье (БПФ), диаграмма Боде ³⁾	мощность, цифровой вольтметр (ЦВМ), анализ спектра и спектрограмма, диаграмма Боде ³⁾
Испытания на соответствие ^{1), 2)}	–	–	–	–
Дисплей и управление				
Размер и разрешение	7 дюймов, цветной, 800 × 480 пикселей	6,5 дюйма, цветной, 640 × 480 пикселей	10,1 дюйма, цветной, 1280 × 800 пикселей	10,1 дюйма, цветной, 1280 × 800 пикселей
Управление прибором	оптимизировано для работы с сенсорным экраном, параллельное кнопочное управление	оптимизировано для быстрого кнопочного управления	оптимизировано для работы с сенсорным экраном, параллельное кнопочное управление	–
Общие данные				
Размеры, мм (Ш × В × Г)	201 × 293 × 74	285 × 175 × 140	390 × 220 × 152	390 × 220 × 152
Масса, кг	2,4	1,7	2,5	3,3
Аккумуляторная батарея	литий-ионная, > 4 ч	–	–	–

¹⁾ Возможна модернизация.

²⁾ Требуется опция.

³⁾ Доступно с декабря 2018.

RTA4000	RTE 1000	RTO2000	RTP
200/350/500 МГц/1 ГГц ¹⁾ 4 10 бит от 500 мкВ до 10 В от 500 мкВ до 1 В	200/350/500 МГц/1/1,5/2 ГГц ¹⁾ 2/4 8 бит (до 16 бит в режиме HD) от 500 мкВ до 10 В от 500 мкВ до 1 В	600 МГц/1/2/3/4/6 ГГц ¹⁾ 2/4 (только 4 канала в моделях 4 ГГц и 6 ГГц) 8 бит (до 16 бит в режиме HD) ²⁾ от 1 мВ до 10 В (от 500 мкВ до 10 В) ²⁾ от 1 мВ до 1 В (от 500 мкВ до 1 В) ²⁾	4/6/8 ГГц ¹⁾ 4 8 бит (до 16 бит в режиме HD) ²⁾ от 1 мВ до 1 В
2,5; 5 (чередование 2 каналов)	5	10; 20 (чередование 2 каналов в модели 4 ГГц и 6 ГГц)	20
100 млн отсчетов; 200 млн отсчетов (1 млрд отсчетов в режиме сегментированной памяти)	50 млн отсчетов/200 млн отсчетов	базовая модель: 50 млн отсчетов/200 млн отсчетов; максимальная модернизация: 1 млрд отсчетов/2 млрд отсчетов	базовая модель: 50 млн отсчетов/200 млн отсчетов; максимальная модернизация: 1 млрд отсчетов/2 млрд отсчетов
стандарт	стандарт	стандарт	стандарт
64 000 (2 000 000 в режиме быстрой сегментированной памяти)	1 000 000 (1 600 000 в режиме ультрасегментированной памяти)	1 000 000 (2 500 000 в режиме ультрасегментированной памяти)	950 000 (3 200 000 в режиме ультрасегментированной памяти)
базовые (10 типов запуска)	расширенные, цифровой запуск (13 типов запуска)	расширенные (в том числе зональный запуск), цифровой запуск (14 типов запуска) ²⁾	расширенные, цифровой запуск (14 типов запуска) с функцией компенсации цепей в реальном масштабе времени ²⁾ , зональный запуск ²⁾
16	16	16	16
два логических пробника: 2,5 на каждый канал; один логический пробник: 5 на каждый канал	5	5	5
