

ОБЗОР ЦИФРОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ RIGOL СЕРИИ DS1000Z

REVIEW OF RIGOL DS1000Z SERIES DIGITAL OSCILLOSCOPES

Афонский А.А. (A. Afonskiy), Главный редактор

В октябре 2013 года на международной выставке HongKong Electronic Fair, где многие производители показывают свои новинки, компания RIGOL Technologies, Inc. представила новую инновационную серию осциллографов Rigol DS1000Z.

Как следует из названия серии (цифровой индекс 1000), данные модели относятся к осциллографам начального уровня.

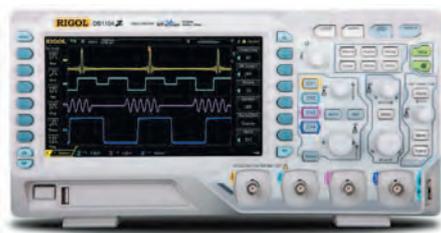


Рис. 1. Цифровые осциллографы Rigol DS1000Z

Казалось бы, какую «начинку» можно заложить в осциллограф начального уровня, чтобы прибор мог называться инновационным? Многие пользователи ответили бы на этот вопрос: «ничего нового быть не может...», «все давно уже известно» и т.д. и т.п. Однако необходимо более подробно ознакомиться с характеристиками и параметрами этих приборов, чтобы понять, что это совсем не так.

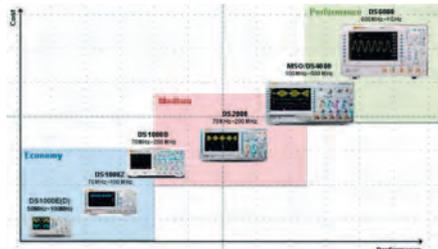


Рис. 2. Модельный ряд цифровых осциллографов Rigol

Прежде всего, разработчики Rigol, в отличие от большинства других производителей, в процессе работы над новой серией идут по принципу от «старшей модели к младшей», т.е. внедряют инновации, опробованные на более старших моделях, в моделях младших серий. Так было в серии осциллографов Rigol DS4000, вышедшей после серии DS6000, так было в серии DS2000, так получилось и в серии DS1000Z.

Но, всё по порядку. Фактически серия осциллографов Rigol DS1000Z представлена четырьмя моделями: две модели (DS1074Z и DS1104Z) — это классические осциллографы, а две другие имеют индекс «-S» (DS1074Z-S и DS1104Z-S) — это осциллографы со встроенным генератором сигналов. Цифровые осциллографы DS1074Z/Z-S имеют полосу пропу-



скания 70 МГц, а модели DS1104Z/Z-S — 100 МГц. Все модели имеют четыре аналоговых канала, а максимальная частота дискретизации 1 Гвыб/с, которая, правда, делится при включении двух и более каналов (500 Мвыб/с — 2 канала, 250 Мвыб/с — 4 канала).

Конечно, у опытного пользователя может возникнуть вопрос: «А хватит ли частоты дискретизации (ВКЛАДКА 1) 250 Мвыб/с при одновременном включении четырех каналов для правильной работы интерполятора (ВКЛАДКА 2) на граничной частоте 100 МГц (для осциллографа DS1104Z)?». Ведь простой расчет показывает, что на частоте 100 МГц сигнал должен восстанавливаться интерполятором по 2,5 точкам (250 Мвыб/с / 100 МГц = 2,5 точки). И мы тоже задались этим вопросом и провели эксперимент.

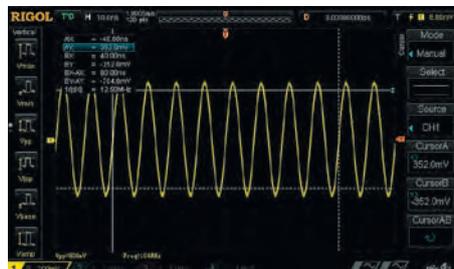


Рис. 3. Измерение максимальной рабочей частоты при одном включенном канале (100 МГц)

Есть два простых способа проверить максимальную полосу пропускания осциллографа: по скорости нарастания и по амплитуде сигнала. Сначала воспользуемся вторым способом.

