

Савинов Владимир Борисович

Начальник сектора программного обеспечения СКБ вычислительной техники, г. Псков

Модернизация аппаратного обеспечения САП управляющих программ для инструментального цеха

Статья опубликована в журнале «Промышленные АСУ и контроллеры» №7, июль 2002 г.

Аннотация

Рассматривается модернизация системы автоматизированной подготовки управляющих программ (САП УП) для инструментального цеха предприятия, выполненной путём замены компьютеров типа ДВК на промышленные контроллеры и компьютеры PC

Введение

В 80-х годах на Псковском заводе радиодеталей реализовывались проекты по созданию и внедрению ГАП (гибкие автоматизированные производства), САП УП (системы автоматизированной подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением). Большой парк станков с ЧПУ и значительная производственная программа требовали быстрой разработки УП (управляющих программ) и оперативной их корректировки в процессе изготовления и доводки опытных партий деталей.

В процессе производства радиодеталей применяется сложное технологическое оборудование (автоматизированные линии и станки), различные приспособления, штампы и так далее. Поэтому завод располагает не только специальным металлообрабатывающим цехом нестандартного оборудования, но и инструментальным цехом. В инструментальном цехе имеется участок из семи электроискровых станков типа А207-78 с устройствами ЧПУ типа 15ИПЧ-3-001. Один из проектов по автоматизации заключался в разработке и внедрении системы управления участком, позволяющей автоматизировать процесс создания УП для этих станков, хранения базы данных УП, закачки (ввода) нужных УП в УЧПУ станков.

В 1987г. специалистами СКБ ВТ была разработана и внедрена система управления электроискровыми станками. Система «Искра» имела три уровня: уровень автоматизированной разработки УП, уровень решения задач АСУ участком и уровень группового управления участком из семи станков А207-78. На 1-м и 3-м уровнях были применены компьютеры типа ДВК (могли заменяться на аналогичные комплексы типа МС-1212) В те годы ДВК были очень распространены, они производились известным заводом «Квант» в Зеленограде. На 2-м уровне применялся комплекс на базе мини ЭВМ «Электроника 100/25».

Причины и цели модернизации

Система «Искра» проработала с момента внедрения 12 лет. И в настоящее время участок электроискровых станков продолжает работать с хорошей загрузкой. Уникальная технология электроискровой обработки позволяет переводить на эти станки многие детали, которые раньше изготавливали на другом оборудовании. Производство в большой степени зависит от продукции участка. Второй уровень системы (АСУ участка) проработал не долго не из-за технических причин, а прежде всего из-за снижения мотивации для решения задач АСУ. А два других уровня работали, хотя к концу 90-х годов требовали значительных усилий по поддержанию работоспособности аппаратного обеспечения.

Самым слабым звеном оказались накопители на гибких магнитных дисках. Они «честно» выработали свой 10-летний ресурс (при ежедневной работе). Назрела необходимость модернизации по следующим причинам:

- необходимость замены аппаратного обеспечения, прежде всего того оборудования, которое полностью выработало свой ресурс и вносило существенный вклад в ненадёжную работу системы;
- необходимость сохранения без изменений участка электроискровых станков (станки, УЧПУ, порядка ввода УП);
- необходимость сохранения без изменений программного обеспечения системы (разработка УП, групповое управление станками – ввод УП);
- необходимость быстрого перехода на модернизированную систему без остановки участка;
- экономические причины

Экономия средств является одной из существенных причин. Можно купить современные компьютеры, купить и установить на них систему «Компас-ЧПУ» фирмы «Аскон», и у этой же фирмы заказать разработку нужных программ-постпроцессоров для УЧПУ, купить новые станки или заказать установку на них новых УЧПУ, переучить весь персонал и так далее. На это требуются значительные средства. Модернизация системы на сегодняшний день является более экономичным выходом из создавшегося положения. Тем более, что специалисты СКБ ВТ уже имели достаточный опыт модернизации и ставили перед собой в данном случае такие задачи:

