



Лабораторная автоматизация: организация современных приборных комплексов, систем проведения экспериментов и испытаний

Востребованность в универсальных и готовых решениях и инструментальных средствах для создания систем стала приметной особенностью современной ситуации на рынке в столь слабостандартизируемой области, как лабораторная и промышленная автоматизация. В предлагаемой статье описывается опыт применения ряда средств, разработанных в “Лаборатории автоматизированных систем (АС)” для организации современных приборных комплексов, являющихся основой для построения систем лабораторной автоматизации. Предлагаются инструментальные средства поддержки проектирования, средства тестирования и отладки на этапе создания автоматизированных комплексов, базовые программно-аппаратные компоненты и средства поддержки функционирования действующих систем.

Уровень автоматизации при проведении исследований и испытаний новой техники во многом определяет качество проводимых работ и конкурентоспособность получаемых результатов. Грамотно и эффективно организованные испытания и мониторинг процессов, применение единой технологии при создании комплексных систем и организации работы с получаемыми данными позволяет добиваться прямой экономии денежных средств за счет интенсификации использования дорогостоящего оборудования, увеличения их ресурсной эксплуатации, получения ряда новых результатов за счет дополнительной обработки уже имеющихся данных.

Организация современных приборных комплексов

При организации современных приборных комплексов (систем), включающих средства вычислительной техники и автоматизации, с неизбежностью встает проблема стыковки разного, порой уникального, оборудования с компьютерной техникой. При этом должны быть согласованы функциональные и технические возможности самых разнообразных приборов, функционирующих в условиях многообразия и сложности решаемых задач. Проблема еще более усложняется существованием множества возможных вариантов подключения используемого оборудования, выполненного в различных стандартах.

С другой стороны, оператору должна быть предоставлена возможность активного участия в процессе работы приборного комплекса в целом, в том числе возможность быстрой перестройки структуры его функци-

онирования в соответствии с динамикой самого процесса проведения эксперимента. При этом взаимодействие с оборудованием (и с ЭВМ в том числе) должно быть максимально проблемно-ориентированное и выдвигать минимальные требования к знанию средств ВТ.

Управление разными приборами, осуществляемое по единой идеологии с одной консоли оператора, дает возможность существенно повысить эффективность труда последнего и сделать его работу более комфортабельной, а также позволяет расширить функциональность используемых приборов. Даже достаточно давно выпускаемые приборы после включения их в автоматизированные комплексы вполне отвечают современным требованиям. Вышесказанное определяет два основных направления организации работ [1]:

- обеспечение решения задач по автоматизации процесса работы комплекса, включая упрощение общения оператора с оборудованием в целом (разработка человеко-машинного интерфейса на уровне пользователя – интерфейса верхнего уровня);
- организация программно-аппаратных средств сопряжения различного оборудования с ЭВМ, включая диалоговые средства настройки этого интерфейса (разработка человеко-машинного интерфейса системного уровня – интерфейса нижнего уровня).

Очевидно, что обеспечение высокой надежности работы сложных приборных комплексов является требованием, выполнение которого столь же не просто, сколь и желательно. Однако для класса систем, надлежащее функционирование которых является необходимым условием обеспечения безопасности, это требование становится непреложным. Необходимость проведения соответствующих мероприятий на протяжении всего жизненного цикла таких систем, включая этапы создания и эксплуатации, закреплена во многих международных и национальных стандартах. Как правило, с этой целью на этапе проектирования создаются дополнительные средства тестирования, как внешние по отношению к системе, так и встроенные. На этапе использования системы применяются средства многократного контроля всех параметров, взаимоувязанные с дублированием (для наиболее важных узлов – с троированием и т.д.) и возможностью “горячего” подключения. При этом ресурсы, как интеллектуальные, так и материальные, вкладываемые в средства поддержки, могут во много раз превышать затраты на саму систему.

Решением проблемы сокращения расходов при сохранении необходимого уровня надежности явля-

ется создание таких комплексных методов и средств, которые позволят обеспечить процесс высокотехнологического проектирования и одновременно будут служить средствами поддержки функционирования готовых систем [2].

В данной статье описывается опыт применения ряда средств, разработанных в “Лаборатории автоматизированных систем (АС)”, для решения обозначенных выше задач. Инструментальные средства поддержки проектирования, средства тестирования и отладки на этапе создания приборных комплексов, базовые программно-аппаратные компоненты и средства поддержки функционирования действующих систем строятся на основе общих методов и технологий. При этом каждая конкретная проектируемая система наследует свойства породившей ее среды и может включать, в том числе, подсистемы само-тестирования и адаптации к изменяющимся условиям функционирования, а также метрологической поддержки измерительных каналов, которые могут работать постоянно и в реальном времени.

