

АСК-3105 — НОВЫЙ ЦИФРОВОЙ ЗАПОМИНАЮЩИЙ ОСЦИЛЛОГРАФ НА БАЗЕ ПК

Суханов Е.В., инженер

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 использующей 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 оборудование импортного производства. Поэтому специалистов может заинтересовать новая разработка российских инженеров — двухканальный цифровой запоминающий осциллограф (ЦЗО) АСК-3105.

Осциллограф АСК-3105 представляет из себя модуль, который может быть установлен в свободный отсек для 5,25" дисковода (или CD-ROM) на передней панели корпуса ПК или использоваться в качестве внешнего устройства с подключением через параллельный EPP порт (рис. 1).

Этот прибор позволяет наблюдать форму сигнала с использованием двух независимых каналов в полосе частот от 0 до 100 МГц. Чувствительность по вертикали составляет от 5 мВ/дел до 5 В/дел с разрешением 8 бит. Кроме того, прибор имеет аппаратный буфер памяти на 65535 выборки для каждого канала. Входное сопротивление соответствует стандартным значениям, принятым для обычных осциллографов, поэтому АСК-3105 может использоваться с любыми стандартными осциллографическими щупами. Программным обеспечением поддерживаются щупы-делители 1:1, 1:10 и 1:100. Режим открытого и закрытого входа (DC или AC) может быть выбран независимо для каждого канала. В режиме AC подавляются частоты менее 1 Гц. Любой из входов может быть заземлен без отсоединения щупов от измеряемой системы. Измерения могут синхронизироваться по каналу А, В или по сигналу на внешнем входе синхронизации. Порог синхронизации может быть установлен независимо для каждого канала в диапазоне целого экрана осциллографа, а порог внешнего входа синхронизации — TTL совместимый (1,2 В). Основные характеристики прибора приведены в таблице.

Для связи с компьютером данного ЦЗО используется расширенный параллельный порт (EPP) и соответствующее программное обеспечение (ПО), которое не только позволяет управлять прибором, но и предоставляет широкий спектр сервисных возможностей (на-

пример, экспорт/импорт данных, математическая обработка сигналов, расширенные измерения, спектральная и полиномиальная цифровая фильтрация, аварийная сигнализация в режиме самописца и т.д.)

Для нормальной работы прибора конфигурация компьютера, к которому он подключен, должна отвечать следующим минимальным требованиям:

- параллельный порт, работающий в режиме EPP;
- установленная операционная система Windows 95 или выше;
- видеосистема VGA с разрешением 640×480, 16 цветов, (желательно разрешение 800×600 и 24-битный цвет);
- для использования звуковых сообщений программы необходимы звуковая плата и спикер-система.

Для наиболее эффективной реализации всех возможностей программного обеспечения рекомендуется использование процессора не хуже Pentium II 400 и ОЗУ объемом не менее 32 Мбайт.

Осциллограф АСК-3105 состоит из следующих основных узлов: двух идентичных аналоговых трактов с независимыми аналого-цифровыми преобразователями, блока оперативной памяти, блока управления оперативной памятью, интерфейсных буферов, блока дешифратора команд и адресных счетчиков оперативной памяти. Все узлы взаимодействуют между собой по шине данных с помощью соответствующих сигналов управления, поступающих из

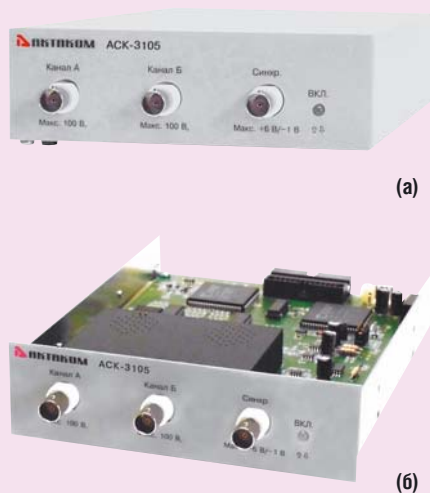


Рис. 1. Цифровой запоминающий осциллограф АСК-3105 внешнего (а) и внутреннего (б) исполнения

