

# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РУЧНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ-МУЛЬТИМЕТРЫ С СЕНСОРНЫМ ЭКРАНОМ АКТАКОМ СЕРИИ ADS-4000

## АКТАКОМ ADS-4000 SERIES HANDHELD MULTIFUNCTIONAL OSCILLOSCOPES-MULTIMETERS WITH TOUCH SCREEN

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

Основной тенденцией развития измерительной техники является производство приборов сочетающих в одном корпусе сразу несколько различных измерительных функций. Особенно большое развитие это направление получило в последнее время. Сразу несколько известных производителей выпустили новые комбинированные приборы. Например, в начале 2014 года компания Tektronix анонсировала и запустила в продажу комбинированные осциллографы серии MDO3000 [1, 2], реализующие измерительные функции 6 различных типов приборов в одном.



Рис. 1. Новые осциллографы Tektronix серии MDO3000

Конечно, нельзя сказать, что сама идея нова. Реальные измерения при разработках и исследованиях всегда требуют использования нескольких приборов, для различных измерений. Комбинированные приборы выпускались и ранее, причем в разных корпусных исполнениях: настольные, переносные и портативные. Если, для приборов в настольном исполнении практически нет ограничений по количеству измерительных функций, которые можно разместить в одном корпусе, т.к. габаритные размеры ограничены только



Рис. 2. Осциллографы-мультиметры Fluke серий 120 и 190/200



разумными пределами, то для портативных приборов существует ряд сложностей и ограничений. Основные из них это, конечно, сами размеры, вес и возможность батарейного питания, т.е. именно то, что делает портативные приборы широко используемыми для работ в «полевых» условиях.



Рис. 3. Осциллографы-мультиметры АКТАКОМ АСК-2028 и АСК-2068

Среди портативных комбинированных приборов в ручном исполнении особенно широкое применение нашли осциллографы-мультиметры или скоп-метры. Наиболее известными примерами таких приборов являются Fluke серий 120 и 190/220, Tektronix THS3000, АКТАКОМ АСК-2хх8 [3].



Рис. 4. Двухканальный 100 МГц осциллограф ADS-4112 из серии ручных комбинированных осциллографов серии ADS-4000

Однако прогресс не стоит на месте. Весной 2014 года в модельном ряду портативных осциллографов-мультиметров АКТАКОМ произошли существенные изменения. Были представлены сразу десять новых моделей ручных комбинированных осциллографов серии ADS-4000 [4]. Основные техниче-

ские характеристики этих моделей приведены в таблице 1.

Данная статья посвящена представлению этой инновационной серии комбинированных приборов АКТАКОМ. Без сомнения можно сказать, что впервые на российском рынке измерительной техники появилось использование в ручных осциллографах-мультиметрах сенсорного управления. Такой вид управления типичен для современных планшетников и смартфонов, теперь он реализован и в осциллографах АКТАКОМ ADS-4000, что позволяет удобно управлять сразу несколькими функциями осциллографа:

- управление элементами экранного интерфейса простым нажатием на сенсорный дисплей (рис. 5);



Рис. 5. Сенсорное управление в ручных осциллографах-мультиметрах серии АКТАКОМ ADS-4000

- сдвиг осциллограммы на экране или выполнение режима прокрутки;
- масштабирование;
- сдвиг точки и уровня запуска.

При этом, наличие сенсорного управления на дисплее не отменяет возможность «классического» кнопочного управления прибором. Так, например, выбор типа измерительного прибора реализуется нажатием на кнопку.



Рис. 6. Фрагмент лицевой панели осциллографа-мультиметра серии АКТАКОМ ADS-4000

Выбор режима осциллографа, мультиметра или регистратора осуществляется с передней панели нажатием соответствующей кнопки быстрого доступа (синего цвета).

Кроме сенсорного и кнопочного управления, для ряда задач, в т.ч. для изменения позиции курсора, можно использовать колесо прокрутки, которое расположено на боковой панели приборов.

Входы для подключения осцилло-

графа и мультиметра расположены в верхней части прибора.

Наличие современного сенсорного управления — это далеко не все особенности, которыми выделяется серия ADS-4000. Для этого стоит внимательно посмотреть на характеристики и функциональные возможности новых приборов.



Рис. 7. Боковая панель осциллографа-мультиметра АКТАКОМ ADS-4000: гнездо USB накопителя и колесо прокрутки (изменение позиции курсора и т.п.)



Рис. 8. Верхняя панель прибора для подключения измерительных проводов мультиметра (в центре) и пробников осциллографа

Фактически, десять приборов серии ADS-4000 можно разделить на три группы.

