

ЦИФРОВОЙ ЗАПОМИНАЮЩИЙ ОСЦИЛЛОГРАФ АСК-3106

Суханов Е.В.

В последние годы в связи со «всеобщей компьютеризацией» значительно возрос интерес к так называемым виртуальным приборам — измерительной аппаратуре, выполненной на базе плат ЦАП-АЦП и используемой в качестве устройства управления и отображения обычный персональный компьютер (ПК). И это не просто дань моде. Такие приборы предоставляют возможность создания компактной, мобильной, гибкой и недорогой измерительной системы, пригодной для решения широкого круга задач в самых различных областях. К сожалению, на отечественном рынке виртуальных инструментов пока преобладает импортное оборудование.



Рис. 1. Цифровой запоминающий осциллограф АСК-3106

Поэтому специалистов может заинтересовать очередная разработка российских инженеров — двухканальный цифровой запоминающий осциллограф (ЦЗО) АСК-3106, входящий в состав измерительной USB-лаборатории актаком.

Осциллограф АСК-3106 (рис. 1) представляет из себя внешний настольный модуль, который подключается к ПК через параллельный LPT порт либо через более современный интерфейс USB 1.1.

Прибор позволяет наблюдать форму сигнала с использованием двух независимых каналов в полосе частот от 0 до 100 МГц. Чувствительность по вертикали составляет от 2 мВ/дел до 10 В/дел с разрешением 8 бит. Кроме того, прибор имеет аппаратный буфер памяти на 131072 выборки для каждо-

го канала. Входное сопротивление соответствует стандартным значениям, принятым для обычных осциллографов, поэтому АСК-3106 может использоваться с любыми стандартными осциллографическими щупами. Измерения могут синхронизироваться по каналу А, В или по сигналу на внешнем входе синхронизации. Порог синхронизации может быть установлен независимо для каждого канала. Основные технические характеристики прибора приведены в таблице.

Для нормальной работы АСК-3106 конфигурация компьютера, к которому он подключен, должна отвечать следующим минимальным требованиям: установленная операционная система Windows 98, Windows Me, Windows NT4, Windows 2000 или Windows XP, около 11 Мбайт свободного дискового пространства, не менее 8 Мбайт оперативной памяти (без учета памяти, необходимой для работы самой операционной системы). Для использования звуковых сообщений программы подойдет любая Windows-совместимая аудиосистема. В принципе, для работы программы подойдет любой процессора семейства Pentium, но если вы не хотите по несколько секунд ожидать прорисовки на экране эффекта цифрового послесвечения или результатов спектрального анализа, то вам потребуется как минимум Pentium II с частотой 400 МГц.

Как известно, технические и эргономические характеристики любого виртуального инструмента определяются не только уровнем исполнения его аппаратной части, но и во многом зависят от качества программного обеспечения. Поэтому рассмотрение функциональных возможностей осциллографа АСК-3106 мы решили построить на основе описания рабочих панелей, с помощью которых осуществляется управление всей работой прибора.

Пользовательский интерфейс штат-

ного ПО АСК-3106 состоит из набора рабочих панелей (окон), каждое из которых содержит набор управляющих элементов, позволяющих оператору влиять на работу программы, и индикаторов, отображающих необходимую информацию. Большинство этих элементов являются частью стандартного интерфейса Windows и не требуют специальных пояснений по использованию. Легкость освоения

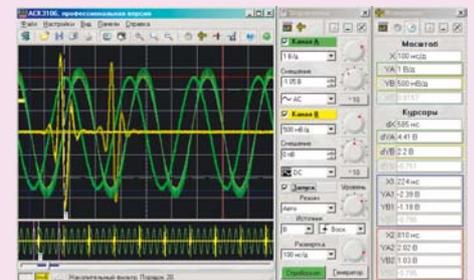


Рис. 2. Основные рабочие окна программного интерфейса АСК-3106

программы обеспечивается также наличием «всплывающих подсказок» — кратких текстовых пояснений по использованию каждого элемента. Для управления прибором можно также использовать команды выпадающего меню главной панели.

Основные рабочие окна программы (главная панель, панель управления, панель измерений) представлены на рис. 2.

Для отображения полученных осциллограмм служит основной график главной панели. Одновременно с изображением текущих сигналов по двум каналам на нем могут отображаться фигуры Лиссажу, ранее зафиксированные осциллограммы, постепенное гашение предыдущих сигналов, метки вычисленных параметров, кривая специальной функции и измерительные курсоры. Как вертикальный, так и горизонтальный масштаб основного графика могут быть изменены по желанию пользователя. Расположенный в нижней части главной панели обзорный график позволяет быстро выбрать нужный для рассмотрения участок сигнала из полного набора измеренных данных.

