

# СОВРЕМЕННЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ RIGOL INNOVATIVE RIGOL OSCILLOSCOPES

Гуськов А.А. (A. Guskov), сертифицированный специалист по продукции RIGOL

В журнале КИПиС 2013 № 6 была опубликована статья «Обзор цифровых осциллографов RIGOL серии DS1000Z», открывшая целый цикл обзоров, в которых был рассмотрен практически полный ассортимент измерительного оборудования, выпускаемого компанией RIGOL Technologies, Inc. В журнале КИПиС за прошедшее время были опубликованы обзоры, посвященные цифровым генераторам серии DG1000Z, радиочастотным и векторным генераторам, источникам питания, анализаторам спектра и многоканальной измерительной системе M300. За эти годы компания RIGOL Technologies, Inc. стала одним из мировых лидеров в производстве измерительной техники и со своей продукцией потеснила многих известных производителей с первых мест, благодаря своим измерительным приборам, сочетающим отличные технические характеристики, инновационные технологии и доступную для большинства пользователей цену. Естественно, удержаться на вершине мирового рейтинга можно только совершенствуя и развивая свои приборы, предлагая порой нестандартные и инновационные решения, модернизируя уже выпускаемое оборудование.

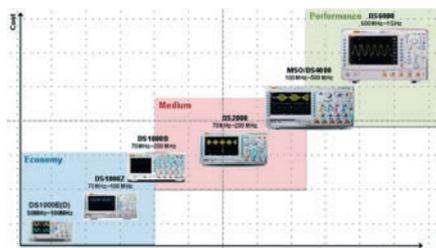


Рис. 1. Модельный ряд цифровых осциллографов RIGOL 2013 года

Как же изменился модельный ряд цифровых осциллографов RIGOL за прошедшие три года? Какими сериями и моделями он представлен в настоящее время? Ответам на эти вопросы посвящен данный обзор.

В статье «Обзор цифровых осциллографов RIGOL серии DS1000Z» (КИПиС 2013 № 6) была приведена иллюстрация, описывающая модельный ряд осциллографов RIGOL по состоянию на конец 2013 года (рис. 1).

Из иллюстрации видно, что по цифровым индексам можно классифицировать осциллографы RIGOL на три группы:

- серии DS1000D/E, DS1000B (хотя модель на 200 МГц можно отнести к осциллографам среднего уровня), DS1000Z — осциллографы начального (Economy) уровня;

## RIGOL

- серии DS2000, DS/MSO4000 (с полосой пропускания 100 МГц и 200 МГц) — осциллографы среднего (Medium) уровня;
- серии DS6000, DS/MSO4000 (с полосой пропускания 350 МГц и 500 МГц) — высокопроизводительные (Performance) осциллографы.



Рис. 2. Цифровой осциллограф RIGOL DS1054Z

За прошедшее время существенные изменения в модельном ряду осциллографов RIGOL произошли для приборов начального и среднего уровня. При этом «старые» серии, такие как DS1000D/E, DS1000B изменений не претерпели.

Начнем с осциллографов начального уровня RIGOL серии DS1000Z. В начале осени 2014 года настоящей сенсацией стал запуск в производство новой модели осциллографа этой серии с полосой пропускания 50 МГц — DS1054Z (рис. 2). Практически сразу данная модель завоевала популярность и стала самой продаваемой моделью среди осциллографов RIGOL.

Такая популярность легко объясняется, т.к. впервые в мире осциллограф начального уровня с небольшой полосой пропускания получил функциональность моделей более высокого уровня.

Как уже писали в статье «Обзор цифровых осциллографов RIGOL серии DS1000Z» (КИПиС 2013 № 6), компания RIGOL Technologies, Inc. во всех своих новых приборах внедряла инновационную технологию UltraVision.



Рис. 3. Осциллограф смешанных сигналов RIGOL MSO1104Z

Причем эта технология сначала была внедрена и опробована на осциллографах «старшей» серии DS6000, а уже потом, по мере выпуска новых серий, использовалась и в них. Так было на серии осциллографов RIGOL DS4000, вышедшей после серии DS6000, потом на приборах серии DS2000, далее вышла серия DS1000Z и, наконец, на самой младшей модели — DS1054Z.

При полосе пропускания 50 МГц DS1054Z имеет 4 аналоговых канала; максимальную частоту дискретизации в реальном времени 1 Гвыб/с, максимальную глубину записи 12 миллионов точек (опционально до 24 М точек), скорость захвата 30000 осциллограмм в секунду.