Мы подали на вход осциллографа Rigol DS1104Z синусоидальный сигнал с частотой 100 МГц и амплитудой 1 В с генератора Tektronix AFG3252. Включили режим автоматических измерений размаха сигнала (Vpp) и частоты, а для пушей наглядности — режим ручных курсорных измере-

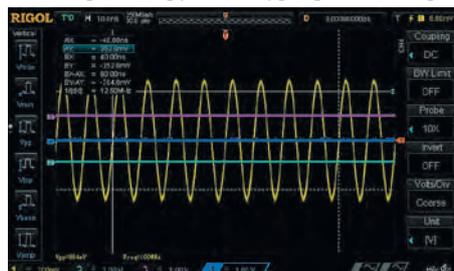


Рис. 4. Измерение максимальной рабочей частоты при четырех включенных каналах (100 МГц)

ний. Задача очень простая — посмотреть при какой максимальной частоте на генераторе измеренная амплитуда сигнала на осциллографе по уровню 0,7 выйдет за границы диапазона (1 В × 0,7 = 700 мВ).

Сначала включим один канал.

Видно, что при включенном одном канале сигнал четко отображается и амплитуда сигнала превышает 700 мВpp. Включим 4 канала одновременно.

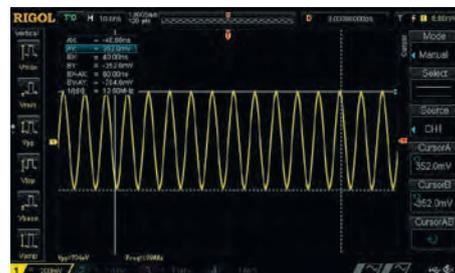


Рис. 5. Измерение максимальной рабочей частоты при одном включенном канале (139 МГц)

Тоже все нормально. Следовательно, на граничной частоте 100 МГц интерполятор работает правильно.

Тогда зададимся следующим вопросом: «А какая же реальная максимальная полоса осциллографа Rigol DS1104Z? Когда размах сигнала станет равным 700 мВ?» Опять включаем отображение только по одному каналу и плавно увеличиваем частоту на генераторе.

Из рисунка 5 видно, что максимальное значение полосы пропускания «стомеггерцового» осциллографа Rigol DS1104Z составляет около 130...140 МГц. Аналогичным образом проверим максимальную полосу при четырех включенных каналах.

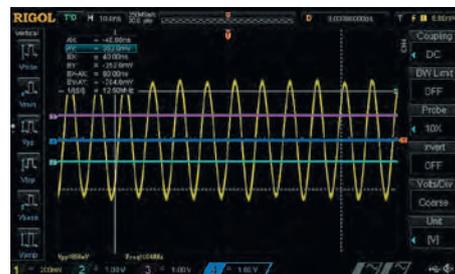


Рис. 6. Измерение максимальной рабочей частоты при четырех включенных каналах (104 МГц)

В этом случае интерполятор правильно восстанавливает сигнал в полосе до 103...104 МГц при четырех включенных каналах.

Проверили мы максимальную полосу пропускания и другим способом. Мы подали на вход осциллографа сигнал с быстрым фронтом и включили функцию измерения скорости нарастания.

Автоматические измерения на осцил-

лографе показали скорость нарастания 2,7...2,8 нс. Пересчитываем $350/2,8 \text{ нс} = 125 \text{ МГц}$ ($350/2,7 \text{ нс} = 130 \text{ МГц}$). Таким образом и другим способом измерения мы получили максимальную полосу осциллографа (на одном канале) в районе 130 МГц.

Таким образом, Rigol абсолютно корректно указывает максимальную рабочую частоту 100 МГц для осциллографов Rigol DS1104Z. Хотя, для одного канала, мог бы даже указать в технических характеристиках и значительно большее значение.



