

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ (МПСУ) КАК СРЕДСТВО ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация

Даются сведения о промышленном контроллере (ПК) МПСУ (микропроцессорная система управления), который выпускается в СКБ ВТ (СКБ вычислительной техники, г. Псков); делается попытка определить место МПСУ среди других ПК; предлагаются варианты программно-технических комплексов (ПТК) на базе МПСУ; рассматриваются возможности по программированию МПСУ в составе ПТК.

Введение

Широко известный журнал «Современные технологии автоматизации» (СТА), а также журнал «Промышленные АСУ и контроллеры» дают вполне достаточно информации к размышлению разработчикам средств АСУТП. Сведения по микропроцессорным контроллерам и системам различной сложности, в основе которых лежит применение контроллеров, находятся в той сфере деятельности, которой занимается СКБ ВТ.

Много лет СКБ ВТ (г. Псков) с момента своего основания, находясь в русле технической политики Министерства электронной промышленности и выполняя заказы организаций и предприятий, разрабатывало несколько поколений микропроцессорной системы управления (МПСУ) серии «Электроника МС». Сотни комплектов УСО, произведенные на Псковском заводе радиодеталей, а также на собственном производстве СКБ ВТ, были отправлены по всей России и по республикам Союза. При этом для нас вполне естественно, что по завершении эры всеобщего внедрения ГАП (гибких автоматизированных производств) количество заказов на МПСУ резко сократилось. Несомненно, что причин для этого можно назвать несколько, в том числе значительно возросшая конкуренция со стороны техники зарубежных фирм, а также достаточно большого числа новых российских компаний.

В связи с этим возникает вопрос о месте нашего ПК МПСУ в ряду других контроллеров, а также о способах и возможностях его применения.

К вопросу о месте МПСУ среди других ПК для АСУТП

Сегодня синонимами современных средств автоматизации смело можно назвать аппаратное и программное обеспечение, широко представленное, например, в каталоге фирмы **ProSoft**. Хотя, разумеется, этим каталогом перечень далеко не исчерпывается (достаточно полистать упомянутые выше специализированные журналы). Для определения современных разработок АСУТП различного уровня (по крайней мере в России и странах СНГ) можно сослаться на раздел «Системная интеграция» журнала СТА. В своих разработках последних лет СКБ ВТ применяет аппаратуру компаний **Octagon Systems, Fastwel**, комплектующие **Motorola, MAX, Altera**, программное обеспечение **AdAstra, НПФ «Круг», QNX Software Systems Ltd.**

Учитывая тот факт, что производство систем и приборов на основе МПСУ продолжатся в настоящее время (2003 год), мы уверены, что возможности МПСУ еще далеко не исчерпаны.

В конце 1998 года мы спросили одного нашего постоянного заказчика и одновременно опытного разработчика АСУТП, имеет ли сегодня МПСУ перспективы при выборе средств уровня контроллеров построения АСУТП. Ответ был таков. Если откинуть в сторону различного рода пристрастия и сосредоточиться только на технической и финансовой сторонах вопроса, то МПСУ имел и будет иметь свое место (или, как принято говорить, «нишу») для многих конкретных схем АСУТП. Для этого есть несколько причин:

- 1) набор модулей УСО вполне достаточный для приема и передачи дискретных, аналоговых, импульсных сигналов, коммутации пакетов данных, для выполнения специальных функций;
- 2) каркасы модулей стандарта 4U трех видов (на 19, 13 и 8 модулей) и внутренней шиной МПИ ГОСТ 26 765.51–86 (разновидность QBUS) позволяют строить МПСУ различной «насыщенности» по числу сигналов ввода/вывода;
- 3) имеющийся набор из нескольких типов процессорных модулей (плат CPU) предоставляет возможность выбора в соответствии с требуемыми характеристиками;
- 4) по надежности МПСУ не уступает аналогам в своем классе;
- 5) цена ПК МПСУ вполне скромная (40 – 80 \$ за модуль).