На панели управления размещены основные органы управления прибором: регуляторы диапазонов, смещений, развертки и т. п. Для тех, кто предпочитает «классический» способ управления осциллографом, на панели имеются обычные кнопки и верньеры,

Максимальная эквивалентная частота выборок в стробоскопическом режиме	10 ГГц
Максимальная частота дискретизации	100 МГц
Объем внутренней памяти	131072 выборок на канал
Диапазон чувствительности	2 мВ/дел...10 В/дел с шагом 1–2–5
Разрешение	8 бит (256 точек на шкалу)
Полоса пропускания по уровню –3 дБ на пределах:	100 МГц 70 МГц
Габаритные размеры	260×210×70 мм
Масса	не более 0,8 кг

а пользователи компьютеров со стажем могут воспользоваться более привычным для них стилем — с помощью спиксов-меню.

Результаты курсорных измерений и масштабные коэффициенты основного графика в численном виде представлены на панели измерений.



Рис. 3. Панели цифрового вольтметра и измерителя сдвига фаз АСК-3106

Поверх основного графика главной панели могут выводиться еще два элемента: панель цифрового вольтметра и панель измерителя сдвига фаз (рис. 3).

При активированном режиме цифрового вольтметра для отображаемых осциллограмм вычисляются и индицируются среднеквадратическое, амплитудное и среднее значения уровня сигнала по обоим каналам.

Хотя точность каждой выборки в осциллограмме ограничена разрядностью АЦП (8 бит), за счет статистической обработки большого объема данных (одна осциллограмма может содержать до 131072 выборок), может быть достигнута достаточно высокая точность измерений. Так, автору статьи на сигнале частотой 100 кГц от генератора Г4-158 удалось наблюдать дрейф действующего значения напряжения на 1 мВ на фоне 2 В (т. е. величину порядка 0,05%).

Измерение сдвига фаз сигнала в канале В относительно канала А в программе может производиться одним из трех методов, выбор которого остается за пользователем.

При использовании геометрического метода на основном графике определяются моменты переходов осциллограмм через среднее значение для обоих каналов. Среднее по всем найденным периодам отношение разности между моментами начала периода канала В и А к средней длительности периода по обоим каналам дает искомый сдвиг фаз. Недостатком этого простейшего метода является то, что он дает корректный результат только для сигналов идентичной формы и, конечно, одинакового периода.

Другой метод измерения сдвига фаз сигнала:

Использование интегрального метода, основанного на формуле косинуса угла потерь позволяет избежать грубых ошибок геометрического метода, возникающих из-за случайных помех, искажающих форму сигнала. Кроме того, в этом случае возможно определение сдвига фаз между сигналами различной формы. Но этот метод дает лишь абсолютное значение угла.

В спектральном методе измерения сдвига фаз используется алгоритм быстрого преобразования Фурье для пере-

вода сигналов из временной области в фазочастотную. Для сигналов обоих каналов определяется основная гармоника (по максимальной амплитуде) и сравниваются значения соответствующих фаз. Все остальные соответствующие сигнала игнорируются.

Программа автоматически определяет следующие стандартные параметры импульсных сигналов: амплитуду, размах, положительный и отрицательный выбросы, медиану, среднее, стандартную девиацию, среднее квадратичное значение, период, частоту, длину импульса, относительную длину импульса, время нарастания и спада. Результаты выводятся на специальную панель (рис. 4).

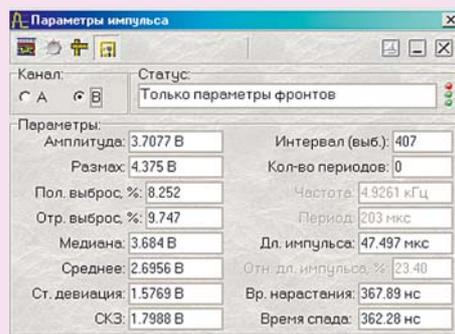


Рис. 4. Панель параметров импульса

Не оставлено без внимания и такое мощное средство анализа цифровых сигналов, как быстрое преобразование Фурье. На одноименной панели (рис. 5) пользователь может рассмотреть амплитудный и фазовый спектр интересующего его участка сигнала. Здесь к его услугам переключение типов вертикальной шкалы (линейная или логарифмическая), автоматическое и ручное масштабирование графика, курсорные и автоматические измерения параметров гармоник, выбор оконных функций (треугольное, Ханна, Хэмминга,

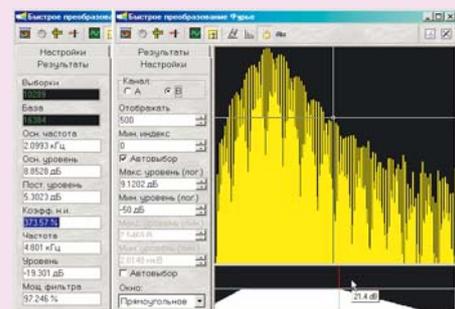


Рис. 5. Панель Фурье-анализа

Блэкмена, Гаусса, конический косинус и т. д.) и, наконец, спектральный фильтр сигнала, настраиваемый с помощью графического эквалайзера. С помощью этого фильтра пользователь может нужным ему образом усилить или ослабить любую гармонику исходного сигнала и просмотреть результат на основном графике программы.

