

Бюджетные цифровые измерительные приборы Hantek

В области разработки и производства осциллографов высокого класса с полосой исследуемых частот выше 1 ГГц установилось некоторое равновесие: этим давно занимаются три крупные компании — Tektronix, Agilent и LeCroy. А вот в области создания массовых бюджетных осциллографов с полосой частот до 300 МГц и цифровых генераторов развернулась острая конкуренция, в которой принимают участие, наряду с указанными фирмами, ряд японских, китайских и южнокорейских предприятий, например RIGOL, GW Instek, Hameg, OWON и др. Статья описывает удачную продукцию еще одного игрока на этом рынке — китайской компании Hantek Electronics.

Владимир ДЪЯКОНОВ,
д. т. н., профессор
vpdyak@yandex.ru

Hantek Electronics на мировом рынке измерительных приборов

Компания Hantek расположена в городе Циндао, Китай. В настоящее время ее продукция экспортируется более чем в 40 стран мира. Образцами для Hantek стали массовые осциллографы фирмы Tektronix серий TDK 1000/2000 [1, 2]. Они имеют полосу исследуемых частот 60–200 МГц, небольшую длину записи (2,5 кбайт) и небольшую скорость обновления осциллограмм (2500 кадров/с).

Ограничения по полосе пропускания носят фундаментальный характер, и их преодоление связано с серьезным изменением технологической базы приборов, что неизбежно ведет к увеличению стоимости осциллографов. В связи с этим конкуренция в области бюджетных цифровых осциллографов идет в направлении снижения стоимости приборов и улучшения их эксплуатационных возможностей и характеристик, например увеличения размера и разрешения дисплея, размера записи, числа автоматических измерений и т. д. [2].

В этом направлении Hantek добилась впечатляющих успехов, выпустив все классы бюджетных осциллографов — настольные, переносные (ручные) и USB-приставки к компьютерам. Одновременно компания освоила выпуск дешевых цифровых генераторов произвольных сигналов на основе ныне популярной технологии прямого цифрового синтеза (DDS) форм сигналов [3] и 34-разрядного USB логического анализатора.

Настольные осциллографы Hantek DSO5XXX

Настольные осциллографы Hantek серии DSO5XXX (не путать с имеющими подобное обозначение осциллографами фирмы Agilent) имеют классический промышленный дизайн (рис. 1) и привычный пользователям интерфейс. Первое, что их выгодно отличает, — большой 7" цветной дисплей WVGA с разрешением 800×480 точек и длина записи осциллограмм в 1 Мбит. Для сравнения: у Tektronix TDK/TDS 2000B дисплей 5,7" имеет разрешение 320×240 точек, а длина записи осциллограмм всего 2,5 крпс. Разумеется, у новых Tektronix серии 2000 эти параметры уже выше, но они и стоят в несколько раз дороже.

Частота дискретизации у настольных осциллографов 1 ГГц, а в эквивалентном режиме до 25 ГГц. Скорость обновления экрана 2500 кадров/с. Габариты приборов 313×108×142 мм, вес 2,08 кг. На мировой рынок Hantek выпустила довольно обширный ряд осциллографов DSO5XXX (табл. 1). Массовое применение в России нашли три последние модели.



Рис. 1. Настольный осциллограф Hantek серии DSO5XXX

Таблица 1. Основные параметры настольных осциллографов Hantek класса DSO

Модель	VM			VMV			V		
	5202	5102	5062	5202	5102	5062	5202	5102	5062
Полоса, МГц	200	100	60	200	100	60	200	100	60
Память, Гбайт	Нет			2			Нет		
Длина записи, Мбайт	2			2			1		
Видеопомощь	Нет			Есть			Нет		

Экран DSO5000 с осциллограммой синусоидального сигнала с частотой 1 МГц демонстрирует явное преимущество дисплея с высоким разрешением (рис. 2). Осциллограмма не содержит и намека на ступенчатость линии, и все элементы экранного интерфейса отчетливо видны.

Осциллографы имеют цифровую лупу времени (рис. 3). Она показывает на экране одновременно обзорную осциллограмму с выделенным на ней большими оранжевыми квадратными скобками фрагментом и его осциллограмму (в большом окне).

Поскольку осциллограф является двухканальным, в одном окне можно наблюдать одновременно две осциллограммы (рис. 4) — от каждого из двух каналов. В правой части видно меню установок каналов вертикального отклонения.

Любую осциллограмму можно сделать опорной R (от Reference). Такие осциллограммы строятся линиями белого цвета. Пример построения и вывода опорной осциллограммы представлен на рис. 5.

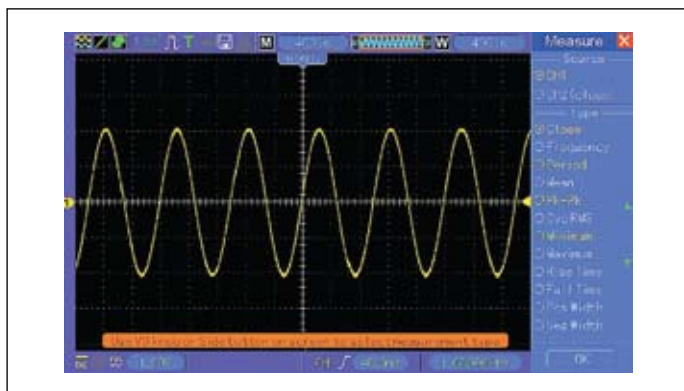


Рис. 2. Экран осциллографа DSO5000 с окном осциллограммы синусоидального сигнала с частотой 1 МГц

