

## ЦИФРОВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ ROHDE&SCHWARZ RTB2000

Цифровые осциллографы начального уровня серии RTB2000, предназначенные для оснащения учебных лабораторий, имеют широкий набор функциональных возможностей и позволяют использовать их как индивидуально, так и коллективно, при подключении к локальной компьютерной сети.

Они дают возможность не только осуществлять контроль аналоговых сигналов по 4-м каналам, но и содержат встроенный 16-канальный логический анализатор, генератор сигналов различной формы и мультиметр. Это позволяет на базе одного прибора иметь универсальный измерительный комплекс, дающий возможность проводить анализ аналоговых и цифровых сигналов, сигналов различных последовательных интерфейсов, измерять их параметры, осуществлять быстрое преобразование Фурье исследуемых сигналов и многое другое.

Дружественный интерфейс и встроенная система обучения позволяют в короткие сроки освоить работу с прибором и ознакомиться с его функциональными возможностями. Высокие технические характеристики позволяют использовать его в профессиональных целях.

*В. Макаренко*

### DIGITAL OSCILLOSCOPES FROM ROHDE&SCHWARZ RTB2000

**Abstract** - Digital oscilloscopes entry-level series RTB2000, is designed to equip teaching laboratories have a wide range of functionalities and pozolyat use them both individually and collectively, when connected to local network.

They provide an opportunity not only to monitor analog signals on 4 channels, but also contain a built-in 16-channel logic analyzer, signal generator various shapes and multimeter. This allows a single instrument to have universal measuring a property that allows for the analysis of analog and digital signals, measure their parameters, to carry out the fast Fourier transform of the test signals, analysis of signals of various serial interfaces and many more.

User-friendly interface and built-in learning system allow you to quickly master the instrument and become familiar with its functionality. High technical characteristics allow to use it for professional purposes.

*V. Makarenko*

Компания Rohde&Schwarz выпустила осциллограф начального уровня RTB2000. Что же подразумевается под "осциллографом начального уровня". Это универсальный 4-канальный цифровой осциллограф, который кроме функций, присущих аналогичным приборам, содержит цифровой мультиметр, генератор сигналов различной формы и тестовых последовательностей, логический анализатор и анализатор протоколов последовательных шин. Осциллограф позволяет осуществлять быстрое преобразование Фурье, тестирование по маске и длительный захват данных.



устройство: осуществлять управление прибором по сети, передавать результаты измерений и выводить полученные на экране результаты на видеопроектор.

Внешний вид осциллографа приведен на рис. 1.

На передней панели расположены органы управления режимами работы, входы (справа налево) подключения аналоговых сигналов (Ch1...Ch4), вход для подключения источников внешней синхронизации (Ext. Trigger In), 16 входов для подключения логических сигналов (Logic Channels), выходы встроенного генератора тестовых последовательностей для демонстрации возможности анализа сигналов последовательных интерфейсов P1...P3 (Pattern Generator) и выход генератора сигнала для настройки пробников P0 (Probe Compensation). Левее выходов Pattern Generator расположен разъем USB, выход встроенного в осциллограф генератора сигналов различной формы (Out Out) и кнопка включения питания.

На задней панели расположены: разъем для подключения кабеля питания и выключатель питания, разъемы USB и LAN (Ethernet).

Основные параметры осциллографа:

- 4 канала для исследования аналоговых сигналов

Основное назначение такого прибора, по мнению компании, оснащение учебных лабораторий. Хотя его параметры не уступают многим продуктам для профессионального использования и даже превосходят их, а по удобству использования аналогов этому осциллографу нет.

Большой сенсорный дисплей 10.1 дюйма с 10-ю точками касания позволяет осуществлять управление всеми режимами работы не прикасаясь к кнопкам управления, аналогично управлению смартфонами и планшетами. Наличие порта USB позволяет подключать внешний Flash-накопитель и другие устройства. Наличие порта Ethernet дает возможность использовать осциллограф как сетевое