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЦИЛЛОГРАФА

Таблица

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЦИЛЛОГРАФА	
Канал вертикального отклонения:	
Чувствительность	от 5 мВ/дел до 5 В/дел
Разрешение	8 бит
Полоса пропускания (-3 дБ)	100 МГц
Входной импеданс	1 МОм/25 пФ
Макс. входное напряжение	40 В
Канал горизонтального отклонения:	
Коэффициент развертки:	
в обычном режиме	от 100 нс/дел до 0,2 с/дел
в режиме самописца	от 2 мс/дел до 100 час/дел
Макс. частота дискретизации	50 МГц на канал
Длина записи	65535 выборки на канал
Синхронизация:	
Источник	каналы А, В, внешний вход (TTL, 1,2 В)
Режимы	авто, норм., однократный, самописец
Встроенный генератор:	
Выходной разъем	совмещен с входом внешнего канала синхронизации
Форма выходного сигнала	прямоугольная (меандр)
Частота сигнала	1 кГц
Выходное напряжение	1 В

компьютера по параллельному интерфейсу EPP.

В общем виде работа аппаратной части осциллографа АСК-3105 может быть описана следующим образом.

Каждый аналоговый тракт включает в себя первый управляемый аттенюатор с коэффициентами деления 1:1, 1:10 и 1:100; первый буферный широкополосный усилитель с коэффициентом усиления 5; второй управляемый аттенюатор с коэффициентами деления 1:1, 1:2 и 1:5; второй буферный широкополосный усилитель с коэффициентом усиления 5; скоростной 8-битовый аналого-цифровой преобразователь с частотой преобразования до 50 Мвыб/сек и выходной цифровой мультиплексор-демультиплексор со схемой управления синхронизацией.

Ввиду того, что этот прибор не имеет собственных органов оперативного управления, а все управление осуществляется по командам с компьютера, коэффициент деления первого аттенюатора определяется данными, записанными в регистр аттенюаторов с шины данных при выполнении команды установки чувствительности вертикальных каналов. Аналогично, коэффициент деления второго аттенюатора определяется данными, записанными в регистр усилителей с шины данных при выполнении той же команды.

Входной аналоговый сигнал проходит через обеспечивающий допустимый диапазон входных сигналов аттенюатор с переключаемым группой реле коэффициентом передачи 1:1, 1:10 или 1:100. Широкополосный малошумящий усилитель имеет динамический диапазон входных сигналов 80 дБ. На выходе первой ступени усиления включена еще одна группа переключаемых аттенюаторов (1:1, 1:2, 1:5), с помощью которых реализуется требуемый шаг изменения чувствительности вертикального отклонения (1, 2, 5) в диапазоне 5 мВ/дел...5 В/дел.

Вторая ступень усилителя согласует уровни сигналов до диапазона входных сигналов аналого-цифрового преобразователя.

Смещение постоянного уровня входного сигнала и компенсация напряжения сдвига усилителей осуществляются в первом каскаде при помощи цифро-аналоговых преобразователей.

Все управляющие сигналы фиксируются в соответствующих регистрах по командам из интерфейса.

Процедура обращения к любым внутренним ресурсам прибора (счетчики, регистры, ОЗУ и т.д.) начинается с задания по интерфейсу EPP адреса регистра для обращения. Это осуществляется путем записи в регистр адреса интерфейса EPP соответствующего байта и вызывает аппаратное форми-

рование стробов сопровождения записи адреса. При этом старшие 4 бита адреса будут интерпретироваться устройством как базовый адрес устройства и будут сравниваться с логическими уровнями сигналов на входах дешифратора команд. Младшие разряды адреса запишутся в регистр дешифратора команд прибора при положительном результате сравнения. Результат сравнения запоминается также в триггере базового адреса.

Последующие байты, записываемые процессором в регистр данных интерфейса будут передаваться в соответствующие регистры, определяемые текущим состоянием регистра-счетчика адреса.

