

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПРИБОРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ: ИЗ ОПЫТА ВНЕДРЕНИЙ "ЛАБОРАТОРИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ (АС)"

М.И. Перцовский, Е.А. Воробьев, М.Г. Евтихов  
("Лаборатория автоматизированных систем (АС)")

*Выявлены три основные направления создания виртуальных приборов (ВП): интеграция приборов и средств измерения, использование специальных устройств обмена данными, использование стандартных средств сбора данных. Приводятся обоснования и примеры реализации ВП по каждому из указанных направлений.*

Создатели исследовательских и экспериментальных установок зачастую сталкиваются с проблемой интеграции самых разнообразных приборов и средств измерения в систему. Решение этой задачи привлекательно не только возможностью организовать все управление в едином формате, но и максимально сделать такую систему проблемно-ориентированной, используя для этого все возможности современной вычислительной техники.

Пути создания автоматизированных приборных комплексов и ВП можно разделить на три основных направления.

1. Приборы имеются "живьем" и их требуется интегрировать в систему на базе компьютера. Основой для построения автоматизированных приборных комплексов в этом случае может служить Контроллер Канала Общего Пользования (КОП), предназначенный для управления устройствами, оснащенными интерфейсом по ГОСТ 26.003-80 (интерфейс МЭК 625.1, шина IEEE488, GPIB-интерфейс). Подключение измерительных приборов (например, осциллографа, спектроанализатора, генератора и т.п.) к компьютеру с помощью контроллера КОП позволяет полностью автоматизировать управление самими приборами и процессами измерения, для которых они применяются. Измеренные данные с прибора сохраняются в памяти компьютера и обрабатываются.

Данный подход позволяет создавать АРМ наладчика радиоэлектронной аппаратуры, места испытания и поверки приборов, организовывать лаборатории экологического контроля и т.п. На экране дисплея могут быть показаны все лицевые панели приборов, и пользователь получает возможность управлять ими в РВ с одновременной обработкой всех поступающих данных.

2. Функциональность реального прибора (логического анализатора, генератора и т.п.) имитируется с помощью специального устройства, выполненного в стандарте компьютера, а все взаимодействие с пользователем осуществляется с помощью интерфейсной программы самого компьютера. Такие ВП по техническим характеристикам подчас не уступают реальным, они более гибкие и легко интегрируются в системы при относительно невысокой цене (предполагается, что компьютер у пользователя есть).

3. Компьютер оснащается стандартными средствами сбора данных (например, АЦП), а с помощью ПО (комплекса АСTest, разработанного в "Лаборато-

рии автоматизированных систем (АС)") пользователь обеспечивается возможностью выполнения необходимого набора приборных функций, исходя из требований его задачи.

Рассмотрим более подробно решения для всех трех направлений, исходя из опыта реализации конкретных проектов "Лабораторией автоматизированных систем (АС)".

### Интеграция приборов и средств измерения в систему

В условиях необходимости интенсивного переоснащения промышленного производства и ограниченности финансовых средств рациональная организация работ по созданию систем автоматизации имеет большое значение. Снабжение приборов и промышленного оборудования соответствующими средствами интеграции существенно упрощает и удешевляет процесс включения их в сложные системы, а сами системы становятся функционально более гибкими и надежными, упрощается работа с ними.

Создание и использование виртуальных панелей в составе технической установки дает возможность программным путем синтезировать на экране ЭВМ графическую панель автоматизированной системы, устанавливать пределы измерения, задавать режим работы, совмещать этапы измерений с этапами первичной и вторичной обработки данных, а также представлять результаты обработки в графической форме. Синтезированные таким образом приборы и компоненты систем являются общедоступными и легко тиражируемыми, позволяют просто модифицировать их под решение различных задач.

Далее, системы могут быть объединены в сети [1]. В этом случае предоставляется возможность передачи информации о состоянии параметров каждой станции сбора на другие пункты сбора или на центральный пульт управления любого уровня иерархии. Открыт доступ к централизованным базам данных и эталонов. Может быть задан приоритетный способ передачи информации (например, сигнал об аварийной ситуации на какой-либо станции передается на все компьютеры сети в виде звукового сигнала и текста о характере аварии) или доступа к данным (например, некоторые данные могут быть получены из сети только персоналом, имеющего определенные права доступа).

Управление работой системы сбора и контроля должно осуществляться с помощью простого и удоб-

ного, не требующего от оператора специальной компьютерной подготовки интерфейса.