Рис. 7. Измерение полосы пропускания по скорости нарастания

Следует заметить, что в последнее время многие производители осциллографов стали выпускать четырехканальные модели осциллографов начального уровня. Это, можно сказать, мировой тренд. Но, у компании RIGOL серия DS1000Z стала уже второй, после DS1000B, серией бюджетных осциллографов с четырьмя каналами.

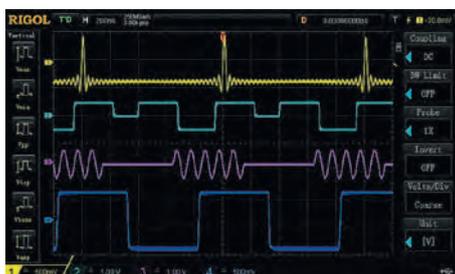


Рис. 8. Одновременное отображение сигналов по четырем каналам

Естественно, что все сигналы по четырем каналам могут одновременно отображаться на экране осциллографа и для каждого из них есть своя цветовая дифференциация.

Для удобства работы с осциллограммами в осциллографах Rigol DS1000Z/Z-S, также как и в более «старших» сериях осциллографов Rigol DS2000, DS4000 и DS6000, применена инновационная технология UltraVision. Применение этой технологии в осциллографах начального уровня Rigol DS1000Z/Z-S позволило обеспечить скорость захвата осциллограмм до



Рис. 9. Захват редких аномалий

30000 осц/с (!), что позволяет отлавливать достаточно редкие аномалии.

Для проверки этой способности мы подали сигнал с редкими аномалиями на вход осциллографа. Для лучшего отображения включили бесконечную персистенцию. На рис. 9 видно, что осциллограф Rigol легко справился с этой задачей.

Следует отметить, что значение данного параметра у аналогичных моделей других производителей редко превышает 1-2 тыс. осц/с, причем даже у приборов известнейших мировых брендов. Так что, по этому параметру Rigol, без сомнения, значительно обогнал всех конкурентов!



Рис. 10. Глубина записи в штатной поставке — 12 миллионов точек

Еще одним параметром, заслуживающим особого внимания, является глубина записи или память осциллографа. Во всех четырех моделях максимальная глубина записи составляет 12 миллионов точек (3 миллиона точек на канал), но при приобретении опции расширения MEM-DS1000Z глубина записи может быть увеличена до 24 миллионов точек — это является рекордом для осциллографов начального уровня!

Также из старших серий в DS1000Z привнесено отображение сигналов с 256 уровнями градации яркости, что позволяет значительно улучшить визуальное отображение сигнала.



Рис. 11. Наличие 256 градаций яркости значительно улучшает визуальное отображение сигнала

Обычно в осциллографах начального уровня различных производителей имеется возможность запуска по трём или четырем условиям: фронту, длительности импульса, видеосигналу и, реже используемому условию, скорости нарастания. В осциллографах Rigol DS1000Z в стандартной поставке шесть вариантов запуска. К вышеуказанным четырем способам синхронизации добавляется возможность запуска по событиям и по шаблону. Кроме того, приобретая опцию расширенного запуска AT-DS1000Z можно добавить еще восемь ва-



Рис. 12. Запуск по N-фронту

риантов запуска: по ранту, истечению времени, окну, N-фронту, задержке, а также по последовательным шинам RS-232/UART, I²C, SPI, доведя таким образом, количество условий запуска до 14. Так, например, на рисунке 12 представлен запуск по N-фронту (четвертый нарастающий фронт из пачки, состоящей из 5 импульсов).

Но и это ещё не всё. Благодаря опции SA-DS1000Z осциллографы начального уровня Rigol DS1000Z могут использоваться не только для анализа и запуска по последовательным шинам RS-232/UART, I²C, SPI, но и для их декодирования!



Рис. 13. Запуск по последовательным шинам (тип шины I²C)

Аналогично условиям запуска для осциллографов начального уровня характерно ограниченное число математических операций над сигналами. Обычно таких операций 3 или 4: сложение, вычитание, умножение и деление, а также возможность преобразования Фурье (четыре, реже — пять окон). В новых моделях Rigol и эти возможности существенно расширены. К стандартным арифметическим операциям добавлены логические операции и такие функции, как: квадратный корень, экспонента, логарифм и т.п., а общее число математических операций, без учета БПФ, составляет 15 в стандартной поставке. Для анализа спектра в новых приборах доступны уже шесть окон БПФ.