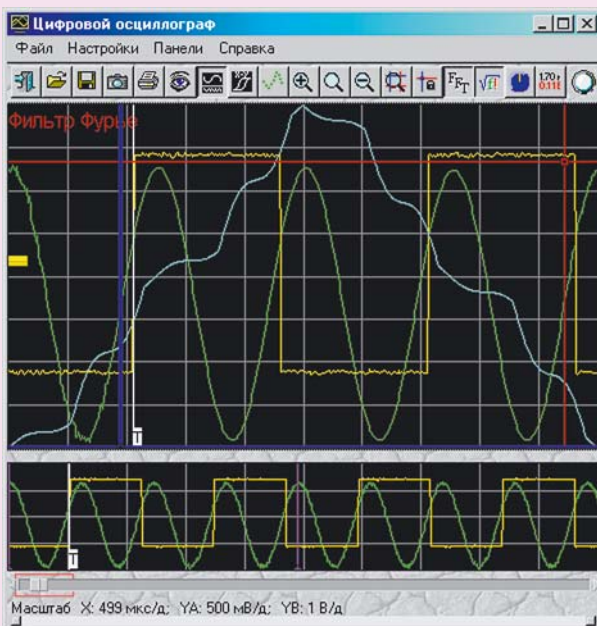


Рис. 2. Главная панель АСК-3105

По команде начала сбора данных в регистре команд устанавливается сигнал разрешения работы адресных счетчиков записи и выработки синхронизирующих сигналов управления защелками канальных демультиплексоров и сигналов записи в ОЗУ.

После переполнения адресного счетчика разрешается запуск и прибор переходит в состояние ожидания выполнения условий запуска. Регистрация при этом продолжается.

По достижению условия запуска начинает работать счетчик интервала регистрации после запускающего события. При переполнении счетчика регистрация данных прекращается. Данные зафиксированы, и прибор готов к обмену с компьютером.

При разрешенном прерывании на интерфейс подается сигнал готовности к обмену с компьютером. При запрещенном прерывании компьютер может узнать о состоянии прибора чтением регистра состояния.

Данные в компьютер передаются по команде чтения данных из ОЗУ. Схема управления ОЗУ формирует последова-

тельности управляющих сигналов, необходимые для считывания.

Адрес обращения инкрементируется после прочтения всех байтов, записанных по текущему адресу. Управление всеми микросхемами ОЗУ осуществляется одновременно. Выбор требуемого для пересылки байта осуществляется мультиплексором шины данных ОЗУ.

Пересылкой данных может управлять и контроллер прямого доступа к памяти. После пересылки требуемого количества данных прибор готов к следующему циклу регистрации данных.

Режимы запуска «нормальный» и «однократный» не различаются на аппаратном уровне. В режиме запуска «автоматический» счетчик интервала регистрации не ждет прихода запускающего импульса, а разрешается по сигналу переполнения адресного счетчика. В остальной аппаратная часть прибора не имеет каких-либо особенностей по сравнению с аналогичными приборами.

Как известно, технические и эргономические характеристики любого виртуального инструмента определяются не только уровня исполнения его аппаратной части, но и во многом зависят от качества программного обеспечения. Поэтому рассмотрение функциональных возможностей осциллографа АСК-3105 мы решили построить на основе описания рабочих панелей, с помощью которых осуществляется управление всей работой прибора.

Пользовательский интерфейс штатного ПО АСК-3105 состоит из набора рабочих панелей (окон), каждое из которых содержит набор управляющих элементов (УЭ), 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 программы обеспечивается также наличием «всплывающих подсказок» — кратких текстовых пояснений по использованию каждого элемента. Для управления прибором можно также использовать команды выпадающего меню главной панели.

Главная панель является основной рабочей панелью программы (рис. 2). На ней расположены «экран» осциллографа, на котором воспроизводятся измеряемые сигналы, а также основные графические индикаторы, отображающие работу прибора, и средства их настройки. Кроме того, с помощью этой панели могут быть вызваны многие сервисные функции программы.

Основной график, благодаря нали-

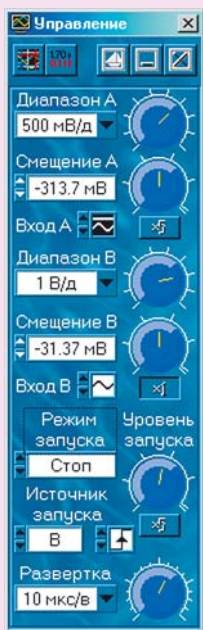


Рис. 3. Панель управления



Рис. 4. Панель измерений

цию функций плавного и ступенчатого масштабирования и прокрутки, позволяет исследовать любую часть принятого сигнала. Дополнительный обзорный график дает возможность быстро просмотреть буфер данных целиком и выбрать интересующую часть.

