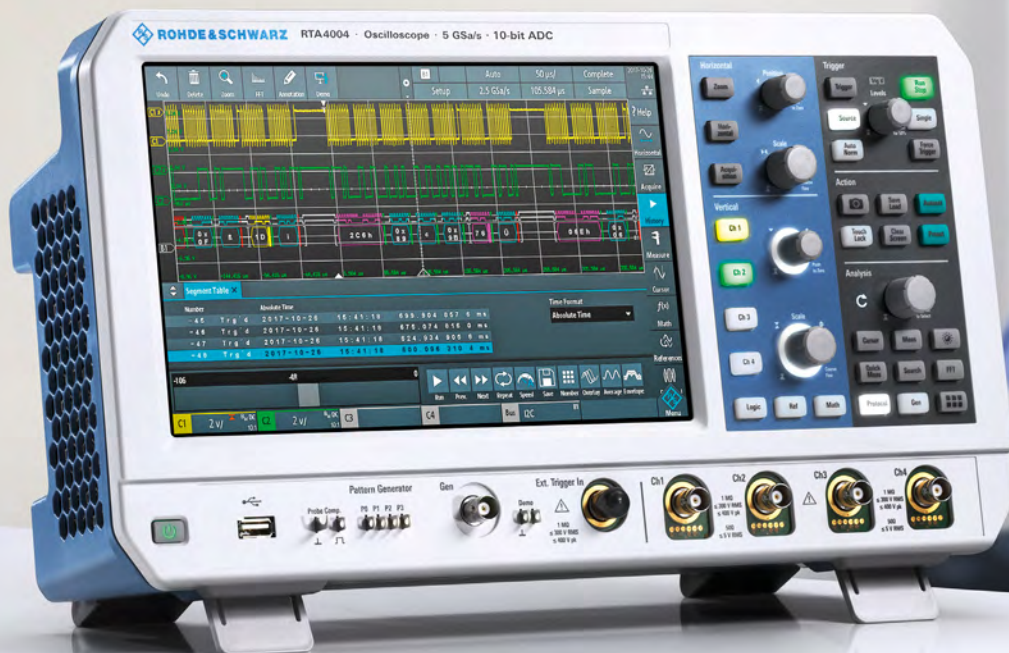


# ОСЦИЛЛОГРАФ RTA4000

- ▶ от 200 МГц до 1 ГГц
- ▶ 10-разрядный АЦП
- ▶ 1 млрд отсчетов памяти (стандартно)



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

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

Киргизия (996)312-96-26-47

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

Россия (495)268-04-70

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

Казахстан (772)734-952-31

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

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

# КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Обладая лучшей в своем классе целостностью сигнала, чувствительностью и сверхглубокой памятью, осциллограф R&S®RTA4000 выводит принцип десятикратной эффективности на новый уровень. Разработанный компанией 10-разрядный АЦП в сочетании с лучшими в своем классе параметрами (низким уровнем шума, глубиной памяти и точности развертки) обеспечивает получение четких осциллограмм, более точные измерения и уверенность при возникновении непредвиденных сложностей в процессе измерения.

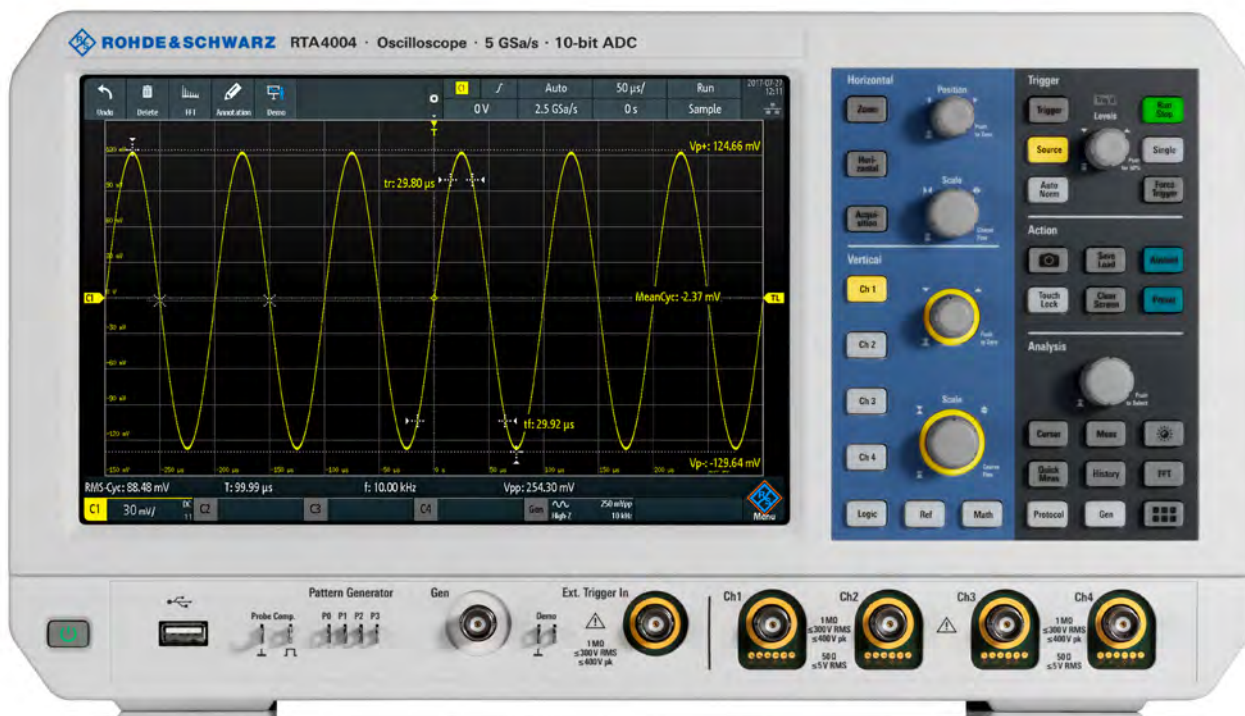
Традиционно в классе настольных приборов вопросу о высоком уровне целостности сигнала не уделяли внимания, ведь он труден и достаточно дорог в реализации. Пользователям, чтобы получить приемлемый по цене прибор, который они могли бы использовать для повседневной работы по отладке и устранению неполадок, приходилось идти на компромисс в отношении точности измерений. При разработке осциллографа R&S®RTA4000 одной из приоритетных задач была именно целостность сигнала.

10-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) обеспечивает почти четырехкратное улучшение разрешения по сравнению с обычными 8-разрядными АЦП. Исключительно низкий уровень шума прибора позволяет воспользоваться этим дополнительным вертикальным разрешением. Пользователи получают более четкие осциллограммы со всеми деталями сигнала, которые были бы скрыты в других осциллографах того же класса.

Осциллографы класса R&S®RTA4000 традиционно заставляли пользователей выбирать между глубокой памятью и высокой скоростью обновления данных. Каждая из этих возможностей дает свое преимущество, и необходимость выбирать одно из двух может привести к тому, что пользователь получит неподходящий инструмент для решения конкретной проблемы. Осциллограф R&S®RTA4000 не ставит вас перед выбором — он обеспечивает высокую скорость обновления и сверхглубокую память, позволяя решать любые измерительные задачи, с которыми может столкнуться пользователь.

R&S®RTA4000 — это не просто прибор с функциями осциллографа. Он содержит в себе логический анализатор, анализатор протоколов, анализатор спектра, генератор сигналов и цифровых последовательностей, а также цифровой вольтметр. Большой емкостной сенсорный экран высокого разрешения с удобным и понятным пользовательским интерфейсом позволяет легко воспользоваться всеми этими инструментами.