**Рис. 1. Внешний вид осциллографа RTB2000**

- полоса пропускания 70, 100, 200 и 300 МГц для различных моделей осциллографов
- частота дискретизации 1.25 ГГц/канал, 2.5 ГГц в режиме чередования
- 10-разрядный АЦП
- объем памяти для хранения результатов измерений 10 миллионов отсчетов на канал и 20 миллионов в режиме чередования 2-х каналов
- частота обновления 50 000 осциллограмм/с
- максимальная чувствительность канала вертикального отклонения 1 мВ
- 10.1" емкостный сенсорный экран, 1280×800 пикселей
- поддержка жестов для масштабирования и детализации сигналов
- 16-канальный логический анализатор, частота дискретизации 1.25 ГГц
- возможность синхронизации внешними сигналами
- анализ сигналов в шинах I2C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN
- 4-разрядный генератор тестовых последовательностей
- генератор сигналов: синус, прямоугольные

импульсы, меандр, треугольный, пилообразный, SinC, экспоненциальный, сигнал произвольной формы

- регистрация сигналов в следующих режимах работы: выборка, огибающая, пиковое значение, высокое разрешение, усреднение результатов измерения, огибающая + пиковое значение
- сохранение и пополнение базы данных формы сигнала произвольной формы
- возможность настройки интерфейса пользователя
- расширенный набор режимов синхронизации
- выполнение основных математических операций над сигналами (+, -, \*, /), спектральный анализ исследуемых сигналов (БПФ, 128 тыс. точек)
- работа в локальной сети
- документирование в виде снимков экрана или настроек прибора, сохраняемых на внешний Flash-накопитель
- автоматический выбор настроек по вертикали, по горизонтали и синхронизации для оптимального просмотра активных сигналов.

Для удобства работы с несколькими каналами органы управления выполнены с цветовой марки-

ровкой, которая позволяет быстро идентифицировать режим работы и выбранный канал (рис. 2). Первый канал отображается желтым цветом подсветки, второй – зеленым, третий – красным, а четвертый – фиолетовым. Поскольку органы регулировки смещения и чувствительности являются общими для всех каналов, то при нажатии на кнопку активации одного из каналов эти органы подсвечиваются соответствующим ему цветом. Это позволяет моментально оценить настройки какого канала включены в этот момент.

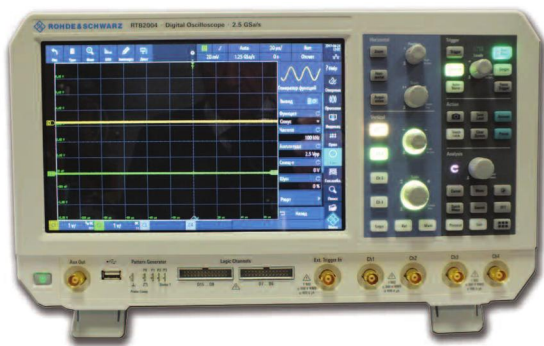


Рис. 2. Вид осциллографа в рабочем режиме

Назначение органов управления аналогично органам управления любых цифровых осциллографов и подробно описано в [1, 2]. Отметим только некоторые из них (рис. 3).

Кнопка Meas предназначена для вызова экранного меню. Экранное меню можно вызвать или убрать с экрана касанием экрана в нижнем правом углу (голубой ромб с буквами R и S внутри на рис. 2).

Кнопка Quick Meas – получение результатов из-



- Снимок экрана** и запись на Flash-накопитель
- Push to Select:** перемещение курсора и фиксация результатов в момент нажатия
- Meas:** вызов экранного меню
- Search:** включение экранного меню настроек поиска
- QuickMeas:** получение результатов нажатием одной кнопки

Рис. 3. Панель управления осциллографом

мерения в канале, сигналом которого осуществляется синхронизация осциллографа. Результат такого измерения в первом канале приведен на рис. 4. Снимок экрана на рис. 4 получен нажатием кнопки Снимок экрана (рис. 3). Для документирования результатов измерений в осциллографах предусмотрена возможность записи в память и на диск снимков экрана и осциллограмм (в формате .png).

Кнопка Search включает экранное меню настроек поиска по событию (рис. 5). Интуитивно понятно назначение каждого пункта меню, что позволяет даже неопытному пользователю верно задать параметры поиска.

Остановимся немного подробнее на параметрах встроенного генератора сигналов, меню которого вызывается нажатием кнопки Gen (рис. 3), либо после вызова экранного меню нажатием на пиктограмму Ген (видна на рис. 4 и 5).