Интеграция приборов в автоматизированные комплексы

Распространенным в мире средством подключения приборов к компьютеру и интеграции их в автоматизированные приборные комплексы является интерфейс канала общего пользования (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)). Подключение измерительных приборов (например, осциллографа, спектроанализатора, генератора и т.п.) к компьютеру с помощью контроллера КОП (ГОСТ 26.003-80) позволяет полностью автоматизировать управление самим прибором и процессы измерения, для которых он применяется. Измеренные данные, полученные от прибора, сохраняются в памяти компьютера и обрабатываются. В частности, данный подход позволяет создавать АРМ наладчика радиоэлектронной аппаратуры, оборудовать площадки для испытания и поверки приборов, организовывать лаборатории экологического контроля и т.п.

На экране дисплея могут быть показаны все лицевые панели используемых приборов, и оператор получает возможность управлять ими в реальном времени с одновременной обработкой всех поступающих данных на одном компьютере. Такая организация работы с приборами позволяет проводить отладку и тестирование уже на этапе проектирования, и эти же средства логически становятся подсистемой тестирования на всех последующих этапах жизненного цикла системы.

Интерфейс КОП имеет на рынке, как у нас в стране, так и за рубежом, свою весьма устойчивую нишу. Им оснащены и современные измерительные приборы и устройства, изготовленные еще в советские времена (например, осциллограф С9-8 широко используется в нашей стране уже более 30 лет и не теряет сво-



Рис. 1. Контроллер КОП – внешнее исполнение, связь с компьютером через порты LPT или USB

ей популярности для ряда применений). Многие промышленные, научные и учебные организации имеют достаточно большой парк таких приборов и получают возможность подключить их с помощью контроллера КОП к современным компьютерам. При этом, как уже говорилось выше, многие приборы приобретают качественно новый уровень применимости.

На отечественном рынке “Лаборатория автоматизированных систем (АС)” предлагает широкий спектр контроллеров КОП (рис. 1, 2) и ПО к ним. Внешние контроллеры, подключаемые к параллельному или USB-портам компьютера, могут работать с любым ноутбуком, встроенные разработаны под шины ISA и PCI. Контроллеры КОП выпускаются более 10 лет, их ассортимент постоянно пополняется моделями с новыми интерфейсами, при этом сохраняются и поддерживаются модернизированные варианты старых типов контроллеров. Особое и постоянное внимание уделяется совместимости математического обеспечения, поскольку, переходя на новый вид контроллеров, пользователь должен иметь возможность применять ранее разработанное ПО для старших версий контроллеров без переписывания программ.

Контроллер КОП функционирует как системный контроллер в одноконтроллерных системах с возможностью проведения операции “Параллельный опрос”, обеспечивает подключение до 16 приборов и устройств при общей длине соединительных кабелей до 16 м. Выходной разъем соответствует ГОСТ 26.003-80 и МЭК 625 (в версии 24-контактного разъема). ПО, поставляемое в комплекте с контроллером, позволяет легко организовывать приборные

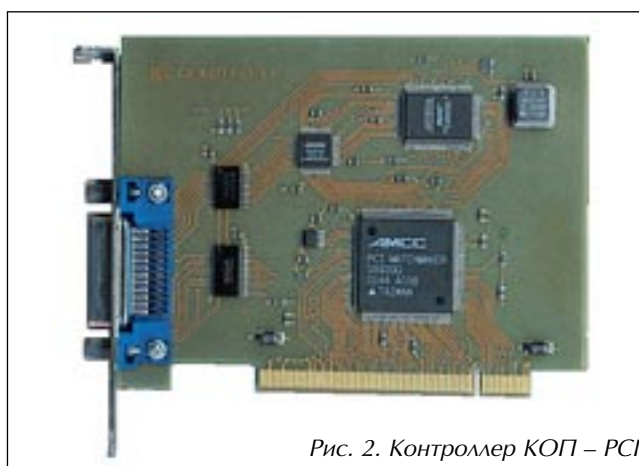


Рис. 2. Контроллер КОП – PCI



Рис. 3. Пример программы поддержки программирования контроллера КОП

комплексы практически любой сложности. На рис. 3 приведен пример одного из экранов интегрированной оболочки под Windows 95/98/2000/NT/XP, используемой для упрощения подключения и настройки приборов. ПО может служить основой для построения автоматизированных приборных комплексов или использоваться как обучающая программа. Данное ПО дает возможность:

- управлять магистралью;
- определять конфигурацию системы;
- организовать обмен данными между приборами;
- определять состояние магистрали;
- организовать работу в режиме прерывания, параллельного и последовательного опросов устройств.