- оставить без изменения участок электроискровых станков, обеспечить там переход на модернизированную систему управления в течение нескольких минут путём переключения кабеля последовательной связи между системой и группой станков;
- заменить компьютеры ДВК на надёжные системы, полностью эмулирующие работу ДВК и обеспечивающие функционирование прежнего программного обеспечения и периферийных устройств;
- исключить необходимость переучивания персонала;
- обеспечить низкую стоимость модернизации

Всё программное обеспечение, входящее в систему «Искра», предварительно было проверено на новом комплексе, была доказана (и продемонстрирована) его полная совместимость. За счёт использования компьютеров РС, высвобождающихся в других службах завода, использования части периферии от прежней системы (графические мониторы, принтеры для прорисовки траекторий, контроллер связи со станками) стоимость модернизации оказалась минимальной, и это позволило выполнить работу очень быстро.

Суть и последовательность модернизации

Всё программное обеспечение, системы «Искра» (за исключением уровня АСУ, о котором в дальнейшем не будем говорить) было сохранено на гибких дисках ДВК (формат МХ80), а затем введено в компьютер РС. При вводе файлов программного обеспечения в РС был использован комплекс технических средств, состоящий из компьютера РС и промышленного контроллера (ПК), соединённых параллельным каналом связи. ПК представляет собой каркас с установленными модулями, среди которых можно выделить модуль процессора, совместимого с процессором ДВК, и контроллер гибкого диска (формат МХ80 или МХ40). Более подробные сведения о ПК приведены ниже в одном из справочных разделов данной статьи.

В состав программного обеспечения системы входит следующее:

- программа-интерпретатор управляющих программ, которая обеспечивает трансляцию УП из символического (текстового) представления, созданного на языке системы автоматизированного программирования УП «Интерсап» (была приобретена в Киеве в 1987 году), в коды УЧПУ электроискрового станка (язык УЧПУ 15ИПЧ-3-001);
- программа графической прорисовки, которая обеспечивает прорисовку на экране графического монитора или на бумажной ленте матричного принтера контура (траектории) электроискровой обработки в соответствии с заданной УП;
- программа-интерпретатор управляющих программ, которая выполняет подготовку УП к «закачке» в УЧПУ станков, выполняет контроль УП, поступивших на участок станков с ЧПУ из бюро УП, на корректность применяемых символов, осуществляет преобразование и переименование УП;
- программа группового управления, которая обеспечивает взаимодействие с УЧПУ электроискровых станков, реализуя диалог с оператором и «закачку» УП в УЧПУ станков;
- программа – текстовый редактор для ввода и корректировки текстов УП;
- вспомогательные программы и различные стартовые командные файлы;
- библиотека (архив) текстов УП;
- библиотека макросов для создания УП;
- библиотека оттранслированных УП;
- библиотека готовых УП (архив УП на участке)

Все программы работают в операционной системе RT-11. Соответственно к программному обеспечению ещё следует отнести все необходимые программы и файлы операционной системы, в частности, однозадачный монитор RT-11SJ.SYS

В результате выполнения данного этапа всё программное обеспечение системы было сохранено на надёжных носителях, что сразу придало оптимизма обслуживающему персоналу, которое до этого больше всего опасалось, что однажды какая-то программа не будет считываться ни с одного диска на ДВК.

Далее были установлены три комплекта аппаратных средств (два АРМ УП в бюро УП и один АРМ ЧПУ на участок электроискровых станков), обеспечивающие полную эмуляцию работы ДВК и обеспечивающие функционирование прежнего программного обеспечения и периферийных устройств. В компьютеры этих АРМ было записано всё необходимое программное обеспечение. В состав каждого АРМ УП входят следующие устройства:

- компьютер PC 486DX или Pentium 66 МГц;
- промышленный контроллер (изготовлен в СКБ ВТ);
- монитор для графической прорисовки на экране (типа 15ИЭ-00-013);
- матричный принтер для графической прорисовки на бумаге (типа УВВПЧ «Смоленская печать»)

Промышленный контроллер включает в себя: каркас модулей, модуль питания, модуль процессора, адаптер параллельного канала связи с РС, модуль контроллера графического дисплея, модуль контроллера графической печати.

Состав АРМ ЧПУ практически такой же, только отсутствуют средства для графической прорисовки на бумаге, но зато в ПК имеется адаптер связи со УЧПУ электроискровых станков по последовательному каналу (ИРПС).