Бренд — это символ качества, точности и новаторства во всех областях беспроводной связи. является независимой семейной компанией, развивающейся на основе собственных ресурсов. Она планирует свою деятельность на долгосрочную перспективу в интересах своих заказчиков. Приобретение изделий — это инвестиции в будущее.



# ПРЕИМУЩЕСТВА

## Непревзойденная целостность сигнала

▶ страница 4

## Захват больших интервалов времени с полной полосой пропускания

▶ страница 5

## Большой дисплей высокого разрешения в приборе компактных размеров

▶ страница 6

## Анализ АЧХ (ЛАФЧХ или диаграмм Боде)

▶ страница 8

## Спектральный анализ: определение взаимодействия между частотой и временем

▶ страница 10

## Анализ протоколов: эффективная отладка последовательных шин

▶ страница 11

## Правильный пробник для наилучшего измерения

▶ страница 12

## Возможности, удовлетворяющие текущим и будущим потребностям

▶ страница 15

Краткие характеристики	
	R&S®RTA4000
Количество каналов осциллографа	4
Полоса пропускания в МГц	200, 350, 500, 1000
Максимальная частота дискретизации, млрд отсчетов/с	2,5/канал, 5 в режиме чередования
Максимальный объем памяти, млн отсчетов	100/канал, 200 в режиме чередования; 1 млрд отсчетов (стандартно) сегментированной памяти
Погрешность развертки, *10 <sup>-6</sup>	0,5
Вертикальная разрядность (АЦП)	10
Минимальная чувствительность по входу	500 мкВ/дел
Дисплей	10-дюймовый емкостной сенсорный, 1280 × 800 пикселей
Частота обновления	2 000 000 осциллограмм/с в быстром режиме сегментированной памяти
MSO	16 каналов, 5 млрд отсчетов/с
Протоколы (опции)	I <sup>2</sup> C, SPI, UART/RS-232/ RS-422/RS-485, CAN, LIN, аудио (I <sup>2</sup> S), ARINC, MIL
Генератор(ы)	1 ARB, 4-разрядный генератор шаблонов
Математические функции	+, -, *, /, БПФ (128 тыс. точек), 21 расширенная функция
Интерфейс пробников	стандартная модель
ВЧ-функциональность	анализ спектра

# НЕПРЕВЗОЙДЕННАЯ ЦЕЛОСТНОСТЬ СИГНАЛА

- ▶ 10-разрядный АЦП: 1024 уровня, в 4 раза больше, чем у 8-разрядных АЦП
- ▶ 0,6 % шума: при 1 мВ/дел, 200 МГц, 50 Ом; % от полной шкалы
- ▶ 500 мкВ/дел: при полной полосе пропускания, без программного увеличения

## 10-разрядный АЦП с разрешением до 16 бит

Разработанный компанией 10-разрядный анало-го-цифровой преобразователь (АЦП) обеспечивает почти четырех-кратное улучшение разрешения по сравнению с обычными 8-разрядными АЦП.

Благодаря более высокому разрешению повышается четкость отображения сигналов и увеличивается количество отображаемых деталей. Одним из примеров может быть определение характеристик импульсных блоков питания. Значения напряжения в коммутационном устройстве должны определяться во включенном и выключенном состояниях в пределах одного измерения. Для точного измерения низковольтных составляющих важно обеспечить высокое разрешение (более 8 бит). Используя децимацию отсчетов в режиме высокого разрешения, осциллограф RTA4000 способен обеспечить вертикальное разрешение до 16 бит, ранее невиданное для приборов данного класса.

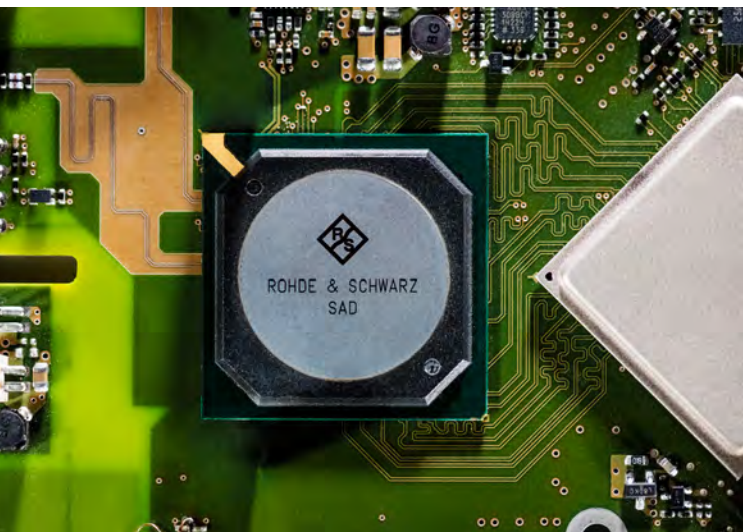
## 500 мкВ/дел: во всей полосе пропускания

Осциллограф R&S®RTA4000 обладает исключительной чувствительностью вплоть до 500 мкВ/дел. В традиционных осциллографах такой уровень чувствительности достигается лишь за счет применения сильного программного увеличения или ограничения полосы пропускания. На экране R&S®RTA4000 отображаются реальные отсчеты сигнала во всей полосе пропускания — даже при чувствительности 500 мкВ/дел.

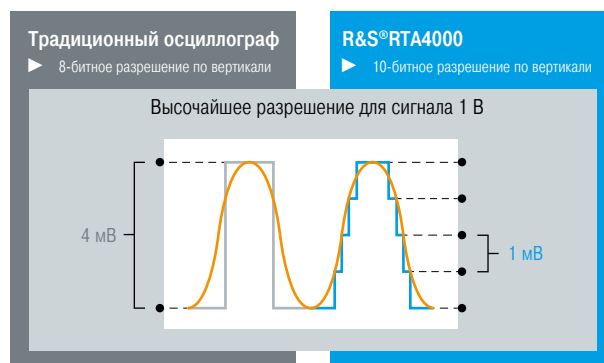
## Исключительно низкий уровень шума

Более высокое разрешение полезно только в том случае, если дополнительные разряды не теряются в шуме осциллографа. R&S®RTA4000 обладает исключительно низким уровнем шума, позволяя использовать дополнительные разряды (биты) разрешения и наблюдать сигналы, скрытые шумом в других осциллографах.

Разработанный в 10-разрядный АЦП обеспечивает высочайшее качество сигнала при высочайшем разрешении



## 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП): выявляет даже мелкие детали сигнала



# ЗАХВАТ БОЛЬШИХ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ С ПОЛНОЙ ПОЛОСОЙ ПРОПУСКАНИЯ



- ▶ 200 млн отсчетов: стандартный объем памяти
- ▶ 1 млрд отсчетов: стандартный режим архива и сегментирования
- ▶  $\pm 0,5 \times 10^{-6}$ : погрешность развертки

## Большой объем памяти: 100 млн отсчетов на канал в стандартном режиме и 200 млн отсчетов в режиме чередования

Осциллограф R&S®RTA4000 оснащен наибольшим объемом памяти для приборов данного класса: 100 млн отсчетов на канал, а в режиме чередования — даже 200 млн отсчетов. Это до 10 раз больше, чем в других осциллографах этого класса. Поддержание высокой частоты дискретизации напрямую связано с памятью захвата данных. Благодаря большому объему памяти осциллограф R&S®RTA4000 способен захватывать продолжительные интервалы времени с высокой частотой дискретизации, обеспечивая дополнительную защиту на случай непредвиденных требований к проекту.