Некоторые особенности создания автоматизированных приборных комплексов на базе КОП

КОП – это не просто способ соединения компьютера и цифровой аппаратуры, а еще и низкоуровневый язык особого рода. Как правило, системы программирования двух различных приборов, подключаемых с помощью КОП, радикально отличаются друг от друга. 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 систем на базе КОП под аппаратуру заказчика [3]. Они поставляются вместе со специализированной библиотекой и служат стартовой программой, которую конечный пользователь развивает в необходимую ему систему автоматизации. Пользователи, имеющие достаточный опыт работы с КОП, выполняют исследование своих приборов и создание 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.

Типичные затруднения, возникающие у пользователей, имеющих небольшой опыт работы с КОП, связаны с диагностированием работоспособности системы Программа-Драйвер-КОП-Прибор. 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 является использование предлагаемых “Лабораторией автоматизированных систем (АС)” обучающих и тестовых программ, поставляемых с контроллером КОП (рис. 3). В случае необходимости компания берет на себя “оживление прибора” (разрешение достаточно традиционной ситуации, когда исправный прибор по тем или иным причинам не отвечает на команды компьютера), разработку “виртуальных приборов”, специализированных библиотек и элементов ActiveX, а также разработку систем автоматизации измерений и управления “под ключ”.

Логически порядок последовательного 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 “виртуальных приборов” и библиотек программ для необходимых реальных приборов.
5. Разработка систем на основе КОП.
6. Эксплуатация и сопровождение систем на основе КОП.

Целесообразно 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 используемого драйвера. Ситуация, при которой все приборы обнаруживаются тогда, когда их в действительности нет или, наоборот, не обнаруживаются существующие приборы, характерна при нарушениях связи КОП-Прибор. Типичные причины тому – плохие контакты кабеля и переключателей, устанавливающих адрес прибора.

Приборы, работающие под управлением КОП, как правило, имеют свою оригинальную систему программирования, мало похожую на системы программирования других приборов. Рекомендуется использовать примеры для различных языков 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 та-

кие 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 “виртуальный прибор” [3], соответствующий реальному прибору (рис. 4). Подробная классификация самих виртуальных приборов, а также некоторые “ноу-хау” по их построению подробно рассмотрены в [4]. Для комплекса из нескольких приборов тем более необходима соответствующая виртуальная демонстрационная система, надлежащая доработка которой обеспечит построение надежной и действительно полезной системы автоматизации. Попытки обойти этап экспериментального исследования приборов и их систем в большинстве случаев лишь подтверждают общеизвестный факт: встречаясь с трудными ситуациями, любая программа (прибор, человек), среди прочих своих действий, неизбежно допускает сбои и производит неожиданные отказы.



Рис. 4. “Виртуальный прибор” осциллограф С9-8 – интерфейс программы управления реальным прибором

С драйвером поставляется продукт ActiveX, относящийся к типу ActiveForm, который простейшим образом решает задачу предоставления конечному пользователю сервера автоматизации и 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.

Интегрированная среда сбора, обработки и представления данных автоматизированных приборных комплексов

Каждый конкретный приборный комплекс строится как специализированная интегрированная среда, объединяющая частные программные оболочки управления приборами [5]. Ядро такой интегрированной среды составляют средства многооконной визуализации первичных и обработанных данных, настройки комплекса и управления им в целом, инструменты выбора режимов функционирования, позволяющие выполнять действия наиболее общего характера.

Сбор данных

По принятой нами концепции взаимодействия приборного комплекса с внешними устройствами для каждого типа интерфейсного оборудования разрабатывается динамическая библиотека, поддерживающая специфику функционирования его устройств сопряжения. Активизация комплекса из интегрированной среды динамической библиотеки, ответственной за взаимодействие с внешними устройствами, позволяет настроить и выполнить сеанс регистрации данных. Сама среда “не знает” об алгоритмах сбора, ей сообщается лишь местоположение (дескриптор памяти) собранных данных. Конкретные особенности сбора, такие как режимы обмена, базовые адреса, вектора прерываний и т.д., учитываются активизированной динамической библиотекой. Библиотека отвечает за собственное оперативное конфигурирование и в случае необходимости загружает соответствующие диалоги.