Первая группа — это четыре модели АКТАКОМ ADS-4072, ADS-4102, ADS-4152, ADS-4202. Это ручные осциллографы-мультиметры эконом-класса с полосой пропускания от

70 МГц до 200 МГц. Их входы не имеют гальванической развязки.

При использовании этих моделей в качестве цифрового мультиметра, они могут измерять до девяти параметров. Эти модели могут найти широкое применение в общих измерительных задачах, но не могут использоваться для выполнения измерений с плавающим потенциалом.

Вторая группа осциллографов-мультиметров серии АКТАКОМ ADS-4000 состоит из двух моделей с полосами пропускания 100 МГц (АКТАКОМ ADS-4122) и 200 МГц (АКТАКОМ ADS-4222). В отличие от первой группы здесь уже встроена гальваническая развязка входов как осциллографа (2 канала), так и мультиметра. Функционально это реализовано как показано на рис. 8.

Важность применения такой структуры прибора в измерительных задачах с плавающим потенциалом можно узнать из статьи «Измерения с плавающим потенциалом», опубликованной в журнале КИПиС № 2 за 2014 год [5].

Второй важной отличительной чертой этой группы осциллографов-мультиметров серии АКТАКОМ ADS-4000 является высокая скорость захвата осциллограмм, достигающая 50000 осцил-

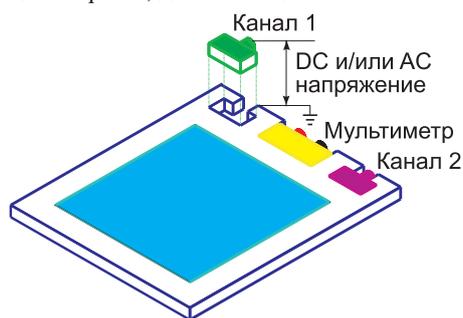
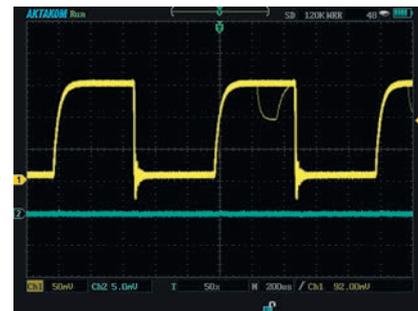


Рис. 9. Структура гальванической развязки входов осциллографа серии АКТАКОМ ADS-4000 (2 канала) и встроенного мультиметра



Высокая скорость захвата



Обычный режим захвата

Рис. 10. Пример регистрации редкой аномалии за счет высокой скорости захвата осциллограмм в осциллографах-мультиметрах серии АКТАКОМ ADS-4000

лограмм в секунду. Это, наряду с большой глубиной записи до 240 К точек, позволяет использовать данные модели для «отлавливания» в сигнале редких аномалий. Пример регистрации такой аномалии приведен на рисунке 9.

И, наконец, третья группа — это четыре самые «продвинутые» модели этой серии осциллографов-мультиметров. Аналогично второй группе приборов, они имеют два изолированных входа осциллографа и один изолированный вход мультиметра. Полоса пропускания этих приборов соответственно 100 МГц (ADS-4132 и ADS-4132D) и 200 МГц (ADS-4232 и ADS-4232D). При этом скорость захвата осциллограмм

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ НОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ-МУЛЬТИМЕТРОВ АКТАКОМ СЕРИИ ADS-4000

Функции / Модели	ADS-4072/ADS-4112/ADS-4152/ADS-4202	ADS-4122/ADS-4222	ADS-4132/ADS-4232/ADS-4132D/ADS-4232D
<b>Функция осциллографа</b>			
Количество каналов	2 неизолированных	2 изолированных	2 изолированных
Полоса пропускания	70 МГц / 100 МГц / 150 МГц / 200 МГц	100 МГц / 200 МГц	100 МГц / 200 МГц
Макс. частота дискретизации	1 Гвыб/с		
Макс. глубина записи	240 К точек		
Скорость захвата осциллограмм	н/д	> 50 000 осц/с	> 190 000 осц/с
Горизонтальная развертка	4 нс/дел ... 10 с/дел		
Вертикальное отклонение	5 мВ/дел ... 50 В/дел		
Тип запуска	фронт, импульс, логика, по последовательной шине (UART/RS-232, LIN, CAN, SPI, I <sup>2</sup> C, MIL-STD-1553B, ARINC429)		
Запуск по видео	—		PAL, SECAM, NTSC, 720P, 1080i, 1080P
Декодирование сигналов последовательных шин	—		для моделей с индексом «D» (ADS-4132D/ADS-4232D)
<b>Функция мультиметра</b>			
Напряжение	1 мВ ... 1000 В (DC); 1 мВ ... 750 В (AC, AC+DC)		
Ток	AC, DC. Диапазон зависит от внешнего адаптера/модуля		
Сопротивление	0 ... 50 МОм		
Емкость	100 пФ ... 50 мкФ		
Тест диодов / Прозвонка цепей	Да / Да		
Физические величины	—		температура, отн. влажность, давление (внешний датчик)
<b>Функция регистратора</b>			
Режим	запись результатов измерений мультиметра и осциллографа; запись формы сигнала с осциллографа		

