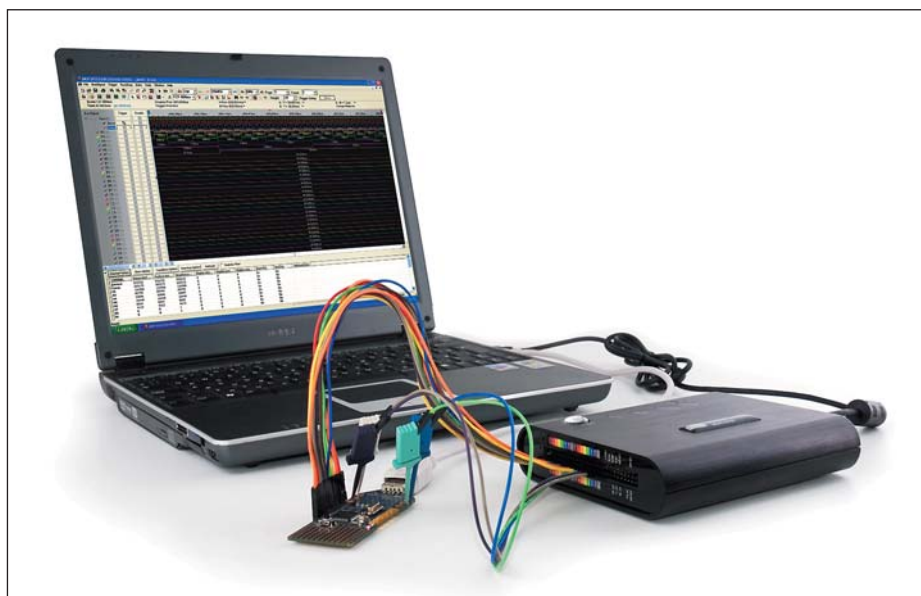


Удобные логические анализаторы

Сергей КОРНЕЕВ
korneev@prist.ru

В статье рассмотрены основные возможности и особенности трех моделей логических анализаторов АК ИП.



Логический анализатор — это сложное в техническом отношении устройство, которое предназначено для анализа цифровых сигналов, передающихся по последовательным и параллельным шинам. Цифровые технологии плотно вошли в современную жизнь и постепенно вытесняют аналоговые системы. Микропроцессоры применяются как в базовых вычислительных схемах, так и в виде готовых автоматизиро-

ванных систем по управлению различными процессами. Поэтому если раньше область применения логических анализаторов была ограничена разработкой, научными экспериментами, серийным производством и анализом в лабораторных условиях, то сейчас они все чаще используются в различных сервис-центрах, при измерениях в полевых условиях и на бытовом уровне. В связи с этим к логическим анализаторам предъявляются новые требования.

Логические анализаторы АК ИП воплотили в себе богатый опыт в проектировании подобных устройств и рассчитаны на широкий круг задач при отладке микропроцессорных систем, они удобны в эксплуатации, мобильны и легко настраиваются. Логические анализаторы АК ИП выполнены в виде приставки к персональному компьютеру (ноутбуку), являются портативными устройствами с питанием по интерфейсу USB, имеют широкие возможности по записи и анализу цифровых сигналов и продуманный, интуитивно понятный интерфейс управления. Все модели поставляются с необходимым набором шлейфов и зажимов для подключения к объекту тестирования (рис. 1).

Серия логических анализаторов АК ИП включает 3 модели: АК ИП-9101, АК ИП-9102 и АК ИП-9103. Модели отличаются числом измерительных каналов, объемом памяти, набором протоколов декодирования цифровых интерфейсов (шин данных) и некоторыми специальными параметрами, такими как коэффициент компрессии. В таблице представлены основные технические характеристики логических анализаторов АК ИП.