## Высочайшая точность развертки

Обеспечивая погрешность развертки  $\pm 0,5 \times 10^{-6}$ , осциллограф R&S®RTA4000 в 5-20 раз превосходит по этому показателю другие приборы своего класса. Превосходная временная развертка важна для обеспечения точных измерений на длительных временах захвата данных.

## Стандартная функция сегментированной памяти: 1 млрд отсчетов

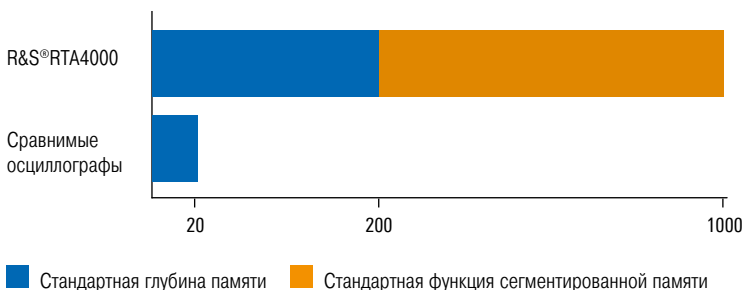
Стандартный объем сегментированной памяти позволяет проводить анализ сигнальных последовательностей на длительном интервале наблюдения. Например, сигналы протоколов с паузами в передаче данных, такие как I<sup>2</sup>C или SPI, могут быть захвачены на продолжительном интервале времени без затрат памяти на хранение пауз. Благодаря переменному размеру сегмента (от 10 тыс. отсчетов до 200 млн отсчетов) достигается оптимальное использование памяти; в результате, может быть сделано более 87 000 единичных записей.

## Стандартная функция архива

Режим архива данных — это постоянная возможность просмотра предыдущих выборок вплоть до максимальной глубины сегментированной памяти 1 млрд отсчетов. Для дальнейшего анализа к записанным сегментам может быть применен полный набор инструментов. В него, в частности, входят испытания по маске, функция QuickMeas и БПФ.

## В 10–50 раз большая глубина памяти по сравнению с традиционными осциллографами того же класса

Запись в течение длительных периодов времени с лучшей в своем классе памятью на 1 000 млн отсчетов



# БОЛЬШОЙ ДИСПЛЕЙ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ РАЗМЕРОВ

## Быстрый доступ к ключевым инструментам

- ▶ Функции перетаскивания для инструментов анализа
- ▶ Панель инструментов для доступа к функциям
- ▶ Пользовательские средства быстрого доступа обеспечивают быструю настройку функций

## Вертикальное масштабирование

- ▶ Увеличение осциллограмм по горизонтали и вертикали без перегрузки входного каскада

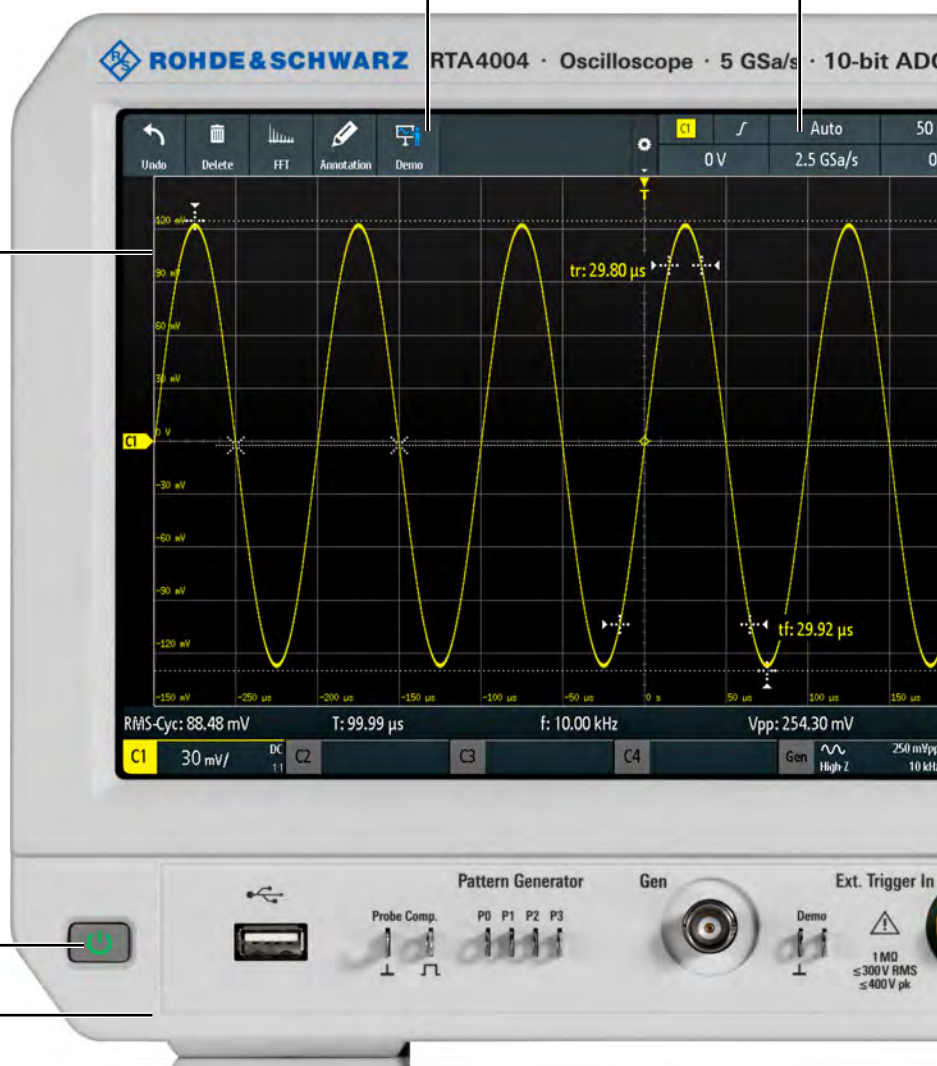
## Простая настройка отображения осциллограмм с помощью технологии R&S®SmartGrid

- ▶ Конфигурируемое отображение сигналов
- ▶ Области сигналов с изменяемым размером
- ▶ Масштабные метки на всех осях

## Время загрузки 10 секунд

## Прибор компактных размеров

- ▶ Небольшие габариты
- ▶ Масса менее 3,3 кг
- ▶ Акустический шум всего 28,3 дБ(А)



# РЕШЕНИЯ В ПРИБОРЕ КОМПАКТНЫХ

## Емкостной сенсорный экран размером 10,1 дюйма с высоким разрешением и поддержкой жестов

- ▶ Поддержка жестов для масштабирования и детализации
- ▶ Высокое разрешение: 1280 × 800 пикселей
- ▶ 12 линий масштабной сетки по горизонтали для более подробной информации о сигнале

## Документирование результатов нажатием одной кнопки

- ▶ Документирование в виде снимков экрана или сохранения настроек прибора

## Встроенный логический анализатор (MSO)

- ▶ 16 дополнительных цифровых каналов
- ▶ Синхронный и коррелированный по времени анализ аналоговых и цифровых компонентов интегрированных устройств
- ▶ Возможность модернизации пользователем

## Органы управления с цветовой маркировкой указывают выбранный канал

## Стандартная функция архива

- ▶ Постоянная возможность просмотра предыдущих выборок
- ▶ Свыше 1 млрд отсчетов
- ▶ Более 87 000 сегментов

## Активный интерфейс пробников

- ▶ Автоматическое обнаружение и питание пробников
- ▶ Пробники с интерфейсом для пробников
- ▶ Более 30 доступных пробников



# АНАЛИЗ АЧХ (ЛАФЧХ ИЛИ ДИАГРАММ БОДЕ)

- ▶ Анализ АЧХ пассивных фильтров и контуров усиления
- ▶ Выполнение измерений АЧХ систем управления
- ▶ Выполнение измерений коэффициента подавления нестабильности питания
- ▶ Простое и быстрое документирование результатов

## Выполнение анализа низкочастотных АЧХ с помощью осциллографа

Опция анализа частотных характеристик (ЛАФЧХ или диаграмм Боде) R&S®RTA-K36 позволяет быстро и легко выполнять анализ низкочастотных АЧХ на своем осциллографе. Таким образом определяется АЧХ множества электронных устройств, включая пассивные фильтры и контуры усиления. Для импульсных источников питания измеряется АЧХ системы управления и коэффициент подавления нестабильности питания. Опция анализа АЧХ использует генератор сигналов, встроен-

ный в осциллограф, для генерации сигналов входного воздействия в диапазоне от 10 Гц до 25 МГц. Измерение сигнала входного воздействия и выходного сигнала ИУ на каждой тестовой частоте, а также коэффициента усиления и фазы по графикам осциллографа в логарифмическом масштабе.

