

# ОДИН В ПОЛЕ НЕ ВОИН... ЭВОЛЮЦИЯ

## ONE IN THE FIELD BUT WITHOUT SHIELD... EVOLUTION

В ряду компактных осциллографов АКТАКОМ произошло заметное пополнение.

Некоторое время назад в статье «Один в поле не воин...» мы уже предлагали обзор планшетных осциллографов АКТАКОМ, но время идет, возрастают требования к характеристикам приборов, появляются новые технологии, модели закономерно уходят, освобождая место другим, более совершенным и удобным.

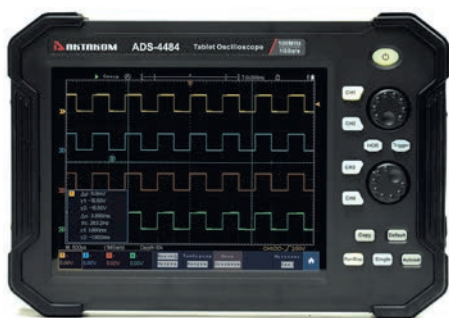


Рис. 1. Осциллограф АКТАКОМ серии ADS-44xx

С каждым новым поколением все меньше разрыв между компактными переносными моделями и их настольными «одноклассниками». Новые планшетные осциллографы АКТАКОМ серии ADS-44xx ни в чем не уступают современным утилитарным настольным осциллографам, а за счет компактных размеров и батарейного питания (хотя в настольных осциллографах, например серии ADS-2xxx или ADS-6xxx, есть возможность опционально установить съемную батарею) функциональнее последних.

### ВНЕШНИЙ ВИД

Внешний вид осциллографов серии ADS-44xx типичен для приборов, работающих «на руках» (рис. 1). Большую часть передней панели занимает сенсорный дисплей размером 8" (20 см) с разрешением 800×600 точек. Емкостной Multi-touch дисплей выполнен по технологии TFT, достаточно контраст-



ный, даже под острыми углами не инвертирует изображение и отображает естественные цвета. Практически все управление сведено в систему экранных меню, на передней панели присутствуют несколько кнопок — включение канала, вызов меню запуска, переключение между настройками горизонтальной и вертикальной системы и два диска энкодера. По углам корпуса прибора установлены резиновые накладки, по большей части предназначенные для лучшего удержания и предотвращения проскальзывания пластикового корпуса в руках, также они оберегают прибор от ударов. Разъемы для подключения пробников расположены в верхней части корпуса, что удобно как при работе с рук, так и



Рис. 2. Входные разъемы 4- и 2-канальных моделей

при установке на столе (кстати, для этого в комплекте имеется специальная подставка, рис. 4). У двухканальных приборов там же расположены гнезда для подключения проводов встроенного мультиметра (рис. 2). Остальные разъемы расположены с правой стороны корпуса и прикрываются резиновой крышкой (рис. 3).

Питается прибор от встроенной литиевой батареи 7,4 В емкостью 8000 мА·ч или внешнего блока питания. Время работы от батареи составляет около 5 часов в зависимости от модели и интенсивности использования.

### МОДЕЛЬНЫЙ РЯД

Модельный ряд и основные характеристики осциллографов серии ADS-

44xx приведены в таблице 1. Всего представлено 10 моделей — 5 в обычном исполнении, с 8 битным АЦП, и 5 моделей с высоким разрешением по вертикали — 12 и 14 бит, последние в названии имеют букву «Н». Необходимо отметить, что высокое разрешение достигается не за счет математической обработки сигнала, а за счет использования специализированных быстродействующих АЦП.



Рис. 3. Боковая панель

Конечно, скептики могут улыбнуться, изучая таблицу с характеристиками новых приборов, осциллографов с полосой пропускания 300, 500 МГц и выше, до единиц или даже десятка гигагерц уже никого не удивишь, но это, как правило, дорогие приборы для фундаментальной науки или высокотехнологичных производств. Тем не менее, огромное коли-



Рис. 4. Подставка для установки прибора на столе

чество сервисных служб используют приборы, в том числе компактные переносные модели, которые обладают хорошими рабочими характеристиками и не перегружают бюджет

Таблица 1

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЦИЛЛОГРАФОВ АКТАКОМ СЕРИИ ADS-44XX