Распространенным в мире способом подключения приборов к компьютеру и интеграции их в автоматизированные приборные комплексы является интерфейс по КОП. Другие известные названия: интерфейс МЭК 625 (Международная электротехническая комиссия.), шина HP-IB (Hewlett-Packard interface bus), шина IEEE 488 (Institute of Electrical and Electronics Engineers), GPIB-интерфейс (General-purpose interface bus). Интерфейс КОП имеет на электронном рынке как у нас в стране, так и за рубежом свою весьма устойчивую нишу, встречается в современных измерительных устройствах и в устройствах, изготовленных еще в советские времена (например, осциллограф С9-8 широко используется в нашей стране уже более 30 лет и не теряет своей популярности для ряда применений). Многие промышленные, научные и учебные организации имеют достаточно большой парк таких приборов и получают возможность подключить их через платы КОП к современным компьютерам. При этом многие приборы приобретают качественно новый уровень применимости. Контроллеры КОП позволяют подключать к компьютеру измерительные приборы и устройства управления в соответствии со стандартом, регламентированным ГОСТ 26.003-80.

На отечественном рынке "Лаборатория автоматизированных систем (АС)" предлагает широкий спектр контроллеров КОП и ПО к ним (рис. 1, 2). Выпуская контроллеры КОП около 10 лет, постоянно пополняя ассортимент новыми интерфейсами, но сохраняя и поддерживая модернизированные варианты старых типов плат: ISA, PCI, LPT, USB, особое и постоянное внимание уделяется совместимости математического обеспечения. Переходя на новый вид контроллеров, пользователь должен иметь возможность использовать ранее разработанное программное обеспечение для старших версий контроллеров без перетрансляции программ.

КОП – это не просто способ соединения компьютера и цифровой аппаратуры, а низкоуровневый язык особого рода. Как правило, системы программирования двух различных приборов, подключаемых с помощью КОП, радикально отличаются и не имеют ничего общего. Язык КОП дает возможность передать информацию в прибор и принять ее из прибора. Поэтому, для использования КОП недостаточно просто

установить драйвер. Особо следует подчеркнуть, что использование КОП предполагает программирование, что далеко не просто. Обычно оно требует предварительного исследования прибора и написания специализированной библиотеки функций под него. "Лабораторией автоматизированных систем (АС)" накоплен большой опыт по изготовлению ВП под аппаратуру заказчика. Они поставляются вместе со специализированной библиотекой и служат стартовой программой, которую клиент развивает в необходимую ему систему автоматизации. Пользователи, имеющие

достаточный опыт работы с КОП, выполняют работу по исследованию своих приборов и созданию специализированных библиотек самостоятельно. Как правило, эти библиотеки уникальны, ориентированы не только на прибор, но и на задачу. Драйвер, поставляемый с платой КОП, является базой для создания такой библиотеки и представляет собой набор низкоуровневых функций, реализующих язык КОП.

Типичными затруднениями, возникающими у пользователей, имеющих небольшой опыт работы с КОП, является диагностирование работоспособности системы Программ-Драйвер-КОП-Прибор. Этот традиционный вопрос связан с понятием "Оживление прибора", под которым подразумевается достижение того, чтобы прибор начал откликаться на команды компьютера. Ситуация, когда кажется, что "все не работает", встречается часто, переживается драматично, но редко соответствует действительности.

Если параметры компьютера, КОП или прибора установлены неправильно, то драйвер не будет работать или будет работать неправильно. В реальной ситуации пользователь может не знать некоторых необходимых параметров, или не совсем верно понимать связь взаимодействующих частей системы, что может привести на первых этапах работы к большим или меньшим затруднениям. Частичным решением этой проблемы являются обучающие и тестовые программы, поставляемые с контроллером КОП, предлагаемым "Лабораторией автоматизированных систем (АС)" (рис. 3). В случае необходимости компания берет на себя "оживление прибора", разработку ВП, специализированных библиотек и элементов ActiveX, а также разработку систем автоматизации измерений и управления "под ключ".



Рис. 1. Контроллер КОП-USB



Рис. 2. Контроллер КОП-PCI



Рис. 3. Пример программы поддержки программирования контроллера КОП

Логически последовательный порядок развития ПО на основе КОП можно разделить на шесть этапов:

1. проверка работоспособности системы Компьютер-КОП-Прибор без драйвера;
2. установка драйвера и проверка его работы;
3. освоение команд управления приборами с помощью КОП;
4. разработка ВП и библиотек программ для необходимых реальных приборов;
5. разработка АСУ на основе КОП;
6. эксплуатация и сопровождение АСУ на основе КОП.