Опция анализа частотных характеристик (ЛАФЧХ или диаграмм Боде) R&S®RTA-K36 позволяет определять АЧХ множества электронных устройств, включая пассивные фильтры и контуры усиления





Выходной уровень амплитуды сигнала генератора может варьироваться во время измерения для подавления характеристик помех ИУ



Разрешение измерения может варьироваться за счет изменения количества точек на декаду



В таблице результатов измерений содержатся подробные данные о каждой измеренной точке, которые включают в себя частоту, коэффициент усиления и фазовый сдвиг



## Свойства и функциональные возможности

### Амплитудный профиль

Опция анализа частотных характеристик (ЛАФЧ или диаграмм Бode) R&S®RTA-K36 позволяет пользователям профилировать выходной уровень амплитуды сигнала генератора. Это помогает подавлять характеристики помех ИУ при измерении АЧХ системы управления и коэффициента подавления нестабильности питания, а также улучшать отношение сигнал-шум (SNR). Можно задать до 16 ступеней.

### Повышение разрешения и поддержка маркеров

Можно выбирать количество точек на декаду и менять разрешение графика. Осциллограф поддерживает до 500 точек на декаду. Маркеры можно перетаскивать на нужную позицию прямо на построенной кривой. На графике отображаются соответствующие координаты маркеров. Для определения частоты среза установите один маркер на 0 дБ, а второй — на фазовый сдвиг  $-180^\circ$ . Теперь можно легко определить запас по фазе и запас по коэффициенту усиления.

### Таблица результатов измерений

Кроме того, можно просмотреть результаты в виде таблицы. В таблице результатов измерений содержатся подробные данные о каждой измеренной точке, которые включают в себя частоту, коэффициент усиления и фазовый сдвиг. Если используются курсоры, для удобства выделяется соответствующая строка в таблице результатов. Для отчетности снимки экрана и таблицы результатов можно быстро сохранять на USB-устройство.

### Широкий ассортимент пробников

Точное определение АЧХ системы управления и коэффициента подавления нестабильности питания сильно зависит от выбора подходящих пробников, так как размах амплитуды  $V_{in}$  и  $V_{out}$  может быть очень небольшим на некоторых тестовых частотах. Эти значения могут скрываться собственным шумом осциллографа и/или коммутационными помехами ИУ. Мы рекомендуем малошумящие пассивные пробники R&S®RT-ZP1X с полосой пропускания 38 МГц и коэффициентом деления 1:1. Они снижают шум измерения и обеспечивают наилучшее отношение сигнал-шум.



R&S®RT-ZP1X — пассивный пробник с полосой пропускания 38 МГц и коэффициентом деления 1:1

# СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ЧАСТОТОЙ И ВРЕМЕНЕМ



- ▶ Спектрограмма: изменение с течением времени
- ▶ Пиковые маркеры: автоматическое позиционирование

## Быстрый и точный анализ

Трудно обнаруживаемые ошибки часто связаны со взаимодействием между временными и частотными сигналами. Опция анализа спектра и построения спектрограмм R&S®RTA-K37 быстро обнаруживает такие сбои. Как и на анализаторе спектра, такие параметры как центральная частота и полоса разрешения могут быть настроены под конкретную задачу измерения. Осциллограф автоматически выбирает соответствующие настройки временной области. Оптимальная производительность обеспечивает самый быстрый анализ в нескольких областях для осциллографов данного класса.

## Параллельная работа: корреляция между частотой и временем

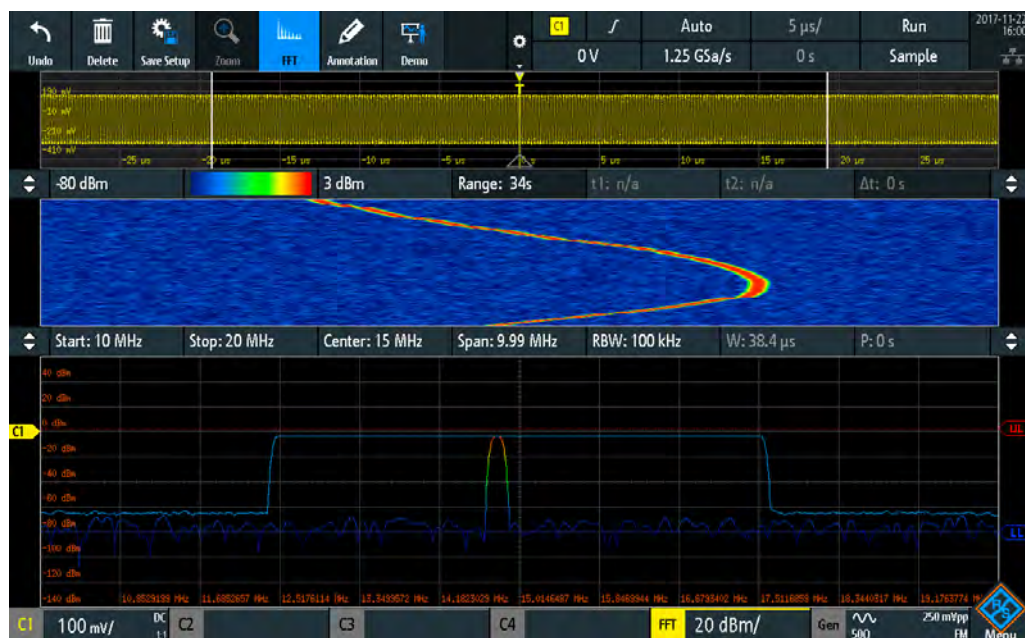
Передовая электроника основана на четком взаимодействии между протокольными интерфейсами, цифровыми, аналоговыми и частотными компонентами. Одновременный анализ всех компонентов является обязательным. Корреляция информации о времени, частоте и протоколе, и опорные временные значения могут быть быстро распознаны. Измерительные окна помогут выбрать конкретные области записи, что упростит, например, сбор данных об операциях переключения частоты.

## Спектрограмма: отображение изменения частоты во времени

Спектрограмма отображает спектр частот по мере их изменения во времени. Для удобства интерпретации величина может кодироваться цветом. Благодаря высокой скорости БПФ могут отображаться даже быстрые изменения частоты. При использовании совместно с функцией архива и сегментированной памяти маркер спектрограммы покажет время выборки и даст возможность загрузить и вывести на экран соответствующие осциллограммы времени и частоты. Для анализа загруженных осциллограмм могут применяться все имеющиеся в осциллографе R&S®RTA4000 инструменты.