Таким образом, мы получили пусть и выраженное в частном мнении, но не устаревшее и по сей день подтверждение того, что МПСУ еще будет жить и успешно работать. Ведь все дело в том, где его применять, какого уровня специалисты с ним работают (в первую очередь программируют) и сколько денег выделено на создание системы. Если поставленные задачи в АСУТП на базе ПК МПСУ успешно решены с достаточной эффективностью и малыми затратами, то МПСУ заслуживает внимания.

Что это такое МПСУ ? Плюсы и минусы.

Микропроцессорная система управления (ПК МПСУ) имеет обычную схему централизованного УСО (в отличие от распределённых УСО) с каркасом модулей и установленными в него модулями УСО, одним из которых является контроллер МПСУ. Модули включаются (устанавливаются) в разъемы на пассивной кросс - плате с общей шиной МПИ ГОСТ 26 765.51-86. Модули имеют фронтальное расположение внешних разъемов типа РП15-32, РП15-15, РП15-9 или DB25, DB9 для подключения сигнальных кабелей. Какого-то заранее регламентированного набора модулей УСО для МПСУ нет. В данном материале сознательно опускаются подробные характеристики конструкции и назначения конкретных модулей, которые приводятся в специальном документе, а также в паспортах и ТУ на модули. Значительная информация по МПСУ опубликована в виде документации на Web-сайте СКБ ВТ по адресу <http://www.skbvt.nm.ru> (зеркало на <http://skbvt.tts.lt>)

Остановимся на некоторых моментах по теме данного материала (интересных с нашей точки зрения).

Контроллер МПСУ. На сегодняшний день производятся несколько основных модификаций модуля контроллера МПСУ, которые имеют основной микропроцессор 1806ВМ2, ОЗУ 64 Кбайт, быстродействие от 800 до 1200 тыс. оп/с для команд типа «сложение». Система команд совместима с известной микро-ЭВМ «Электроника МС 1201.02», то есть с известной ранее «персоналкой» ДВК-3.01 / ДВК-4.

Технические характеристики модулей приведены в документах, которые можно прочитать на Web-сайте СКБ ВТ.

- Прежний «плюс» совместимости плат CPU с ДВК обернулся «минусом» отсутствия совместимости с IBM PC, но это в ряде систем с МПСУ вполне преодолима, как будет

показано ниже. К тому же уже производятся новые РС совместимые контроллера МПСУ.

- Малый объём ОЗУ и в целом адресуемой памяти ставит МПСУ в определённые рамки по объёму программ и данных непосредственно в контроллере, что также преодолевается в конкретных конфигурациях систем на базе МПСУ
- Сравнительно большая потребляемая мощность прежних модификаций модулей заставляла ранее использовать в каркасе модулей вентиляторы принудительного охлаждения. Однако уже несколько лет производится серия модулей с низким потреблением, что позволяет применять каркас модулей без вентиляторов.
- Условия эксплуатации. Да, для работы при отрицательных и очень высоких температурах МПСУ не применяется. Но тем не менее является весьма неприхотливым к условиям, что показала многолетняя устойчивая работа в заводских цехах, о чём нам сообщают наши партнёры и заказчики.
- Надёжность «железа». Если говорить не о паспортных данных, а о реальных работающих системах с МПСУ, то уместна ссылка на мнение уже упомянутого пользователя. Его можно сформулировать так: если система с МПСУ прошла этап внедрения и испытания с возможной заменой отдельных неисправных элементов, а условия эксплуатации и требования по обслуживанию близки к паспортным, тогда она работает круглосуточно без особых проблем столь долго, сколько необходимо. Требуемая надёжность обеспечивается соответствующим отбором модулей по результатам тестирования, термо-электропрогона, виброиспытаний (при необходимости) во время их производства
- Надёжность системы. Система с МПСУ может содержать в себе «охранный» таймер для перезапуска программ при остановке контроллера («зависании» программы). Резервирование модуля контроллера в одном каркасе сделать нельзя, поскольку «горячая» замена модулей без выключения питания не предусмотрена. Можно дублировать модули в одном каркасе, сами каркасы модулей, каналы связи. То есть возможности по резервированию имеются. Можно привести пример систем, где это успешно применяется.