Чтобы начать работу с прибором, нужно установить программное обеспечение. Программа для логических анализаторов АК ИП работает на большинстве известных операционных систем Windows, начиная с Windows 98 и заканчивая 64-битовой ОС Windows Vista. Минимальные системные требования: про-



Рис. 1. Комплект поставки логических анализаторов АК ИП

Таблица. Технические характеристики

Модель	9101	9102	9103
Количество каналов	16	32	
Полоса пропускания, МГц	75		
Память, Мбит	4	32	
Длина памяти (на канал), кбит	256	128	1
Внутренняя частота дискретизации (асинхронная)	100 Гц ~ 200 МГц		
Максимальная внешняя частота дискретизации (синхронная)	100 МГц		
Источник синхронизации	16 каналов	32 канала	
Условия синхронизации	По фронту/спаду, по состоянию (высокое, низкое, между уровнями), по шаблону		
Предзапуск/послезапуск	Есть		
Уровни синхронизации	1–65 535		
Страницы синхронизации	Макс. 8192		
Работающие одновременно каналы	16	32	
Анализ протоколов	I ² C, UART, SPI	I ² C, UART, SPI, 1-WIRE, SSI	I ² C, UART, SPI, 1-WIRE, SSI, HDQ, CAN, MICROWIRE
Сжатие	16-канальное (коэф. сжатия 1–255)	24-канальное (коэф. сжатия 1–255)	
Габаритные размеры, масса	130×100×30 мм; 0,175 кг		

цессор — 166 МГц, оперативная память — 64 Мбайт, 100 Мбайт свободного места на жестком диске. Подключение прибора к ПК осуществляется через интерфейс USB. Если вы используете монитор большого размера, то, настроив масштаб отображения данных в программе, сможете увидеть на одном экране сразу все каналы анализатора. Масштабированию и способу отображения данных уделено большое значение. К примеру, можно задавать высоту строк, менять произвольным образом цвет каналов и фона экрана, настраивать порядок расположения окон, простым кликом мышки растягивать или сжимать область отображения, удалять неиспользуемые каналы и т. д.

Интерфейс программы имеет привычный для пользователей ПК вид, схожий со многими меню операционной системы Windows. Управление режимами в логических анализаторах АК ИП можно осуществлять различными способами — из главного меню, путем выбора соответствующего режима; кнопками-иконками с панели инструментов (быстрый доступ к режимам) или с клавиатуры ПК «горячими» клавишами, которые можно запрограммировать. Меню управления составлено на английском языке, однако для опытных пользователей ПК разобраться в нем не составит труда. Естественно, чтобы изучить, где какая функция находится, потребуется время. В этом пользователю поможет подробная инструкция на русском языке, где описано, как начать работу и использовать все функции анализатора. Причем, описание построено таким образом, чтобы шаг за шагом — от простого к сложному — обучить работе даже неопытного пользователя: от первого включения до анализа протоколов (рис. 2).

Для того чтобы быстро выделять из общего потока цифровых данных необходимое событие и рационально использовать цифровую память, применяются различные схемы синхронизации, или запуска начала регистрации. В логических анализаторах АК ИП существует возможность задания начала регистрации (рис. 3):

- по перепаду (фронту или спаду);
- по логическому уровню (высокий, низкий или между уровнями);
- по шаблону данных (по значению).

Уровни синхронизации можно выбирать из перечня стандартных — TTL, CMOS, ECL или задать собственный уровень от -6 до +6 В.

Для более гибкой настройки сбора информации в программе можно задать задержку запуска: по времени, в тактовых импульсах или постранично. Все эти способы являются лишь удобной реализацией сдвига точки синхронизации на момент, когда происходит событие, которое мы хотим наблюдать в основном сигнале. При этом есть возможность наблюдать, что происходило перед наступлением этого события и после него — так называемый