Однако следует заметить, что в отличие от других моделей серии DS1000Z, выпуск прибора с полосой 50 МГц со встроенным генератором сигналов пока не предусмотрен. Такие приборы имеют в названии модели индекс «-S», например DS1074Z-S имеет полосу пропускания 70 МГц, а DS1104Z-S — 100 МГц. Такая маркировка характерна не только для серии DS1000Z, но и для более «старшей» серии — DS2000A.



Рис. 4. Экран осциллографа MSO1000Z с одновременным включением 16-ти цифровых и одного аналогового канала

Выпуском цифрового осциллографа DS1054Z изменения в серии DS1000Z не закончились. В модельном ряду этой серии появились приборы, позволяющие работать также и с цифровыми сигналами. Как и у большинства производителей осциллографов, такие приборы стали выпускаться с индексом MSO (Mixed Signal Oscilloscope), т.е. осциллографы смешанных сигналов (рис. 3).

Осциллографы смешанных сигналов MSO1000Z выпускаются с полосой пропускания аналоговых каналов 70 МГц и 100 МГц и имеют индексы MSO1074Z и MSO1104Z соответственно. Также доступны к поставке и осциллографы смешанных сигналов со встроенным генератором сигналов MSO1074Z-S и MSO1104Z-S. Все эти модели в штатной поставке имеют

16-канальный пробник логического анализатора, что позволяет одновременно обрабатывать цифровые и аналоговые сигналы (рис. 4).

Кратко резюмируя изменения в модельном ряду осциллографов серии DS1000Z можно видеть, что добавились фактически 5 новых моделей и правильное название этой серии уже MSO/DS1000Z.

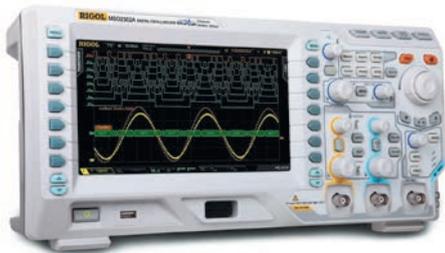


Рис. 5. Осциллограф смешанных сигналов RIGOL MSO2302A

Следующей серией, которая претерпела существенные изменения с момента выхода предыдущей статьи, стала серия осциллографов RIGOL DS2000. Данная серия не рассматривалась в статье «Обзор цифровых осциллографов RIGOL серии DS1000Z» (КИПиС 2013 № 6), но на момент подготовки того обзора еще выпускалась именно как DS2000, что видно из рис. 1.

В самом конце 2013 года на смену серии DS2000 пришла новая усовершенствованная серия DS2000A.



Рис. 6. Экран осциллографа MSO/DS2000A в режиме декодирования сигналов шины CAN

В чем же различие серии DS2000 и DS2000A?

1. В новой серии DS2000A были устранены некоторые ошибки в прошивке по сравнению с DS2000.

2. Для всех моделей осциллографов DS2000A появилась возможность установки входного импеданса прибора равного 50 Ом, а не только 1 МОм.

3. Появилась возможность производить запуск по сигналам шин CAN.

Оригинальная, инновационная технология UltraVision, разработанная в компании RIGOL, сочетает в себе удобную навигацию по захваченному сигналу, большую длину записи осциллограммы (до 140 миллионов точек), широкий динамический диапазон, превосходную скорость захвата осциллограмм (до 180 тысяч осциллограмм в секунду). В реализованной технологии регистрация сигнала в реальном времени объединена с расширенными возможностями по его анализу и декодирования сигналов шин, при этом отображение сигнала выполняется с изменяемой яркостью (до 256 градаций), в зависимости от интенсивности сигнала. Использование этой технологии особенно удобно в цифровом дизайне и диагностике цифровых и аналоговых устройств.

4. Расширилась полоса пропускания приборов новой серии. Если в серии DS2000 «старшей» моделью были осциллографы DS2202 с полосой пропускания 200 МГц, то в серии DS2000A появилась модель DS2302A с полосой пропускания аналоговых каналов 300 МГц.

5. В серии DS2000A для всех четырех моделей DS2072A (70 МГц), DS2102A (100 МГц), DS2202A (200 МГц), DS2302A (300 МГц) появилась возможность установки на заводе опции встроенного генератора сигналов с максимальной частотой генерации 25 МГц.