Модули МПСУ сегодня

Обеспечивают приём и передачу дискретных и аналоговых сигналов (в том числе сигналов с датчиков температуры), приём импульсных сигналов на счётчики (в том числе с реверсом счёта), аналоговую и релейную коммутацию сигналов, преобразование «ток-напряжение», приём пороговых уровней сигналов, специальную коммутацию телефонных каналов. Имеются модули расширения функций МПСУ, а именно: энергонезависимое ОЗУ, позволяющее «не грустить» по поводу малого объёма ОЗУ в контроллере, модули РПЗУ, контроллеры последовательных интерфейсов (ИРПС и RS-232). А также контроллер интерфейса ИРПР, используемый в основном для управления принтером, специальный адаптер параллельного канала, модуль «охранного» таймера и модуль программируемого таймера в сочетании со счётчиками и генераторами частоты. Есть редко применяемые модули, например, управления шаговым двигателем или ввода-вывода в СЧПУ разных типов. Конкретные сведения и технические характеристики по всем модулям отражены в их технической документации (ТУ и паспорта).

В целом не является проблемой достаточно в короткий срок создать модуль нужного заказчику назначения. Так, например, были сделаны модули АЦП с быстрым преобразованием (5 - 10 Мкс в отличие от обычных 50 Мкс) и буферизацией данных, модуль гальванической развязки для каналов RS-232, модуль чтения матрицы 256-ти дискретных входов.

Для построения распределенных систем в отличие от основной централизованной схемы есть два типа программируемых контроллера ПК1 и ПК2, имеющих отдельные корпуса и устройства питания. Они подключаются к МПСУ или ПЭВМ по последовательному каналу и обеспечивают ввод дискретных и аналоговых сигналов.

О новых типах контроллеров МПСУ

Контроллер МПСУ типа М253...255 (производство начато в 2001 году) имеет встроенную флэш-память с возможностью программирования непосредственно в модуле по терминальному каналу ИРПС из компьютера. Имеются встроенные интерфейсы: ИРПС, RS-232, RS-485, двунаправленный параллельный канал LPT

Контроллеры М260 и М260.01 являются PC-совместимыми контроллерами МПСУ, включающими в себя платы CPU фирм Fastwel и Octagon Systems. Подробная информация по этим модулям приведена в документах, помещённых на Web-сайте СКБ ВТ.

Строим систему на МПСУ и программируем

Оставим в стороне вопросы подключения контролируемого или управляемого оборудования и рассмотрим (в общем плане) возможные способы включения МПСУ в систему. Введём некоторые условные обозначения.

РС - РС совместимый компьютер, в том числе промышленный, представляющий собой «верхний» уровень по отношению к МПСУ

ПЭВМ – аналогично, но имеет монитор, клавиатуру и так далее (станция оператора или компьютер программиста).

ПК - промышленный контроллер

ПО – программное обеспечение

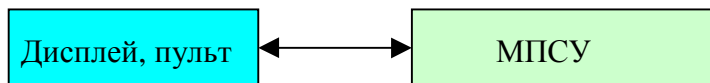


Рис.1 Схема 1

Схема 1, которая потихоньку отошла в прошлое, состоит из МПСУ и дисплея, совместимого с дисплеем (терминалом) типа 15ИЭ-00-013. Дисплей по одному из последовательных каналов ИРПС (токовая петля 20 ma) подключён к контроллеру МПСУ. Схема вообще-то не годится для программирования в какой-либо системе, кроме ввода программы в «машинных» кодах, но до сих пор работает там, где ещё живы указанные дисплеи.

Следует отметить, что вместо дисплея по каналу ИРПС может быть подключен технологический пульт оператора, имеющий небольшую клавиатуру и панель индикации. Это (применение технологического пульта) похоже на то, что достаточно широко применяется для многих типов других промышленных контроллеров. В каждом из этих случаев используется тот или иной язык (команды, функции) для управления контроллером (настройка параметров, диагностика, пуск программы и так далее). Кстати, малогабаритный технологический пульт для МПСУ тоже существует, но на практике применялся редко, поскольку возможности его ограничены.