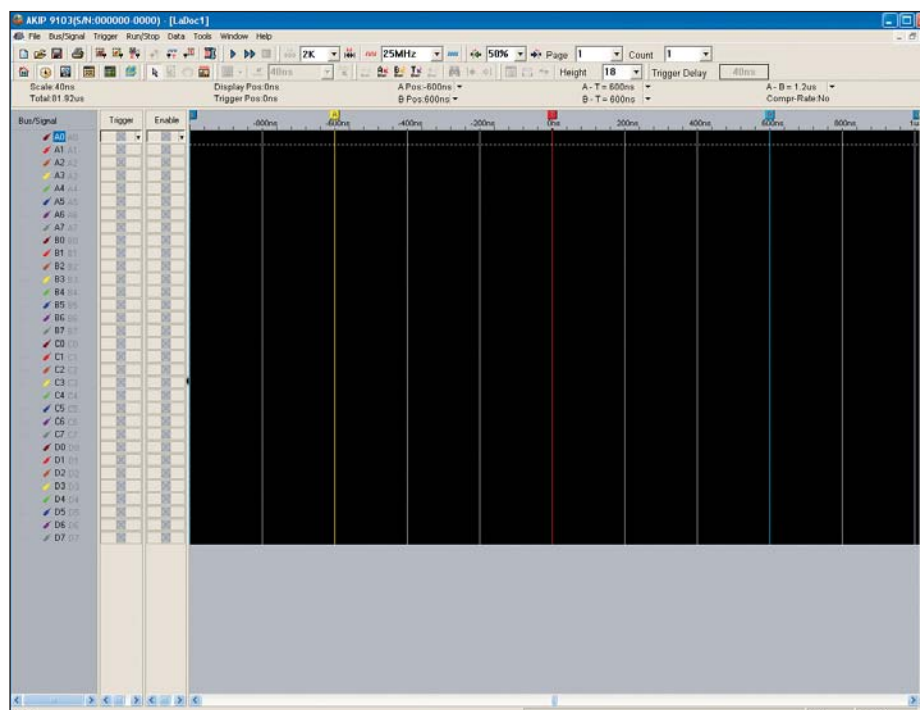


Рис. 2. Интерфейс программы

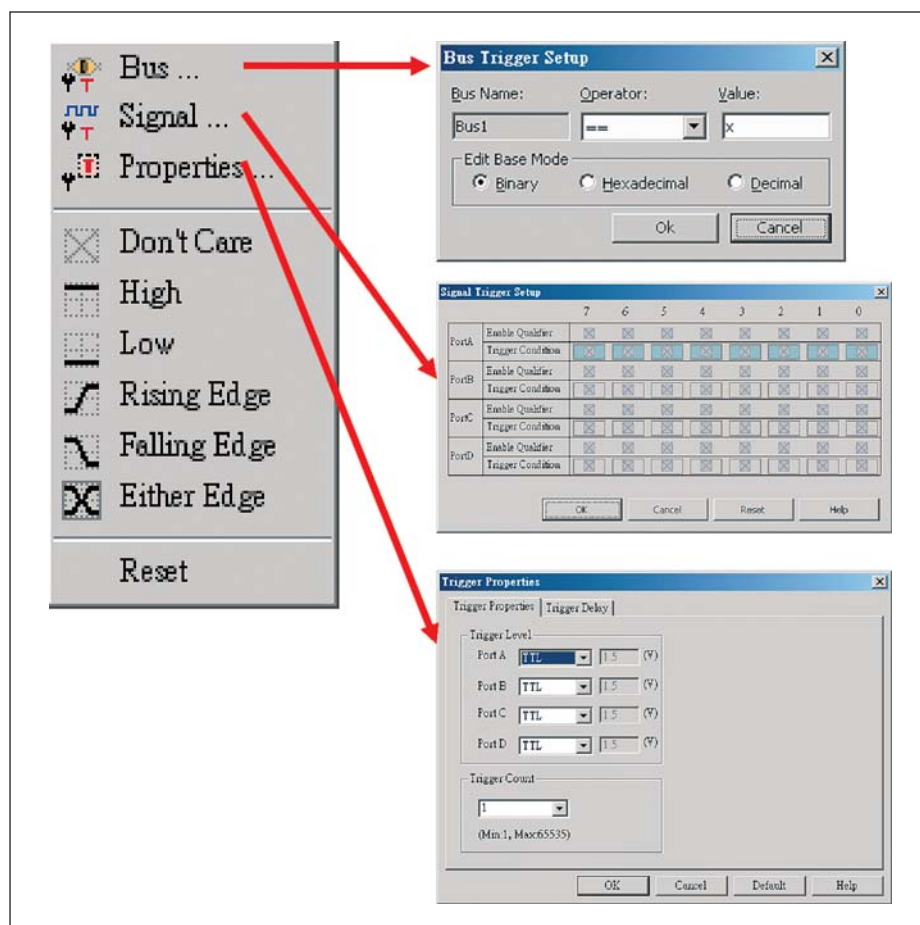


Рис. 3. Выбор режимов запуска из главного меню

предзапуск и послезапуск. Для изменения некоторых настроек не обязательно выбирать расширенное меню настроек. К примеру,

для задания условий запуска достаточно одним кликом указателя возле номера канала изменить настройки (рис. 4).