Таблица 1

ПАРАМЕТРЫ ОСЦИЛЛОГРАФОВ RIGOL СЕРИЙ DS4000, DS4000E И DS2000A

Параметр	DS4000	DS4000E	DS2000A
Полоса пропускания	100 МГц 200 МГц 350 МГц 500 МГц	100 МГц 200 МГц	70 МГц 100 МГц 200 МГц 300 МГц
Количество аналоговых каналов	2 или 4	4	2
Макс. частота дискретизации	4 Гвыб/с (2 Гвыб/с на каждый канал)	2 Гвыб/с на каждый канал	2 Гвыб/с (1 Гвыб/с на каждый канал)
Макс. глубина записи	140 М точек	14 М точек на канал	14 М точек
Макс. скорость захвата осциллограмм	110000 осц/с	60000 осц/с	50000 осц/с
Автоматический покадровый регистратор	До 200000 кадров	До 127000 кадров	До 65000 кадров
Интерфейсы	USB Host, USB-device, LAN, VGA, выход AUX (TrigOut/PassFail/Fast/GND), 10 MHz input/output	USB Host, USB-device, LAN, VGA, выход AUX (TrigOut/PassFail/Fast/GND), 10 MHz input/output	USB Host, USB-device, LAN, выход AUX (TrigOut/PassFail)
Дисплей	9" WVGA	9" WVGA	8" WVGA

**НОВОСТИ** на [www.kipis.ru](http://www.kipis.ru)

**НОВАЯ ОПЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАЗИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ДЛЯ АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА И СИГНАЛОВ**

Поиск, измерение и анализ паразитных излучений (спур) являются одними из важнейших задач с которыми приходится сталкиваться разработчикам электронной СВЧ-техники. Особенно остро такая задача стоит перед инженерами работающими в аэрокосмической и оборонной отраслях, где необходимо находить и анализировать спуры с очень низкими уровнями в широком диапазоне частот. При этом, для обеспечения высокой чувствительности анализатора спектра необходимо использовать узкополосные фильтры разрешения (RBW). Так как, зачастую местоположение тех или иных паразитных пиков заранее не известно, в самом предельном случае, пользователю придется проводить измерение с узким фильтром во всей полосе частот анализа, которая может составлять от нескольких мегагерц до десятков гигагерц.

Все это неизбежно приводит к очень продолжительному времени, затрачиваемому на проведение одного эксперимента. Даже в случае использования быстрореагирующих БПФ анализаторов, при необходимости установки ширины фильтра RBW в несколько герц эксперимент может занять несколько часов или даже сутки.

Традиционно измерения паразитных составляющих выполняются в ручном режиме, когда пользователь самостоятельно подбирает оптимальную ширину фильтра и прочие настройки режима отображения анализатора спектра.

На настоящий момент, с появлением новой опции автоматизированного измерения спур FSW-K50 от Rohde & Schwarz, единственное, что необходимо задать пользователю, это интересующий частотный диапазон и дискриминатор ожидаемого уровня излучений, которые должны быть исследованы.

Оптимизированный алгоритм приложения FSW-K50 автоматически обеспечит условия детектирования излучений заданного уровня, применяя узкополосные фильтры RBW только там, где это необходимо. Совокупно с удобным и интуитивно-понятным графическим интерфейсом данная опция позволяет проводить измерения до 20 раз быстрее, в сравнении с ручным режимом.

Опция FSW-K50 доступна для любой модели анализатора спектра и сигналов типа FSW с установленной версией прошивки 2.50 и старшей.

[www.rohde-schwarz.ru](http://www.rohde-schwarz.ru)

6. Аналогично серии приборов MSO/DS1000Z в середине 2014 года на базе осциллографов DS2000A были выпущены модели с 16-канальным логическим анализатором MSO2072A, MSO2102A, MSO2202A, MSO2302A (рис. 5) и модели с логическим анализатором и встроенным генератором сигналов MSO2072A-S, MSO2102A-S, MSO2202A-S, MSO2302A-S.

Таким образом, вместо трех приборов серии DS2000 (DS2072, DS2102, DS2202) в новую серию MSO/DS2000A входят уже фактически 16 моделей (с учетом приборов со встроенным генератором сигналов).

Остальные функциональные возможности у DS2000 и MSO/DS2000A, в том числе опциональные возможности декодирования сигналов последовательных шин (рис. 6) не изменились.