два логических пробника: 100 млн отсчетов на канал; один логический пробник: 200 млн отсчетов на канал	100 млн отсчетов	200 млн отсчетов	200 млн отсчетов
4	3	3	3
32	47	47	47
элементарное (маска допуска вокруг сигнала)	расширенное (конфигурируемое пользователем, аппаратное)	расширенное (конфигурируемое пользователем, аппаратное)	расширенное (конфигурируемое пользователем, аппаратное)
базовые (расчет по расчету)	расширенные (редактор формул)	расширенные (редактор формул)	расширенные (редактор формул)
I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, I ² S, MIL-STD-1553, ARINC 429 (8)	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, I ² S, MIL-STD-1553, ARINC 429, FlexRay™, CAN-FD, USB 2.0/HSIC, Ethernet, Manchester, NRZ, SENT, SpaceWire, CXPI, USB Power Delivery, автомобильный Ethernet 100BASE-T1 (19)	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, I ² S, MIL-STD-1553, ARINC 429, FlexRay™, CAN-FD, MIPI RFFE, USB 2.0/HSIC, MDIO, 8b10b, Ethernet, Manchester, NRZ, SENT, MIPI D-PHY, SpaceWire, MIPI M-PHY/UniPro, CXPI, USB 3.1 Gen1, USB-SSIC, PCIe 1.1/2.0, USB Power Delivery, автомобильный Ethernet 100BASE-T1 (27)	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, CAN-FD, MIPI RFFE, USB 2.0/HSIC, MDIO, 8b10b, Ethernet, Manchester, NRZ, MIPI D-PHY, MIPI M-PHY/UniPro, USB 3.1 Gen1, USB-SSIC, PCIe 1.1/2.0, USB Power Delivery, автомобильный Ethernet 100BASE-T1 (20)
–	гистограмма, тренд, трек ²⁾	гистограмма, тренд, трек ²⁾	гистограмма, тренд, трек
мощность, цифровой вольтметр (ЦВМ), анализ спектра и спектрограмма, Боде ³⁾	анализ электропитания, 16-битный режим высокой четкости (стандартный), расширенный анализ спектра и построение спектрограмм	анализ электропитания, 16-битный режим высокой четкости, расширенный анализ спектра и построение спектрограмм, джиттер, восстановление тактового сигнала, I/Q-данные, ВЧ-анализ	16-битный режим высокой четкости, расширенный анализ спектра и построение спектрограмм, джиттер, ВЧ-анализ, компенсация цепей в реальном масштабе времени
–	–	доступны различные опции (см. PD 3607.2684.22)	доступны различные опции (см. PD 5215.4152.22)
10,1 дюйма, цветной, 1280 × 800 пикселей	10,4 дюйма, цветной, 1024 × 768 пикселей	12,1 дюйма, цветной, 1280 × 800 пикселей	12,1 дюйма, цветной, 1280 × 800 пикселей
оптимизировано для работы с сенсорным экраном, параллельное кнопочное управление			
390 × 220 × 152	427 × 249 × 204	427 × 249 × 204	441 × 285 × 316
3,3	8,6	9,6	18
–	–	–	–