	ADS-4472, ADS-4472H	ADS-4474, ADS-4474H	ADS-4482, ADS-4482H	ADS-4484, ADS-4484H	ADS-4492, ADS-4492H
Количество каналов	2	4	2	4	2
Полоса пропускания	70 МГц	70 МГц	100 МГц	100 МГц	120 МГц
Максимальная частота дискретизации	1 Гвыб/с (1 канал), 500 Мвыб/с (2 канала), 250 Мвыб/с (4 канала)				
Разрешение по вертикали	8 бит; 8/12/14 бит (для осциллографов с индексом «Н»)				
Максимальная скорость захвата	45000 осц/с				
Режим	Обычный, пиковый детектор, усреднение				
Максимальный объем памяти	40 М точек				
Горизонтальная развертка	2 нс/дел...1000 с/дел				
Вертикальное отклонение	1 мВ/дел...10 В/дел				
Типы запуска	Фронт, импульс, видео, скорость нарастания, задержка, лог. шаблон, N фронт, рант, UART, I <sup>2</sup> C, SPI, CAN, LIN, MIL-1553B, ARINC429				
Анализ протоколов	UART, I <sup>2</sup> C, SPI, CAN, LIN (опционально: MIL-1553B, ARINC429)				
Частотомер	Частота: 2 Гц...полный диапазон, разрядность 6 цифр				

предприятия. Именно на них ориентированы представленные новинки АКТАКОМ.

**БЛИЗКОЕ ЗНАКОМСТВО**

У нас в руках осциллограф ADS-4484 — 4-канальный прибор с полосой пропускания 100 МГц, как показывает практика — самый «горячий пирожок» в спросе на аналогичные приборы.

Размеры корпуса, эргономика, вес — прибор достаточно гармоничен, удобно лежит в руках, вес (1,7 кг) не оттягивает руки, но и не оставляет впечатления чего-то игрушечного. При необходимости, прибор можно удерживать одной рукой — на задней стенке есть специальный эластичный «хлястик», в таком положении удобнее использовать сенсорный экран «на весу».

Включение прибора никаких неожиданностей не принесло, за исключением, наверное, одного — перед нами полнофункциональный прибор, абсолютно равноценный настольному аналогу. Отличие только в отсутствии ручек — «крутилок». Управление в виде двух дисков-энкодеров на передней панели сначала несколько озадачивает и может кому-то не понравиться, но после прочтения инструкции и нескольких минут тренировки, управление кажется логичным и не вызывает затруднений. Верхний диск регулирует положение осциллограммы на экране, нижний отвечает за масштаб, а что регулируется в данный момент, выбирается кнопками — кнопки включения канала, кнопка переключения между установкой вертикального отклонения или коэффициента развертки (HOR) и кнопки установки уровня запуска (рис. 5).



Рис. 5. Панель управления

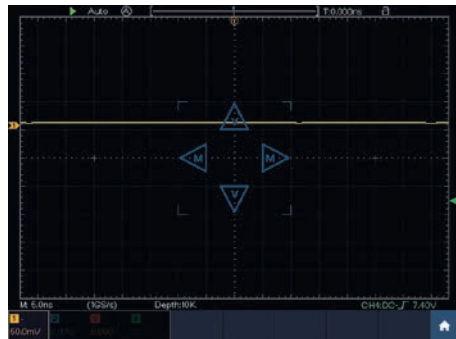


Рис. 6. Элементы управления на сенсорном экране

Забегая вперед, скажем, что изменять вертикальное отклонение или масштаб развертки по горизонтали можно и непосредственно на экране — достаточно дважды дотронуться пальцем до экрана, как на экране отобразятся стрелочки регулировки (рис. 6).

Выбор канала производится либо нажатием соответствующей кнопки на передней панели, либо нажатием «софт»-кнопки в нижней части экрана.

У кнопки HOR есть еще одна удобная функция — при двойном нажатии на эту кнопку включается режим масштабирования, т.е. увеличение выделенного фрагмента осциллограммы (рис. 7).

Экран будет поделен на две части, в верхнем окне отобразится осциллограмма без масштабирования (т.е. основное рабочее окно), в нижнем — фрагмент осциллограммы с заданным масштабированием. Область отображения фрагмента в нижнем окне указана на осциллограмме в верхнем окне прямоугольником серого цвета.