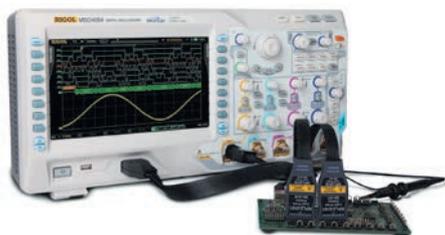


Рис. 7. Осциллограф смешанных сигналов MSO4054 с четырьмя аналоговыми и шестнадцатью цифровыми каналами

Кроме осциллографов начального (MSO/DS1000Z) и среднего (MSO/DS2000A) уровней развитие получила и серия DS4000. Как и в сериях MSO/DS1000Z и MSO/DS2000A, на базе осциллографов серии DS4000 были выпущены осциллографы смешанных сигналов MSO4000 (рис. 7). Учитывая, что в данной серии есть как двух-, так и четырехканальные модели для каждого из приборов с полосой пропускания 100 МГц, 200 МГц, 350 МГц и 500 МГц, то после обновления эта серия стала самой представительной среди осциллографов

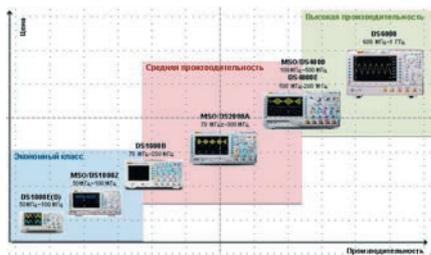


Рис. 8. Модельный ряд цифровых осциллографов RIGOL 2016 года

RIGOL. В нее входят шестнадцать моделей цифровых осциллографов и осциллографов смешанных сигналов (опция встроенного генератора сигналов для данной серии недоступна).

Более полные технические характеристики приведены в таблице 2. При этом модели с полосой пропускания 350 МГц и 500 МГц вместе с приборами серии DS6000 уже относятся к категории высокопроизводительных осциллографов RIGOL в соответствии с иллюстрацией на рис. 1. Фактически серия осциллографов DS6000 осталась той единственной серией приборов с технологией UltraVision, которая не претерпела существенных изменений с 2013 года.

Однако летом 2016 года компания RIGOL Technologies, Inc. выпустила новую серию приборов DS4000E. Эта серия включает в себя две модели цифровых осциллографов с полосой пропускания 100 МГц (DS4014E) и 200 МГц (DS4024E), т.е. в ней нет осциллографов смешанных сигналов. Серия DS4000E как будто «втиснулась» между сериями DS2000A и DS4000, как по характеристикам и функциональным возможностям, так и по цене приборов.

Таблица 1 наглядно показывает, что приборы серии DS4000E являются фактически функциональными аналогами осциллографов серии DS4000, но с упрощенными параметрами. Однако такое упрощение характеристик DS4000E по сравнению с DS4000 есте-

ственным образом сказалось на цене приборов. Сравнивая цены осциллографов DS4014E и DS4024E с DS4014 и DS4024 соответственно, нетрудно заметить, что модели с индексом «-E» дешевле аналогов более чем на 20%.

Резюмируя все, о чем писалось в данном обзоре можно отметить, что начиная с момента публикации статьи «Обзор цифровых осциллографов RIGOL серии DS1000Z» (КИПиС 2013 № 6) ассортимент осциллографов RIGOL, поставляемых в Россию претерпел существенные изменения. На период окончания 2016 года — начало 2017 года он может быть представлен иллюстрацией (рис. 8).

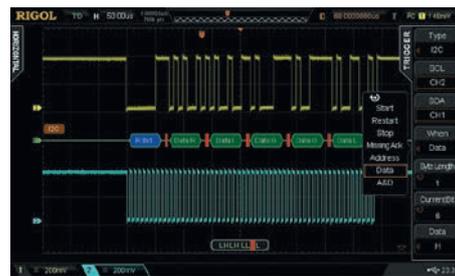


Рис. 9. Экран осциллографа RIGOL в режиме декодирования сигнала последовательных шин I<sup>2</sup>C

Но более полную информацию, которая содержит сравнение характеристик всех серий осциллографов RIGOL и которая поясняет иллюстрацию на рис. 8, можно получить из таблицы 2.