составляет уже 190000 осциллограмм в секунду, что является максимальной для приборов такого класса в мире! В функции цифрового мультиметра, для этой группы приборов, добавлено измерение еще трех параметров (об этом далее), при этом общее количество измеряемых параметров достигает уже двенадцати.

Из вышесказанного видно, что все десять моделей серии ADS-4000 сочетают функциональность цифрового осциллографа и цифрового мультиметра. Кроме того, для всех моделей доступна функция расширенного регистратора сигналов.

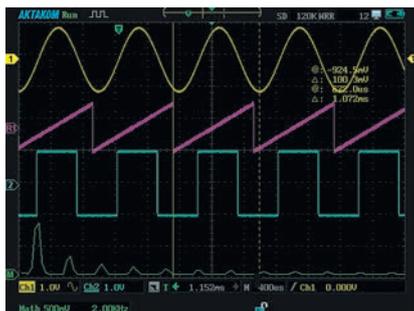


Рис. 11. Цветной 14,5 см дисплей в осциллографах ADS-4000

Не останавливаясь на обзоре всех характеристик осциллографов серии ADS-4000, рассмотрим наиболее интересные.

Дисплей. Как уже было сказано выше, в приборах используется цветной сенсорный ЖК-дисплей размером 5,7" (14,5 см) с разрешением 640×480 точек, что обеспечивает высокое качество отображения информации на экране.



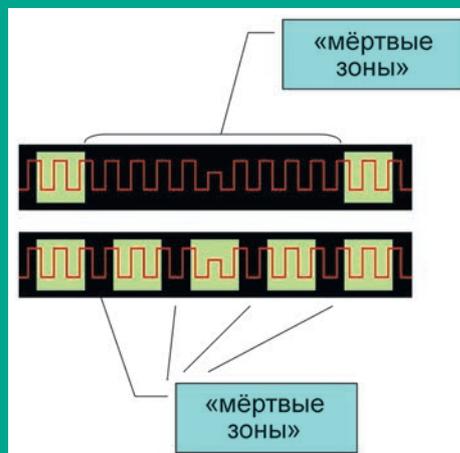
Рис. 12. Подключение пробников к калибратору

Калибратор пробников. Оригинальным образом организована калибровка пробников [6]. Вещь важная и необходимая, но не всегда реализована в ручных осциллографах-мультиметрах из-за недостатка места на панелях прибора.

Обычно, в осциллографах имеется отдельный выход калибратора пробников, но в ручных осциллографах АКТАКОМ ADS-4000 его нет. Для выполнения калибровки, находясь в режиме осциллографа, через переходники пробник подключается к гнездам мультиметра, которые в этом режиме являются выходом встроенного генератора калибровочного сигнала.

## Скорость захвата осциллограмм

- Характеризует, какой по времени процент потока входного сигнала доступен для наблюдения
- В обычных ЦЗО, как правило, невозможно одновременно захватывать сигнал и его обрабатывать (вывод на экран, математическая обработка и пр.), т.к. обычно эти два процесса выполняются поочередно в разных временных интервалах одним микропроцессором прибора.
- Временной интервал, приходящийся на обработку уже захваченного сигнала называют «мертвым временем», т.к. новая информация, приходящая на вход осциллографа в течение этого интервала времени не захватывается и не обрабатывается, т.е. пропускается (теряется).
- Т.о. в обычных ЦЗО теряется до 99,9% входящей информации, попадающей в «мертвые» временные зоны (см. рис.).
- Одна из задач современной осциллографии — уменьшить общую продолжительность интервалов «мертвого времени» и увеличить частоту интервалов захвата входного сигнала (их называют частотой захвата осциллограмм). Эту задачу производители решают разными техническими приемами, в т.ч. использованием специализированных процессоров с параллельной обработкой информации (например, технология TEKTRONIX DPX™).
- Скорость захвата измеряется в осциллограммах в секунду
  - ЦЗО с традиционной архитектурой — до 1000 осц/с.
  - ЦЗО с технологией цифрового фосфора (DPX™) — до 400000 осц./с.
  - Аналоговые осциллографы (с ЭЛТ) достигают скоростей 1 млн осциллограмм/с.
- Высокая скорость захвата важна для:
  - Обнаружения случайных аномалий сигнала при отладке сложных электронных систем.
  - Для работы с динамично меняющимися сигналами.
  - Наблюдения новых сигналов с неизвестными характеристиками.