Для сигналов различной формы диапазон частот

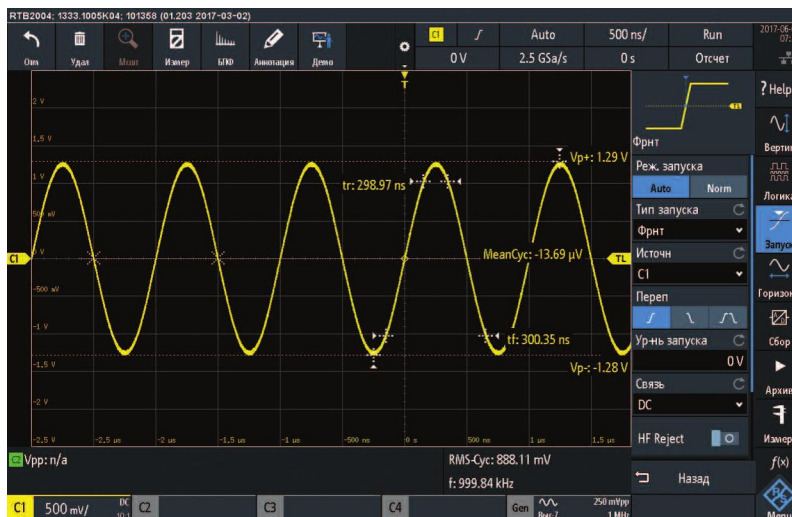


Рис. 4. Результат, полученный после нажатия кнопки Quick Meas



Рис. 5. Меню настроек поиска по событию

выходных сигналов существенно отличается. Ниже приведены значения максимальной частоты для сигналов различной формы (рис. 6):

- синус – 25 МГц
- SinC – 1 МГц
- прямоугольный (меандр) – 10 МГц
- импульс (с регулируемой скважностью) – 10 МГц
- треугольный, пилообразный (полярность по выбору) и экспоненциальный – 1 МГц
- сигнал произвольной формы – 1 МГц.

В генераторе предусмотрена возможность формирования модулированных сигналов. Например, для синусоидального сигнала можно задать амплитудную и частотную модуляцию, амплитудную и частотную манипуляцию. Кроме того, можно сформи-

ровать ЛЧМ-сигнал либо сигнал с логарифмическим законом изменения частоты. Пользователем задаются: время развертки, начальное и конечное значения частоты. Чтобы получить доступ к настройкам вида модуляции, необходимо меню генератора протянуть вверх по экрану (из-за большого числа настроек параметров генерируемых сигналов полностью меню на экране не помещается).

Аналогичные режимы работы и виды модуляции доступны для всех форм сигналов.

Генератор позволяет формировать сигналы произвольной формы и 4-битовые цифровые последовательности. Сигналы и цифровые последовательности можно импортировать в виде CSV-файлов или скопировать из осциллограмм прибора. Перед

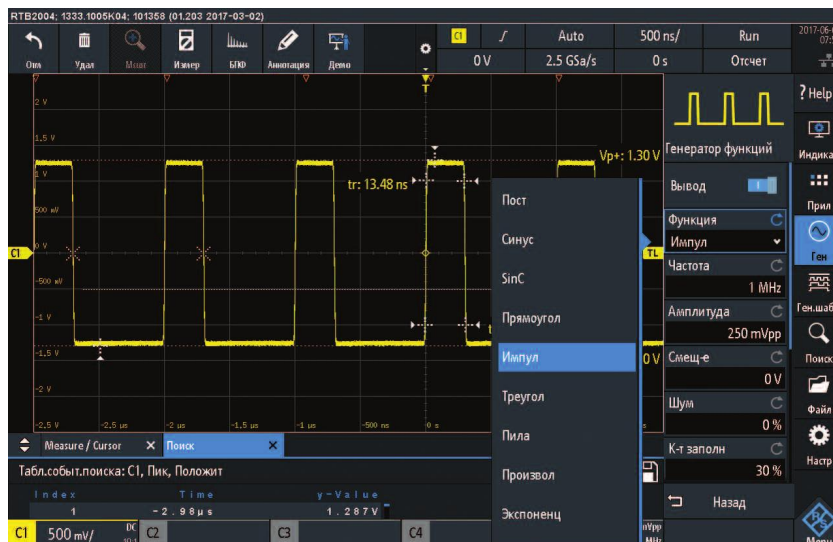


Рис. 6. Меню выбора формы сигнала встроенного генератора

воспроизведением сигналов можно осуществлять их предварительный просмотр. Можно использовать предварительно заданные цифровые последовательности, например, для сигналов шин I<sup>2</sup>C, SPI, UART и CAN/LIN.