Краткие технические характеристики

Краткие технические характеристики		
Система вертикального отклонения		
Количество каналов		4
Полоса пропускания (–3 дБ)	R&S®RTP044	4 ГГц
	R&S®RTP064	6 ГГц
	R&S®RTP084	8 ГГц
Импеданс		50 Ом
Входная чувствительность	максимальная полоса пропускания во всех диапазонах	50 Ом: от 1 мВ/дел до 1 В/дел
Диапазон смещения	> 100 мВ/дел	±5 В
	≤ 100 мВ/дел	±(1,5 В – входная чувствительность × 5 дел)
Разрешение		8 бит, до 16 бит в режиме HD (опция)
Система сбора данных		
Частота дискретизации в реальном масштабе времени	R&S®RTP044/064/084	до 20 млрд отсчетов/с на канал
Память для сбора данных	в стандартной конфигурации	50 млн отсчетов на 4 канала; 200 млн отсчетов на 1 канал
	макс. модернизация (опция R&S®RTP-B110),	1 млрд отсчетов на 4 канала; 2 млрд отсчетов на 2 канала;
Макс. скорость сбора данных	непрерывный сбор и отображение данных, 20 млрд отсчетов/с, 1 тыс. отсчетов	950 000 осциллограмм/с
Функция компенсации цепей (опция)		учет характеристик сигнального тракта в реальном масштабе времени на основе S-параметров
Система горизонтального отклонения		
Диапазон развертки		от 12,5 пс/дел до 10 000 с/дел
Погрешность	стандартный генератор ОСХО, после поставки/калибровки	±0,02 млн ⁻¹
	в интервале калибровки	±0,2 млн ⁻¹
Система запуска		
Типы запуска	все типы запуска с полной полосой пропускания; на базе компенсации цепей в реальном масштабе времени (опция)	по фронту, по глитчу, по длительности, по ранту, по окну, по тайм-ауту, по интервалу, по крутизне сигнала, Data2Clock, по шаблону, по состоянию, по ТВ/видеосигналу, по последовательному протоколу (опция), зональный запуск (опция),
Зональный запуск (опция)		логическое объединение до 8 многоугольников; пересечение или не пересечение источник: измерительные каналы, спектр, математические функции
Чувствительность	определение гистерезиса запуска	автоматическая или ручная настройка: от 0 до 5 дел
Общие данные		
Габариты	Ш × В × Г	440 мм × 270 мм × 310 мм
Масса		18 кг
Экран		12,1 дюйма, TFT цветной емкостной сенсорный ЖК экран, 1280 × 800 пикселей (WXGA)
Слоты для опций	2 слота на передней панели, 2 слота на задней панели для модернизации с помощью различных аппаратных опций	MSO (16 каналов, 400 МГц), R&S®RT-ZVC (несколько высокоточных каналов тока и напряжения)
Интерфейсы		1 Гбит/с LAN, тип А: 4 × USB 3.1, 2 × USB 2.0, тип В: 1 × USB 3.1, GPIB (стандарт), DVI и Display port для внешнего монитора, внешний запуск с помощью интерфейса активного пробника, выход сигнала запуска, вход опорного сигнала: от 1 МГц до 20 МГц, выход опорного сигнала: 10 МГц

Информация для заказа

Шаг 1: Выбрать необходимую полосу пропускания и количество каналов

	4 канала
4 ГГц	R&S®RTP044
6 ГГц	R&S®RTP064
8 ГГц	R&S®RTP084

Шаг 2: Выбрать дополнительные ресурсы для измерений

16 цифровых каналов	R&S®RTP-B1
Генератор сигналов произвольной формы	R&S®RTP-B6
Дифференциальный источник импульсов 16 ГГц	R&S®RTP-B7
Многоканальный пробник мощности (4 + 4 канала V/I)	R&S®RTP-ZVC04

Шаг 3: Выбрать программные опции

Технология	Синхронизация и декодирование	Тест на соответствие стандарту	Комплект для испытаний
Встроенная			
I ² C/SPI	R&S®RTP-K1		
UART/RS-232/422/485	R&S®RTP-K2		
10/100 Mbit Ethernet	R&S®RTP-K8	R&S®RTP-K22	R&S®RT-ZF2
1 Gbit Ethernet		R&S®RTP-K22	R&S®RT-ZF2, R&S®RT-ZF2C
2.5G/5GBASE-T Ethernet		R&S®RTP-K25	R&S®RT-ZF2
10 Gbit Ethernet		R&S®RTP-K23	R&S®RT-ZF2
10M/100M/1GBASE-T Energy Efficient Ethernet		R&S®RTP-K86	R&S®RT-ZF4, R&S®RT-ZF5
8b10b	R&S®RTP-K52		
MDIO	R&S®RTP-K55		
USB 1.0/1.1/2.0/HSIC		R&S®RTP-K21	R&S®RT-ZF1
USB-PD	R&S®RTP-K63		
USB-SSIC	R&S®RTP-K64		
USB 3.1 Gen 1	R&S®RTP-K61		
PCI Express мод. 1/2	R&S®RTP-K72	R&S®RTP-K81	¹⁾
DDR3		R&S®RTP-K91	²⁾
Автомобилестроение			
CAN/LIN	R&S®RTP-K3		
CAN-FD	R&S®RTP-K9		
100BASE-T1/BroadR-Reach® Ethernet	R&S®RTP-K57	R&S®RTP-K24	R&S®RT-ZF2, R&S®RT-ZF3, R&S®RT-ZF5
1000BASE-T1 Ethernet		R&S®RTP-K87	R&S®RT-ZF2, R&S®RT-ZF6
Мобильная связь			
MIPI RFFE	R&S®RTP-K40		
MIPI D-PHY	R&S®RTP-K42	R&S®RTP-K26	
MIPI M-PHY	R&S®RTP-K44		
Конфигурируемая опция			
Manchester, NRZ	R&S®RTP-K50		
Анализ			
16-битный режим высокой четкости	R&S®RTP-K17		
Компенсация цепей	R&S®RTP-K121		
Исключение цепей, реальный масштаб времени	R&S®RTP-K122		
Анализ джиттера	R&S®RTP-K12		
Спектрограмма	R&S®RTP-K37		
Зональный запуск	R&S®RTP-K19		