В новых моделях приборов серии ADS-4000 в режиме работы осциллографа можно выбрать один из четырех режимов регистрации:

- Режим выборки. Обычный режим захвата осциллографом (рис. 13).

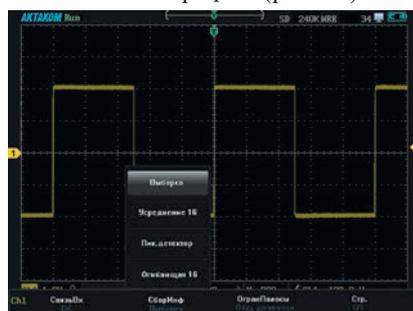


Рис. 13. Режим выборки

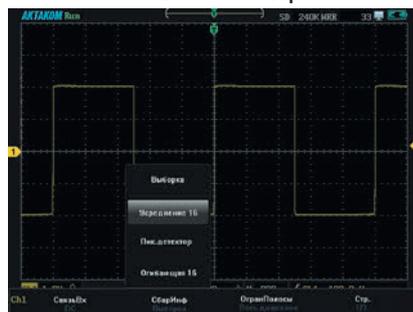


Рис. 14. Режим усреднения

- Режим усреднения. Можно выбрать усреднение по 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 или 256 регистрациям. Это удобный режим для снижения влияния шумов без сужения полосы пропускания прибора (рис. 14).
- Режим пикового детектора. В этом режиме осциллограф сохраняет минимальные и максимальные значения точек выборки, взятые в течение двух интервалов развертки сигнала и далее использует их в качестве точек развертки. Благодаря этому, режим пикового детектора используется для наблюдения редких узких импульсов (рис. 15).
- Режим обгибающей. Обычно этот режим регистрации не предлагается пользователям в ручных осциллографах и осциллографах начального уровня, но в серии ADS-4000 он есть. Функционально этот режим похож на режим пикового детектора. Также используются минимальные и максимальные точки развертки, но берутся они из разных захватов (из ряда 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 или 256), затем они объединяются для создания развертки сигнала, представляющей минимальные/максимальные приращения по времени (рис. 16).

Как и в большинстве современных цифровых осциллографов, в ADS-4000 имеется возможность курсорных и автоматических измерений.

Курсорные измерения могут проводиться во временной области (вертикальные курсоры), амплитудной области (горизонтальные курсоры), при этом на дисплее отображаются измеренные значения активными курсорами (@), приращения между курсорами в обеих областях ( $\Delta$ ), скорость нарастания ( $\Delta$  гориз. /  $\Delta$  верт.). Также может быть включен режим слежения (трекинг режим), когда на дисплее автома-

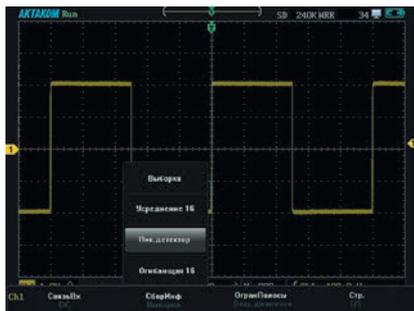


Рис. 15. Режим пикового детектора

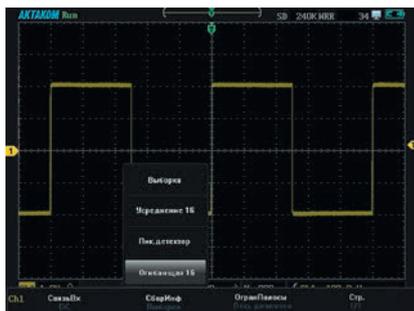


Рис. 16. Режим огибающей

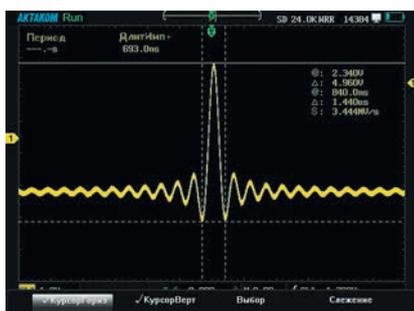


Рис. 17. Режим курсорных измерений

тически отображаются изменения положения курсоров при изменении сигнала.