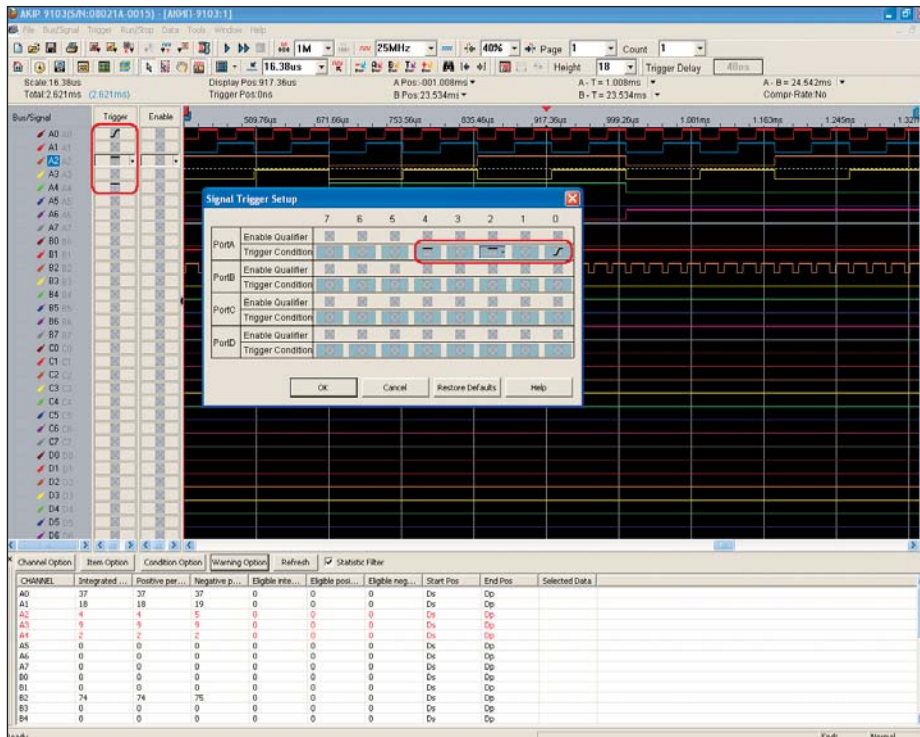


Рис. 4. Задание условий запуска из окна отображения и через диалоговое меню

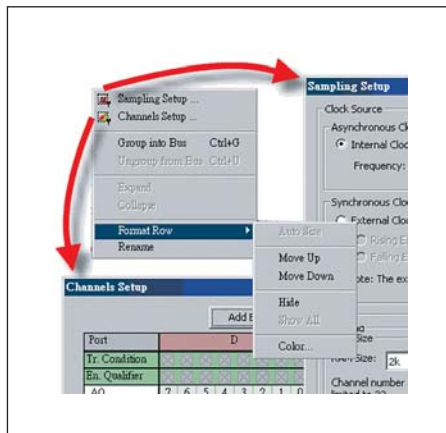


Рис. 5. Выбор режимов установки выборки и настройки каналов из главного меню

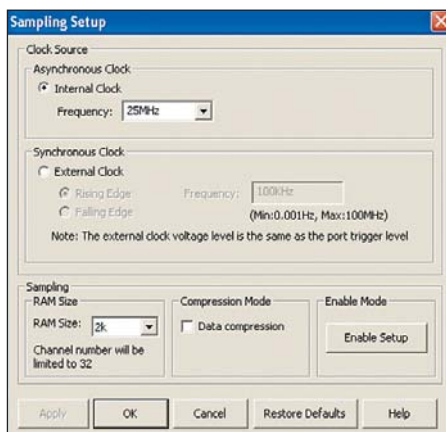


Рис. 6. Диалоговое окно настройки выборки и источника синхронизации

Источником синхрои́мпульса может служить внутренний тактовый генератор логического анализатора и внешний синхрои́мпульс. В зависимости от решаемой задачи пользователю предоставляется возможность выбрать асинхронный режим записи данных (от внутреннего генератора) или синхронный (внешний запуск). Внешний запуск имеет ограниченную частоту следования синхрои́мпульсов, однако программное обеспечение может считать реальные данные о виде сигнала и частоте (рис. 5, 6). Например, значение сообщения, временная шкала и растяжка будут в реальном масштабе времени. Асинхронный режим записи данных идет с частотой внутреннего тактового генератора. Тогда частота выборки выше, чем в первом



Рис. 7. Функции настройки частоты дискретизации, длины памяти и компрессии на панели инструментов

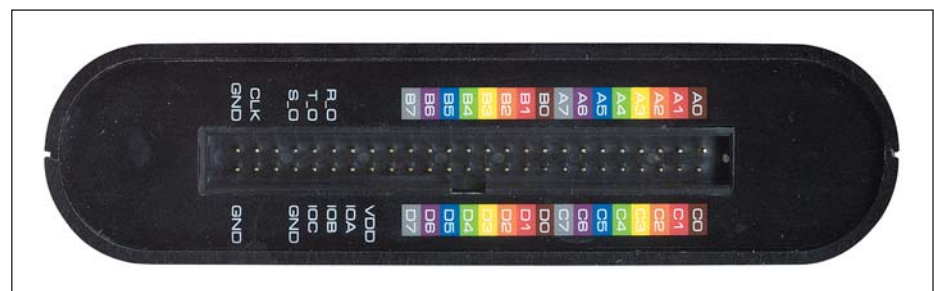


Рис. 8. Измерительные гнезда сигнального разъёма (АКИП 9103 вид сбоку)

случае (до 200 МГц), и данный режим можно использовать для отслеживания помех малой длительности или при определении временных зависимостей между причиной наступления события и самим событием.