Рационально начать с установки драйвера, а при неудаче вернуться к этапу 1. Для проверки системы Компьютер-Драйвер-КОП-Прибор используют программу, которая проверяет наличие платы КОП и пытается записать байт во все приборы. Для каждой версии контроллера КОП имеются в наличии DOS-программы, позволяющие обнаружить КОП и прибор независимо от драйвера. Ситуация, когда все приборы обнаруживаются тогда, когда их в действительности нет или наоборот не обнаруживаются существующие приборы, характерна для нарушения связи КОП-Прибор. Типичные причины – контакты кабеля и работа переключателей, устанавливающих адрес прибора. Последствия плохих контактов кабеля могут носить сложный и перемежающийся характер.

Приборы, работающие под управлением КОП, как правило, имеют свою оригинальную систему программирования, мало похожую на системы программирования других приборов. Рекомендуется использовать примеры для различных систем программирования, поставляемые с драйвером для того, чтобы начать экспериментальное исследование работы реально имеющихся приборов с КОП, опробование команд приборов и полезных последовательностей команд. Программы, поставляемые с контроллером КОП "Лабораторией автоматизированных систем (АС)", помогают отладить такие последовательности команд КОП, не привязываясь к

конкретному языку программирования. Это бывает полезно в случае возникновения программистских трудностей, которые всегда появляются в избытке. На основе этих отлаженных последовательностей пишется библиотека программ под конкретный прибор. Программу, демонстрирующую возможности такой библиотеки, можно оформить как ВП, соответствующий реальному прибору (рис. 4). Для системы нескольких приборов тем более необходима соответствующая виртуальная демонстрационная система, доработка и усложнение которой приводит к появлению надежной и действительно полезной системы автоматизации. Попытки обойти этап экспериментального исследования приборов и их систем обычно в очередной раз выявляют простой и известный факт: программа (прибор, человек), которая должна делать все среди прочих своих действий, делает также свои и неожиданные отказы, встречаясь с трудными ситуациями.

С драйвером, поставляется продукт ActiveX, относящийся к типу ActiveForm, который простейшим образом решает задачу предоставления конечному пользователю сервера автоматизации, который можно использовать практически в любой современной среде программирования. С общей точки зрения современная развитая сложная система автоматизации должна не только решать непосредственно поставленные перед ней задачи, но и предоставлять серверы автоматизации для ее дальнейшего развития.

С драйвером, поставляется продукт ActiveX, относящийся к типу ActiveForm, который простейшим образом решает задачу предоставления конечному пользователю сервера автоматизации, который можно использовать практически в любой современной среде программирования. С общей точки зрения современная развитая сложная система автоматизации должна не только решать непосредственно поставленные перед ней задачи, но и предоставлять серверы автоматизации для ее дальнейшего развития.

#### ВП на базе специальных устройств обмена данными

Функциональность реального прибора может имитироваться с помощью специального устройства обмена данными, выполненного в стандарте компьютера, а все взаимодействие с пользователем осуществляется с помощью интерфейсной программы самого компьютера.

Примером реализации такого подхода могут служить "Логический анализатор" и "Генератор логичес-



Рис. 4. "Виртуальный прибор" осциллограф С9-8 – интерфейс программы управления реального прибора через контроллер КОП

Таблица 1

Параметры функционирования	Технические характеристики
Число каналов сбора данных	до 64
Объем внутренней памяти, бит на канал	до 512
Синхронный режим сбора: • максимальная частота внешних тактовых импульсов, МГц • минимальная длительность импульсов, нс	50 8
Асинхронный режим сбора: • частота внутреннего тактового генератора • кратность	200 МГц...10 Гц 1:2:5
Возможность комбинационного запуска по любому числу каналов	+
Активный фронт: • положительный • отрицательный • положительный и отрицательный	+ + +
Погрешность установки частоты, %	не более 0,1
Отображение паразитных импульсов между рабочими срезами тактовых импульсов (может задаваться индивидуально для каждого канала).	Минимальная длительность – 8 нс
Напряжение порогового уровня, В (Регулируемый порог срабатывания обеспечивается при оснащении ЛА внешними аналоговыми компараторами. Пороговое напряжение может устанавливаться индивидуально для каждого канала)	– 1,4 ± 0,2 для TTL – 1,3 ± 0,1 для ECL – регулируемое в пределах ±10 с шагом 0,1



Рис. 5. Логический анализатор – вставная плата в РС1-шину



ких сигналов", предлагаемый "Лабораторией автоматизированных систем (АС)". Обеспечение высоких скоростных характеристик при полной функциональности приборов такого класса обеспечивается на аппаратном уровне [2]. Некоторые технические характеристики логических анализаторов приведены в таблице. Устройство обмена данными может быть реализовано как вставная плата в шину компьютера, так и внешнее устройство, подключаемое через стандартный порт (например, USB) (рис. 5, 6). Задание параметров, управление режимами функционирования, отображение собранных данных и результатов логического анализа осуществляются с помощью ПО на экране компьютера (рис. 7). Такой прибор полностью заменяет реальный, "живой" при цене в 2...3 раза меньше. Кроме того, он обладает значительно большей гибкостью и может легко адаптироваться к условиям применения. В отличие от традиционного прибора, такой программно-аппаратный комплекс уже является основой для построения сложных разноплановых систем автоматизации.