Кроме сенсорного управления, как было сказано выше, для изменения позиции курсора, можно использовать колесо прокрутки, которое расположено на боковой панели приборов.

Во всех моделях приборов серии ADS-4000 имеется режим автоматических измерений с 23-ми видами, среди них:

- Размах напряжения сигнала,
- Максимальное напряжение сигнала,
- Минимальное напряжения сигнала,
- Наибольшее напряжение сигнала,
- Напряжение основания сигнала,
- Амплитуда напряжения сигнала,

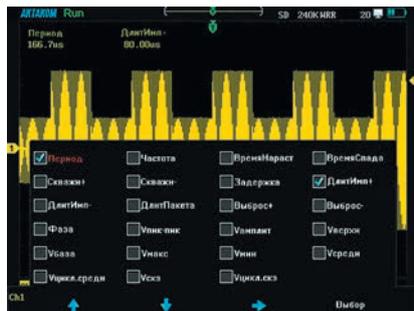


Рис. 18. Меню выбора параметров автоматических измерений

- Среднее напряжение сигнала,
- Среднеквадратичное напряжение сигнала,
- Среднеквадратичное напряжение сигнала за период,
- Среднее значение сигнала за период,
- Выброс после изменения напряжения,
- Выброс до изменения напряжения,
- Частота,
- Период,
- Время нарастания сигнала,
- Время спада сигнала,
- Положительная скажность,
- Отрицательная скажность,
- Длительность импульса положительной полярности,
- Длительность импульса отрицательной полярности,
- Временная задержка между фронтами,
- Сдвиг фаз,
- Длительность пачки импульсов.

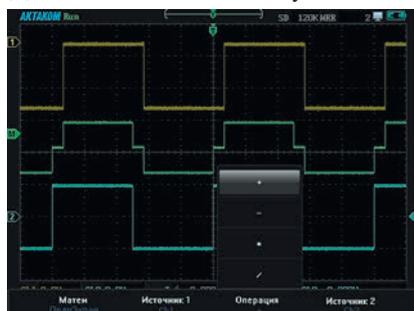


Рис. 19. Математические операции между каналами

Пользователи новых приборов могут проводить такие математические операции между каналами, как сложение, вычитание, деление, умножение, выполнять инвертирование сигнала (рис. 19), а также применять прибор для анализа спектров, задействовав функцию быстрого преобразования Фурье (БПФ) (рис. 20).



Рис. 20. Анализ спектров на основе БПФ в осциллографах серии АКТАКОМ ADS-4000

Для анализа спектров на основе БПФ, в приборах доступен выбор одного из четырех окон. Разные виды оконных функций (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.

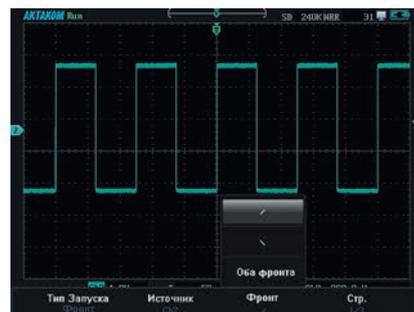


Рис. 21. Запуск синхронизации по фронту с возможностью выбора видов фронтов в осциллографах серии АКТАКОМ ADS-4000

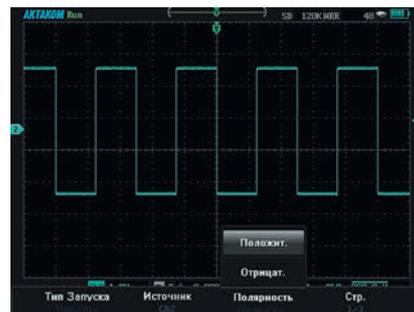


Рис. 22. Запуск синхронизации по длительности импульса с возможностью выбора полярности и длительности в осциллографах серии АКТАКОМ ADS-4000

Особого внимания заслуживает система запуска, реализованная в осциллографах серии АКТАКОМ ADS-4000. Наряду со стандартными типами синхронизации такими, как запуск по фронту с возможностью выбора нарастающего, спадающего и обоих видов фронтов (рис. 21), запуск по длительности импульса с возможностью выбора полярности и длительности импульса от 40 нс до 10 с (рис. 22), у всех десяти моделей осциллографов АКТАКОМ ADS-4000 доступен запуск по сигналам последовательных шин UART/RS-232, LIN, CAN, SPI, I<sup>2</sup>C, MIL-STD-1553B, ARINC429.