Заключительный этап работы состоял в том, что обслуживающему персоналу было передано «Руководство оператора», содержащее подробное описание работы с

модернизированной системой, и в котором расписан порядок работы с УП от момента написания текстов УП до момента их ввода в УЧПУ станков. Поскольку все программы были хорошо знакомы, и оставалось только привыкнуть к клавиатуре РС, которая отличается от клавиатуры ДВК, да освоить не сложный порядок загрузки операционной системы RT-11, то процесс внедрения модернизированной системы в повседневную работу прошёл быстро и без осложнений.

К настоящему времени модернизированная система САП УП функционирует ровно один год.

Выводы

Выполненная модернизация САП УП для инструментального цеха путём замены устаревших компьютеров типа ДВК на промышленные контроллеры и компьютеры РС с полным сохранением в неизменном виде операционной системы RT-11, прикладного программного обеспечения и всех библиотек управляющих программ позволило:

- значительно повысить надёжность функционирования системы;
- получить большую экономию средств по сравнению с другими способами модернизации;
- выполнить переход на новую систему быстро и удобно для обслуживающего персонала

В процессе модернизации были использованы часть периферийных устройств и адаптеров, которые входили в состав прежних аппаратных средств. Это мониторы для графической прорисовки, матричные принтеры УВВПЧ. Эти устройства показали свою надёжность и ремонтпригодность за более чем 10 лет работы, и не было особого смысла их менять, так как это осложнило бы работу. Причём на замену всегда можно найти аналогичные устройства.

Справочные разделы

СКБ вычислительной техники

Специальное конструкторское бюро вычислительной техники, г. Псков с 1974 года разрабатывает, производит и внедряет различные вычислительные комплексы, устройства и технологическое оборудование. В том числе были разработаны и производятся несколько поколений промышленных контроллеров серии «Электроника МС» или МПСУ (микропроцессорная система управления).

Промышленный контроллер МПСУ

Микропроцессорная система управления различных модификаций (каркасы модулей КМ13, КМ19, КМ8) применяется для решения задач промышленной автоматизации в энергетике, металлургии, химической, пищевой промышленности, на железнодорожном транспорте и так далее. МПСУ по условиям эксплуатации удовлетворяет требованиям группы 2 по ГОСТ 21552-84.

ПК МПСУ имеет конструкцию и схему, соответствующую централизованной системе управления с каркасом модулей и установленными в него модулем процессора (контроллера МПСУ), модулями УСО, коммуникационными модулями и различными адаптерами. Модули включаются в разъёмы на пассивной кросс – плате. Тип шины QBUS (МПИ ГОСТ 26 765.51-86). Модули имеют фронтальное расположение внешних разъемов типа РП15-32, РП15-15, РП15-9, DB9, DB25 для подключения сигнальных кабелей.

На базе МПСУ могут быть построены различные схемы комплексов аппаратно-программных средств при создании конкретной АСК, АСУТП, АСОД и прочих автоматизированных систем. Это касается как схемы включения МПСУ в структуру комплекса наряду с оборудованием различных производителей, так и состава модулей внутри МПСУ, а также, возможно, применения внешних преобразователей измеряемых или управляющих сигналов. Использование МПСУ как средства для создания ПТК (программно-технических комплексов) подробно рассмотрено в специальном документе, который может быть предоставлен по запросу. Имеются программно-аппаратные средства связи МПСУ с компьютером верхнего уровня. Научно-производственная фирма «Круг» г.

Пенза разработала драйвер, для последовательного канала, позволяющий включить МПСУ в состав ПТК «Круг-2000/НТ». Разработан также драйвер сопряжения МПСУ с компьютером, в котором работает МРВ SCADA-системы Трейс Моуд 4.XX фирмы AdAstra г. Москва. Разработан OPC-сервер на базе универсального OPC-сервера фирмы Fastwell для работы с МПСУ по последовательному каналу.