Проводя обзор осциллографов RIGOL, следует немного рассказать об опциональных возможностях приборов, а точнее говоря, описать пакеты опций расширения (т.н. bundle). Они появились в номенклатуре RIGOL тоже сравнительно недавно.

Такой комплект представляет собой пакет из нескольких программных опций, которые расширяют функциональные или технические возможности осциллографа. При этом стоимость такого пакета равна или немного больше стоимости

Таблица 2

ПАРАМЕТРЫ ОСЦИЛЛОГРАФОВ RIGOL

	DS1000E/D	DS1000B	DS/MSO1000/Z	DS/MSO2000A	DS4000E	DS/MSO4000	DS6000
Полоса пропускания	50 МГц, 100 МГц	70 МГц, 100 МГц, 200 МГц	50 МГц, 70 МГц, 100 МГц	70 МГц, 100 МГц, 200 МГц, 300 МГц	100 МГц, 200 МГц	100 МГц, 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц	600 МГц, 1 ГГц
Количество аналоговых каналов	2	4	4	2	4	2 или 4	2 или 4
Количество цифровых каналов	16 (DS1000D)	—	16 (MSO1000)	16 (MSO2000)	—	16 (MSO4000)	—
Встроенный генератор сигналов	—	—	2 канала (опция -S)	2 канала (опция -S)	—	—	—
Макс. частота дискретизации	1 Гвыб/с	2 Гвыб/с	1 Гвыб/с	2 Гвыб/с	2 Гвыб/с	4 Гвыб/с	5 Гвыб/с
Технология Ultravision	—	—	Да	Да	Да	Да	Да
Макс. скорость захвата осцил.	н/д	н/д	30000 осц/с	50000 осц/с	60000 осц/с	110 000 осц/с	180000 осц/с
Макс. глубина записи	1 М	16 К	12 М 24 М (опция)	14 М 56 М (опция)	14 М	140 М	140 М
Регистратор	1 000 кадров	1 000 кадров	65 000 кадров (опция)	65 000 кадров	127 000 кадров	200 000 кадров	200 000 кадров
Количество типов запуска	5	5	6 (штатно) 8 (опция)	9 (штатно) 8 (опция)	14	13	11
Декодирование последов. шин	—	—	I <sup>2</sup> C, RS-232 / UART, SPI — опция	I <sup>2</sup> C, RS-232 / UART, SPI, CAN — опция	I <sup>2</sup> C, SPI, RS-232 / UART, CAN, FlexRay — опция	I <sup>2</sup> C, SPI, RS-232 / UART, CAN, FlexRay — опция	
Дисплей	5,6" TFT (320×234) QVGA	5,7" TFT (320×240) QVGA	7" TFT (800×480) WVGA	8" TFT (800×480) WVGA	9" TFT (800×480) WVGA	10,1" TFT (800×480) WVGA	
ГосРеестр	—	Да	Да	Да	Нет	Да	Да

одной из опций входящих в него. Для пользователя осциллографа RIGOL это представляет существенную выгоду. Учитывая, что данные опции активируются программным способом, они могут быть приобретены или получены по акции (если таковую проводит RIGOL или дистрибьютор) уже после покупки самого прибора. Процесс приобретения и последующей активации опций не занимает много времени.

Такой комплект опций можно приобрести для осциллографов RIGOL серии MSO/DS2000A (BND-MSO/DS2000A) и серий MSO/DS4000 и DS4000E (BND-MSO/DS4000). Этот комплект включает в себя четыре опции. В качестве примера приведем комплект BND-MSO/DS2000A, в который входят:

- опция расширения глубины памяти MEM-DS2000A — увеличивает максимальный размер глубины записи до 56 миллионов точек;
- опция декодирования для протоколов RS-232, SPI, I<sup>2</sup>C SD-DS2000A (рис. 9);
- опция расширенного запуска AT-DS2000A;
- опция декодирования и запуска для протоколов CAN CAN-DS2000A.



Рис. 10. Экран осциллографа RIGOL в режиме выбора запуска по шине I<sup>2</sup>C

В стандартной комплектации поставки осциллографов серии MSO/DS2000A пользователям доступны следующие виды системы синхронизации: запуск по фронту, по длительности импульса, по ранту, по видеосигналу (NTSC, SECAM и PAL стандартов 480P, 576P, 720P, 1080P), по логическому шаблону, по сигналам последовательных шин RS-232/UART, I<sup>2</sup>C и SPI. Однако после активации опции AT-DS2000A (отдельно или в составе BND-MSO/DS2000A) становятся доступны еще семь типов синхронизации: запуск по окну, по N-фронту, по видеосигналу HDTV (1080i), по задержке между каналами, по истечению времени, по длительности события и USB запуск (рис. 10). И это существенно расширяет область использования осциллографа.