Примером этого может служить многоканальная система временного контроля (цифровой хронограф), разработанный "Лабораторией автоматизированных систем (АС)" совместно с Российским Федеральным Ядерным центром [3]. Такая система обеспечивает 384 каналный синхронный сбор цифровых данных со скоростью до 100 МГц с запуском по заданному условию. При этом обеспечивалась регистрация предистории заданной временной глубины.

Построение ряда таких ВП по единой идеологии позволяет легко объединять их в комплексы. Так, совместное использование "Логического анализатора" и "Генератора логических сигналов" под управлением единого ПО позволяет реализовывать сложные системы диагностики практически любых цифровых устройств.

#### ВП на базе стандартных средств сбора данных

Имеющаяся на современном рынке широкая номенклатура плат и устройств сбора данных (например, АЦП) позволяет организовать измерение и ввод в компьютер практически всех тех же физических параметров, которые были доступны исследователю только через "органы чувств" многочисленных измерительных приборов. Почти сразу с появлением стандартных средств сбора данных родилась идея ис-

пользовать компьютер в качестве альтернативы таким распространенным приборам, как осциллографы, спектроанализаторы и т.п. Практическую реализацию этой идеи в начале 80-х гг. прошлого века почти

одновременно предложили National Instrument (США) и Инженерный центр АСНИ ИРЭ АН СССР. Специалисты из National Instrument стали реализовывать ВП как опции для плат сбора данных, с целью сделать последние более привлекательными для потребителя и, в конечном итоге, повысить их конкурентоспособность. Такие приборы по своим потребительским свойствам практически не отличались от их "железных" собратьев. Специализированное ПО полностью имитировало на экране компьютера панель управления прибором и брало на себя управление платой сбора данных. Такой подход делал почти незаметным для пользователя переход к ВП от привычного, что, безусловно, являлось его достоинством. С другой стороны, задача интеграции такого прибора в систему оставалась такой же простой, как и для обычных приборов.

В Инженерном центре АСНИ ВП сразу стали разрабатываться как средства создания компонентов установок для проведения физических экспериментов. Во многом это диктовалось нашей бедностью, когда "живой" прибор был просто финансово не доступен. Это сразу заложило системность подхода в идеологию таких ВП, которые, будучи функционально полноценным аналогом реального прибора, одновременно являлись элементом интегрированной среды проектирования системы автоматизации эксперимента [4]. Практически именно эта идеология реализована в программном комплексе автоматизации экспериментальных и технологических установок АСTest [5] (Свидетельства РОСПАТЕНТ № 2003611340, 2003611315, 2003611341, 2003611342), разработанного в "Лаборатории автоматизированных систем (АС)". В настоящее время этот комплекс предлагается на рынке как законченный "коробочный" продукт (в версиях АСTest-Lite и АСTest), а так же как базовое средство для разработки систем под требования заказчика (в версии АСTest-Pro). АСTest сегодня имеет развитые средства визуализации данных в масштабе РВ. Кроме традиционных для систем автоматизации экспериментов средств визуализации таких, как мнемосхемы с цифровыми элементами, самописцы, табличные элементы имеются элементы визуализации,



Рис. 6. Логический анализатор внешнего исполнения – подключение через USB порт

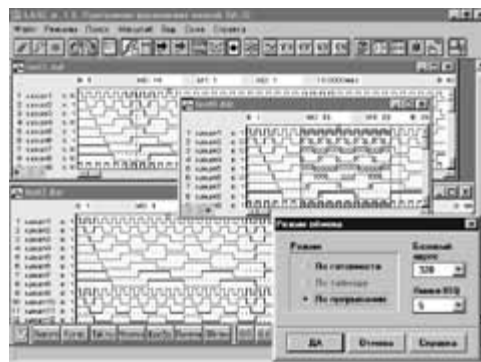


Рис. 7. "Виртуальный логический анализатор" – программа управления устройством обмена данными и отображения анализируемой информации и взаимодействия с пользователем

реализованные как ВП (осциллограф, спектроанализатор), предназначенные для представления быстропеременных данных. На базе стандартных устройств сбора данных, используя многофункциональность комплекса АСTest, можно реализовать самые разнообразные ВП, работающие в системе.