Отсутствие кнопок на передней панели понятно — компромисс большого дисплея при минимизации габаритных размеров — обуславливает использование системы разных экранных меню. Нажимаем на «домик» (рис. 7) в правом углу экрана и в появившемся меню сразу видим, на что способен прибор — полное перечисление для выбора всех возможных функций. После выбора необходимой функции в нижней части экрана отобразится меню настроек функции, а в меню слева и справа экрана появятся поля выбора значений. На рис. 8 для при-



Рис. 7. Режим масштабирования

мера показаны поле установки глубины записи в меню «Сбор данных» и установки параметров математических операций (справа).

Изучая меню, пройдем по всем возможным функциям осциллографа (рис. 9).

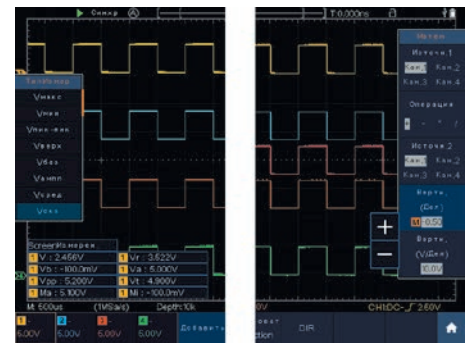
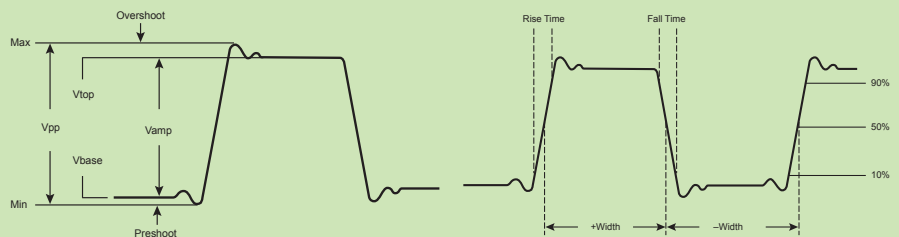


Рис. 8. Всплывающие боковые меню установки параметров

Первым пунктом в меню стоит установка типа запуска (триггера), осциллограф позволяет установить различные виды запуска. Система запуска опреде-

Автоматические изменения параметров сигнала (Automatic measurement) — функция автоматических измерений в современных цифровых осциллографах.



Наличие этой функции в цифровых осциллографах позволяет автоматически измерять различные типы величин в амплитудной и во временной областях. Среди них: размах напряжения Pk-Pk (Vpp), максимальное значение напряжения Max (Vmax), минимальное значение напряжения Min (Vmin), напряжение вершины импульса Vtop, напряжение основания импульса Vbase, амплитуда напряжения Vamp, среднее значение напряжения Mean, среднеквадратичное значение напряжения за один период Surc rms (Crms), измерение выброса после изменения напряжения Overshoot (Os), измерение выброса до изменения напряжения Preshoot (Ps), частота Freq (F), период Period (T), длительность нарастающего фронта RiseTime (RT), длительность спадающего фронта FallTime (FT), задержка нарастающего фронта канала CH2 относительно канала CH1 Delay A→B↑ (PD), задержка спадающего фронта канала CH2 относительно канала CH1 Delay A→B↓ (ND), длительность положительного импульса +D Width (PW), длительность отрицательного импульса -D Width (NW), скважность, относительная длительность положительного +Duty (+D), относительная длительность отрицательного импульса -Duty (-D) и другие.

По материалам Энциклопедии измерений ([www.kipis.ru/info/](http://www.kipis.ru/info/))





ляет начальный момент времени для зарегистрированных данных и отображаемой осциллограммы сигнала. Правильная настройка системы запуска позволяет преобразить нестабильную бегущую картинку в изображение, полностью соответствующее сигналу. В ожидании запуска прибор непрерывно

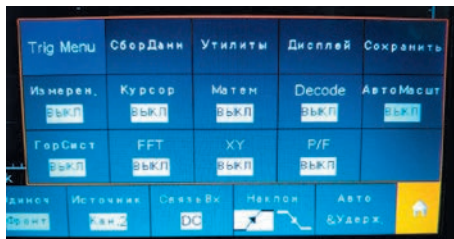


Рис. 9. Главное меню прибора

регистрирует данные и к моменту запуска осциллограф имеет достаточно данных, чтобы отобразить сигнал слева от точки запуска. При обнаружении события запуска, осциллограф продолжает непрерывно регистрировать данные для отображения части сигнала справа от точки запуска.

