



Автоматизированный комплекс для научных исследований

Максим Галицкий, Олег Жугин, Владимир Калинин, Вячеслав Сорокин

В статье описан автоматизированный измерительный комплекс, построенный на базе открытых международных стандартов и современного программно-аппаратного обеспечения.

ВВЕДЕНИЕ

Представляемый измерительный комплекс предназначен для автоматизации процесса регистрации электрических параметров однократных быстротекущих процессов.

Специфика выполняемых комплексом измерений предполагает вынесение операторских узлов управления от регистраторов на некоторое расстояние (от десятков метров до двух километров). Поэтому за основу была взята распределённая структура. Уникальность и высокая стоимость проводимых физических экспериментов требуют высокой степени надёжности функционирования комплекса и гарантированности сохранения зарегистрированной информации. Помимо этого, комплекс должен обладать малым временем развёртывания, транспортабельностью и, самое главное, способностью работать в жёстких условиях эксплуатации, приближенных к полевым.

АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

В качестве аппаратной базы комплекса были выбраны IBM PC совместимые промышленные компьютеры. Это было сделано в силу целого ряда причин:

- возможность их эксплуатации в жестких условиях;
- доступность и низкие цены (относительно систем VXI и PXI);
- использование хорошо освоенных программистами открытых магистральных интерфейсов ISA и PCI (большой объём доступного программного обеспечения — ПО);

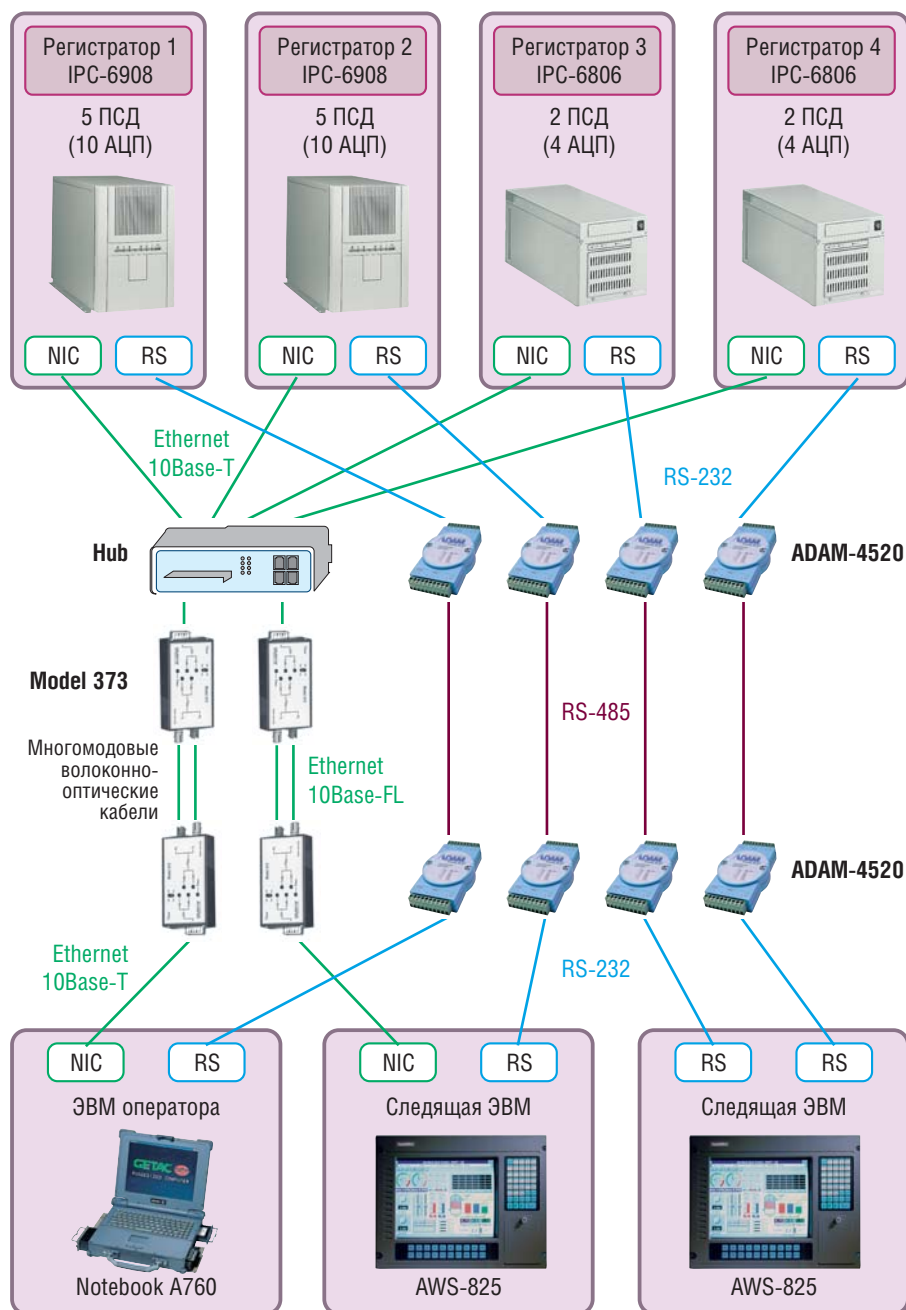
- появление за последнее десятилетие большого рынка разнообразных измерительных модулей (плат PC) с системными интерфейсами ISA и PCI;
- удобство построения распределённых структур, простая реализация визуализации и архивирования.