Анализаторы АКИП имеют гибкую настройку частоты дискретизации и длины памяти (рис. 7). Пользователь может выбрать эти параметры в зависимости от частоты и особенностей исследуемого сигнала. Частоту дискретизации в логическом анализаторе необходимо устанавливать такой, чтобы она была как минимум в 4 раза больше частоты исследуемого сигнала. Помимо имеющегося ряда частот, которые пользователь может задать в программе, есть вход для внешней тактовой частоты, которая ограничена 100 МГц. Память каналов в логическом анализаторе влияет на длительность захваченной посылки. Следует выбирать длину памяти такой, чтобы оптимизировать время сбора данных. Чтобы логический анализатор быстрее обрабатывал данные, выберите меньший объем. Если какие-то каналы имеют большой поток данных, то требуется больший объем памяти.

Для возможности анализа длинных сообщений в анализаторах АКИП применяется функция компрессии (рис. 7). Она используется, чтобы сжать захваченные данные при помощи дополнительной обработки. Цель этого сжатия состоит в том, чтобы разместить больше данных, чем в фактической памяти. Коэффициент сжатия может достигать 255. Выбранная длина памяти 1 Мбит означает, что максимальные данные, пропущенные через компрессор, достигают 1 Мбит × 255 = 255 Мбит на канал. Обратите внимание, скорость обработки изменится в зависимости от объема обработанных данных.

Для передачи информации от тестируемого устройства, а также внешним устройствам, логические анализаторы АКИП оснащены дополнительными входами и выходами (рис. 8). К примеру, имеются цифровые выходы синхронизации, считывания и сигнализации начала и конца сбора информации, что позво-