Ещё одной интересной особенностью осциллографов DS1000Z, привнесённой из «старших» серий осциллографов Rigol, является проведение измерений с возможностью просмотра статистики измерений.

Так, например, на рис. 14 видно, что текущее значение выброса составляет 3,293%, среднее — 3,538%, максимальное — 5,488%, минимальное — 3,289%.

В осциллографах Rigol серии DS1000Z есть ещё много интересных возможностей. Это и регистратор до 60000 кадров, интерфейс LAN (LXI), возмож-

ности по внешней синхронизации, встроенный модуль тестирования по маске (Pass/Fail) и многое другое. Однако существуют ещё два аспекта, которые хотелось бы осветить в данном обзоре.

Во-первых, встроенный цифровой генератор сигналов, выходы которого расположены на задней панели прибора, рядом с выходами синхронизации и модуля тестирования по маске «Годен/Негоден».

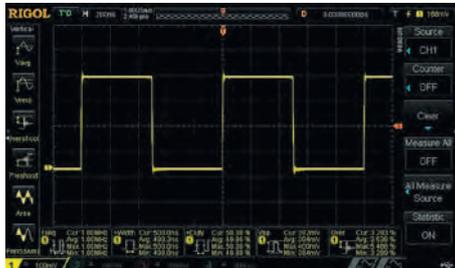


Рис. 14. Отображение результата автоматических измерений со статистикой

Встроенный цифровой генератор сигналов доступен для моделей осциллографов Rigol с индексом Z-S (DS1074Z-S и DS1104Z-S). Встроенный генератор сигналов — двухканальный, оба канала идентичны. Диапазон генерации для синусоидального сигнала составляет от 0,1 Гц до 25 МГц. В генераторе используется быстродействующий 14-битный ЦАП с частотой дискретизации 200 Мвыб/с, а максимальное количество точек, используемых при формировании сигнала произвольной формы, может составлять 16 тысяч.

В памяти встроенного генератора уже имеется шесть стандартных и семь встроенных форм сигналов, кроме того, имеется возможность создания пользовательских форм сигнала и их записи в память прибора.

Примечательно, что сигнал осциллографа может отображаться одновременно с выходными сигналами генератора. Так, на рис. 16 в верхней области отображаются две сдвинутые по фазе синусоиды, сформированные генератором, а в нижней части видна фигура Лиссажу (режим X-Y осциллографа).

Второй аспект, на который также хотелось бы обратить внимание, это используемый в новых моделях дисплей. В качестве средства отображения информации используется 7-дюймовый цветной ЖК WVGA дисплей с разрешением 800x480 точек и цветовым разрешением до 160 тысяч цветов.

Наверное, обзор был бы не полным, если бы в завершении не оказалось бы таблиц сравнения. Т.к. данные приборы позиционируются компанией Rigol как новые осциллографы начального уровня, то в приведённой таблице мы сравним по основным параметрам DS1000Z/Z-S с популярными «старыми» моделями серий DS1000E и DS1000B, а также с более «старшей» и новой серией DS2000.

Мы намерено не стали сравнивать характеристики и возможности новых осциллографов Rigol DS1000Z/Z-S с моделями других производителей. При необходимости, каждый это может сделать сам.



Рис. 15. Вид сзади осциллографа со встроенным генератором сигналов серии DS1000Z-S

Редакция тщательно протестировала предоставленные нам модели осциллографов Rigol. Эти приборы оставили самое благоприятное впечатление, как с точки зрения дизайна и эргономики, так и в отношении заявленных параметров и возможностей. Мы считаем, что новые осциллографы Rigol могут стать настоящими хитами продаж, как на российском, так и на мировом рынке измерительной техники, особенно учитывая их цену. Так, цифровой осциллограф DS1074Z стоит около 24500 руб. с НДС, а модель осциллографа со встроенным двухканальным генератором сигналов DS1104Z-S — около 40000 руб.