Панель инструментов на экране осциллографа может настраиваться пользователем. Для ее настройки необходимо коснуться значка Шестеренка по центру панели и в открывшемся окне (рис. 7) выбрать 8 инструментов, которые необходимы для работы чаще всего. Сочетая экранную панель инструментов и традиционные органы управления осциллографом можно очень быстро получить доступ к любым функциям и настройкам осциллографа, что значительно повышает удобство работа с ним.

Рассмотрим кратко некоторые функции осциллографа.

### Цифровой вольтметр

Осциллограф R&SRRTB2000 оснащен трехрядным цифровым вольтметром. Вольтметр позволяет измерять (рис. 8) постоянное напряжение, переменное + постоянное (СКЗ) и переменное (СКЗ).

Результаты измерения отображаются в окошке (на рис. 7 в верхнем левом углу). Слева отображается режим измерений (на рис. 7 – Пост + перем), а справа значение измеренной величины.

### Тестирование по маске

Испытания на соответствие маске обеспечивают быстрое обнаружение выхода исследуемого сигнала за допустимые значения. При этих испытаниях используется статистический анализ соответствия или несоответствия маске, который позволяет по-

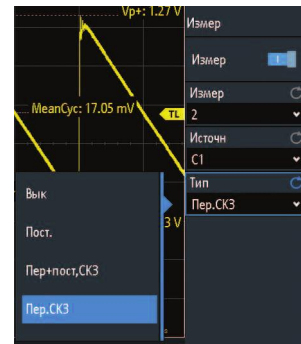


Рис. 8. Меню настройки вольтметра

лучить оценку качества и стабильности испытуемого устройства. При выходе сигнала за пределы маски измерение останавливается и генерируется импульс, который выводится на выходной разъем AUX-OUT осциллографа.

### Архив и сегментированная память

По дополнительному заказу осциллограф может быть дополнен модулем архива R&SRRTB-K15, который увеличивает объем памяти с 10 млн отсчетов на канал до 160 млн отсчетов. Пользователи получают возможность просмотра предыдущих выборок данных и их анализа с помощью всех имеющихся инструментов осциллографа, например, функций декодирования протоколов и использования логических каналов. В режиме ультрасегментации сигналы перед своей визуализацией захватываются как единое целое. Сигналы последовательных шин и импульсные последовательности записываются практически без разрывов.



Рис. 7. Меню настройки панели инструментов

### Расширение функциональных возможностей под требования заказчика

Осциллографы R&SRRTB2000 можно настроить под необходимые требования к модернизации путем установки программных лицензий. Эти возможности относятся, например, к синхронизации и декодированию последовательных протоколов, к режиму архива и сегментированной памяти. Генератор сигналов и тестовых последовательностей, а также возможности работы в смешанном режиме MSO 1) уже встроены в прибор и требуют лишь своей активации. С помощью ключевого кода можно расширить полосу пропускания прибора до 300 МГц. Все это значительно упрощает проведение модернизации.

#### Многоязычная поддержка:

##### выбор из 13 языков

Интерфейс пользователя RTB2000 и оперативно-доступная справочная система поддерживают тринадцать языков (английский, немецкий, французский, испанский, итальянский, португальский, чешский, польский, русский, упрощенный и традиционный китайский, корейский и японский). Пользователи могут изменить язык интерфейса во время работы прибора, вся операция займет лишь несколько секунд.

##### Защита данных

Функция безопасного стирания позволяет защищать конфиденциальные данные. При ее использовании из памяти прибора удаляются все пользовательские данные и настройки, включая схемы настройки прибора и осциллограммы.

#### Возможности подключения внешних устройств

Осциллограф RTB2000 может напрямую подключаться к ПК через встроенные порты USB. Пользователь ПК получает доступ к памяти осциллографа (рис. 9).

Через порт USB (хост) на Flash-накопитель могут передаваться снимки экрана или настройки прибора. Реализация протокола передачи медиаданных (MTP) обеспечивает простую интеграцию. Через порт USB (устройство) и сетевой интерфейс LAN также возможно дистанционное управление прибором.

Встроенная функция веб-сервера позволяет пользователям управлять осциллографом и отображать содержимое его экрана для аудитории. В прибор входят интерфейсы данных и программные интерфейсы, например, для простой интеграции в среду MATLAB.