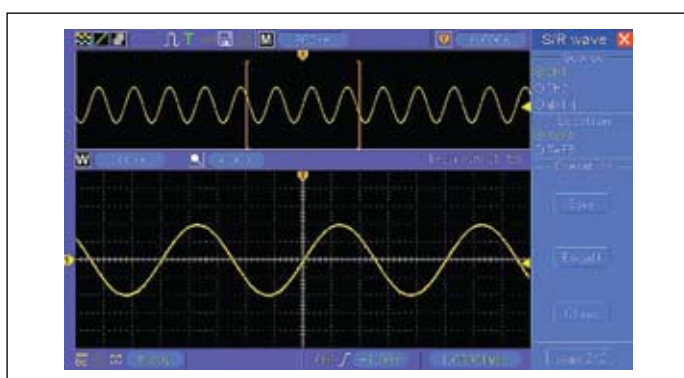


Рис. 3. Экран осциллографа DSO5000 с представлением осциллограмм синусоиды с частотой 1 МГц в двух окнах — обзорном и детальном

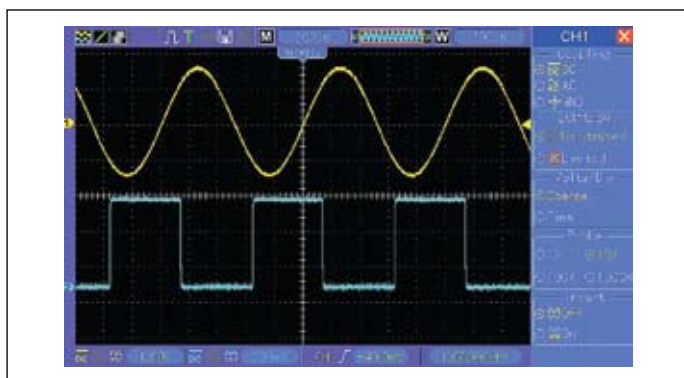


Рис. 4. Экран осциллографа DSO5000 с двумя осциллограммами в одном окне

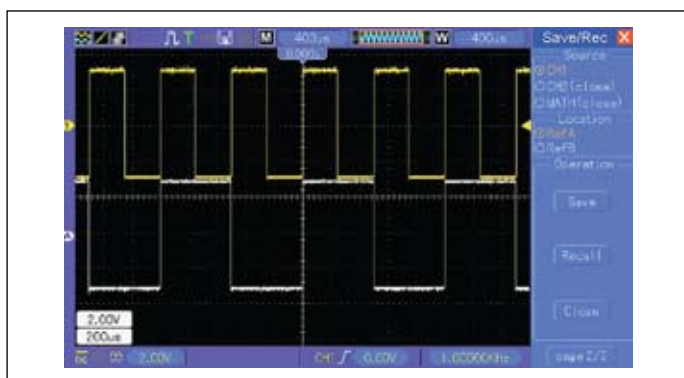


Рис. 5. Пример представления обычной и опорной (белого цвета) осциллограмм

Поскольку число точек дисплея обычно меньше числа выборок наблюдаемого сигнала, то каждая точка осциллограммы создается обработкой ряда выборок. От характера этой обработки сильно зависят вид и резкость линий осциллограмм. При нормальной обработке каждая точка на экране задается значением первой выборки, а остальные выборки не учитываются. При обработке типа Peak выбирается выборка с максимальным значением. В этом случае сильно заметны шумы сигнала, и осциллограмма выглядит размытой (рис. 6). Такой вид обработки выделяет шумы и выбросы сигнала.

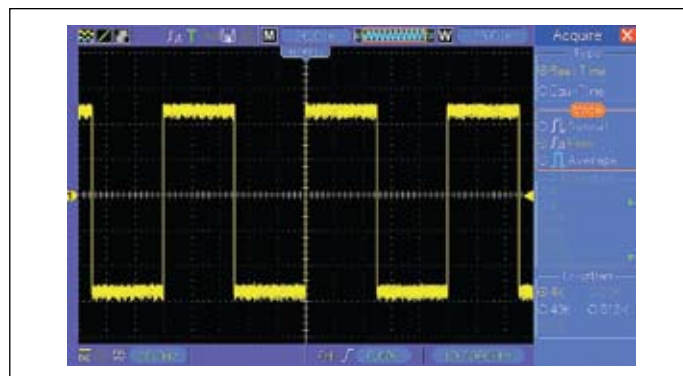


Рис. 6. Осциллограмма при обработке типа Peak

Мощным средством очистки осциллограмм от шумов является усреднение Average. При его включении строится усредненная осциллограмма, полученная обработкой заданного числа осциллограмм. На рис. 7 показано построение осциллограммы с числом усреднений 64. Применяя усреднение, можно получить тонкие и четкие линии.

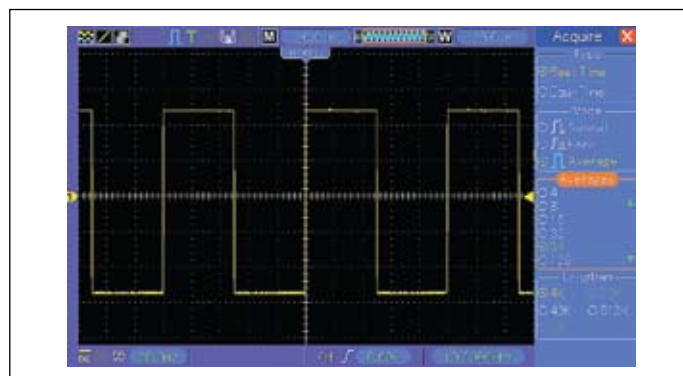


Рис. 7. Осциллограмма при обработке типа Average (усреднение)