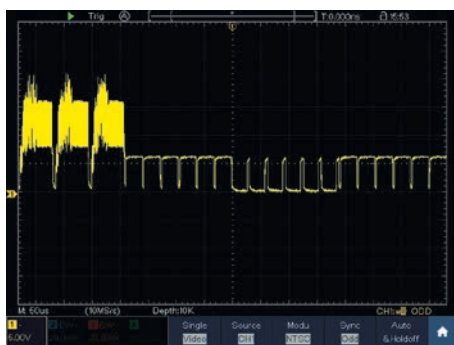


Рис. 10. Пример установки запуска по видеосигналу

Система позволяет установить разные типы в трех группах — одиночном, когда в качестве условия запуска используется установленный уровень триггера, по логическому шаблону или операции или по сигналам шин (UART, I<sup>2</sup>C, SPI, CAN). При одиночном типе запуска предлагается достаточно широкий выбор различных вариантов запуска по длительности, амплитуде, скорости нарастания и полярности и т.д. (на

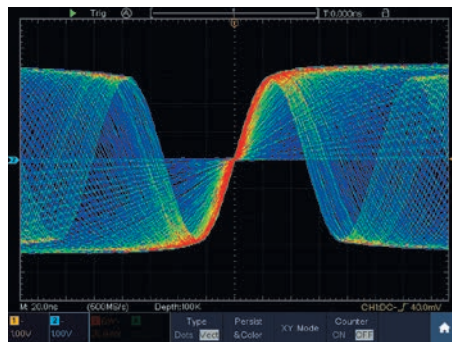


Рис. 11. Отображение сигнала в режиме послесвечения (цветовая градация температуры) рис. 10 приведен пример запуска по видеосигналу.

В следующем пункте — Сбор данных — устанавливаются параметры регистрации сигнала и его отображения. Здесь вы можете выбрать обычные методы регистрации сигнала: выборка, пиковый детектор, усреднение (до 128 выборок) или режим RefreshRate (в этом режиме происходит уменьшение частоты обновления сигнала на экране, что позволяет наблюдать только один захваченный сигнал). В этом же меню можно установить необходимую глубину памяти, разрядность АЦП (для моделей с индексом «Н») и некоторые другие параметры отображения.

В пункте Утилиты доступны системные настройки, конфигурация прибора, выбор языка, установка даты и времени и системная информация.

В пункте Дисплей помимо типичного выбора точечного или векторного представления сигнала есть две интересные функции, одна из которых — включение частотомера (значение отображается в правом нижнем углу для того канала, для которого установлено условие запуска). Вторая функция нечасто встречается в осциллографах такого класса, тем более в переносных — функция послесвечения (персистенция). Послесвечение — постепенное уменьшение яркости точек осциллограммы на экране. В зависимости от режима яркость может оставаться постоянной или уменьшаться с заданной ско-

ростью. При использовании функции послесвечения моделируется эффект постоянного отображения сигнала осциллографом с ЭЛТ, когда ранее захваченные данные отображаются в тусклом свете, а новые данные отображаются более ярко. Но при этом, помимо снижения яркости осциллограммы, в приборе используется отображение сигнала с использованием технологии градации температур — чем более часто повторяется событие, тем оно имеет более «теплый» цвет — желтый, красный, и, соответственно, чем реже, тем холодной цвет, самые редкие события отображаются синим цветом (рис. 11). Режим цветовой градации можно включить в боковом подменю установок послесвечения нажатием кнопки Цвет.



Рис. 12. Отображение результатов автоизмерения

Вторая и третья строка меню позволяют включать и выключать опции и сервисы. Так, во второй строке расположены иконки измерений, первая иконка — Автоизмерение. В этом режиме можно выбрать 39 параметров, которые будут автоматически измеряться и отображаться на экране, а если нажать кнопку Snapshot, на экране отобразится таблица значений всех доступных параметров (рис. 12).

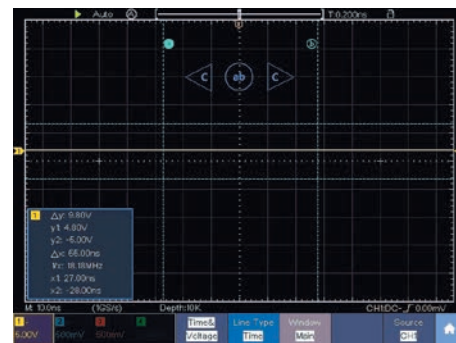


Рис. 13. Курсорные измерения

Иконка Курсорные измерения позволяет задать режим курсорных измерений (рис. 13), в котором осциллограф определяет значения координат курсоров по оси Y или X и вычисляет разницу между координатами курсоров.