Более того, для моделей осциллографов серии АКТАКОМ ADS-4000 с индексом D (АКТАКОМ ADS-4132D и ADS-4232D) в штатной конфигурации доступен не только запуск, но и декодирование сигналов вышеперечисленных шин.

Причем результат декодирования может быть представлен как в графиче-



рассказе о разнице между группами приборов внутри серии АКТАКОМ ADS-4000, в моделях первой (ADS-4072, ADS-4102, ADS-4152, ADS-4202) и второй (ADS-4212, ADS-4222) группы приборов имеется цифровой мультиметр, предназначенный для измерения девяти типов значений:

- Постоянное напряжение;
- Переменное напряжение;

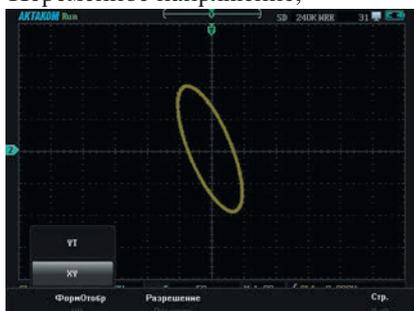


Рис. 33. Дисплей прибора в режиме УТ

- Постоянное + переменное напряжение;
- Постоянный ток;
- Переменный ток;
- Сопротивление;
- Емкость;
- Тест диодов;
- Прозвонка цепей.



Рис. 34. Дисплей цифрового мультиметра ADS-4072, ADS-4102, ADS-4152, ADS-4202, ADS-4212, ADS-4222

При этом следует заметить, что для измерения значения постоянного и переменного тока необходимо использовать внешний датчик или токовые клещи-адаптер. Диапазоны измеряемых значений приведены в таблице 2.

Старшая группа приборов (АКТАКОМ ADS-4132, ADS-4132D, ADS-4232, ADS-4232D) при подключении

внешних сенсоров позволяет, кроме вышеуказанных девяти параметров, еще измерять температуру, относительную влажность и атмосферное давление.

Кроме текущего измеряемого значения, все десять моделей могут фиксировать и одновременно отображать на дисплее максимальное, минимальное и среднее значение, а также имеют режим относительных измерений.

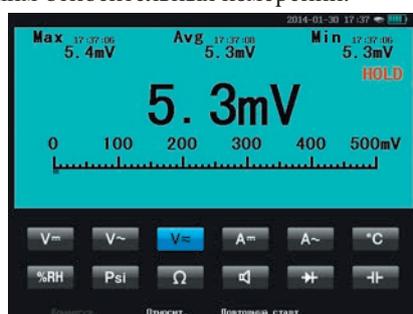


Рис. 35. Дисплей цифрового мультиметра ADS-4132, ADS-4132D, ADS-4232, ADS-4232D

Новые ручные осциллографы-мультиметры АКТАКОМ ADS-4000 предлагают широкие возможности по сохранению и записи параметров и сигналов. В качестве опорных сигналов могут быть сохранены, а впоследствии и отображены на экране четыре осциллограммы.

При установке флэш-накопителя в соответствующий интерфейс, расположенный на боковой панели прибора (рис. 7.), осциллограф-мультиметр серии АКТАКОМ ADS-4000 может работать как по кадровый самописец с возможностью воспроизведения записанных кадров. Кроме этого, на USB-накопитель можно

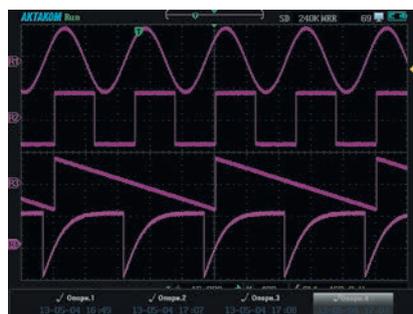


Рис. 36. Пример отображения четырех опорных осциллограмм

Таблица 2

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МУЛЬТИМЕТРА В ОСЦИЛЛОГРАФАХ-МУЛЬТИМЕТРАХ СЕРИИ АКТАКОМ ADS-4000

Параметр	Диапазон	Базовая погрешность
Постоянное напряжение	1 мВ...1000 В	±0,5%
Переменное напряжение	1 мВ...750 В (10 Гц...20 кГц)	±1,0%
Постоянное + переменное напряжение	1 мВ...750 В	±1,0%
Постоянный ток	в зависимости от подключаемого модуля (опция) или токовых клещей	
Переменный ток	в зависимости от подключаемого модуля (опция) или токовых клещей	
Сопротивление	0 Ом...10 МОм	±1,0%
	10 МОм...20 МОм	±3,0%
	20 МОм...50 МОм	±5,0%
Емкость	100 пФ...5 мкФ	±10,0%
	5 мкФ...50 мкФ	±5,0%
Тест диодов	< 3,5 В	
Прозвонка	< 50 Ом	