Структурная схема автоматизированного измерительного комплекса показана на рис. 1. Его аппаратная часть собрана в основном из комплектующих ведущих производителей IBM PC совместимых устройств промышленного назначения:

- два регистратора на базе 8-слотового шасси промышленного компьютера IPC-6908 (Advantech) с магистралью ISA, в состав которого входят
 - полноразмерная процессорная плата PCA-6159L (Advantech) со встроенным интерфейсом VGA, процессором Pentium MMX 200 МГц и ОЗУ 32 Мбайт;
 - пять двухканальных плат сбора данных (ПСД) AMBISM+ADM212x50M — 12-разрядные АЦП с максимальной частотой выборки 50 МГц и встроенным ОЗУ 128К 32-разрядных слов (АО «Инструментальные системы»),
 - сетевой адаптер (NIC) Ethernet 10Base-T,
 - НГМД 1,44 Мбайт и НЖМД 2,1 Гбайт;
- два регистратора на базе 6-слотового шасси промышленного компьютера IPC-6806 (Advantech) с магистралью ISA, на которое установлены
 - процессорная плата PCA-6145L (Advantech) половинного размера

со встроенным контроллером VGA, процессором 80486 DX4 и ОЗУ 32 Мбайт,

- две ПСД AMBISM+ADM212x50M,
- сетевой адаптер Ethernet 10Base-T;
- НГМД 1,44 Мбайт и НЖМД 2,1 Гбайт;
- ЭВМ оператора на базе защищённого ноутбука A760 фирмы Mitac с процессором Pentium MMX 233 МГц, ОЗУ 64 Мбайт, НГМД 1,44 Мбайт, НЖМД 2,1 Гбайт и сетевым адаптером Ethernet 10Base-T для шины PCMCIA CN40BC (CNet);
- две следящие ЭВМ на базе промышленной рабочей станции AWS-825 (Advantech) с магистралью ISA, в состав которых входят процессорная плата PCA-6153 (Advantech) половинного размера с контроллером SVGA, процессором Pentium MMX 200 МГц и ОЗУ 32 Мбайт, НГМД 1,44 Мбайт, НЖМД 2,1 Гбайт и сетевой адаптер Ethernet 10Base-T;
- внешние модули-преобразователи интерфейсов связи RS-232C в RS-422/485 — ADAM-4520 (Advantech), Ethernet 10Base-T в Ethernet 10Base-FL — Model 373 (Telebyte);
- сетевой концентратор Hub (CNet) Ethernet 10Base-T (8+1 порт UTP и 1 порт BNC);
- в качестве линий связи применяются
 - неэкранированные витые пары UTP категории 5 для сегментов Ethernet 10Base-T,
 - коаксиальные кабели типа РК-75-9-13 для протяженных участков интерфейсов,



Условные обозначения:

ПСД — плата сбора данных; NIC — сетевой адаптер; RS — интерфейс RS-232.

Рис. 1. Структурная схема автоматизированного измерительного комплекса для научных исследований

- многомодовые волоконно-оптические кабели по 6 и 12 жил (производства РФЯЦ-ВНИИТФ) для Ethernet 10Base-FL;
- управляемые источники бесперебойного питания (ИБП) с защитой от импульсных помех Back-UPS Pro BP650IPNP 410Вт (APC).

Удаленность операторской и следящих ЭВМ от места установки регистраторов и необходимость прокладки кабелей связи в непосредственной близости от зон действия источников мощных электромагнитных и импульсных помех (силовое и высоковольтное оборудование) обусловили применение

недорогих и достаточно надёжных устройств на основе интерфейса связи RS-485. Однако получаемая для кабеля РК-75 длиной 1 км пропускная способность (ПС) в лучшем случае не превышала 57,5 кбит/с, что было явно недостаточно для удовлетворения требованиям используемого прикладного ПО. В связи с этим в состав комплекса было введено сетевое оборудование Ethernet с пропускной способностью 10 Мбит/с, а большая протяжённость коммуникаций (до двух километров) через зоны электромагнитных помех обусловила применение волоконно-оптических кабелей.