Осциллографы имеют стандартные средства запуска и синхронизации, например по фронту импульсных сигналов, по длительности

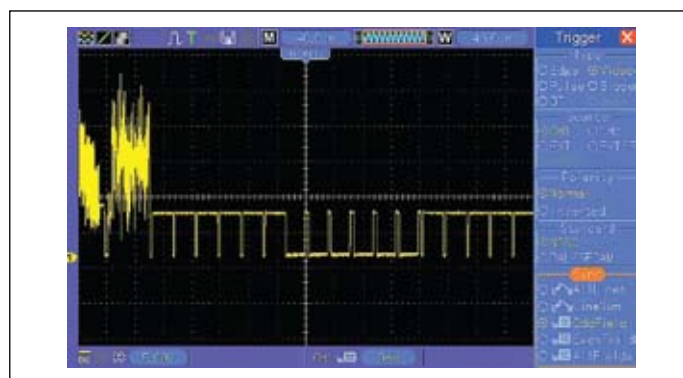


Рис. 8. Осциллограмма телевизионного сигнала с выделением четных полей

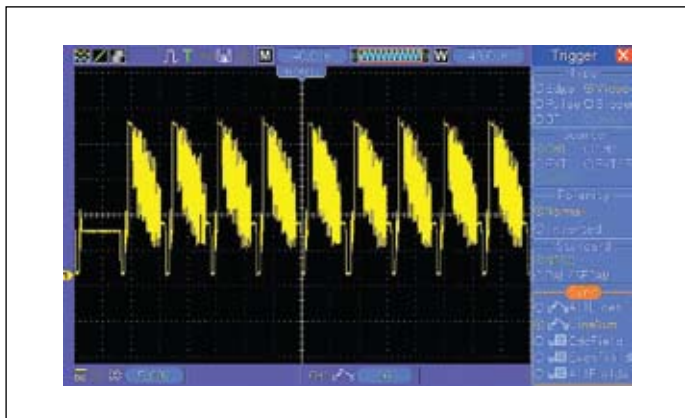


Рис. 9. Осциллограмма строки телевизионного сигнала

и т. д. Особенно следует выделить возможность синхронизации при исследовании сложных телевизионных сигналов. При этом возможно выделение четных (рис. 8) или нечетных полей и детальный просмотр участка осциллограммы. Есть возможность выделения и просмотра определенных строк телевизионного сигнала. Это показывает осциллограмма, представленная на рис. 9.

Стандартными для всех осциллографов стали курсорные измерения. Осциллографы Hantek DSO 5000 позволяют выводить пару горизонтальных и пару вертикальных курсоров и перемещать их поворотной ручкой. Перемещение возможно как независимое, так и одного курсора относительно другого. Горизонтальные курсоры удобно применять, например, для выделения колебаний в начале наблюдаемого перепада или импульса (рис. 10). В свою очередь, вертикальные курсоры удобно применять для оценки длительности импульсных сигналов (рис. 11). Вертикальные курсоры применяются также для измерения времени нарастания импульсных сигналов на заданных уровнях отсчета — чаще всего 10 и 90% от размаха сигнала. Пример такого применения дан на рис. 12.

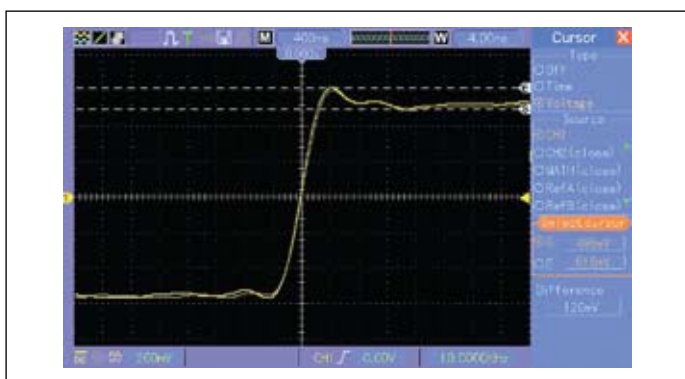


Рис. 10. Применение горизонтальных курсоров

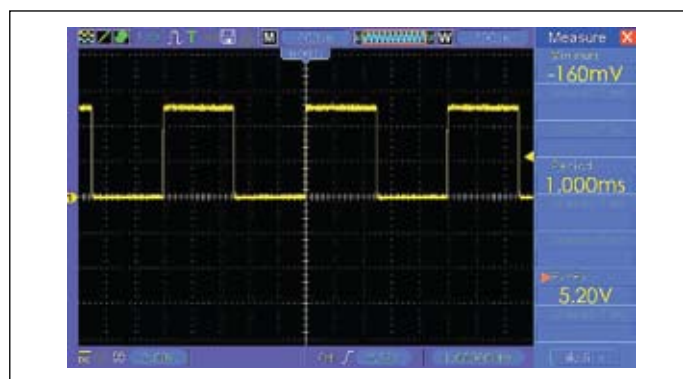


Рис. 13. Пример выполнения автоматических измерений

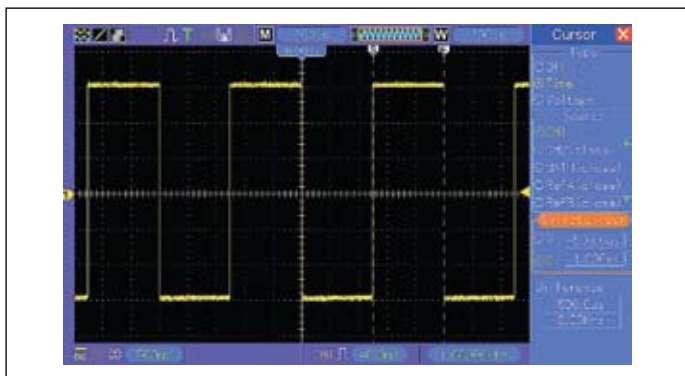


Рис. 11. Применение вертикальных курсоров для измерения длительности полувольты прямоугольных импульсов