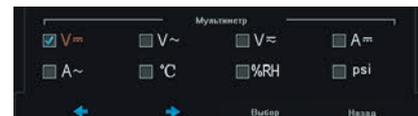
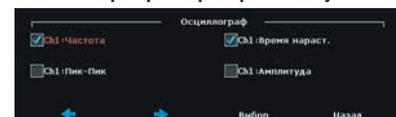


Рис. 37. Выбор параметра в режиме мультиметра



записать графические файлы в формате «\*.bmp». До девяти предустановленных настроек могут быть записаны во внутреннюю память прибора. Но, наибольшие возможности по записи параметров и сигналов, обеспечивает встроенный регистратор, который может выполнять три функции:

- запись и построение трендов изменения измеренных параметров в режиме мультиметра;
- запись и построение трендов изменения измеренных параметров в режиме осциллографа;
- запись формы сигнала в режиме осциллографа.



Рис. 39. Обычный режим представления регистрации параметров

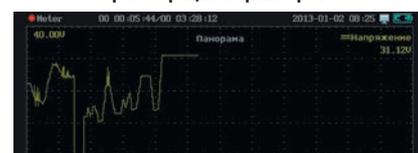


Рис. 40. Панорамный режим

Вход в режим регистратора, аналогично входу в режим осциллографа и мультиметра, осуществляется нажатием кнопки быстрого доступа «Recorder», расположенной на передней панели прибора (рис. 6).

Для записи параметров и построения тренда в режиме мультиметра и осциллографа, пользователь должен выбрать параметр или два параметра, которые он хочет зарегистрировать (рис. 37 и 38).

Пользователю предоставляется несколько сервисных возможностей при работе в режиме регистрации параметров. Например, он может выбрать: должна ли останавливаться запись после заполнения памяти или должно происходить заикливание, отображе-

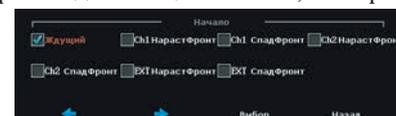


Рис. 41. Меню выбора условий запуска

ние тренда должно быть в обычном (цена деления временной шкалы постоянная) или панорамном режиме (тренд, как бы, сжимается во времени) и ряд других возможностей.

Временная развертка при записи параметров и построении тренда в режиме мультиметра и осциллографа может быть установлена в диапазоне от 10 с/дел до 20 мин/дел.

Третьим режимом работы регистратора является запись формы осциллограммы. Запись формы может происходить при выборе одного из семи условий запуска (рис. 41.).

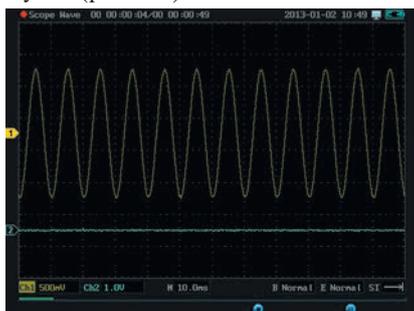


Рис. 42. Режим записи формы осциллограммы

В этом режиме запись формы может происходить по двум каналам с временной разверткой от 10 мс/дел до 2 мин/дел.

В каждом из трех режимов регистратора для записи доступны две ячейки памяти на каждый режим. Естественно, при необходимости, записанную информацию можно всегда воспроизвести.

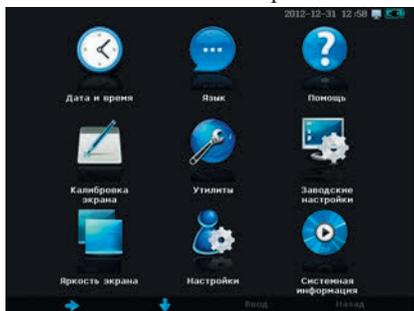


Рис. 43. Пользовательское меню осциллографа-мультиметра серии АКТАКОМ ADS-4000

Но это далеко не полный список возможностей новых моделей. На передней панели прибора имеется кнопка быстрого доступа «USER», по нажатию которой прибор переходит в пользовательское меню.