Типичными параметрами настройки являются:

- установки прибора – базовый адрес, номер вектора прерывания;
- режим обмена – механизм взаимодействия с компьютером (по готовности, по прерыванию, по прямому доступу к памяти);
- режим синхронизации – способ инициализации процесса сбора;
- определение предыстории – способ деления данных на “предварительную” и “основную” информацию;
- уровни согласования – используемые уровни входных (выходных) каналов для связи с внешним устройством;
- режим дискретизации – тип (внутренний, внешний) и параметры генератора, используемого для задания частоты опроса при сборе данных;
- режим регистрации – непрерывная или однократная запись по выбранным каналам.

Визуализация данных

Компонента, поддерживающая визуализацию, т.е. представление данных на экране, является встроенной, поскольку она необходима для любого режима работы, будь то сбор данных, операции с файлами и таблицами или математическая обработка результатов.

Для визуализации используются окна графического отображения. Одновременно может быть открыто произвольное число таких окон. Стандартно каждое окно предназначено для представления совокупности всех сигналов, поступающих от “обслуживаемых” приборов, как цифровых (логических), так и аналоговых. При этом число видимых или активных в любой момент сигналов настраивается по ситуации. Для сканирования значений сигналов используются перемещаемые маркеры и поля отображения. Сканирование и другие операции могут выполняться как отдельно для группы аналоговых или группы логических сигналов, так и одновременно для обеих. Разумеется, окна могут дублироваться, сохраняться в файлах и т.д.

Просмотр фрагментов данных через “лупу”

Для более детального просмотра данных предлагается механизм обзора выбранного фрагмента в увеличенном масштабе. В окне отображения сигналов отмеча-



ются границы области для подробного просмотра, после чего соответствующей командой выбраный фрагмент отображается в новом окне-"лупе". Движение маркера в этом окне синхронизировано с позицией активного маркера в исходном окне. Количество таких "луп" ограничивается лишь ресурсами компьютера.

Обработка информации

Средства обработки информации можно отнести к компонентам, наиболее наглядно иллюстрирующим принципы построения автоматизированного приборного комплекса, нацеленные, с одной стороны, на достаточную полноту базовых средств, а с другой – на гибкость и наращиваемость конкретных реализаций.

Средства обработки реализованы в двух формах:

- экспресс-обработка – наиболее общая обработка по оперативному набираемым формулам;
- алгоритмическая обработка – специфическая для приложения обработка данных по заранее составленным алгоритмам.

Рассмотрим более подробно каждый вид.

Экспресс-обработка позволяет производить различные расчеты по вводимым пользователем формулам. Это могут быть как отдельные вычисления, так и групповые операции, например, над массивами. В качестве аргументов могут выступать первичные (необработанные) данные, параметры, описывающие условия сбора, константы (числа или их идентификаторы), вычисляемые параметры по уже введенным ранее формулам или по стандартным математическим функциям. Набранные формулы могут быть временными или запоминаться для будущего использования, пополняя библиотеку (базу) экспресс-функций.

Алгоритмическая обработка. Для вычисления параметров по более сложным формулам (алгоритмам) разрабатываются специальные библиотеки, количество которых постоянно наращивается. Кроме того, существуют правила (протоколы), с учетом которых подобные библиотеки могут разрабатываться самими пользователями и затем подключаться непосредственно к законченному приборному комплексу.

Поддержка функционирования таблиц

При отработке концепции построения интегрированных оболочек большое внимание уделялось способам хранения информации. Это связано со спецификой данных, получаемых в приборных системах, которые не вполне соответствуют форматам традиционных СУБД, предназначенных в первую очередь для автоматизации административного управления. Учитывались два аспекта проблемы:

- статический, связанный со структурой хранения информации на диске;
- динамический, касающийся механизма взаимодействия с таблицами данных.

Структура хранения

Принята следующая базовая схема хранения данных, включающая в себя несколько типов таблиц:

- корневые – таблицы, куда записывается информация об имеющихся в таблицах данных и об условиях их получения. Для хранения этих таблиц стандартно используется каталог, включенный в

основной каталог интегрированной среды (корневых таблиц может быть много);

- тестовые – таблицы, где хранятся собственно данные;
- эталонные – таблицы, содержащие необходимые в некоторых случаях данные, аналогичные тестовым, но которые необходимо считать эталонными, например, в случае использования комплекса для диагностики неисправностей;
- форматы – файлы с описанием структуры используемых таблиц.