Кроме спектрального фильтра, в программе реализованы и более простые алгоритмы цифровой фильтрации.

При использовании накопительного фильтра для каждой точки времени отображается среднее за указанное количество сборов значение сигнала. Таким образом подавляются случайные шумовые составляющие сигнала.

Полиномиальный фильтр, в отличие от накопительного, не требует повторных измерений. При этом используется быстрый алгоритм многопроходного биномиального сглаживания. Количество проходов задается пользователем в диапазоне от 0 до 50. Резкие броски сигнала «размываются» по ближним точкам, тем самым подавляются высокочастотные шумы. Однако нужно иметь в виду, что при этом возможно сильное искажение сигнала, имеющего «угловатую» форму.

Помимо измеренных сигналов, программа позволяет выводить на основной график главной панели дополнительную кривую, изображающую некоторую математическую функцию от этих данных: начиная от простых арифметических операций между каналами до корреляционной и передаточной функций.

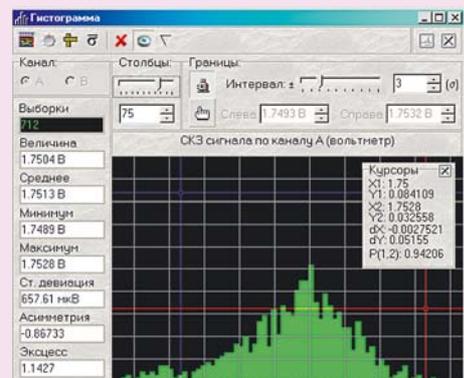


Рис. 6. Панель гистограммы

Из измеряемых и вычисляемых программой величин пользователь может выбрать до трех параметров, по которым будут накапливаться результаты статистической обработки: среднее, минимальное и максимальное значения и стандартное отклонение. Кроме того, по одному из этих трех параметров может проводиться более подробный анализ с отображением результатов на гистограмме распределения вероятности (рис. 6).

Для работы программы в отсутствие реального прибора (с тестовыми или учебными целями) можно воспользоваться функцией эмулятора сигналов. Для этого необходимо задать (математическим выражением, взятым готовую или нарисовать от руки) нужную форму сигнала для выбранного канала и записать ее в память. После этого программа будет работать так, как будто к ней подключен реальный

осциллограф, на входы которого подается периодически повторяющийся сигнал заданной формы (рис. 7).

Для удобства пользователя в программе имеется также встроенный калькулятор формул.

Для обеспечения работы прибора в режиме самописца служит соответствующая панель (рис. 9).

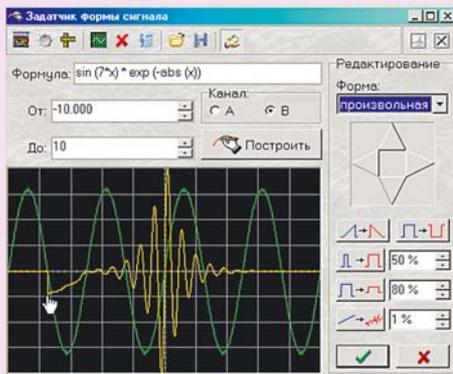


Рис. 7. Панель эмулятора сигналов

Собираемые прибором данные могут записываться в файл, размер которого в данном случае ограничен только доступным дисковым пространством компьютера. В дальнейшем этот файл может быть загружен для просмотра программой.

При работе прибора в режиме самописца имеется возможность установки предельно допустимых (аварийных) значений, что позволяет использовать прибор в качестве контрольно-регистрирующего устройства. При выходе значения измеряемого

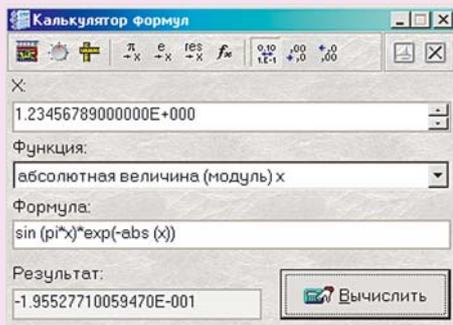


Рис. 8. Панель калькулятора формул

сигнала за установленные пределы будет включена цветовая и звуковая сигнализация, кроме того, будет выполнена команда, указанная пользователем в соответствующем поле панели аварийной сигнализации (рис. 10).