## Маркеры: автоматический поиск пиков

Маркеры могут автоматически размещаться на частотных пиках для проведения быстрого анализа. Пики задаются с помощью настраиваемого порога. Для углубленного анализа могут быть настроены такие параметры как отклонение и максимальная ширина пика. Результаты могут быть сведены в таблицу (абсолютные или относительные значения (относительно конкретного опорного маркера)). Выбираемые дельта-измерения облегчают регулировку расстояния между сигналами пиками.



Тестовый сигнал с трех разных сторон: временная область (сверху), спектрограмма (в центре) и частотная область (снизу)

# АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ: ЭФФЕКТИВНАЯ ОТЛАДКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ШИН

## Запуск и декодирование известных протоколов для последовательных шин

Подсчет единиц и нулей для декодирования последовательной шины является утомительным и подверженным ошибкам занятием. Осциллограф R&S®RTA4000 автоматизирует этот процесс путем декодирования сигналов в конкретном протоколе. Кроме того, возможность запуска по известному протоколу обеспечивает непосредственный запуск по определенным частям пакета или кадра.

## Сегментированная память для долговременного захвата данных

Стандартная сегментированная память идеально подходит для работы с последовательными протоколами. Она позволяет захватывать только соответствующие пакеты/кадры и игнорировать длительное время простоя между пакетами. При доступном объеме сегментированной памяти 1 млрд отсчетов можно осуществить захват более чем 87 000 пакетов/кадров с временными метками.

## Табличный вид пакетов/кадров

Табличный вид позволяет просматривать высокоуровневое представление всех захваченных пакетов. Имеется возможность экспорта таблицы.



### Поддерживаемые шины

Встраиваемые	▶ I <sup>2</sup> C ▶ UART/RS-232/RS-422/RS-485 ▶ SPI (2/3/4-проводная)
Авиация и космос	▶ MIL-STD-1553 ▶ ARINC 429
Автомобилестроение, промышленность	▶ CAN ▶ LIN
Аудио	▶ I <sup>2</sup> S/LJ/RJ/TDM



Декодированное шестнадцатеричное сообщение I<sup>2</sup>C показано в формате чечек и в виде таблицы

# ПРАВИЛЬНЫЙ ПРОБНИК ДЛЯ НАИЛУЧШЕГО ИЗМЕРЕНИЯ

- ▶ Более 30 специализированных пробников
- ▶ Микрокнопка для удобного управления прибором
- ▶ Погрешность 0,01 %: с использованием R&S®ProbeMeter

## Широкая линейка пробников для решения любых измерительных задач

Полный ассортимент высококачественных пассивных и активных пробников охватывает все задачи измерения. Обладая входным импедансом 1 МОм, активные пробники создают минимальную нагрузку в рабочей точке источника сигнала. Очень большой динамический диапазон, даже на высоких частотах, исключает искажения сигнала. Пример: 60 В ( $V_{\text{размах}}$ ) на частоте 1 ГГц для активных несимметричных пробников.

## Полный ассортимент пробников для измерений параметров электропитания

Ассортимент специализированных пробников для измерений параметров электропитания включает активные и пассивные пробники для различных диапазонов напряжения и тока — от мкА до кА и от мкВ до кВ. Специальные пробники для шин питания обнаруживают даже небольшие и спорадические искажения на шинах питания постоянного тока.

## Микрокнопка для удобного управления прибором

Знакомая ситуация: вы тщательно расположили пробник на испытуемом устройстве и хотите начать измерения — но все руки заняты. Микрокнопка на активных пробниках сможет решить эту проблему. Она удобно расположена на наконечнике пробника, и ей можно назначить различные функции, такие как запуск/остановка, автонастройка и регулировка смещения.

Практичная конструкция: микрокнопка обеспечивает удобное управление прибором; разнообразные наконечники пробников и кабели заземления включены в стандартный комплект принадлежностей

## R&S®ProbeMeter: встроенный вольтметр для высокоточных измерений постоянной составляющей

Одно подключение позволит увидеть на осциллографе форму сигнала и обеспечит доступ к высокоточному вольтметру, который показывает значение постоянной составляющей независимо от других настроек прибора.

- ▶ Для получения дополнительной информации см. брошюру: Пробники и принадлежности для осциллографов компании (PD 3606.8866.18).



Тип пробника	Идеальная область измерения	Рекомендуемые пробники
Стандартный пассивный пробник	Несимметричные напряжения, максимальная полоса пропускания 500 МГц	R&S®RT-ZP10 входит в комплектацию осциллографа R&S®RTA4000
Активный широкополосный пробник	Несимметричные напряжения, полоса пропускания до 8 ГГц	R&S®RT-ZS10E, R&S®RT-ZS10, R&S®RT-ZS20
Пробник целостности питания	Помехи на шинах питания с большими смещениями, полоса пропускания выше 2 ГГц	R&S®RT-ZPR20
Высоковольтный пробник	Высокие несимметричные и дифференциальные напряжения, до 6 кВ	R&S®RT-ZHD007, R&S®RT-ZHD15, R&S®RT-ZHD16, R&S®RT-ZHD60
Токовый пробник	Токи от мкА до кА	R&S®RT-ZC05B, R&S®RT-ZC10B, R&S®RT-ZC15B, R&S®RT-ZC20B, R&S®RT-ZC30
ЭМС-пробник ближнего поля	Выявление ЭМП в диапазоне до 3 ГГц	R&S®HZ-15

# РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ



## Целостность питания

- ▶ Измерение больших смещений постоянной составляющей с возможностью масштабирования небольших пульсаций
- ▶ Точное измерение пульсаций и периодических и случайных помех (PARD)
- ▶ Анализ спектра позволяет упростить поиск взаимосвязанных источников



## Анализ параметров электропитания

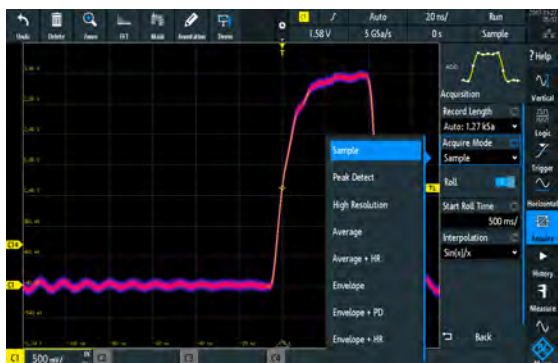
- ▶ Мельчайшие детали сигнала питания с разрешением до 16 бит
- ▶ Захват длительных интервалов времени (например, последовательности включения) с высокой частотой дискретизации
- ▶ Полный ассортимент пробников для измерений в диапазонах от мкА до кА и от мВ до кВ



## Отладка средств защиты от ЭМП

- ▶ Пробники ближнего поля позволяют обнаруживать сигналы помех
- ▶ Корреляция во временной и частотной областях для эффективной отладки излучателей
- ▶ Функция БПФ обеспечивает наглядное и оперативное представление в частотной области

# ВОЗМОЖНОСТИ, УДОВЛЕТВОРЯЮЩИЕ



## Режимы сбора данных

- ▶ Высокое разрешение: до 16 бит по вертикали
- ▶ Усреднение: до 100 000 осциллограмм
- ▶ Пиковое детектирование
- ▶ Огибающая
- ▶ Усреднение плюс высокое разрешение
- ▶ Огибающая плюс пиковое детектирование
- ▶ Огибающая плюс высокое разрешение



## Математические операции и измерения

- ▶ До пяти основных или более сложных расчетных осциллограмм
- ▶ Для более сложных расчетов доступен редактор формул с 30 функциями
- ▶ До восьми измерений за один раз
- ▶ Свыше 40 вариантов автоматизированных измерений для каждого измерения
- ▶ Строблируемые измерения и статистика