Курсоры Y отображаются на экране горизонтальными линиями и предназначены для измерения вертикальных

Режим «X-Y» — специализированный двухканальный режим работы осциллографа, при котором сигнал одного из каналов используется для отклонения луча по горизонтальной оси «X», а сигнал второго канала — для его отклонения по вертикальной оси «Y». Режим «X-Y» позволяет отображать на экране прибора зависимость одного физического процесса (сигнал «Y») от другого (сигнал «X»). Например, зависимость давления газа в фиксированном объеме от температуры этого газа. Для этого необходимо преобразовать сигналы обоих процессов в соответствующие сигналы напряжения для подачи их на входы осциллографа. Простейшим примером использования данного режима в измерительной технике является измерение отношения параметров синусоидальных сигналов двух генераторов с помощью фигур Лиссажу. По форме этих фигур можно определить соотношение частот сигналов, их амплитуд и фазовый сдвиг одного сигнала относительно другого.

По материалам Энциклопедии измерений ([www.kipis.ru/info/](http://www.kipis.ru/info/))



параметров. Обычно они используются для измерения амплитудных параметров (напряжения). Курсоры X отображаются на экране в виде вертикальных линий и предназначены для измерения горизонтальных параметров. Обычно они используются для измерения временных, фазовых и частотных параметров. Можно установить типы курсоров: горизонтальные курсоры (напряжение), вертикальные (время) или одновременное измерение (время и напряжение). При выборе типа АвтоКурсор горизонтальные курсоры отслеживают изменение формы сигнала по уровню ее пересечения с вертикальными курсорами. Иначе этот режим называется режим слежения. Отметим, что помимо обычного осциллографического режима курсорные измерения также доступны и в режиме БПФ.

Следующая кнопка меню — Математические операции — используется для отображения результата математических операций между каналами. Они включают в себя арифметические действия (сложение, умножение, деление и вычитание) и расширенные математические функции, включающие интегрирование, дифференцирование, вычисление квадратного корня, а также пользовательские функции и цифровые фильтры.



**Рис. 14. Декодирование сигналов последовательных шин**

Прибор позволяет осуществлять декодирование сигналов последовательных шин наиболее распространенных стандартов — I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232 и CAN.

При нажатии кнопки Decode в главном меню в левой части экрана отобразится меню выбора типа шины и на экране появится напоминание, что необходимо установить в меню «Триггер» запуск по шине, также может потребоваться установка параметров шины. Если осциллограф был уже подключен к источнику сигнала и установлены правильные значения развертки и вертикального отклонения, то на экране сразу отобразится декодированный сигнал (рис. 14). На рисунке 14 показан пример декодирования прямоугольного сигнала, поэтому поля с декодированными данными пусты (отображается 0). Вывод



**Рис. 15. Спектрограмма сигнала в режиме БПФ**

можно осуществлять как в виде осциллограммы, так и в виде таблицы ASCII.

Следующая позиция меню — Автомасштаб. Эта функция используется для автоматического изменения масштаба шкалы при значительном изменении максимальных амплитудных или временных составляющих сигнала. Можно установить разные режимы работы: масштабирование по амплитуде, по времени, и по амплитуде и по времени одновременно, или масштабирование по сигналу (масштабирование для нескольких периодов или только для одного).

В нижнем ряду собраны кнопки включения дополнительных функций.

Первая кнопка ГорСист дублирует кнопку HOR при включении режима масштабирования — двукратное нажатие кнопки HOR включает режим увеличения выделенного фрагмента сигнала, о котором мы писали выше.

Кнопка FFT — быстрое преобразование Фурье (БПФ). БПФ используется для преобразования сигналов во временной области в компоненты частотной области (частотный спектр). Прибор обеспечивает функцию БПФ, которая позволяет одновременно наблюдать форму и спектр сигнала.

Функция БПФ в этом осциллографе математически преобразует 8192 точки данных сигнала временной области в его частотные составляющие (длина записи должна быть 10К или выше). Конечная частота содержит 4096 точек в диапазоне от 0 Гц до значения f/2 частоты дискретизации (частоты Найквиста).