Кроме различных функций настроек и калибровки, в пользовательском меню есть несколько интересных функций, которые могут быть полезны при работе с прибором. Первая такая функция — это инженерный калькулятор, что само по себе довольно необычно для измерительных приборов, но, несомненно, расширяет функционал ADS-4000 и обеспечивает высокопроизводительную работу при разработках электронных схем.

Еще одной интересной пользовательской функцией является встроенная система расчета таких электрических величин, как реактивные:

индуктивное и емкостное сопротивление, сопротивление при параллельном соединении, резонансная частота LC контура. Это, в общем случае, типовая расчетная задача и возможность ее быстрого расчета — очень удобная и современная функция.



Рис. 44. Вид панели инженерного калькулятора осциллографа-мультиметра серии АКТАКОМ ADS-4000

Для работы в «полевых» условиях немаловажным фактором является защита прибора от воздействия внешних факторов, например, пыли, воды, ударопрочность и т.п. Это также продумано в ручных осциллографах-мультиметрах АКТАКОМ серии ADS-4000. Они имеют пыле- и влагозащиту по категории IP51, а защита от ударов обеспечивается прорезиненными вставками по всему периметру корпуса, которые, кроме этого, обеспечивают противоскользкий эффект, надежно предохраняя прибор от случайного выскальзывания из рук пользователя. Необходимым условием для работы в «полевых» условиях является наличие батарейного питания. В стандартной поставке питание портативных осциллографов-мультиметров серии ADS-4000 осуществляется от Li-Ion батареи 7,4 В/6000 мАч, которая обеспечивает непрерывную работу прибора от 4 до 6 часов или от сетевого адаптера. Однако, при необходимости, имеется возможность дополнительной комплектации приборов усиленной перезаряжаемой батареей емкостью 9000 мАч.

В заключение следует отметить, что новые осциллографы-мультиметры серии АКТАКОМ ADS-4000 являются универсальными и очень удобными средствами исследования разнообразных электрических и электронных схем в лабораторных и полевых условиях. И содержат в одном корпусе до 5 приборов:

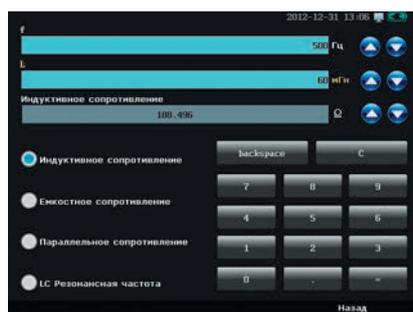


Рис. 45. Вид встроенной системы расчета электрических величин

- Двухканальный цифровой осциллограф;
- Цифровой мультиметр;
- Цифровой регистратор-самописец;
- БПФ анализатор спектра;
- Анализатор протоколов (ADS-4132D, ADS-4232D).

С учетом удобства управления через сенсорный экран, такие приборы должны иметь самое широкое использование в будущем.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шесть приборов в одном осциллографе. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2014, № 2, стр. 4.
2. Scott Davidson. Повышение эффективности пяти популярных приемов отладки с помощью комбинированного осциллографа. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2014, № 2, стр. 27.
3. Афонский А.А. Портативные осциллографы-мультиметры АКТАКОМ АСК-2028 и АСК-2068. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2009, № 1, стр. 15.
4. Портативные осциллографы-мультиметры серия ADS-4000. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2014, № 1, стр. 1.
5. Афонский А.А. Измерения с плавающим потенциалом. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы», 2014, № 2, стр. 7.
6. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Цифровые анализаторы спектра, сигналов и логики. Глава 5. Пробники и аксессуары для осциллографов и анализаторов. Стр. 161.
7. Дьяконов В.П. Измерительные приборы и массовые электронные измерения. Под ред. проф. В.П. Дьяконова. М.: СОЛОН-Пресс. 2007.
8. Энциклопедия измерений. Сайт журнала «Контрольно-измерительные приборы и системы» ([www.kipis.ru/info/](http://www.kipis.ru/info/)).
9. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике. Глава 6.3.3. Дифференциальные пробники. Стр. 380. □

*At the moment the main progress trend of measuring technology is the production of integrated devices, those which can combine several measuring instruments within a single housing. This trend can't be considered new. Several well-known manufacturers have already announced their new multifunctional devices including portable ones. However the progress keeps on moving further. Thus in spring 2014 AKTAKOM family of handheld oscilloscopes-multimeters has been updated and replenished with 10 new models of ADS-4000 series handheld combined oscilloscopes. This article is a very detailed presentation of this innovative AKTAKOM ADS-4000 series.*