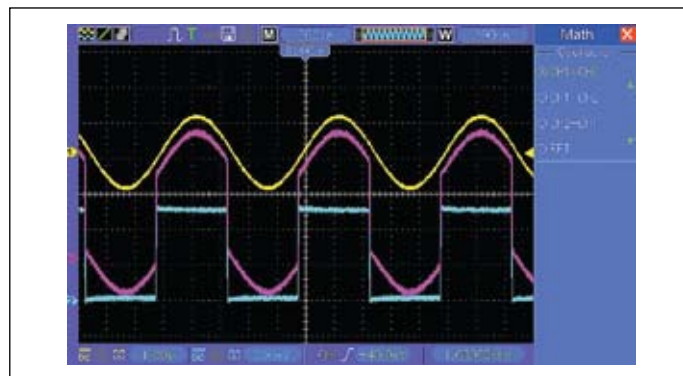


Рис. 14. Измерение суммы двух сигналов

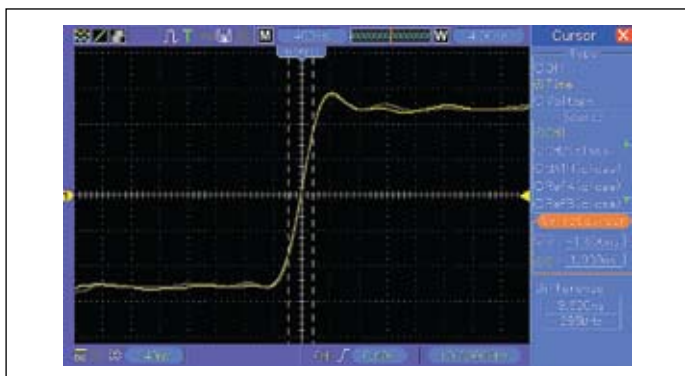


Рис. 12. Применение вертикальных курсоров для измерения времени нарастания

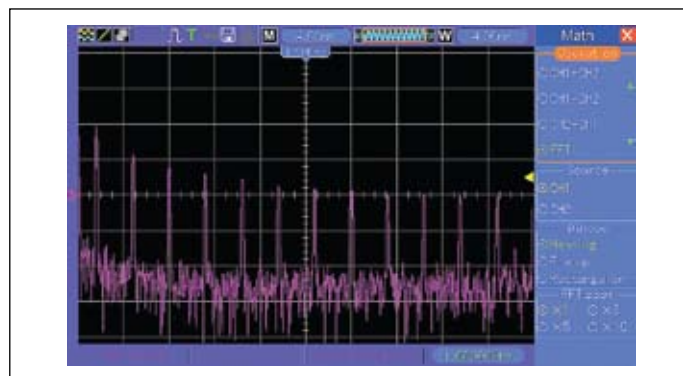


Рис. 15. Построение спектра меандра

Важным достоинством современных цифровых осциллографов (даже бюджетного класса) является возможность проведения автоматических измерений. В Hantek DSO5000 она реализована достаточно полно: приборы позволяют выполнять до 23 видов автоматических измерений. Меню этих измерений видно в правой части экрана на рис. 2. Там режим таких измерений отключен (позиция Close). На рис. 13 показан пример задания и исполнения трех автоматических измерений для осциллограммы прямоугольных импульсов.

Осциллограф позволяет также выполнять математические операции с сигналами двух каналов. На рис. 14 показан вывод осциллограмм двух сигналов (синусоиды и прямоугольного импульса) и построения их суммы (средняя осциллограмма малинового цвета).

В число выполняемых осциллографами Hantek операций входит оконное быстрое преобразование Фурье (БПФ). На рис. 15 показано построение спектра симметричного прямоугольного импульса (меандра) с помощью БПФ. Первый пик спектра соответствует первой гармонике исследуемого сигнала, а последующие — нечетным гармоникам.

Спектр осциллограф строит в логарифмическом масштабе по вертикали, что позволяет отображать спектры сигналов с большим динамическим диапазоном и оценивать уровень шума (см. шумовую дорожку под пиками спектра). Форма пиков зависит от выбранного при спектральном анализе окна. Например, в случае, показанном на рис. 15, используется окно Хемминга (Hamming). Можно использовать также прямоугольное окно (Rectangular) и окно с плоской вершиной (Flatop). Есть возможность выбрать канал, сигнал которого подвергается БПФ, и масштаб спектра по горизонтальной оси частот (FFT zoom).

По своим возможностям (частотному диапазону, чувствительности, уровню шумов и частотному разрешению) осциллограф с БПФ не может соперничать со специальными анализаторами спектра. Тем не менее функции построения спектра и анализа сигналов в частотной области, безусловно, заметно расширяют возможности осциллографов.

Портативные осциллографы фирмы Hantek

Hantek Electronics разработала новую серию портативных двухканальных осциллографов-мультиметров DSO1000 (рис. 16). В нее входят четыре модели с полосой пропускания 60 МГц (DSO1060), 200 МГц (DSO1200) и 600 МГц (DSO1600/1600H) [6]. Частота дискретизации в режиме реального времени составляет у DSO1060 — 150 Мвыб./с, DSO1200 — 250 Мвыб./с, DSO1600 — 1 Гвыб./с и у DSO1600H — 2 Гвыб./с при работе одновременно со всеми каналами. При этом эквивалентная частота дискретизации достигает



Рис. 16. Портативный осциллограф Hantek DSO1060

Таблица 2. Основные параметры двухканальных осциллографов Hantek серии DSO1XXX

Модель	Полоса частот, МГц	Частота выборки	Время нарастания, нс
DSO1060	60	150 Мвыб./с	5,8
DSO1200	200	250 Мвыб./с	1,7
DSO1600	600	1 Гвыб./с	0,58
DSO1600H	600	2 Гвыб./с	0,58

50 Гвыб./с у всех моделей. Основные параметры осциллографов этой серии приведены в таблице 2.