¹⁾ PCI-SIG CCB/CLB: заказывается на www.pcisig.com

²⁾ Интерпозер DDR3: заказывается на <http://www.nexustechology.com>

Шаг 3: Выбрать программные опции

Анализ ВЧ-сигналов

ПО для векторного анализа сигналов ¹⁾	R&S®VSE
Аппаратный ключ лицензии	R&S®FSPC
Измерения импульсных сигналов	R&S®VSE-K6
Анализ с использованием аналоговой демодуляции	R&S®VSE-K7
Анализ переходных процессов	R&S®VSE-K60
Векторный анализ сигналов	R&S®VSE-K70
Измерение сигналов 3GPP FDD	R&S®VSE-K72
ПО для векторного анализа OFDM-сигналов	R&S®VSE-K96
Техническая поддержка программного обеспечения	R&S®VSE-SWM

Шаг 4: Выбрать аппаратные опции

Сменный диск SSD (Windows 10)	R&S®RTP-B19
Передние ручки	R&S®RTP-B20
Адаптер, слот для опции на задней панели	R&S®RTP-B21
Расширение памяти	
100 млн отсчетов на канал	R&S®RTP-B101
200 млн отсчетов на канал	R&S®RTP-B102
500 млн отсчетов на канал	R&S®RTP-B105
1 млрд отсчетов на канал	R&S®RTP-B110

Шаг 5: Выбрать принадлежности

Передняя крышка	R&S®RTP-Z1
Прочный кейс для переноски	R&S®RTP-Z4
Прочный транспортный кейс	R&S®RTP-Z6
Прецизионный BNC-SMA адаптер	R&S®RT-ZA16
Пара высокоточных согласованных кабелей с малыми потерями, длина 1 м	R&S®RT-ZA17
Комплект для монтажа в стойку	R&S®ZZA-KN6

Шаг 6: Выбрать виды гарантии и услуг

Гарантия

Базовый блок	3 года
Все остальные элементы ¹⁾	1 год

Опции

Расширение гарантийного срока на один год	R&S®WE1	Обратитесь в местное представительство компании Rohde & Schwarz.
Расширение гарантийного срока на два года	R&S®WE2	
Расширение гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку	R&S®CW1	
Расширение гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку	R&S®CW2	
Расширение гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку в аккредитованном метрологическом центре	R&S®AW1	
Расширение гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку в аккредитованном метрологическом центре	R&S®AW2	

¹⁾ Для установленных опций применяется остающаяся гарантия базового блока, если она превышает 1 год. Исключение: все аккумуляторные батареи имеют гарантию 1 год.

Полное сопровождение. Комплексный подход. От проектирования до технического обслуживания.