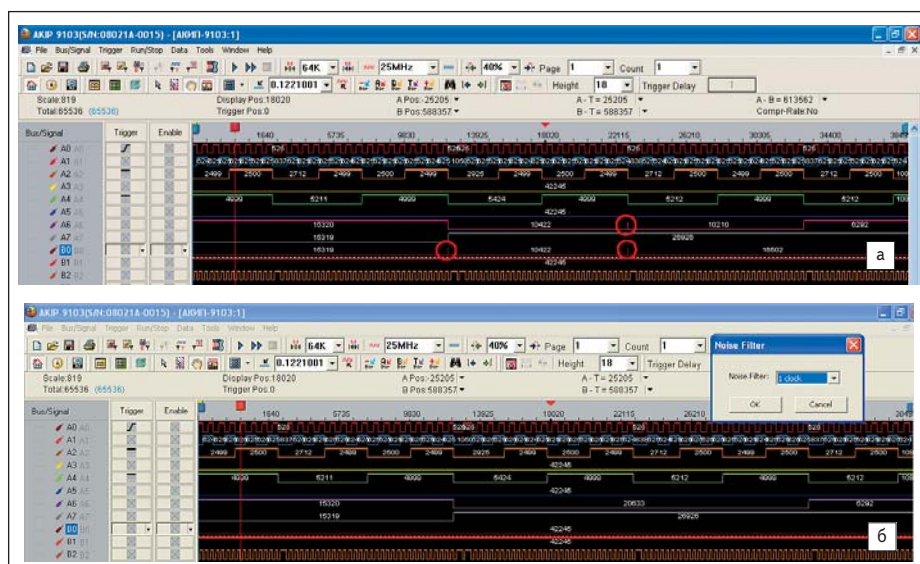


Рис. 9. Сигнал до (а) и после (б) фильтрации (на верхнем изображении красным цветом выделен шумовой сигнал)

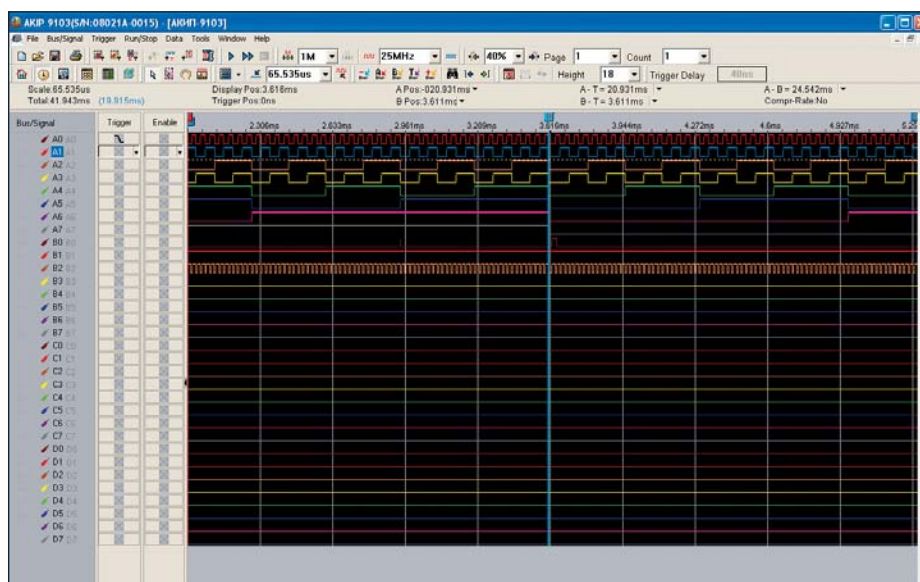


Рис. 10. Отображение данных в виде формы импульсов

ляет использовать эти анализаторы в автоматизированных системах.

Во многих случаях полезна функция Enable (разрешено). Функцию Enable можно использовать в процессе анализа потока данных для фильтрации нежелательных сигналов. После того как логический анализатор определит условия, заданные в меню Enable, сигнал будет захвачен, проанализирован и выведен на экран в виде импульсов. В отличие от условий синхронизации, где сбор информации не начнется, пока не наступит заданное событие, при выборе этой функции прибор непрерывно захватывает и обрабатывает данные, но только те, которые разрешены к обработке. При этом исходный сигнал сохраняется, а те сигналы, которые не соответствуют заданным условиям, удаляются из основного сигнала.