Файловые операции позволяют сохранять собранные данные (в битовом виде, текстовом формате CSV или в виде изображения BMP) и загружать их в последующем для просмотра и обработки. Двоичные файлы данных можно преобразовывать в текстовые

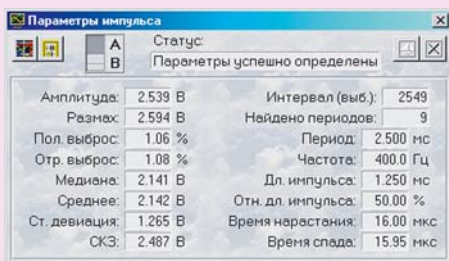


Рис. 5. Панель параметров импульса

для их обработки внешними приложениями (например, MS Word или MS Excel). Результаты измерений могут быть распечатаны на принтере. Кроме того, предусмотрена возможность сохранения и чтения файлов конфигурации программы, в которых пользователь может хранить типичные ее настройки.

Достаточно просто и эффективно реализована доступная из этой же панели функция смены рабочего языка интерфейса. Все необходимые текстовые сообщения и надписи вынесены в доступные для редактирования пользователем файлы, так что в любой момент можно выбрать один из уже имеющихся языков (русский, английский) или создать свой.

Функция автоматической настройки прибора на характеристики сигнала позволяет быстро отрегулировать параметры осциллографа оптимальным для отображения сигнала образом.

На панели управления (рис. 3) сосредоточены 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, а пользователи компьютеров могут воспользоваться более привычным для них стилем — с помощью списков-меню.

Для большей наглядности представления измерительной информации добавлены отдельные панель измерений (рис. 4), на которой отображаются текущие масштабы и результаты измерений (в том числе, и с использованием графических курсоров), и панель параметров импульса (рис. 5), на которой индицируются результаты определения стандартных импульсных параметров: амплитуды, выбросов, средних значений, частоты, абсолютной и относительной длины импульса, времен нарастания и спада.

Функциональные возможности прибора позволяют проводить спектральный анализ выделенного участка сигнала. Для этого используются алгоритмы прямого и обратного быстрого преобразования Фурье (рис. 6).

Поскольку условием применения этого дискретного алгоритма является равенство количества точек преобразования степени двойки (2, 4, 8, ..., 128, 256 и т.д.), а выделенный пользователем участок исследуемого сигнала может содержать любое их число, возникает необходимость преобразования массива значений к другой размерности, т.н. передискретизации функции. Суть передискретизации заключается в том, что с помощью интерполяционных формул по данным табулированным значениям функции восстанавливаются ее значения для другого требуемого набора координат. Конечно, хорошая работа интерполяционных формул возможна только для непрерывных гладких функций, но, к счастью, для реальных сигналов эти условия всегда выполняются.

Кроме аппаратной фильтрации сигнала в цепях запуска, не влияющей на результаты оцифровки сигнала, система имеет функцию цифровой фильтрации измеренного сигнала, которая реализована на программном уровне и действует только на отображение уже собранных данных.

Простейшую фильтрацию обеспечивает полиномиальный фильтр. При этом используется быстрый алгоритм многопроходного биномиального сглаживания. Количество проходов задается пользователем в диапазоне от 0 до 50. Резкие броски сигнала «размазываются» по ближним точкам, тем самым подавляются высокочастотные шумы, при этом, однако, могут сильно искажаться сигналы, имеющие «угловатую» форму (например, прямоугольные импульсы). Включенный полино-

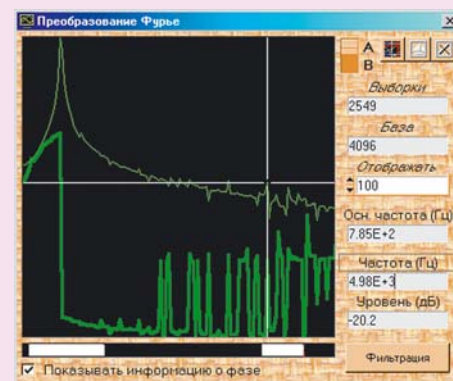


Рис. 6. Панель Фурье-анализа

миальный фильтр действует на оба канала в выделенном временном диапазоне.