## Аннотирование, функция R&S®SmartGrid и документирование

- ▶ Упрощенная функция документирования по нажатию одной кнопки
- ▶ Аннотирование на сенсорном экране для особых примечаний
- ▶ Функция R&S®SmartGrid, обеспечивающая удобное изменение размеров/компоновки/конфигурирования экрана под свои нужды
- ▶ Легенда сетки позволяет быстро оценить настройки по вертикальной (В/дел) и горизонтальной оси (временная развертка)



## Цифровой вольтметр

- ▶ Встроенный 3-разрядный вольтметр (ЦВМ)
- ▶ Встроенный 6-разрядный частотомер
- ▶ Всегда работает, даже если работа осциллографа остановлена
- ▶ Измерение постоянного тока, среднеквадратических значений (СКЗ) суммы переменного и постоянного токов, а также СКЗ переменного тока

# ТЕКУЩИМ И БУДУЩИМ ПОТРЕБНОСТЯМ



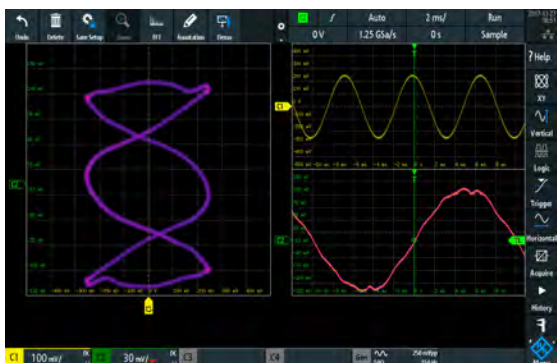
## Смешанные сигналы

- ▶ Встроенные цифровые каналы (16 каналов) позволяют проводить коррелированные измерения между аналоговыми и цифровыми сигналами
- ▶ Частота дискретизации до 5 млрд отсчетов/с, обеспечивающая высокое разрешение по времени
- ▶ Память до 200 млн отсчетов, обеспечивающая захват длительных временных интервалов
- ▶ Идеальный выбор для анализа низкоскоростных последовательных шин



## Генератор сигналов и цифровых последовательностей

- ▶ Встроенный генератор произвольных сигналов для формирования задающих сигналов
- ▶ Высокая частота дискретизации (250 млн отсчетов/с) и разрешение (14 бит) обеспечивают точное воспроизведение сигналов
- ▶ Режимы модуляции и качания
- ▶ Выход 50 Ом (2,5 В ( $V_{\text{размах}}$ )) и 1 МОм (10 В ( $V_{\text{размах}}$ ))
- ▶ 4-разрядный генератор цифровых последовательностей с предварительно заданными шаблонами и возможность импорта пользовательских шаблонов



## Режим XY

- ▶ Построение зависимости уровней напряжения двух каналов друг от друга
- ▶ Измерение фазового сдвига



## Испытания по маске

- ▶ Быстрая проверка пределов на предмет нарушения сигналом заданного набора условий
- ▶ Импорт пользовательских масок или создание маски заведомо хорошего сигнала в осциллографе
- ▶ Сохранение снимков экрана, осциллограмм; выдача звукового сигнала или импульса в случае нарушения

# И МНОГОЕ ДРУГОЕ...

- ▶ Возможности создания эффективных отчетов
- ▶ Локализованный интерфейс и оперативная справка
- ▶ Полная модернизация с помощью программных лицензий
- ▶ Функции веб-сервера для доступа к прибору
- ▶ Широкий выбор пробников и принадлежностей

## Модернизация под ваши требования

Осциллографы R&S®RTA4000 гибко подстраиваются под необходимые требования к модернизации. Нужно просто установить необходимые программные лицензии, например, на запуск и декодирование последовательных протоколов или на функцию архива и сегментированной памяти. Генератор сигналов и цифровых последовательностей, а также возможности работы в смешанном режиме MSO <sup>1)</sup> уже встроены в прибор и требуют лишь своей активации. С помощью программного ключа можно расширить полосу пропускания прибора до 1 ГГц. Все это значительно упрощает проведение модернизации.

## Многоязычная поддержка: выбор из тринадцати языков

Интерфейс пользователя R&S®RTA4000 и оперативно-доступная справочная система поддерживают тринадцать языков (английский, немецкий, французский, испанский, итальянский, португальский, чешский, польский, русский, упрощенный и традиционный китайский, корейский и японский). Изменить язык интерфейса можно прямо во время работы прибора, это займет лишь несколько секунд.

<sup>1)</sup> Опция R&S®RTA-B1 MSO дополнительно содержит два логических пробника с 16 цифровыми каналами.

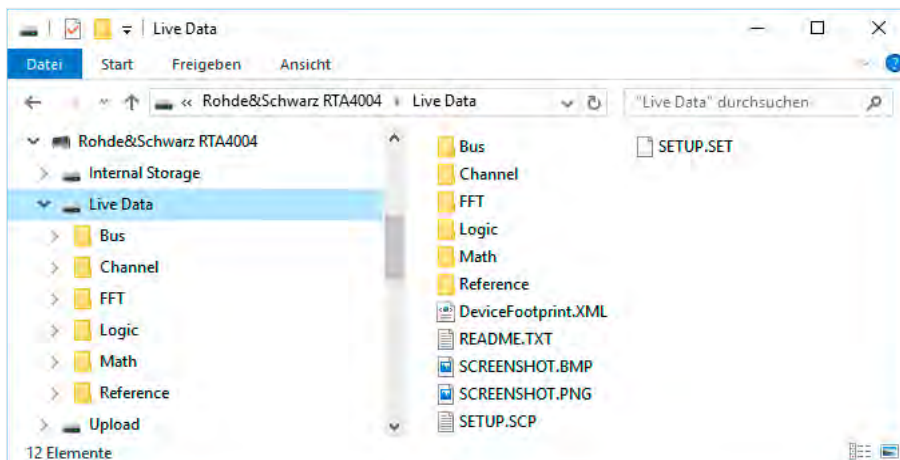
## Защита данных

Функция безопасного стирания защищает конфиденциальные данные. Данная функция удаляет все пользовательские данные и настройки, включая схемы настройки прибора и опорные осциллограммы.

## Возможности подключения

Осциллограф R&S®RTA4000 может напрямую подключаться к ПК через встроенные порты USB. Через порт USB (хост) на USB-носитель могут передаваться снимки экрана и настройки прибора. Реализация протокола передачи медиаданных (MTP) обеспечивает бесперебойную интеграцию. Через порт USB (устройство) и сетевой интерфейс LAN также возможно дистанционное управление прибором. Встроенная функция веб-сервера позволяет управлять осциллографом и отображать содержимое его экрана для аудитории. В прибор входят интерфейсы данных и программные интерфейсы, например, для бесперебойной интеграции в среду MATLAB®.