Встроенный мультиметр имеет гальваническую развязку от входных цепей осциллографа и обеспечивает измерение постоянного и переменного тока (до 10 А), постоянного (до 600 В) и переменного (до 800 В) напряжения, сопротивления, емкости, а также проверку диодов и прозвонку соединений.

Характеристики DSO1000 приведены в сравнительной таблице 4. Отметим лишь некоторые особенности этих устройств:

- отдельные клавиши для каждого канала, времени развертки, триггера и высокоточного встроенного цифрового мультиметра;
- разные режимы триггера, отдельная база времени для ALT-триггера, легко наблюдать два сигнала с различными частотами;
- сохранение сигнала в файлах .jpg, .bmp, .exl, .doc.

Разрешение дисплея в 320×240 точек не рекордное, но достаточное для портативного прибора: изображение на экране получается четким и ярким (рис. 17). Вид экрана при разных примерах работы с осциллографом показан на рис. 18. В целом можно сделать вывод, что, за исключением меньшего разрешения экрана, возможности портативного осциллографа серии DSO1XXX аналогичны таковым для настольных осциллографов серии DSO5XXX.

С осциллографами поставляется программа DSOAnalyser, позволяющая регистрировать измеряемые параметры осциллографа и мультиметра с помощью компьютера и просматривать их на большом мониторе.

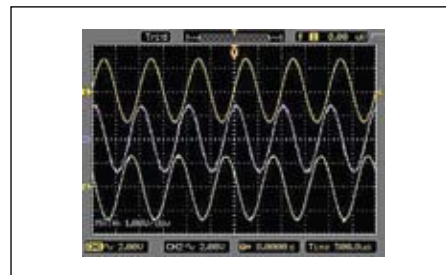


Рис. 17. Экран осциллографов DSO1XXX

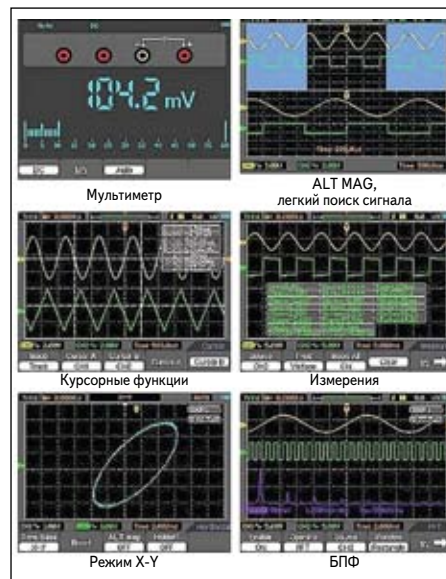


Рис. 18. Экран осциллографов DSO1XXX при разных видах работы

Портативные осциллографы серии DSO1XXX грозили взорвать рынок осциллографов низкого и даже среднего классов: в DSO1600/1600H впервые перейден барьер по времени нарастания вертикального тракта в 1 нс, а полоса частот достигла 600 МГц. Такие параметры не типичны для осциллографов указанной категории. Но, к сожалению, чуда не произошло. Вначале Hantek сообщила, что из-за необходимости доработки приборов поставка DSO1600/1600H на рынок откладывается, затем упоминание о них исчезло с интернет-сайта фирмы [5] и сайтов компаний, взявшихся поставлять эти приборы на рынок. Это не коснулось приборов повышенного спроса с полосой 60–200 МГц. Но, похоже, и их век будет недолгим из-за умеренного разрешения дисплея в 320×240 точек. На этот раз Hantek вступила в конкуренцию сама с собой: была создана новая серия портативных осциллографов DSO1XX2B с по-

Таблица 3. Основные параметры двухканальных осциллографов Hantek серии DSO1XX2

Модель	Полоса частот, МГц	Частота выборки, Гвыб./с
DSO1062B	6	1
DSO1102B	100	
DSO1202B	200	



Рис. 19. Осциллограф Hantek DSO1062B

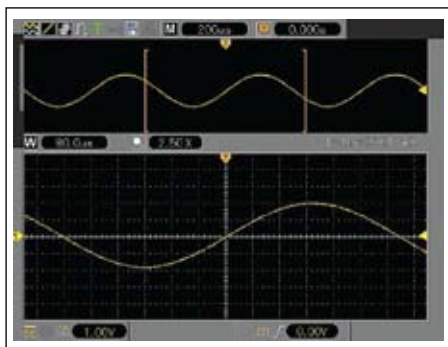


Рис. 20. Экран осциллографа Hantek DSO1062B в режиме отображения двух окон

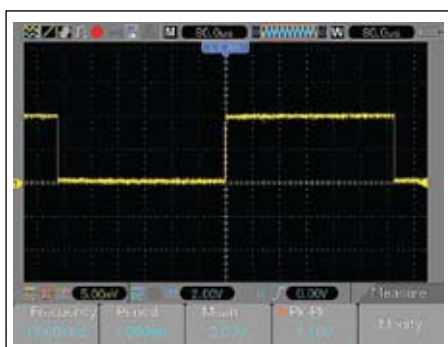


Рис. 21. Осциллограмма меандра и пример проведения автоматических измерений



Рис. 22. Экран осциллографа при использовании мультиметра (пример измерения напряжения)