Сеть обслуживания компании Rohde & Schwarz, охватывающая более 70 стран мира, обеспечивает наилучшую техническую поддержку на местах, которую оказывают высококвалифицированные специалисты.

Пользовательский риск сведен к минимуму на всех этапах проекта:

- Поиск решений/покупка
- Запуск в эксплуатацию/разработка приложений/интеграция
- Обучение
- Эксплуатация/калибровка/ремонт



Больше чем сервис

- ▮ по всему миру
- ▮ на месте и лично
- ▮ индивидуально и гибко
- ▮ с бескомпромиссным качеством
- ▮ на длительную перспективу

ROHDE & SCHWARZ В РОССИИ

г. Москва

117335, Нахимовский проспект, 58
тел.: +7 (495) 981 35 60
e-mail: sales.russia@rohde-schwarz.com

г. Санкт-Петербург

197101, ул. Дивенская, д. 1, офисы 606 и 604
тел.: +7 (812) 448 65 08
e-mail: sales.petersburg@rohde-schwarz.com

г. Новосибирск

630132, ул. Красноярская, д. 35, офис 1603
тел.: +7 (383) 230 39 91
e-mail: sales.novosibirsk@rohde-schwarz.com

г. Красноярск

660135, ул. Весны За, БЦ «Весна», офис 410
тел.: +7 (391) 276 16 53

г. Нижний Новгород

603000, ул. Максима Горького, д. 117, офис 509
тел.: +7 (831) 233 03 00
тел.: +7 (831) 233 03 01
e-mail: sales.nnovgorod@rohde-schwarz.com

г. Ростов-на-Дону

344018, ул. Текучева, д. 139/94, Clover House, офис 434
тел.: +7 (863) 206 20 29
тел.: +7 (928) 125 22 74
e-mail: sales.rostov@rohde-schwarz.com

г. Екатеринбург

620142, ул. 8 марта, д. 51, офис 702
тел.: +7 (343) 311 00 72
e-mail: sales.ekaterinburg@rohde-schwarz.com

г. Казань

420034, ул. Декабристов, д. 85б, офис 712
тел.: +7 (843) 567 27 51
e-mail: sales.kazan@rohde-schwarz.com

г. Воронеж

394030, ул. Комиссаржевской, д. 10, офис 1213
тел.: +7 (473) 206 55 78
e-mail: sales.voronezh@rohde-schwarz.com
www.rohde-schwarz.com/ru

Rohde & Schwarz

Группа компаний Rohde & Schwarz, специализирующаяся на производстве электронного оборудования, предлагает инновационные решения в следующих областях: контроль и измерения, теле- и радиовещание, защищенная связь, кибербезопасность, мониторинг и тестирование сетей связи. Основанная более 80 лет назад, эта независимая компания, штаб-квартира которой расположена в г. Мюнхене (Германия), имеет широкую торгово-сервисную сеть и представлена более чем в 70 странах.

Ресурсосберегающие методы проектирования

- ▮ Экологическая безопасность и экологический след
- ▮ Энергоэффективность и низкий уровень выбросов
- ▮ Долгий срок службы и оптимизированные производственные расходы

Сертифицированная система
менеджмента качества

ISO 9001

Сертифицированная система
экологического менеджмента

ISO 14001

Сервисный центр

ООО "РОДЕ и ШВАРЦ РУС"
117335, г. Москва, Нахимовский проспект, 58
тел.: +7 (495) 981 35 67
факс: +7 (495) 981 35 69
e-mail: service.russia@rohde-schwarz.com

R&S® является зарегистрированным торговым знаком компании Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Фирменные названия являются торговыми знаками их владельцев (sk)
PD 5215.4152.18 | Версия 03.00 | Декабрь 2018 г. | Осциллограф R&S®RTP Инновационный подход
Данные без допусков не влекут за собой обязательств | Допустимы изменения
© 2018 Rohde & Schwarz GmbH Co. KG | 81671 Мюнхен, Германия



5215415218