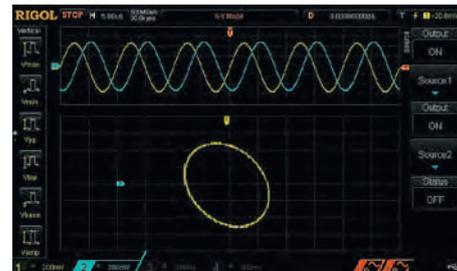


Рис. 16. Одновременное отображение сигналов с генератора (2 канала) и результирующая фигура Лиссажу на осциллографе

(цена указана по состоянию на 30 октября 2013 года), что обеспечивает великолепное отношение цена/характеристики.

Как нам стало известно, модельный ряд осциллографов серии DS1000Z будет далее расширяться, что ещё больше увеличит популярность приборов Rigol и привлечет новых пользователей.

На момент подготовки обзора цифровые осциллографы Rigol серии DS1000Z были включены в Государственный Реестр средств измерений (Регистрационный номер 54983-13) и теперь могут использоваться в сфере метрологического контроля и надзора.

Редакция благодарит за материал, предоставленный компанией RIGOL Technologies, Inc и официальным дистрибьютором компании Rigol на территории РФ — ООО «Ирит» (www.irit.ru).

In October 2013 at international Hong Kong Electronic Fair where the majority of manufacturers demonstrate their innovative products RIGOL Technologies, Inc. introduced new Rigol DS1000Z series oscilloscopes. These oscilloscopes left a very strong impression with their design and what is the most important with their parameters and capabilities. Such characteristics may make these innovative devices best-sellers both in Russian and world markets of measuring equipment. Find more details about these oscilloscope specifications in the present article.

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ RIGOL

	DS1000E	DS1000Z/Z-S	DS1000B	DS2000
Макс. полоса пропускания	50 МГц, 100 МГц	70 МГц, 100 МГц	70 МГц, 100 МГц, 200 МГц	70 МГц, 100 МГц, 200 МГц
Количество аналоговых каналов	2	4	4	2
Макс. частота дискретизации (реал. время)	1 Гвыб/с	1 Гвыб/с	2 Гвыб/с	2 Гвыб/с
Макс. глубина записи	1 М	12 М — штатно 24 М — опция	16 К	14 М — штатно 56 М — опция
Скорость захвата осциллограмм	—	до 30000 осц/с	—	до 50000 осц/с
Вертикальное отклонение	2 мВ/дел ... 10 В/дел	1 мВ/дел ... 10 В/дел	2 мВ/дел ... 10 В/дел	0,5 мВ/дел ... 10 В/дел
Запуск	4 типа	14 типов (6 штатно, 8 — опция)	4 типа	15 типов (8 штатно, 7 — опция)
Декодирование шин	—	Parallel — штатно RS-232/UART, I ² C, SPI — опция	—	Parallel — штатно RS-232/UART, I ² C, SPI — опция
Математика	3 вида (арифметика)	15 видов (арифметика, логика, функции)	3 вида (арифметика)	16 видов (арифметика, логика, функции)
БПФ	4 окна	6 окон	4 окна	4 окна
Автоизмерения	20	22 + статистика	22	22 + статистика
Покадровый регистратор	1000 кадров	до 60000 кадров (опция)	800 кадров	до 65000 кадров
Интерфейсы	USB Device, USB Host, RS-232	USB Device, USB Host, LAN (LXI), выход AUX (TrigOut/PassFail)	USB Device, 2 USB Host, LAN (LXI), выход PassFail	USB Device, USB Host, LAN (LXI), выход AUX (TrigOut/PassFail)
Дисплей	5,6" TFT QVGA, 320x240, 64К	7" TFT WVGA, 800x480, 160К	5,7" TFT QVGA, 320x240, 64К	8" TFT WVGA, 800x480, 160К
Встроенный генератор	—	опция: 2 канала, до 25 МГц	—	—