После установки опции CAN-DS2000A у пользователя появляется возможность использовать еще одно условие синхронизации — запуск по сигналам последовательных шин стандарта CAN. Таким образом, с учетом установленной опции SD-DS2000A или всего пакета BND-MSO/DS2000A в це-

лом, в осциллографах RIGOL серии MSO/DS2000A становится доступным до 16 типов синхронизации. Кроме запуска, после установки этой опции, пользователи могут осуществлять также и анализ автомобильных последовательных шин стандарта CAN (рис. 6).

В заключении обзора следует отметить, что на российский рынок осциллографы RIGOL теперь поставляются с русифицированным меню и все осциллографы RIGOL серий MSO/DS1000Z, MSO/DS2000A, MSO/DS4000 и DS6000 включены в Государственный реестр средств измерений, что позволяет использовать их в сфере метрологического контроля и надзора.

Редакция благодарит за предоставленный материал компанию RIGOL Technologies, Inc. и официального дистрибьютора компании RIGOL на территории РФ — ООО «ИРИТ» ([www.irit.ru](http://www.irit.ru)).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Афонский А.А. Обзор цифровых осциллографов Rigol серии DS1000Z. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2013, № 6.
2. Афонский А.А. Новейшие универсальные цифровые генераторы Rigol серии DG1000Z. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2014, № 2.
3. Афонский А.А. Современные высокочастотные источники питания Rigol. Обзор. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2014, № 5.
4. Афонский А.А., Гуськов А.А. Современные анализаторы спектра Rigol. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2015, № 6.
5. Афонский А.А., Гуськов А.А. Радиочастотные и векторные генераторы Rigol. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2016, № 1.
6. Гуськов А.А. Преимущества многоканальной измерительной системы Rigol M300. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2016, № 5. ☑

*In December issue of 2013 (KIPiS № 6) you can find article «Review of RIGOL DS1000Z series digital oscilloscopes» — the very first one that started the review series describing almost the whole range of measurement devices produced by RIGOL Technologies, Inc. Further on for different magazine issues we prepared detailed reviews of various products: DG1000Z series digital generators, vector generators, power supplies, spectrum analyzers and M300 multi-channel measuring system. How have RIGOL oscilloscopes been changed for the last three years? What series and models does RIGOL recently have? The answers for the above questions you will find in the present article.*

#### НОВОСТИ на [www.kipis.ru](http://www.kipis.ru)

### ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА СЕРИИ AC6800 ВНЕСЕНЫ В ГОСРЕЕСТР СИ РФ

Источники питания переменного тока Keysight AC6800 после проведения соответствующих технических испытаний включены в Госреестр СИ РФ за номером № 64741-16, приказ # 1079 от 12 августа 2016.

Серия источников питания Keysight AC6800 обеспечивают стабильные достоверные результаты тестирования в процессе разработки и производства электронных устройств. Серия включает четыре модели с выходной мощностью от 500 ВА до 4000 ВА, каждая из которых обладает полным набором возможностей для проведения основных видов испытаний.



**KEYSIGHT**  
TECHNOLOGIES

При тестировании и производстве электронных приборов источники питания переменного тока общего назначения используются для моделирования условия питания устройств от розетки или общей сети переменного тока. Кроме того, они позволяют протестировать, как будут функционировать разработки при воздействии колебаний напряжения, бросков пускового тока и переходных процессов в современных перегруженных электрических сетях.

Источники питания переменного тока общего назначения серии AC6800 имеют интуитивно понятный пользовательский интерфейс, который обеспечивает удобный доступ для просмотра настроек и результатов измерений непосредственно с передней панели прибора или с использованием стандартных команд программирования SCPI.

Источники питания серии AC6800 в стандартной комплектации оснащены интерфейсами USB и LAN/LXI Core. В качестве опции доступен интерфейс GPIB. Интерфейс LXI Core предоставляет возможность дистанционной настройки и управления источником питания через стандартный веб-браузер. Пользователи могут использовать дополнительную плату аналогового ввода для добавления основных типов переходных сигналов в выходной сигнал источника питания.

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