Предлагаемая схема хранения таблиц является только рекомендуемой, пользователь может придумать свою. Принципиальным моментом здесь является то, что при больших объемах данных, чтобы "не закопаться" в них, структура должна быть! Поэтому мы предлагаем инструмент для ее поддержки.

Режимы вызова таблиц

Предусмотрены два варианта активизации таблиц данных: с использованием корневой таблицы и посредством вызова. Каждая запись в корневой таблице связана с таблицей данных, соответствующей сеансу сбора данных. Для корневой таблицы определены следующие основные операции:

- активизация записи (при этом создается графическое окно, куда выводятся данные соответствующей таблицы данных);
- удаление записи (соответствующая таблица данных при этом физически не удаляется);
- редактирование записи.

Непосредственный вызов таблиц осуществляется через стандартные диалоговые панели открытия файлов.

Интегрированная среда сбора, обработки и представления данных АСТест

Именно описанная выше идеология реализована в программном комплексе автоматизации управления экспериментальными и технологическими установками АСТест [6] (получены свидетельства Роспатента), разработанного в "Лаборатории автоматизированных систем (АС)". В настоящее время этот комплекс предлагается на рынке как законченный "коробочный" продукт (в версиях АСТест-Lite и АСТест), а также как базовое средство для разработки систем "под ключ" под требования заказчика (в версии АСТест-Pro). АСТест сегодня имеет развитые средства визуализации данных в масштабе реального времени. Кроме традиционных для систем автоматизации средств визуализации, таких как мнемосхемы с цифровыми элементами, самописцы, табличные элементы, имеются элементы визуализации, реализованные как "виртуальные приборы" (осциллограф, спектроанализатор), которые предназначены для представления быстропеременных данных. На базе стандартных устройств сбора данных, используя многофункциональность комплекса АСТест, можно реализовать самые разнообразные приборные комплексы.

Кроме того, средства визуализации и взаимодействия с пользователем АСТест позволяет осуществлять настройку сценариев для выбранного режима автоматизированного приборного комплекса, хранение и поиск



Рис. 5. Система автоматизации стендовых испытаний на базе комплекса АСТест

нужного сценария в БД, проводить измерения в масштабе РВ с одновременной архивацией и визуализацией данных, просматривать и анализировать результаты. 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 одиночном компьютере, так и с использованием клиент-серверных технологий в рамках распределенной системы.

Внешний вид системы автоматизации стендовых испытаний на базе комплекса АСТест приведен на рис. 5.

Комплексная автоматизация и организация сквозной отчетности в рамках корпоративной информационной сети испытательной базы предприятия

Испытательная база крупного промышленного предприятия характеризуется рядом особенностей:

- наличие испытательных стендов в различных производственных подразделениях;
- высокая степень самостоятельности производственных подразделений, ориентированных на решение специализированных задач;
- координация деятельности производственных подразделений для обеспечения основных целевых функций деятельности предприятия.

Главной целью любого промышленного предприятия является создание необходимых условий для стабилизации его деятельности и повышения производительности. Одним из инструментов для такой стабилизации служит новая концепция автоматизации, которая, базируясь непосредственно на процессах и технологиях производства, и с учетом перечисленных выше особенностей предназначена для реализации следующих задач:

- отслеживание текущего состояния (мониторинг);
- контроль за выполнением каждой стадии процесса испытаний;
- корректировка ситуации в соответствии с принятым решением;
- оптимизация процессов испытаний.

Для решения этих задач создана многоцелевая информационная система широкого назначения, охватывающая все отделы предприятия и объединяющая их в единую, постоянно функционирующую систему. Кроме того, такая система управления позволяет получать достоверную информацию обо всех стадиях испытаний – от подготовки до проведения самого испытания и анализа полученных результатов, а также их комплексное использование при проведении испытаний в различных подразделениях, на разных стендах. Первым шагом на пути к созданию такой многоцелевой информационной системы является интеграция данных со всех систем автоматизации технологических процессов, которые, как правило, уже имеются в подразделениях предприятия, причем появление их в разные годы на базе разнообразных платформ создает дополнительные сложности по их совместимости. Для контроля и отчетности на производстве “Лаборатория автоматизированных систем (АС)” предлагает ряд решений, опыт внедрения которых на ряде крупных промышленных предприятий показал их высокую эффективность [7, 8].