Благодаря реализации протокола передачи медиаданных USB MTP можно получить оперативный доступ к каналным данным и снимкам экрана, а также интегрировать осциллограф в вычислительную среду





# КРАТКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## Краткие технические характеристики

### Система вертикального отклонения

Количество каналов	R&S®RTA4004	4
Полоса пропускания (-3 дБ)	R&S®RTA4004 (с опциями R&S®RTA-B24x)	200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц
Время нарастания (расчетное)	R&S®RTA4004 (с опциями R&S®RTA-B24x)	5 нс, 3,5 нс, 1,75 нс, 1,15 нс
Входная чувствительность	при максимальной полосе пропускания во всех диапазонах	
	при 1 МОм	от 500 мкВ/дел до 10 В/дел
	при 50 Ом	от 500 мкВ/дел до 1 В/дел
Точность усиления по постоянному напряжению	смещение и позиция = 0, максимальное изменение рабочей температуры ±5 °С после саморегулировки	
	входная чувствительность > 5 мВ/дел	±1 % полной шкалы
	входная чувствительность от ≤ 5 мВ/дел до ≥ 1 мВ/дел	±1,5 % полной шкалы
	входная чувствительность < 1 мВ/дел	±2,5 % полной шкалы
Разрешение АЦП	10 бит, до 16 бит при прореживании с высоким разрешением	

### Система сбора данных

Максимальная частота дискретизации в реальном масштабе времени	2,5 млрд отсчетов/с; 5 млрд отсчетов/с в режиме чередования
Память для собранных данных	100 млн отсчетов (200 млн отсчетов в режиме чередования); 1 млрд отсчетов сегментированной памяти

### Система горизонтального отклонения

Диапазон временной развертки	выбирается от 0,5 нс/дел до 500 с/дел
------------------------------	---------------------------------------

### Система запуска

Типы запуска	стандартная модель	по фронту, по длительности, по видеосигналу (PAL, NTSC, SECAM, PAL-M, SDTV 576i, HDTV 720p, HDTV 1080i, HDTV 1080p), по шаблону, по строке, по последовательной шине
	опция	I <sup>2</sup> C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN/LIN, аудио (I <sup>2</sup> S), ARINC 429, MIL-STD-1553

### Опция MSO

Цифровые каналы	16 (2 логических пробника)
Частота дискретизации	2,5 млрд отсчетов/с; 5 млрд отсчетов/с в режиме чередования
Память для собранных данных	10 млн отсчетов

### Генератор сигналов

Разрешение, частота дискретизации	14 бит, 250 млн отсчетов/с
Амплитуда	высокое Z; 50 Ом от 20 мВ до 10 В (V <sub>размах</sub> ); от 10 мВ до 5 В (V <sub>размах</sub> )
Смещение постоянной составляющей	высокое Z; 50 Ом ±5 В; ±2,5 В

### Общие данные

Экран	10,1-дюймовый WXGA цветной TFT дисплей (1280 × 800 пикселей)
Интерфейсы	USB (хост) с MTP, USB (устройство), LAN, мощный веб-сервер для дистанционного отображения и работы
Акустический шум	максимальный уровень звукового давления на расстоянии 1,0 м 28,3 дБ(A)
Габариты	Ш × В × Г 390 мм × 220 мм × 152 мм
Масса	3,3 кг

## СКЗ порогового шума при 50 Ом (измер.)

Входная чувствительность	R&S®RTA4004	R&S®RTA4004 + R&S®RTA-B243	R&S®RTA4004 + R&S®RTA-B245	R&S®RTA4004 + R&S®RTA-B2410
▶ 1 В/дел	▶ 22,7 мВ	▶ 22,8 мВ	▶ 25,1 мВ	▶ 31,4 мВ
▶ 500 мВ/дел	▶ 12,6 мВ	▶ 13,7 мВ	▶ 15,4 мВ	▶ 19,8 мВ
▶ 200 мВ/дел	▶ 5,5 мВ	▶ 6,2 мВ	▶ 7,0 мВ	▶ 9,1 мВ
▶ 100 мВ/дел	▶ 2,7 мВ	▶ 3,0 мВ	▶ 3,4 мВ	▶ 4,6 мВ
▶ 50 мВ/дел	▶ 1,4 мВ	▶ 1,6 мВ	▶ 1,8 мВ	▶ 2,4 мВ
▶ 20 мВ/дел	▶ 0,53 мВ	▶ 0,58 мВ	▶ 0,65 мВ	▶ 0,86 мВ
▶ 10 мВ/дел	▶ 0,26 мВ	▶ 0,28 мВ	▶ 0,32 мВ	▶ 0,41 мВ
▶ 5 мВ/дел	▶ 0,15 мВ	▶ 0,18 мВ	▶ 0,20 мВ	▶ 0,27 мВ
▶ 2 мВ/дел	▶ 0,07 мВ	▶ 0,09 мВ	▶ 0,10 мВ	▶ 0,13 мВ
▶ 1 мВ/дел	▶ 0,06 мВ	▶ 0,07 мВ	▶ 0,08 мВ	▶ 0,11 мВ
▶ 0,5 мВ/дел	▶ 0,05 мВ	▶ 0,07 мВ	▶ 0,08 мВ	▶ 0,11 мВ

# ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

Наименование	Тип	Код заказа
<b>Выберите базовую модель R&amp;S®RTA4000</b>		
Осциллограф, 200 МГц, 4 канала	R&S®RTA4004	1335.7700.04
Базовый блок (включая стандартные принадлежности: пассивный пробник 500 МГц на каждый канал, кабель питания)		
<b>Выберите вариант расширения полосы пропускания</b>		
Расширение полосы пропускания осциллографов R&S®RTA4004 до 350 МГц	R&S®RTA-B243	1335.7846.02
Расширение полосы пропускания осциллографов R&S®RTA4004 до 500 МГц	R&S®RTA-B245	1335.7852.02
Расширение полосы пропускания осциллографов R&S®RTA4004 до 1 МГц	R&S®RTA-B2410	1335.7869.02
<b>Выберите опции</b>		
Анализ смешанных сигналов для моделей без функции MSO, 400 МГц	R&S®RTA-B1	1335.7823.02
Генератор произвольных сигналов и 4-битных цифровых последовательностей	R&S®RTA-B6	1335.7830.02
Запуск и декодирование последовательных данных I <sup>2</sup> C/SPI	R&S®RTA-K1	1335.7681.02
Запуск и декодирование последовательных протоколов UART/RS-232/RS-422/RS-485	R&S®RTA-K2	1335.7698.02
Запуск и декодирование последовательных протоколов CAN/LIN	R&S®RTA-K3	1335.7717.02
Запуск и декодирование последовательных аудиоинтерфейсов (I <sup>2</sup> S/LJ/RJ/TDM)	R&S®RTA-K5	1335.7723.02
Запуск и декодирование последовательных данных MIL-STD-1553	R&S®RTA-K6	1335.7730.02
Запуск и декодирование последовательных протоколов ARINC 429	R&S®RTA-K7	1335.7746.02
Анализ параметров электропитания	R&S®RTA-K31	1335.7769.02
Анализ АЧХ (ЛАФЧХ или диаграмм Боде)	R&S®RTA-K36	1335.7975.02
Анализ спектра и построение спектрограмм	R&S®RTA-K37	1335.7981.02
Комплект приложений <sup>1)</sup> , состоит из следующих опций: R&S®RTA-K1, R&S®RTA-K2, R&S®RTA-K3, R&S®RTA-K5, R&S®RTA-K6, R&S®RTA-K7, R&S®RTA-K31, R&S®RTA-K36, R&S®RTA-K37, R&S®RTA-B6	R&S®RTA-PK1	1335.7775.02
Комплект приложений <sup>2)</sup> , состоит из следующих опций: R&S®RTA-K1, R&S®RTA-K2, R&S®RTA-K3, R&S®RTA-K5, R&S®RTA-K6, R&S®RTA-K7, R&S®RTA-K31, R&S®RTA-K36, R&S®RTA-K37, R&S®RTA-B6	R&S®RTA-PK1US	1335.7998.02
<b>Выберите дополнительные пробники</b>		
<b>Несимметричные пассивные пробники</b>		
500 МГц, 10 МОм, 10:1, 300 В, 10 пФ, 5 мм	R&S®RT-ZP05S	1333.2401.02
500 МГц, 10 МОм, 10:1, 400 В, 9,5 пФ, 2,5 мм	R&S®RT-ZP10	1409.7550.00
38 МГц, 1 МОм, 1:1, 55 В, 39 пФ, 2,5 мм	R&S®RT-ZP1X	1333.1370.02
<b>Активные широкополосные пробники: несимметричные</b>		
1,0 ГГц, 10:1, 1 МОм, BNC-интерфейс	R&S®RT-ZS10L	1333.0815.02
1,0 ГГц, активный, 1 МОм, интерфейс пробников	R&S®RT-ZS10E	1418.7007.02
1,0 ГГц, активный, 1 МОм, R&S®ProbeMeter, микрокнопка, интерфейс пробников	R&S®RT-ZS10	1410.4080.02
1,5 ГГц, активный, 1 МОм, R&S®ProbeMeter, микрокнопка, интерфейс пробников	R&S®RT-ZS20	1410.3502.02
<b>Активные широкополосные пробники: дифференциальные</b>		
1,0 ГГц, активный, дифференциальный, 1 МОм, R&S®ProbeMeter, микрокнопка, включая внешний аттенюатор 10:1, 1 МОм, 70 В пост. тока, 46 В перем. тока (пики), интерфейс пробника	R&S®RT-ZD10	1410.4715.02
1,5 ГГц, активный, дифференциальный, 1 МОм, R&S®ProbeMeter, микрокнопка, интерфейс пробников	R&S®RT-ZD20	1410.4409.02
<b>Пробник шин питания</b>		
2,0 ГГц, 1:1, 50 кОм, ±0,85 В, смещение ±60 В, интерфейс пробников	R&S®RT-ZPR20	1800.5006.02
<b>Высоковольтные несимметричные пассивные пробники</b>		
250 МГц, 100:1, 100 МОм, 850 В, 6,5 пФ	R&S®RT-ZH03	1333.0873.02
400 МГц, 100:1, 50 МОм, 1000 В, 7,5 пФ	R&S®RT-ZH10	1409.7720.02
400 МГц, 1000:1, 50 МОм, 1000 В, 7,5 пФ	R&S®RT-ZH11	1409.7737.02
<b>Высоковольтные пробники: дифференциальные</b>		
25 МГц, 20:1/200:1, 4 МОм, 1,4 кВ (CAT III), BNC-интерфейс	R&S®RT-ZD002	1337.9700.02
25 МГц, 10:1/100:1, 4 МОм, 700 В (CAT II), BNC-интерфейс	R&S®RT-ZD003	1337.9800.02
100 МГц, 8 МОм, 1 кВ (СКЗ) (CAT III), BNC-интерфейс	R&S®RT-ZD01	1422.0703.02
200 МГц, 10:1, ±20 В, BNC-интерфейс	R&S®RT-ZD02	1333.0821.02
800 МГц, 10:1, 200 кОм, ±15 В, BNC-интерфейс	R&S®RT-ZD08	1333.0838.02