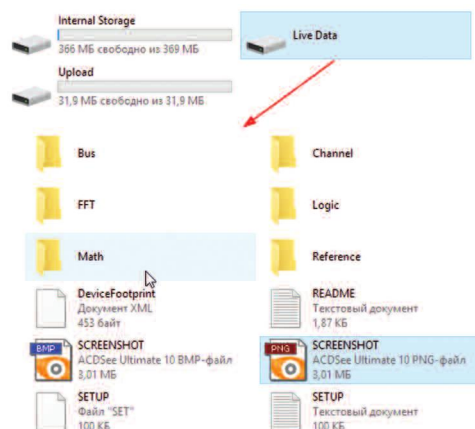


Рис. 9. Структура памяти осциллографа доступная пользователю ПК

#### Пробники для точных измерений

Для проведения измерений прибор комплектуется пассивными пробниками напряжения. Дополнительно могут быть заказаны несимметричные высоковольтные пробники, дифференциальные и токовые пробники.

Отметим еще некоторые интересные особенности прибора. К ним можно отнести **Аннотацию** и режим **Демо** (рис. 7).

##### Аннотация

При касании пиктограммы аннотация на экран выводится меню (рис. 10) в котором можно выбрать: карандаш, одного из пяти цветов, текст (буква **T**), ластик и щетку (рис. 10).

Карандашом можно нанести ручную надписи либо значки в любом месте экрана где располагается сигналограмма. При выборе **T** на экран выводится виртуальная клавиатура с помощью которой можно ввести поясняющий текст.

Ластик позволяет удалять отдельные фрагменты аннотации, а щетка удаляет аннотацию полностью.

В режиме **Демо** пошагово можно просмотреть результаты работы осциллографа в различных режимах. Меню режима **Демо** разбито на 4 подменю: основные функции, дополнительные функции, пользовательские (вводимые пользователем) и USB (загружаемые через интерфейс USB). По умолчанию последние два подменю пусты и наполняются в процессе работы пользователем.

Основные параметры осциллографов серии RTB2000 приведены в таблице.

Более подробную информацию о параметрах, режимах работы и настройках осциллографа можно найти в [2] и на сайте компании Rohde&Schwarz <https://cdn.rohde-schwarz.com>.

### Основные параметры осциллографов серии RTB2000

<b>Система вертикального отклонения</b>		
Количество каналов	R&S®RTB2002; R&S®RTB2004	2; 4
Полоса пропускания (на уровне -3 дБ) при 50 Ом	R&S®RTB2002/2004 (с опциями R&S® RTB-B21x, R&S®RTB-B22x и R&S®RTB-B23x)	70 МГц, 100 МГц, 200 МГц, 300 МГц
Время нарастания (расчетное)	R&S®RTB2002/2004 (с опциями R&S® RTB-B21x, R&S®RTB-B22x и R&S®RTB-B23x)	5 нс, 3,5 нс, 1,75 нс, 1,15 нс
Входной импеданс		1 МОм ± 2% и 19 пФ ± 2 пФ (изм.)
Чувствительность по входу	при максимальной полосе пропускания во всех диапазонах	от 1 мВ/дел до 5 В/дел
Точность усиления по постоянному напряжению	смещение и позиция = 0, максимальное изменение рабочей	температуры ±5 °С после саморегулировки
	входная чувствительность > 5 мВ/дел	
	входная чувствительность ≤ 5 мВ/дел	± 2% полной шкалы
Разрешение АЦП		10 бит, до 16 бит при децимации с высоким разрешением
<b>Система сбора данных</b>		
Максимальная частота дискретизации (в режиме реального времени)		1,25 ГГц; 2,5 ГГц
Память для собранных данных	стандартная; с опцией R&S®RTB-K15	10 млн отсчетов; 20 млн. отсчетов с чередованием; 160 млн отсчетов сегментированной памяти
<b>Система горизонтального отклонения</b>		
Диапазон временной развертки		выбирается от 1 нс/дел до 500 с/дел
Система синхронизации (запуска)		
Типы запуска	стандартные	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	PC, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN/LIN
<b>Функции анализа и измерений</b>		
Быстрое измерение (QuickMeas)	при нажатии кнопки измеренные значения непрерывно "записываются" на осциллограмму	размах напряжения, положит. пик, отриц. пик, время нарастания, время спада, среднее значение, среднеквадратическое значение, время, период, частота
Математические операции с сигналом		сложение, вычитание, умножение, деление, БПФ
<b>Опция MSO</b>		
Цифровые каналы		16 (2 логических пробника)
Частота дискретизации		1,25 ГГц
Память для собранных данных		10 млн отсчетов
<b>Генератор сигналов</b>		
Разрешение, частота дискретизации		14 бит, 250 млн отсчетов/с
Амплитуда	высокое-Z; 50 Ом	от 20 мВ до 5 В (размах); от 10 мВ до 2,5 В (размах)
Смещение пост.составл.	высокое-Z; 50 Ом	±2,5 В; ±1,25 В
Диапазоны частот формируемых сигналов	синусоидальный	от 0,1 Гц до 25 МГц
	импульсный/прямоугольный	от 0,1 Гц до 10 МГц
	пилообразный/треугольный	от 0,1 Гц до 1 МГц
	шумовой	макс. 25 МГц
Произвольный	частота дискретизации; объем памяти	макс. 10 млн отсчетов/с; 16 тыс. точек
<b>Общие данные</b>		
Экран		10,1" 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 (А)
Габариты	Ш × В × Г	390 × 220 × 152 мм
Масса		2,5 кг