Логические анализаторы обрабатывают не физические процессы, происходящие в ши-

не данных, а логические состояния. Тем не менее, логические 0 и 1 — это фактически значение напряжения сигнала, которое имеет побочные составляющие, шумы, которые нужно отделить от полезного сигнала. Поэтому в логических анализаторах АК ИП предусмотрен фильтр шума, который может настраивать пользователь исходя из условий изменений (рис. 9). Скажем, если полезный сигнал имеет длительность импульсов не менее 5 отсчетов, то можно задать фильтрацию таких сигналов, у которых длительность импульсов (шум) меньше этого значения. Таким образом, логический анализатор не будет проводить обработку этих сигналов.

Вывод информации на экране возможен в виде формы сигнала — импульсов (рис. 10) или таблицы логических состояний (рис. 11). Для каждого из режимов можно настроить область отображения — выбрать высоту строк,

изменить цвет каналов и заднего фона, удалить неиспользуемые каналы. Окна отображения и настроек можно также расположить удобным для пользователя образом — вертикально, горизонтально или каскадом. Информацию о сигнале можно вывести в двоичном, десятичном, шестнадцатеричном или символьном виде. Для этого пользователю предоставляются широкие возможности по настройке рабочей среды. Однако, если требуется быстрая настройка режимов, то некоторые функции, (например, настройку синхронизации) можно изменить непосредственно в окне отображения. То же касается и визуальных эффектов. Достаточно дважды кликнуть указателем на канале, чтобы вызвать меню настройки цвета. В окне настройки цвета каналов или фона нужно выбрать функцию автоматической настройки, и программа подберет наиболее контрастное сочетание цветов. Как уже упоминалось, проводить настройку режимов сбора и отображения информации можно различными способами, они упрощают работу с прибором и сокращают число шагов для настройки на тот или иной режим.

Захваченные данные могут подвергаться всестороннему анализу. Для этого в программе существует множество методов, как по поиску данных, так и по непосредственному анализу. В частности, поиск данных пользователь может задавать в бинарном, десятичном или шестнадцатеричном форматах. Помимо этого, существуют так называемые атрибуты поиска. Набор атрибутов зависит от того, где происходит поиск — в сигнале, шине или специализированном протоколе I²C, UART, SPI. В шине выбираются условия: «равно», «не равно», «в диапазоне», «вне диапазона» (задаются минимальное и максимальное значение). Возможен выбор сигнала — по фронту, спаду, любому фронту, низкому или, наоборот, высокому уровню. Найденные значения могут быть автоматически помечены маркерами. Для удобства анализа предусмотрена функция перехода между метками (выбранная метка выводится в центр экрана), а также измерение временных зависимостей между маркерами. Для быстрого анализа данных можно использовать функцию статистики и вывод списка пакетов данных (рис. 12). В окне статистики отображается информация о структуре сигнала. В этом режиме можно настраивать число каналов для анализа, условия анализа и выбирать условия предупреждений. В окне списка пакетов содержится следующая основная информация: номер и имя пакета, время начала, данные, длина пакета. В списке пакетов специализированных шин есть и дополнительная информация по структуре: о стартовых битах, битах подтверждения и пр. Данные можно экспортировать в файл формата txt или csv для последующей обработки. При их экспорте пользователь может настроить область данных для сохранения, размещение данных в файле, сохранение информации о настройках.