<sup>1)</sup> Опция R&S®RTA-PK1 не распространяется в Северной Америке.

<sup>2)</sup> Опция R&S®RTA-PK1US распространяется только в Северной Америке.

Наименование	Тип	Код заказа
200 МГц, 250:1/25:1, 5 МОм, 750 В (пик.), 300 В CAT III, интерфейс пробников	R&S®RT-ZHD07	1800.2307.02
100 МГц, 500:1/50:1, 10 МОм, 1500 В (пик.), 1000 В CAT III, интерфейс пробников	R&S®RT-ZHD15	1800.2107.02
200 МГц, 500:1/50:1, 10 МОм, 1500 В (пик.), 1000 В CAT III, интерфейс пробников	R&S®RT-ZHD16	1800.2207.02
100 МГц, 1000:1/100:1, 40 МОм, 6000 В (пик.), 1000 В CAT III, интерфейс пробников	R&S®RT-ZHD60	1800.2007.02
<b>Пробники тока</b>		
20 кГц, пост./перем. ток, 0,01 В/А и 0,001 В/А, ±200 А и ±2000 А, BNC-интерфейс	R&S®RT-ZC02	1333.0850.02
100 кГц, пост./перем. ток, 0,1 В/А, 30 А, BNC-интерфейс	R&S®RT-ZC03	1333.0844.02
2 МГц, пост./перем. ток, 0,01 В/А, 500 А (СКЗ), интерфейс пробников	R&S®RT-ZC05B	1409.8204.02
10 МГц, пост./перем. ток, 0,01 В/А, 150 А (СКЗ), BNC-интерфейс	R&S®RT-ZC10	1409.7750K02
10 МГц, пост./перем. ток, 0,01 В/А, 150 А (СКЗ), интерфейс пробников	R&S®RT-ZC10B	1409.8210.02
50 МГц, пост./перем. ток, 0,1 В/А, 30 А (СКЗ), интерфейс пробников	R&S®RT-ZC15B	1409.8227.02
100 МГц, пост./перем. ток, 0,1 В/А, 30 А (СКЗ), BNC-интерфейс	R&S®RT-ZC20	1409.7766K02
100 МГц, пост./перем. ток, 0,1 В/А, 30 А (СКЗ), интерфейс пробников	R&S®RT-ZC20B	1409.8233.02
120 МГц, пост./перем. ток, 1 В/А, 5 А (СКЗ), BNC-интерфейс	R&S®RT-ZC30	1409.7772K02
<b>Пробники ближнего поля для ЭМС-измерений</b>		
Комплект пробников для измерения электромагнитного поля в ближней зоне, от 30 МГц до 3 ГГц	R&S®HZ-15	1147.2736.02
<b>Логические пробники</b>		
Логический пробник 400 МГц, 8 каналов	R&S®RT-ZL04	1333.0721.02
<b>Принадлежности для пробников</b>		
Источник питания для пробников R&S®RT-ZC10/20/30	R&S®RT-ZA13	1409.7789.02
Внешний аттенуатор 10:1, 2,0 ГГц, 1,3 пФ, 60 В пост. тока, 42,4 В перем. тока (пик.) для пробников R&S®RT-ZD20/30	R&S®RT-ZA15	1410.4744.02
Сумка для пробников	R&S®RT-ZA19	1335.7875.02
Плата коррекции и калибровки силовых измерений	R&S®RT-ZF20	1800.0004.02
Трехмерный позиционер с центральной нажимной ручкой для удобства фиксации и позиционирования пробников (ширина интервала: 200 мм, область зажима: 15 мм)	R&S®RT-ZA1P	1326.3641.02
<b>Выберите дополнительные принадлежности</b>		
Передняя крышка	R&S®RTB-Z1	1333.1728.02
Мягкая сумка	R&S®RTB-Z3	1333.1734.02
Транспортный кейс	R&S®RTB-Z4	1335.9290.02
Комплект для монтажа в стойку	R&S®ZZA-RTB2K	1333.1728.02

<b>Гарантия</b>		
Базовый блок		3 Года
Все остальные элементы <sup>3)</sup>		1 Год
<b>Опции</b>		
Расширение гарантийного срока на один год	R&S®WE1	Обратитесь в местный офис продаж фирмы .
Расширение гарантийного срока на два года	R&S®WE2	
Расширение гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку	R&S®CW1	
Расширение гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку	R&S®CW2	
Расширение гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку в аккредитованном метрологическом центре	R&S®AW1	
Расширение гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку в аккредитованном метрологическом центре	R&S®AW2	

<sup>3)</sup> Для установленных опций применяется остающаяся гарантия базового блока, если она превышает 1 год. Исключение: все аккумуляторные батареи имеют гарантию 1 год.

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