Более широкие возможности предоставляет функция спектрального фильтра. Для ее использования необходимо включить режим преобразования Фурье, в результате чего исследуемый сигнал будет представлен как суперпозиция гармонических колебаний с различными частотами, амплитудами и фазами. Перед обратным преобразованием анализируемого сигнала можно оставить в нем только нужные частоты, а нежелательные подавить. Для этого, необходимо обозначить курсорами основной графика главной

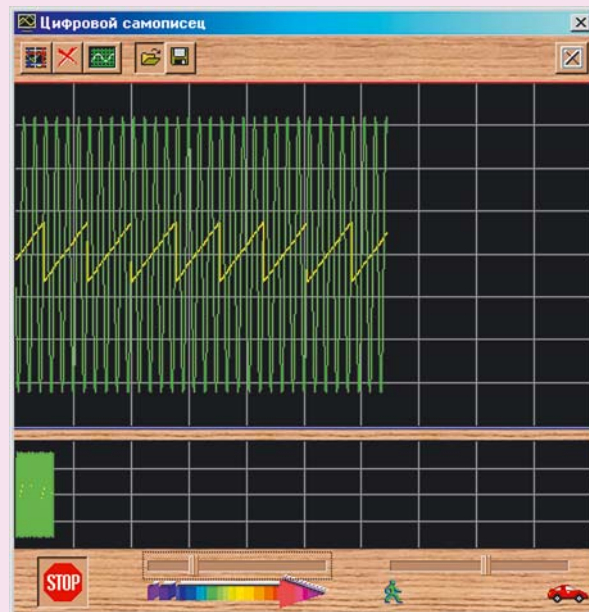


Рис. 7. Панель самописца

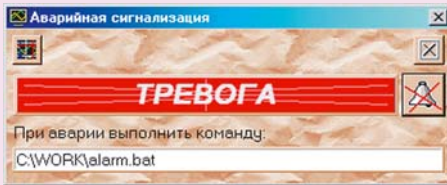


Рис. 8. Панель аварийной сигнализации

панели начало и конец (по временной шкале) участка сигнала, который должен быть подвергнут обработке. Как правило, для спектральной фильтрации периодического сигнала удобнее использовать участок, содержащий целое число периодов основной частоты. Программа позволяет сделать это автоматически двойным щелчком левой клавиши мыши на основной графике.

Для обеспечения работы прибора в режиме самописца служит соответствующая панель (рис. 7).

Запись информации в режиме самописца принципиально отличается от обычной записи данных в файлы. Дело в том, что в этом режиме данные поступают в программу непрерывным потоком, и этот поток не должен прерываться на слишком большое время, иначе какая-то его часть будет потеряна. Кроме того, заранее не известен общий объем записываемой информации. Поэтому результаты измерений в режиме самописца записываются в наиболее экономичном битовом формате. В дальнейшем эти данные могут быть загружены в программу для просмотра или преобразованы в текстовый формат для внешней обработки.

В режиме самописца имеется также возможность установки предельно допустимых (аварийных) значений, что позволяет использовать прибор в качестве контрольно-регистрающего устройства. Для этого необходимо на панели управления режимом задать ползунковыми регуляторами верхний и нижний аварийные пределы. При выходе значения измеряемого сигнала за установленные пределы будет включена цветовая и звуковая сигнализация, кроме того, будет выполнена команда, указанная пользователем в соответствующем поле панели аварийной сигнализации (рис. 8).

С помощью панели специальной функции можно производить различные математические операции над сигналами: арифметические комбинации каналов, дифференцирование и интегрирование сигналов, вычисление корреляции между каналами, передаточная функция.

На панели статистики (рис. 9) ото-

бражаются результаты вычисления среднего, максимального, минимального значений и стандартной девиации одновременно по трем выбранным параметрам сигнала, определяемым пользователем.