Рис. 10. Меню аннотация

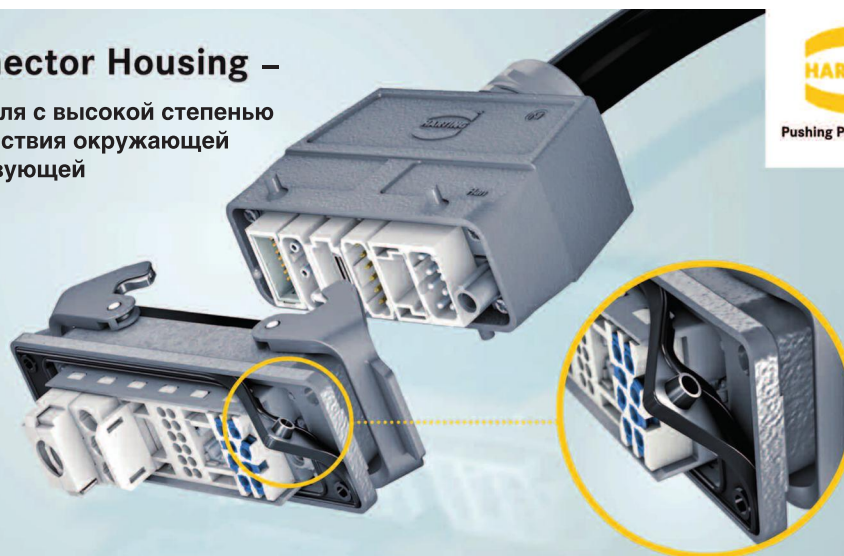
## ЛИТЕРАТУРА

1. [https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl\\_downloads/dl\\_common\\_library/dl\\_brochures\\_and\\_datasheet](https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheet)

ts/pdf\_1/RTB2000\_bro\_ru\_3607-4270-18\_v0301.pdf  
 2. [https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl\\_downloads/dl\\_common\\_library/dl\\_manuals/gb\\_1/r/rtb\\_1/RTB\\_UserManual\\_en\\_02.pdf](https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_manuals/gb_1/r/rtb_1/RTB_UserManual_en_02.pdf)

## Han® B Connector Housing –

корпус соединителя с высокой степенью защиты от воздействия окружающей среды, соответствующей классу IP67.



[www.HARTING.com](http://www.HARTING.com)

### Оптимальная защита. Минимум усилий при сочленении. Универсальность применения.

- простота монтажа, соответствие изоляции классу защиты IP67
- специальное фланцевое уплотнение с использованием перегородок между группами контактов
- подтвержденное результатами испытаний высокое контактное давление при минимуме усилий сочленения, достигнутое благодаря использованию фиксирующих рычагов HARTING Han-Easy Lock®
- простота сборки с фиксацией положения отдельных групп контактов размерами Han® 6 В, 10 В, 16 В и 24 В



**VD MAIS – официальный дистрибьютор компании HARTING в Украине**

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (062) 385-4947, (032) 245-5478,  
 (095) 274-6897, (048) 734-1954, [info@vdmals.ua](mailto:info@vdmals.ua), [www.vdmals.ua](http://www.vdmals.ua)