Таблица 4. Сравнительные характеристики некоторых моделей двухканальных осциллографов Hantek

		DSO1000	DSO1XX2B	DSO8060
Размер ЖК-дисплея, "		5,7	5,6	5,7
Разрешение, точек		320×240	640×480	320×240
Светодиодная подсветка		да	90	да
Интерфейс		USB 2.0 (опционально RS232, LAN)	USB 2.0 (опционально LAN)	USB 2.0 (опционально RS232, LAN)
Полоса пропускания, МГц		60–600	60	
Математические функции		Сложение, вычитание, деление, умножение, инверсия, БПФ		
Количество видов автоматических измерений		22	23	20
Чувствительность на деление, В			0,002–5	0,01–5
Частота дискретизации, ГГц	Режим реального времени	0,15–2,0	0,15	
	Эквивалентный режим	50	50	
Объем памяти		16 кбайт на канал (32 кбайт при объединении каналов)	1 Мбайт, 512 кбайт в двухканальном режиме	32 кбайт, 16 кбайт в двухканальном режиме
Возможность сохранения в памяти		1000 сигналов	до 100 осциллограмм и 10 установок	15 осциллограмм и установок
Развертка, на деление			4 нс–40 с	5 нс–1000 с
Режимы синхронизации			«АВТО», «НОРМ», «ОДНОКРАТНЫЙ»	
Питание		АКБ (установлена в устройство)	Встроенный литиевый аккумулятор	
Время автономной работы от одной зарядки, ч			до 6	
Габариты (Д×Ш×В), мм		240×165×50	245×163×52	
Вес, кг		1,2	1,3	1,2
Интеграция с ПО			Labview/VB/VC	



Рис. 23. Примеры работы мультиметра осциллографов Hantek DSO1XX2B

лосой частот 60/100/200 МГц при частоте дискретизации 1 Гвыб./с и дисплеем с высоким разрешением (640×480 точек). Но главное, при этом стоимость приборов почти не уве-

личилась. Основные параметры новой серии осциллографов приведены в таблице 3.

Внешний вид новой серии осциллографов почти не изменился (рис. 19). Но повышенные разрешения дисплея дали свой эффект: к качеству изображения на экране этого портативного осциллографа (рис. 20) трудно придаться. Прибор имеет курсорные и автоматические измерения, реализованные без всяких скидок на его портативность. Пример проведения автоматических измерений показан на рис. 21.

Осциллографы этой серии принято называть «скопметрами» — они позволяют скопом собрать всю информацию об исследуемых сигналах. Большую роль в этом играет встроенный мультиметр с изолированными от осциллографа входами. Четкое изобра-

жение значений измеряемых параметров и схемы подключения источников сигналов к мультиметру уменьшает риск неправильного подключения, например при попытке измерения напряжений в режиме измерения токов.

Примеры показаний мультиметра у осциллографа DSO1XX2B при различных измерениях приведены на рис. 23. Основные характеристики этой модели перечислены в сравнительной таблице 4. Отметим лишь некоторые особенности:

- полоса частот 50/100/200 МГц;
- измерения параметров с помощью курсоров;
- мультиметр на 6000 отсчетов: напряжение (AC/DC), ток (AC/DC), сопротивление, емкость, прозвонка, диодный тест.

Осциллограф DSO8000 со встроенными мультиметром и генератором

Еще один новый тип портативного осциллографа Hantek DSO8060 — целый комбайн для кейса радиомастера: помимо вполне современного цифрового осциллографа прибор содержит встроенный мультиметр и даже многофункциональный генератор сигналов произвольной формы на основе технологии прямого цифрового синтеза (DDS) формы сигналов.



Рис. 24. Осциллограф Hantek DSO8060

Параметры двухканального осциллографа DSO8060 также можно увидеть в таблице 4. Дополнительные возможности:

- измерения параметров с помощью курсоров (Manual, Track, Auto Measure);
- встроенный генератор сигналов произвольной формы 1~25 МГц (синус до 75 МГц).
Параметры встроенного мультиметра:
- максимальное показание индикатора 6000;
- измеряемые параметры — напряжение, ток, сопротивление, емкость, проверка *p-n*-переходов, прозвонка цепи;
- максимальное входное напряжение AC до 600 В, DC до 800 В;
- максимальный входной ток AC — 10 А, DC — 10 А;
- входное сопротивление 10 МОм.

Параметры встроенного генератора:

- диапазон генерируемых частот 0~25 МГц;
- частота ЦАП 2 кГц — 200 МГц;
- погрешность 0,1%;
- выход 1CH;
- память 4000 точек;
- разрядность ЦАП 12 бит;
- стабильность <30 ppm;
- амплитуда ±3,5 В;
- выходное сопротивление 50 Ом;
- выходной ток 50 мА, в пике 100 мА;
- полоса частот BW — 25 МГц;
- гармонические искажения -50 дБс (1 кГц), -40 дБс (10 кГц).

USB-приставки к ПК фирмы Hantek

Современным цифровым осциллографам (как настольным, так и портативным) свойственна большая аппаратная избыточность: многие блоки в них (прежде всего питание и дисплей) почти ничем не отличаются от таковых у персональных компьютеров. Но последние, ввиду их массового производства, тщательно отработаны. Поэтому заманчивой оказалась идея создания измерительных устройств в виде приставок к компьютерам — как настольным, так и переносным (ноутбукам, нетбукам, планшетным ПК и т. д.). Это дает заметное снижение стоимости и естественную связь с ПК.