Кроме того, средства визуализации и взаимодействия с пользователем комплекса АСTest позволяет осуществлять настройку сценариев для выбранного режима автоматизируемой установки, хранение и поиск нужного сценария в БД, проводить измерения в масштабе РВ с одновременной архивацией и визуализацией экспериментальных данных, просматривать и анализировать результаты (рис. 8). В масштабе РВ производится первичная математическая обработка и допусковый контроль значений измеряемых параметров. Вся информация сохраняется в формате БД и доступна для последующей обработки и анализа. В состав комплекса входит ПО вторичной обработки и визуализации результатов измерений.

Комплекс может функционировать как на однопользовательском компьютере, так и с использованием клиент-серверных технологий в рамках распределенной системы сбора и обработки данных.

Состав аппаратной части комплекса подбирается исходя из требований задачи, при этом могут использоваться устройства сбора данных как отечественных, так и импортных производителей. Комплекс позволяет проводить измерения как медленно меняющихся, так и быстропеременных процессов. В составе комплекса применялись платы сбора данных с частотой сбора до 100 МГц.

В 2002 г. комплекс АСTest был награжден медалью "Гарантия качества и безопасности" конкурса "Национальная безопасность". В настоящее время комплекс может рассматриваться как "стандарт де-факто" для решения задач данного класса. Некоторые



Рис. 8. Система автоматизации стендовых испытаний на базе комплекса АСTest

примеры из многочисленных (более 400) внедрений приведены в [6].

"Лаборатория автоматизированных систем (АС)" осуществляет разработку систем управления, подключение конкретных приборов к компьютеру, комплексные решения по объединению приборов, работающих в стандарте КОП, в законченные АСУ, проектирование и изготовление "под ключ" измерительных и испытательных систем.

Наши специалисты готовы разработать системы любой

сложности, провести исследования нестандартных аппаратных средств, требующих подключения к компьютеру, разработать и адаптировать уже существующие программные решения.

#### Список литературы

1. *Перцовский М.И., Бельшев П.А.* Комплексная автоматизация промышленного предприятия на примере системы учета и контроля ресурсов нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего предприятий // Мир компьютерной автоматизации. 2002. №6.
2. *Перцовский М.И., Воробьев Е.А., Трифионов А.А.* Применение логических анализаторов в тестировании цифровой техники // Современные технологии автоматизации. 2000. №2.
3. *Перцовский М.И., Воробьев Е.А., Баканов В.В., Батянов С.А.* Временной контроль (цифровой хронограф) в сложных технических системах // Промышленные АСУ и контроллеры. 2001. №4.
4. *Pertcovsky M., Vorobiov Ye Kiryukhin S., Kutsevich N.* Integrated Environment for Acquisition, Processing and Control by Digital Data // The International Symposium on Problems of Modular Information Computer Systems and NetWorks, ESONE Committee. 1986.
5. *Ртищев А.В.* Инструментальный интегрированный комплекс АСTest // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2002. №2.
6. *Перцовский М.И., Ртищев А.В.* Современные средства визуализации ТП: из опыта внедрений АСУТП "Лабораторией автоматизированных систем (АС)" // Автоматизация в промышленности. 2004. №9.

*Перцовский Михаил Изидорович — канд. физ.-мат. наук, директор,  
Воробьев Евгений Александрович — начальник отдела,  
Евтихов Михаил Георгиевич — канд. физ.-мат. наук,  
ведущий специалист "Лаборатории автоматизированных систем (АС)."*

*Контактный телефон/факс (095) 730-36-32.  
E-mail: office@actech.ru, Http://www.actech.ru*

#### Новый сервер сетевой безопасности построен на платформе Intel Pentium 4 550 под разъем LGA-775

Компания Nexcom анонсировала выпуск нового сервера сетевой безопасности NSA — NSA-1086. Основной особенностью этой модели является то, что она построена на платформе нового процессора Intel Pentium 4 550 под разъем LGA-775, содержащего ядро Prescott, 1Мб кэша второго уровня и работающего на частоте FSB 800МГц. В соответст-

вии с новой маркировкой процессоров Intel "550" — это "processor number". Так Intel Pentium 4 550 по своим возможностям соответствует Pentium 4 М 3,4ГГц в прежней классификации. Еще одной особенностью этой сетевой платформы, помимо поддержки высокопроизводительных процессоров под разъем LGA-775, является шина PCI Express.

*Http://www.icnews.ru*