Внешний вид приборной стойки с регистраторами, ИБП и другим оборудованием комплекса показан на рис. 2.

В качестве операционной системы (ОС) в силу ограниченных сроков по введению измерительного комплекса в эксплуатацию была принята ОС Windows 98, необходимая для функционирования поставляемого с измерительными модулями прикладного ПО — оболочки ISVI (АО «Инструментальные системы»). Также используется программа VNC (The Olivetti & Oracle Research Lab) для дистанционного управления регистраторами из операторской и следящих ЭВМ.

Субмодуль аналогового ввода ADM212x50M предназначен для преобразования и обработки случайных, периодических, модулированных сигналов с амплитудами от 50 мкВ до 10 В в диапазоне частот 0...45 МГц. Он имеет два канала 12-разрядных АЦП, генератор опорной частоты 60, 50 и 40 МГц и переключатель входного сопротивления любого из каналов (1 МОм — «осциллографический вход» или 50 Ом). Программируемый входной усилитель и программная калибровка смещения нуля в сочетании с хорошими динамическими свойствами обеспечивают универсальность применения.

Функционирование системы

Работа измерительного комплекса реализуется в автоматическом режиме, то есть загрузка системных и прикладных программ, разблокировка внешних входов, запуск системы на регистрацию, регистрация экспериментальных данных и их передача осуществляются без участия оператора по приходу сигналов автоматики. Оператор лишь контролирует прохождение команд и имеет возможность вмешаться в работу системы в случае необходимости. Алгоритм работы включает в себя следующие этапы:

- по команде автоматики или оператора на удаленные регистраторы, операторскую и следящие ЭВМ через источники бесперебойного питания подается напряжение 220 вольт;
- производится загрузка ОС и прикладного ПО (ISVI и VNC) на регистраторах, в частности, загружается конфигурация комплекса (количество регистрирующих каналов, частота выборок, ожидаемые диапазоны входных сигналов, параметры запуска и т. п.) и устанавливается связь регистраторов с ЭВМ;

- оператор с помощью программы дистанционного управления VNC проверяет конфигурацию и в случае необходимости корректирует её;
- по команде автоматики происходит программная разблокировка входа внешнего запуска;
- с приходом на вход внешнего запуска пускового импульса начинается процесс регистрации входных сигналов; оцифрованные данные записываются во встроенную на ПСД оперативную память, по заполнению которой процесс регистрации прекращается;
- далее комплекс автоматически блокирует вход внешнего запуска (режим «однократное измерение») и начинает копировать зарегистрирован-



Рис. 2. Приборная стойка с оборудованием измерительного комплекса

ные данные на жёсткие магнитные диски соответствующих регистраторов, затем оператор вручную копирует эту информацию на жёсткие магнитные диски операторской и следящих ЭВМ.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Применение готовых программных продуктов и современных унифицированных аппаратных средств позволило в кратчайшие сроки, что называется «с колёс», ввести измерительный комплекс в работу и в течение трёх лет успешно его эксплуатировать.

Высокая степень надёжности комплекса обусловлена его архитектурными особенностями. В представлен-

ной структуре использовано дублирование основных элементов. Так, в случае сбоя ЭВМ оператора управление переходит к следящей ЭВМ. Помимо этого, оба тракта передачи данных (Ethernet и RS-232/485) дублируют друг друга: в случае возникновения неис-

правности в оборудовании основного тракта Ethernet (волоконно-оптические кабели и трансиверы, концентратор, сетевые адаптеры) производится переход на резервный тракт интерфейсов RS-232/485 с коаксиальным кабелем. Следует заметить, что все кабели длинных линий связи разнесены в пространстве, что почти полностью исключает их одновременный обрыв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успешный опыт эксплуатации описанного автоматизированного измерительного комплекса в течение последних трёх лет подтвердил правильность принятых во ВНИИТФ принципов построения базовой модели измерительных систем распределённого типа.

Апробированная структура легко масштабируется, что позволяет наращивать общее количество регистрирующих каналов измерительного комплекса. ●

Авторы — сотрудники физико-экспериментального отделения РЯЦ-ВНИИТФ

Телефон: (351-72) 243-56

Факс: (351-72) 323-51

E-mail: c5@five.ch70.chel.su