Для работы программы в отсутствие реального прибора (с тестовыми или учебными целями) можно воспользоваться функцией эмулятора сигналов. Для этого необходимо задать (математическим выражением, взять готовую или нарисовать от руки) нужную форму сигнала для выбранного

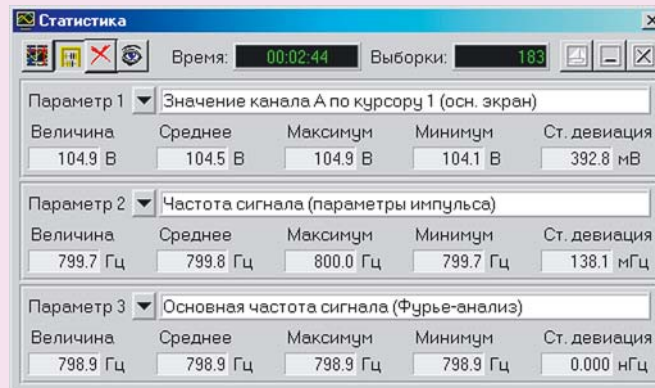


Рис. 9. Панель статистики

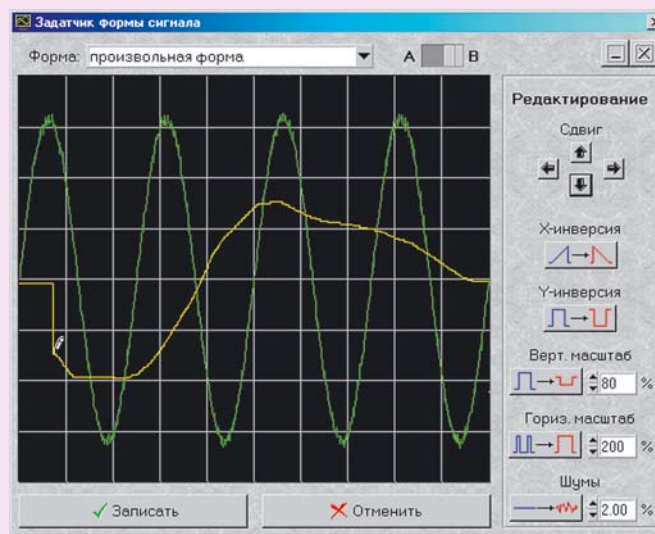


Рис. 10. Панель эмулятора сигналов

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.

Для управления осциллографом в целом используется более десятка рабочих панелей, которые являются отдельными окнами Windows и могут располагаться на экране в любом месте совершенно независимо друг от друга. Однако при использовании одновременно нескольких панелей работа с ними может несколько осложниться из-за недостатка свободного места на экране. Поэтому для упрощения поиска нужной панели в программе предусмотрены специальные возможности.

Так, три основных рабочих панели — главная, управления и измерений — могут «прилипнуть» друг к другу. Если панель управления или панель измерений переместить так, чтобы она оказалась по соседству с любой из этих трех (т.е. расстояние между их ближайшими боковыми границами было менее 20 экранных пикселей), то передвинутая панель сама встанет точно рядом с соседней и выровняется с ней по вертикали. В этом случае при перемещении одной из этих панелей они будут перемещаться вместе, как будто это одно окно.

В отличие от стандартной операции сворачивания окон Windows соответствующая команда в данной программе не убирает окно с экрана и не превращает его в значок, а только уменьшает его высоту, оставляя строку заголовка и верхнюю кнопочную полосу, которые остаются на месте и даже могут быть активными. Эта команда удобна в случаях, когда нужно временно освободить место на экране для рассматривания лежащих ниже панелей, но при этом она не убирает совсем сворачиваемую панель, а оставляет ее «под рукой».

Еще одна полезная возможность позволяет создавать так называемые «плавающие» панели, которые всегда располагаются поверх других, даже не будучи активными. Эта функция позволяет при необходимости работать, например, с фоновой панелью и при этом не терять из виду другую нужную панель.

К сожалению, объем журнальной публикации не позволяет более подробно рассказать о всех характеристиках и функциональных возможностях нового прибора. Но даже из приведенного краткого описания видно, что по своим техническим характеристикам и разнообразию функций цифровой запоминающий осциллограф АСК-3105 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 АСК-3105 designed by Russian engineers is described in this article. Specifications, features, capabilities of hardware as well as software are represented.