Идею подхватили как небольшие фирмы, так и компании с известными в мире именами. Например, серию USB-осциллографов выпускает компания Agilent. Серию USB-приставок к ПК выпускает и фирма Hantek (табл. 5).

Таблица 5. Основные параметры USB-приставок фирмы Hantek

Модель	Частота (max), МГц	Каналов	Назначение прибора
DSO2090	40	2	USB-осциллограф-приставка к ПК
DSO2150	60		
DSO2250	100		
DSO5200A	200		
DDS3005	5	1	цифровой USB-DDS-генератор
DDS3X25	75		
LA5034 USB	150	1	USB логический анализатор
DSO3064A	60	4	комбинированный USB-прибор

USB-приставки-осциллографы фирмы Hantek

Серия USB-приставок-осциллографов содержит четыре модели, отличающиеся частотами исследуемых сигналов. В остальном они практически идентичны. Рассмотрим старшую модель — DSO5200 (рис. 25).

DSO5200A на сегодня самая мощная модель среди USB-осциллографов Hantek. Она имеет и большую разрешающую способность по амплитуде (9-битовый АЦП), и приличный объем буфера, что позволяет подробно рассматривать большие участки сигнала. Приставка комплектуется двумя довольно надежными и удобными щупами



Рис. 25. USB-приставка-осциллограф Hantek DSO5200A

со встроенным делителем, который может работать в режимах 1X и 10X.

Основные параметры USB-осциллографа DSO5200:

- полоса пропускания каждого канала 200 МГц;
- максимальная частота дискретизации в одноканальном режиме 250 Мвыб./с;
- максимальная частота дискретизации в двухканальном режиме на каждый канал 125 Мвыб./с;
- максимальное входное напряжение без делителя 35 В;
- разрядность АЦП 9 бит;
- интерфейс связи с ПК — USB 2.0 без гальванической развязки;
- питание осуществляется от двух USB-разъемов, один из которых используется также и для передачи данных на ПК.

Сама приставка занимает на столе совсем немного места (190×100×35 мм). Питание берется от двух USB-разъемов компьютера, поскольку ток потребления осциллографа больше допустимого для одного USB-порта. Подключая осциллограф к одному USB-порту, его можно вывести из строя.

Программное обеспечение к USB-приставкам-осциллографам позволяет создавать на экране компьютера виртуальный экран осциллографа (рис. 26). Сравнение осциллограмм, показанных на рис. 26, с реальными осциллограммами демонстрирует их принципиальную идентичность. Для ознакомления со всеми возможностями ПО, поставляемого вместе с приборами, предусмотрен демонстрационный режим, в котором, используя четыре вида виртуального сигнала с разными параметрами, можно проводить различные виртуальные измерения.

Минусом USB-осциллографов является то, что у них нет гальванической развязки с компьютером. Если это свойство имеет решающее значение, надо использовать осциллографы с портативным ПК (например, ноутбуком) с питанием от аккумулятора.

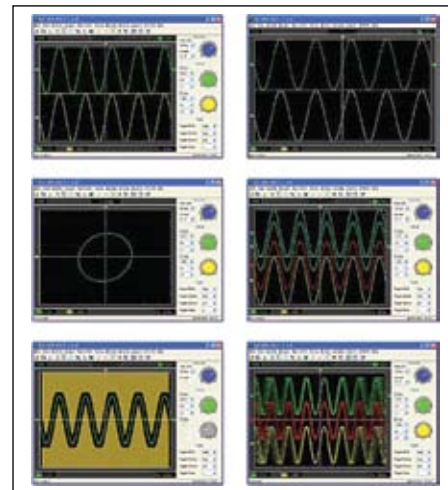


Рис. 26. Примеры виртуальных экранов USB-осциллографов

USB-генераторы DDS3005 и DDS3X25

Hantek выпускает две модели USB-приставок-генераторов к ПК. Они создают высокостабильные сигналы (в том числе произвольной формы) методом прямого цифрового синтеза (DDS). DDS3005 имеет следующие характеристики:

- диапазон частот основных типов сигналов 100 мГц–5 МГц;
- разрешение по вертикали 14 бит;
- нелинейные искажения синуса –65 дБ (1 кГц), –53 дБ (10 кГц);
- объем памяти формы сигнала 256 кбит;
- типы сигналов: синус, прямоугольные, пила, трапеция, экспонента, Гаусс, шум, белый шум, АМ, ФМ, произвольный сигнал;
- плавная установка параметров для всех типов сигналов;
- рисование произвольного сигнала с помощью мыши, редактирование точек;
- фильтры, регулируемое смещение по постоянному току;
- произвольная установка режимов АМ и ФМ;
- сохранение данных в формате CSV (Tektronix ARB Express), сохранение сигналов в форматах BMP и JPG;
- встроенный частотомер до 2,7 ГГц;
- интерфейс USB 2.0 и питание от него.

Внешний вид USB-генератора Hantek DDS3005 показан на рис. 27.



Рис. 27. USB-приставка-генератор DDS3005

Другая модель Hantek DDS3X25 (рис. 28) обеспечивает генерацию произвольных сигналов с разрядностью 12 бит в расширенном диапазоне частот. Приставка работает с операционными системами Windows NT/2000/XP/Vista. Имеет SDK для Labview/VB/VC/Delphi/C++Builder с примерами.