СКБ ВТ производит МПСУ по заранее согласованной с заказчиком спецификации модулей. Перечень модулей для МПСУ включает в себя следующие устройства:

- **контроллер МПСУ.** На сегодняшний день производятся несколько модификаций модуля контроллера МПСУ на основе микропроцессоров 1806BM2, ОЗУ 64 Кбайт, отличающиеся конструкцией ПЗУ и ОЗУ, а также набором встроенных каналов связи (два ИРПС, два ИРПС + однонаправленный LPT, ИРПС + два RS-232, ИРПС + два RS-232 + двунаправленный LPT, ИРПС + RS-232 + RS-232/RS-485 + двунаправленный LPT);
- **контроллер МПСУ на базе платы CPU фирмы Fastwell.** Модификации контроллера могут отличаться типом используемой платы CPU. В качестве основной выбрана плата CPU188-5;
- **контроллер МПСУ на базе платы CPU фирмы Octagon Systems.** В качестве базовой приняты платы МикроРС, соответствующие типу 5025А;
- **коммуникационные модули для последовательных каналов** (6 каналов ИРПС, 2 канала ИРПС + 2 RS-232, 4 RS-232 с гальванической развязкой, ИРПС + 2 RS-232 + 2 RS-485 (все с гальванической развязкой));
- **адаптеры RS-232/RS-485;** 2 канала с гальванической развязкой;
- **устройства ввода дискретных сигналов.** Несколько модификаций модулей для ввода токовых сигналов 20 мА на 16 или на 32 входа;
- **блок расширения дискретных входов,** предназначенный для ввода 256 сигналов типа «сухой контакт»
- **устройство ввода дискретных сигналов переменного тока** (32 входа)
- **устройства вывода дискретных сигналов** (32 сигнала до 300 мА, 8 сигналов до 3 А, 16 выходов и 16 входов, прочие модификации);
- **устройства ввода аналоговых сигналов** (8 дифференциальных каналов +/- 10В, 8 дифференциальных каналов в 9-ти программируемых диапазонах от +/-40МВ до +/-10В, 8 изолированных каналов с барьерами искробезопасности для ввода сигналов с термосопротивлений ТСП и ТСМ, прочие модификации);
- **устройство контроля уровней** (ввод пороговых сигналов);
- **устройство преобразования «ток-напряжение»;**
- **устройство вывода аналоговых сигналов** (16 каналов +/- 10В с регенерацией ОЗУ);
- **устройство счёта числа импульсов** (32 счётчика);
- **устройство счёта числа импульсов с реверсом** (2 канала счёта);
- **устройство счёта импульсов и программируемых генераторов-таймеров** (3 + 3 канала);
- **устройство гальванической развязки** (2 канала RS-232 с полным набором сигналов);
- **устройство коммутации телефонных каналов** (на 16 кабин переговорного пункта);
- **устройство энергонезависимого ОЗУ** (несколько модификаций на разные объёмы памяти);
- **устройства РПЗУ** (несколько модификаций на разные объёмы ПЗУ с УФ стиранием);
- **контроллер графического дисплея;**
- **контроллер канала ИРПС;**
- **контроллер параллельного ввода/вывода** (управление принтером);
- **контроллер перфоленточных устройств;**
- для построения распределенных систем сбора данных в отличие от основной централизованной схемы есть два типа программируемых контроллера ПК1 и ПК2, имеющих самостоятельные конструктивы. Они подключаются к МПСУ или ПЭВМ по последовательному каналу и обеспечивают ввод дискретных и аналоговых сигналов.

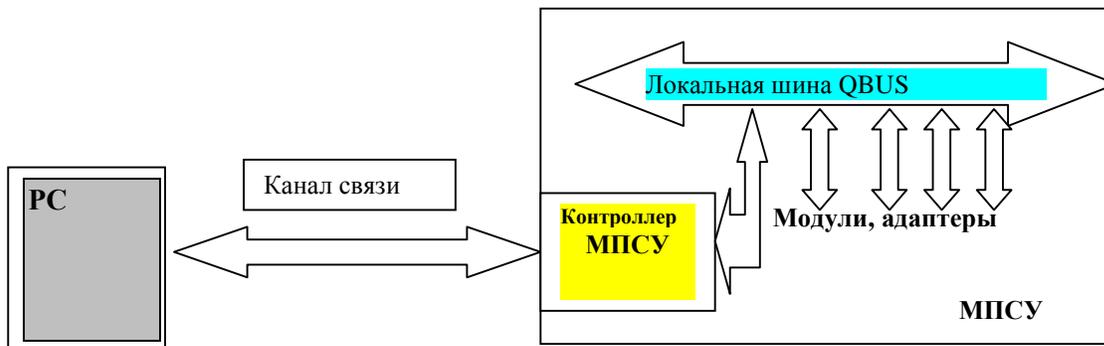
Примеры созданных в СКБ ВТ и поставленных программно-технических комплексов на базе МПСУ:

- **автоматизированный переговорный пункт (АПП)** для районной ТТС (телефонно-телеграфной станции);
- **ПТК контроля электрооборудования и аппаратуры подстанций высокого напряжения** («цифровой осциллограф») для Псковской ГРЭС в п. Дедовичи;
- **автоматизированная система регистрации релейной защиты машинного зала (АСР-М)** для Псковской ГРЭС в п. Дедовичи;
- **контрольно-диагностирующая система** разгрузочно-загрузочной машины (КДС РЗМ) для Чернобыльской АЭС;
- **устройство приёма и накопления сигналов АЛС (УПНЛС)** (применяется на железной дороге, мобильный вариант);
- **стойки микропроцессорных систем телеуправления ж/д станциями (МСТУ);**
- **модернизированный комплекс** для тестирования и испытания аппаратуры дальней связи;

- микропроцессорная система автоматической защиты и контроля режимов работы оборудования компрессорной станции (САЗУК) завода;
- автоматизированная система контроля и учёта электроэнергии (АСКУЭ) для завода;
- модернизированная система телеметрии элеваторов на мелькомбинате.

Комплекс технических средств, заменяющий ДВК

В основной части статьи не приводится сколько-нибудь подробных сведений о комплексе технических средств (КТС), позволяющих производить модернизацию систем, созданных ранее на базе ДВК (диалоговых вычислительных комплексов). Поэтому в данном разделе даются краткие сведения по этому вопросу. КТС состоит из компьютера РС (практически любого типа) и промышленного контроллера (ПК) МПСУ, соединённых параллельным каналом связи. На рисунке изображена схема соединения



Канал связи включает в себя два физических канала: терминальный канал ИРПС и параллельный канал. Для работы по каналу ИРПС на один из COM - портов РС устанавливается адаптер интерфейсов RS-232/ИРПС. В СКБ ВТ производятся несколько типов таких адаптеров. Параллельный канал может быть построен одним из следующих способов: за счёт применения специальных адаптеров параллельного канала или за счет использования однонаправленного или двунаправленного LPT – канала. Каждый из трёх способов поддерживается соответствующей версией программного обеспечения.

Программное обеспечение (монитор параллельного канала) выполняет следующие функции:

- образует на жестком диске РС от одного до восьми логических дисков фиксированного объёма, которые являются файловыми устройствами для операционной системы RT-11;
- загружает в ОЗУ контроллера МПСУ из логического диска LD0.DSK монитор RT11-SJ
- поддерживает обмен команд оператора и сообщений операционной системы (и других программ) по терминальному ИРПС каналу;
- загружает в ОЗУ контроллера МПСУ программы, запускаемые оператором с логических дисков, и прочие необходимые файлы, обеспечивает обмен данными по параллельному каналу;
- обеспечивает двустороннее копирование файлов, перекодирует (при необходимости) символы из KOI7 в KOI8 и обратно;
- позволяет одновременно работать в средах MS DOS и RT-11, совмещая файловые структуры IBM PC и МПСУ (RT-11) на одном физическом устройстве РС (жёстком диске);
- обеспечивает эмуляцию на РС клавиатуры типа «Электроника MC7004» ДВК;
- включает в себя встроенные средства контроля параллельного канала (для каналов LPT), а также диагностику системного логического диска LD0.DSK

Всё перечисленное выше обеспечивает полную эмуляцию работы ДВК, а также дополнительные возможности, которые предоставляет РС по сохранению и копированию файлов, дополнительной обработке данных и так далее, что зависит от технической потребности и фантазии разработчиков.