Результаты измерений могут быть сохранены в ПК для последующего использования. Полученные данные сохраняются либо в виде численных значений, либо в виде изображений осциллограмм. Для численных данных используется универсальный текстовый формат электронных таблиц CSV, который удобен тем, что работать с ним можно в любом текстовом или табличном редакторе: от стан-

дартного Блокнота Windows до MS Excel. Для сохранения больших массивов данных самописца используется более экономичный битовый формат, файлы которого с помощью имеющейся в ПО утилиты также могут быть преобразованы в формат CSV для обработки внешними приложениями. Изображения осциллограмм могут сохраняться как в растровом формате BMP, так и в векторных форматах WMF или EMF.

В программе предусмотрены широкие возможности пользовательской настройки. Кроме очевидных возможностей управления параметрами дополнительных вычислений пользователь может выбрать наиболее удобным для себя образом цвета элементов графиков. Можно вовсе отключить ненужные элементы изображения. Можно загрузить произ-

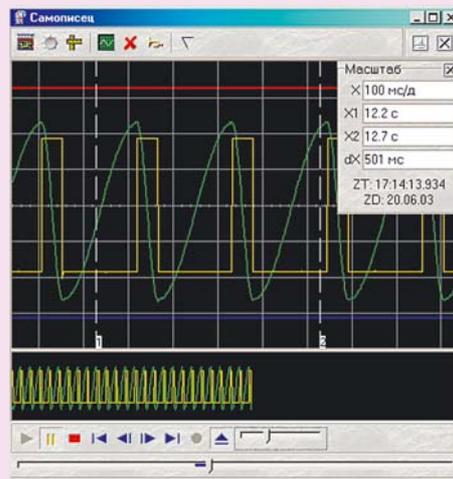


Рис. 9. Панель самописца

вольный рисунок в качестве фона рабочих панелей, при этом программа по желанию пользователя может подстроить цветовую гамму рисунка в соответствии с системным цветом окон или, наоборот, поправить системный цвет в соответствии с загруженным рисунком. Специальные возможности рабочих окон программы

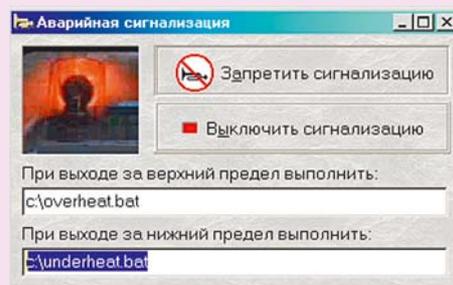


Рис. 10. Панель аварийной сигнализации

— «прилипание» (окна передвигаются по экрану вместе, как одно окно), «сворачивание/разворачивание» (окно остается на месте, но его высота уменьшается до высоты строки заголовка), «плавающая панель» (окно

всегда изображается поверх других окон) — позволяют оптимально использовать пространство рабочего стола Windows (рис. 11).

Все настройки программы и прибора (в том числе, положение и размеры рабочих окон) автоматически

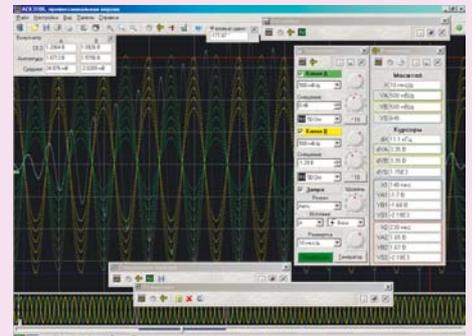


Рис. 11. Рабочие окна программы

сохраняются при выходе и восстанавливаются при следующем запуске программы. Кроме того, пользователь может записать несколько типовых конфигураций с тем, чтобы при необходимости просто загрузить нужный файл вместо долгой перенастройки параметров.

Если все же возможностей ПО недостаточно для достижения каких-либо целей, пользователь может оптимизировать работу прибора для решения конкретной задачи, воспользовавшись комплектом разработчика, который предназначен для создания специализированного ПО для работы с осциллографом АСК-3106. В его состав входит полный набор драйверов, библиотек функций, документации, а также полный исходный текст готового приложения, иллюстрирующего приемы работы с прибором. Пример выполнен как проект для среды Borland C++ Builder 6.

Таким образом, по своим техническим характеристикам и разнообразию функций цифровой запоминающий осциллограф АСК-3106 может с успехом конкурировать с аналогичными зарубежными устройствами. Хочется надеяться, что этот недорогой, удобный и надежный прибор понравится специалистам, занимающимся разработкой, ремонтом и обслуживанием радиоэлектронной аппаратуры.

New PC-based digital storage oscilloscope ACK-3106 designed by Russian engineers is described in this article. Specifications, features, capabilities of hardware as well as software are represented.