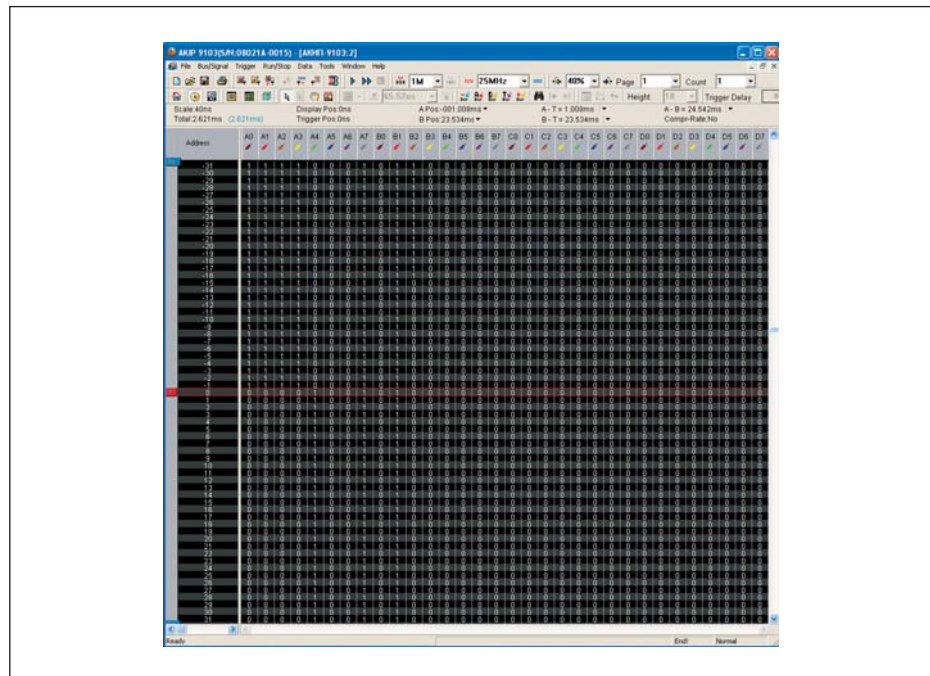
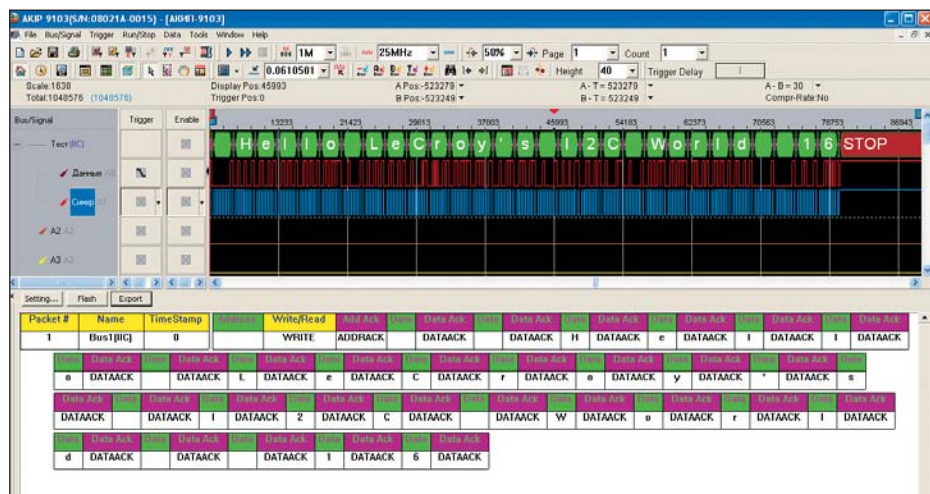


Рис. 11. Табличное представление данных

Рис. 12. Пример декодирования шины I²C и список пакетов шины

В настоящее время различные цифровые устройства используют большое количество протоколов обмена данными. Вот перечень некоторых распространенных протоколов, которые поддерживают анализаторы АКПП: I²C, SPI, I-Wire, CAN, HDQ, USB, PS/2, SSI, SDCard, FlexRay, IRDA и многие другие. Некоторые из этих протоколов заложены в программе по умолчанию, другие — платная опция. Таким образом, сохраняется гибкий подход по набору возможностей. В программе имеется специальная функция, которая позволяет отправить запрос производителю для заказа тех или иных опций. В рамках этой статьи мы не будем подробно останавливаться на декодировании специальных протоколов. Получить информацию о декодировании некоторых из них можно на сайте http://www.prist.ru/info.php/articles/i2c_spi_rs_lecroy_analyze.htm.

Логические анализаторы АКПП подходят для решения широкого круга задач по отладке, настройке и диагностике последовательных и параллельных шин данных. Методы сбора и анализа информации в этих анализаторах позволяют применять их как для поиска событий, так и для выявления причин неисправностей и оценки временных зависимостей между событиями. Преимущество данных приборов состоит и в продуманном пользовательском интерфейсе, благодаря которому происходит экономия времени на освоение прибора и при работе с режимами и настройками. Логические анализаторы АКПП можно рекомендовать к применению на производстве, в сфере профессионального обучения, для ремонтно-диагностических служб, а также всем радиолюбителям, занимающимся цифровой техникой. ■