Для анализа сигнала прибор позволяет использовать различные методики расчета — «окна БПФ», которые имеют разные характеристики и по существу является компромиссом между разрешением по частоте и точностью по амплитуде. Прибор позволяет использовать 6 методик («окон»): Хэмминга, Блэкмана, Хеннинга, Кайзера, Барлетта и «прямоугольное» окно. Помимо выбора нужного окна можно установить формат и единицы представления спектрограммы, масштаб и еще некоторые параметры (рис. 15).

Еще одна функция для анализа сигналов — режим XY (известные как фигуры Лиссажу). В осциллографах серии ADS-44xx режим X-Y можно использовать только для каналов CH1 и CH2. После выбора формата

Быстрое преобразование Фурье (FFT) — это математическая функция в цифровых осциллографах, позволяющая получить из временной зависимости сигнала его частотные компоненты, т.е. проводить спектральный анализ сигналов.

Теория БПФ исходит из предположения о периодическом сигнале и для идеального преобразования необходимо выделить точно один или несколько периодов сигнала, что для реального сигнала сделать точно никогда не удается. Это приводит к разрывности исходной функции к искажению (расширению) расчетного частотного спектра.

Оконная функция БПФ используется для подавления краевых эффектов разрывности реальных функций путем введения весовых коэффициентов для выборки данных в окне, обеспечивающих снижение амплитуд краевых точек (старта и стопа) и, в результате, улучшение результатов БПФ.

Разные виды оконных функций (например, прямоугольное, Хэмминга, Ханнинга, Блэкмана-Харриса) дают различные результаты, как по точности, так и по частотному разрешению и используются для разных видов анализируемых сигналов. Т.е. каждая оконная функция является определенным компромиссом между разрешающей способностью по частоте и точностью определения амплитуды. В зависимости от области применения, от характеристик источника сигнала и ряда других параметров и следует выбирать ту или иную оконную функцию.

Оконная функция Rectangle (прямоугольник) реализует отличное разрешение по частоте и наихудшее разрешение по амплитуде. Это, по существу, соответствует работе без окна.

Оконная функция Hanning (окно Хеннинга) по сравнению с прямоугольным окном реализует более лучшее разрешение по частоте, но хуже разрешение по амплитуде. При использовании оконной функции Hamming (окно Хэмминга) появляется лучшее, чем у Hanning, разрешение по частоте.

В противовес оконной функции Rectangle окно Blackman (окно Блэкмана) обеспечивает наилучшее разрешение по амплитуде и наихудшее разрешение по частоте.

По материалам Энциклопедии измерений ([www.kipis.ru/info/](http://www.kipis.ru/info/))





отображения XY канал CH1 отображается по горизонтальной оси, а канал CH2 — по вертикальной, осциллограф устанавливается в режим выборки без запуска: данные отображаются в виде ярких точек. Результаты измерения отображаются в правом окне (рис. 16). На приведенном для примера рисунке в качестве сигнала используется прямоугольный сигнал, поэтому фигура имеет не привычный вид «качающегося кольца», а прямоугольника с подвижной горизонтальной стороной.



Рис. 16. Режим XY

Последняя кнопка в меню — R/F — включает режим сравнения по маске («Годен/Не годен»). Эта функция позволяет отслеживать изменение сигнала и определяет, находится ли сигнал в границах заданного диапазона (маски). В качестве маски можно использовать сигнал с любого канала осциллографа, маску можно модифицировать вручную (и по горизонтали, и по вертикали), можно сохранить и использовать в дальнейшем. Возможны установки различных вариантов действий по итогам прохождения теста — подача звукового сигнала, отображение информации на экране, остановку тестирования при совпадении условий и др. На рис. 17 желтым цветом отображается осциллограмма сигнала, а черным — допустимый диапазон отклонения.