- Характеристики устройства:
- вывод сигнала произвольной формы;
 - частота выходного сигнала 0–25 МГц;
 - частота выборки задающего генератора 2 кГц–200 МГц, регулируется;
 - один канал вывода сигнала;
 - память для сигнала произвольной формы 4000 точек;



Рис. 28. USB-приставка-генератор Hantek DDS3X25

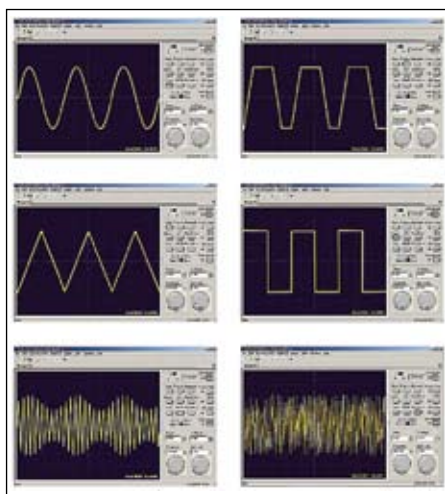


Рис. 29. Примеры установки и контроля сигналов различного типа от USB-генераторов

- вертикальное разрешение 12 бит;
- стабильность частоты задающего генератора $<30 \times 10^{-6}$;
- максимальная амплитуда выходного сигнала +3,5 В;
- выходное сопротивление 50 Ом;
- выходной максимальный ток 50 мА;
- диапазон частот основных типов сигналов 25 МГц;
- нелинейные искажения –50 дБс (1 кГц), –40 дБс (10 кГц);
- встроенный частотомер: диапазон частот 0–50 МГц, амплитуда входного сигнала 400 мВп–18 Вп (от пика до пика), развязка по DC, входное сопротивление >100 кОм;
- вес 0,5 кг.

Установка параметров выходного сигнала и индикация его формы осуществляется с помощью программы (рис. 29).

USB логический анализатор LA5034

В последние годы анализ логических и цифровых сигналов приобрел важное значение и привел к появлению нового поколения осциллографов смешанных сигналов [3]. В большинстве из них наряду с осциллогра-



Рис. 30. Логический USB-анализатор Hantek LA5034 и многоканальный кабель-пробник к нему

фом предусмотрен встроенный анализатор логических сигналов с числом входов 8 или 16 (очень редко 32). Такой анализатор существенно удорожает осциллограф.

Hantek LA5034 (рис. 30) — достойная альтернатива традиционным логическим анализаторам. Это надежный 34-канальный USB-анализатор цифровых сигналов с частотой дискретизации до 500 МГц и полосой пропускания 150 МГц. По сравнению с традиционными логическими анализаторами он имеет невысокую цену, легок в использовании и занимает мало места на рабочем столе. При этом для просмотра логических диаграмм используется дисплей ПК, который по размеру и разрешению обычно намного больше, чем дисплей у осциллографов, особенно бюджетных. Подключение логического анализатора к тестируемому устройству требует аккуратности, здесь будет полезен набор наконечников ко входам многозарядного пробника (рис. 31).



Рис. 31. Набор цветных наконечников для пробника логического USB-анализатора Hantek LA5034

Hantek LA5034 предназначен для визуализации изменений во времени логических состояний многих цифровых сигналов (рис. 32), диагностики, отладки, проектирования и верификации прототипов разрабатываемых микропроцессорных систем, мониторинга и измерения возможностей и параметров цифровых устройств и т. п.

Основные характеристики Hantek LA5034:

- частота дискретизации до 500 МГц;
- максимальная тактовая частота входного сигнала 150 МГц;

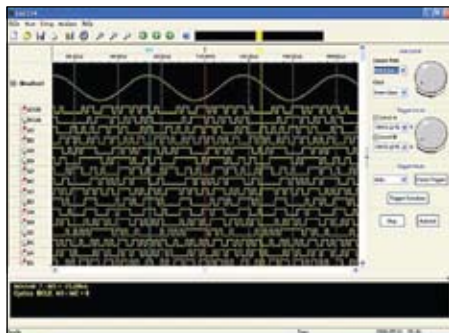


Рис. 32. Окно программы для логического анализа

- число каналов 32+2;
- задержка между каналами $\pm 0,6$ нс (тип.);
- память 68 кбит (2 кбит \times 34);
- многоуровневая система синхронизации, разрядность 20 бит;
- захват глитчей;
- анализ шин RS-232, I²C, SPI;

- порог срабатывания $-6...+6$ В;
- максимальное входное напряжение ± 40 В;
- встроенный частотомер;
- интерфейс USB 2.0 для связи с ПК;
- ПО совместимо с Windows XP/Vista;
- питание от USB.

Прибор может с успехом применяться при конструировании и ремонте малых и больших вычислительных машин, периферийного оборудования, приборов с программным управлением, интерфейсных плат приборов, для отладки программных и аппаратных средств микропроцессорных систем.

Заключение

Дебют китайской фирмы Hantek Electronics на мировом рынке, уже частично захваченном другими производителями, оказался на редкость удачным. Ныне компания поставляет свою продукцию в полсотни стран мира, включая США, Россию, Украину и др. Своим

успехом Hantek обязана высоким техническим характеристикам своей продукции и ее низкой стоимости. Все приборы имеют современный промышленный дизайн и хорошо продуманный интерфейс пользователя. ■

Литература

1. Дьяконов В. П. Современная осциллография и осциллографы. М.: СОЛОН-Пресс. 2005.
2. Афонский А. А., Дьяконов В. П. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике. М.: ДМК-Пресс. 2011.
3. Дьяконов В. П. Современные измерительные генераторы сигналов. М.: ДМК-Пресс. 2011.
4. Афонский А. А., Дьяконов В. П. Цифровые анализаторы спектра, сигналов и логики. М.: ДМК-Пресс. 2009.
5. www.hantek.ru
6. DSO1000SERIES. Handhelp Oscilloscope. User's manual 1060/1200/1600/1600H. Hantek Electronic. № 177.