Значимость такой системы автоматизации и отчетности обусловлена наличием следующих объективных факторов:

1. Без объективного представления результатов процессов испытаний невозможен рост эффективности, качества и обеспечения конкурентоспособности получаемых результатов.

2. Информационные и организационные барьеры между административными и технологическими уровнями представляют значительное препятствие для дальнейшего развития предприятия. Это разделение приводит к блокированию информации, которая играет важную роль при анализе проводимых работ, а также к снижению гибкости и мобильности в процессах принятия решений руководством.

3. Рынок автоматизации предлагает множество стандартных открытых программных технологий, необходимых для комплексной интеграции. “Лаборатория автоматизированных систем (АС)” предлагает решение эффективного использования этих разработок для построения информационно-прозрачного предприятия “под ключ”.

Заключение

Материал, представленный в данной статье, является обобщением опыта практического построения автоматизированных приборных комплексов, накопленного сотрудниками “Лаборатории автоматизированных систем (АС)” на протяжении ряда лет. Во все периоды создания системы ее разработчики старались “отслеживать” и реализовывать современные технологии, рассматривая свое решение в качестве некоторой концептуальной модели построения систем автоматизации. В виде распределенного комплекса автоматизации приборов и объединения их в систему, как он описан в настоящей статье, комплекс создан сравнительно недавно, в 2002 г., и

продолжает развиваться по сию пору. Но отдельные его компоненты разрабатывались ранее и в том или ином виде обрабатывались на различных системах автоматизации. Например, описанная методика обработки результатов и процедуры поиска прошли серьезную проверку при проведении стендовых испытаний ракетных двигателей, при испытании линейного электропривода Московской монорельсовой дороги [9], при исследованиях в Российском федеральном ядерном центре [10] и т.д.

Список литературы

1. Перцовский М. И. Автоматизация в промышленности и лабораторных исследованиях. // Промышленные АСУ и контроллеры, 2001, № 1.
2. Перцовский М. И. Программно-технические средства обеспечения надежности функционирования сложных технических систем. // Надежность, 2003, № 1.
3. Перцовский М. И., Воробьев Е. А., Евтихов М. Г. Автоматизированные приборные комплексы и "виртуальные приборы": из опыта внедрений АСУ ТП "Лабораторией автоматизированных систем (АС)". // "Автоматизация в промышленности", 2004, № 10.
4. Перцовский М. И., Евтихов М. Г. Виртуальные приборы комплементарного типа, анализаторы протоколов и "визуальные умолчания". // Автоматизация в промышленности, 2005, № 6.
5. 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, 1996.

6. Перцовский М. И., Ртишев А. В., Шулик А. С., Яковлев А. В. Программный комплекс АСTest – комплексный подход к автоматизации испытаний и экспериментальных исследований. // RM magazine, 2005, № 5.
7. Перцовский М. И. Комплексная автоматизация промышленного предприятия: новые преимущества и новые проблемы. // Мир компьютерной автоматизации, 2001, №3.
8. Перцовский М. И., Бельшев П. А. Комплексная автоматизация учета и контроля ресурсов нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего предприятий. // Территория "Нефтегаз", 2003, № 10.
9. Перцовский М. И., Ртишев А. В., Яковлев А. В., Мирошкин И. Т. Автоматизация испытаний линейного электропривода Московской монорельсовой дороги. // Современные технологии автоматизации, 2003, № 3.
10. Перцовский М. И., Воробьев Е. А., Баканов В. В., Батянов С. А. Многоканальный временной контроль в сложных технических системах. // Промышленные АСУ и контроллеры, 2001, № 4.

М. И. Перцовский, к. ф.-м. н.,
"Лаборатория автоматизированных систем (АС)"

"Лаборатория автоматизированных систем (АС)":
тел./факс (495) 730-3632,
e-mail: office@actech.ru,
<http://www.actech.ru>

Лаборатория автоматизированных систем (АС)

Весь спектр решений для лабораторной и промышленной автоматизации

Собственные разработки, системная интеграция

- Автоматизация управления технологическими процессами
- Автоматизация диспетчерского управления
- Автоматизация измерений и испытаний
- Автоматизация учета энергоресурсов
- Системы мониторинга оборудования
- Программно-технические комплексы
- Системы цифровой диагностики

Проектирование, изготовление,
монтаж, наладка,
сопровождение, обучение

Тел. (095) 730-36-32 <http://www.actech.ru>