Итак, мы рассмотрели основные функции планшетных осциллографов АКТАКОМ серии ADS-44xx. Функциональность этих приборов вполне достаточна для каждодневного использования, а их технические характеристики — полоса пропускания до 100 МГц, глубина памяти до 40 млн. точек, частота дискретизации 1 Гвыб/с — позволяют использовать прибор для сервисных

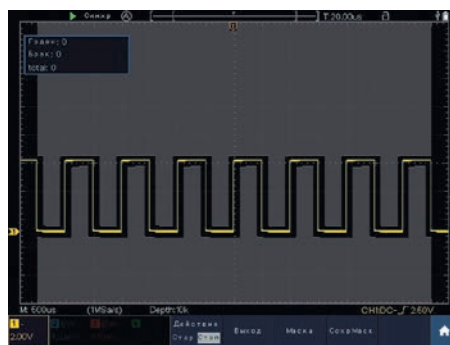


Рис. 17. Изображение осциллограммы в режиме Pass/Fail («Годен/Не годен»)

или ремонтных работ в большинстве возможных приложений современной радиотехники.

И последнее, о чем надо упомянуть — это мультиметр. Мультиметр имеется только в двухканальных моделях. Гнезда для подключения измерительных проводов мультиметра находятся на месте разъемов каналов CH3 и CH4 в 4-канальных моделях.

Встроенный мультиметр с разрешением  $4\frac{1}{2}$  разряда имеет характеристики полнофункционального мультиметра.

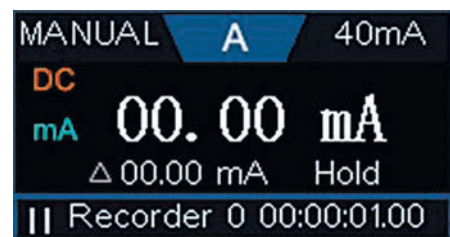


Рис. 18. Окно мультиметра (отображается в правом верхнем углу экрана прибора)

Включается мультиметр кнопкой DMM на передней панели (в двухканальных моделях эта кнопка установлена на месте кнопки включения одного из каналов), после нажатия которой в нижнем горизонтальном меню необходимо выбрать тип измерений. Окно мультиметра появляется в правом верхнем углу экрана прибора и содержит информацию о выбранном режиме и измеренное значение (рис. 18). Доступны следующие режимы: удержание значения, относительные измерения, ручной или автоматический выбор диапазона, регистратор данных при измерениях тока или напряжения с широкими возможностями конфигурации — интервал сэмпирования от 0,5 с до 10 с с ша-

гом установки 0,5 с, регистрация данных возможна до 3 дней при сохранении во внутреннюю память или до 10 дней при сохранении на внешний USB носитель (рекомендуемый объем до 8 Гб).

Все осциллографы серии ADS-44xx имеют развитую систему сохранения данных, позволяющую сохранять осциллограммы в различных форматах для анализа или воспроизведения на экране осциллографа или с использованием внешнего генератора. Сохранение данных производится в распространенных форматах (\*.bmp, \*.csv, \*.txt) на внешний накопитель или в ячейки внутренней памяти, сохранить можно осциллограмму любого канала или результат функции БПФ. Также доступна функция покадрового регистратора с интервалом между записанными кадрами от 10 мс до 10 с. Максимальное количество кадров достигает 1000. Сигнал может быть сохранен как во внутреннюю память, так и на USB накопитель.

Материал статьи ставит целью познакомить читателя с новой серией приборов и их возможностями, перечисленные функции дают общее представление о приборе, но множество нюансов — разнообразие режимов и вариантов настроек — невозможно раскрыть в рамках одной статьи. Более подробная информация и технические характеристики приборов серии ADS-44xx приведены на сайте [www.aktakom.ru](http://www.aktakom.ru).

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВСТРОЕННОГО МУЛЬТИМЕТРА

Таблица 2

Параметр	Диапазоны	Точность
Постоянное напряжение	20 мВ, 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, 1000 В	±0,3%
Переменное напряжение	20 мВ, 200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, 750 В	±0,8%
Постоянный ток	10 А	±2,0%
Переменный ток	10 А	±2,5%
Сопротивление	200 Ом, 2 кОм...2 МОм, 20 МОм, 100 МОм	±0,5%
Емкость	2 нФ...20 мФ	±4,0%
Тест диодов	0 В...2 В	
Проверка неразрывности цепи	<50 Ом звуковой сигнал	

*There has been a remarkable replenishment in compact AKTAKOM oscilloscope series. Some time ago in article «One in the field but without shield» we already offered a review on AKTAKOM tablet oscilloscopes. But time doesn't stand still, device characteristics requirements keep on increasing, new technologies appear, some models replace the others being more perfect and user-friendly. New ADS-44xx series tablet oscilloscopes are not inferior to modern desktop oscilloscopes but due to their compact dimensions and battery power they are even more functional...*