В прежние времена применялись несколько способов программирования для такой схемы, а готовая программа располагалась в конечном итоге в модулях РПЗУ. Например, программа разрабатывалась на ДВК в операционной системе RT-11 на языках программирования MACRO-11, QUASIC, языке релейно-функциональных схем РФС, отлаживалась в ОЗУ контроллера после загрузки по последовательному каналу из ДВК, который временно включался вместо дисплея в режиме эмуляции пультового терминала. Кроме того, «твердотельная» ПЗУ-версия системы программирования РФС позволяла (и позволяет сейчас!) разрабатывать и отлаживать программы непосредственно в МПСУ, а затем там же ее и запрограммировать в РПЗУ. Нарастание данной схемы может производиться за счет каскадного включения МПСУ с использованием мультиплексоров каналов ИРПС и специального программного обеспечения маршрутизации. В качестве альтернативы дополнительному присоединению каркасов МПСУ возможно включение в схему удаленных программируемых контроллеров ПК1 или ПК2, о которых сказано выше.

Завоевала популярность **Схема 2**, изображенная на рис.2. Эту схему можно назвать базовой схемой, так как путем её модификации можно получить более сложные схемы.

От **Схемы 1** она отличается прежде всего тем, что может сочетать функции инструментальной системы, на которой разрабатываются и отлаживаются программы, с функциями системы для исполнения этих программ. Дадим пояснения по данной схеме.

1). ПЭВМ в различных вариантах использования предназначена для выполнения различных функций:

- предоставления средств разработки прикладных программ управления МПСУ и обработки данных
- хранения и загрузки программного обеспечения в МПСУ
- эмуляции функций дисплея для МПСУ
- исполнения прикладных программ управления МПСУ, для основной обработки данных и визуализации результатов

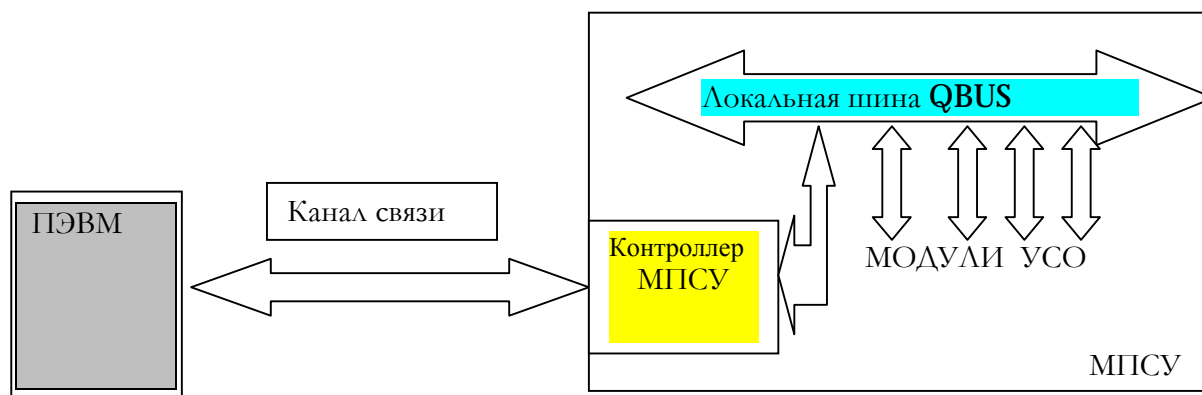


Рис.2. Схема 2 с управлением от ПЭВМ верхнего уровня

2). Канал связи на физическом уровне **сегодня** представляет собой одну из трех возможных реализаций:

- последовательный канал (или 2 канала) RS-232 (или ИРПС – токовая петля 20 ма)
- специальный байт - параллельный канал
- параллельный канал LPT (один из каналов принтера)

Как правило, используются одновременно 1 последовательный и 1 параллельный канал.

Примечание: для специального байт-параллельного канала применяется адаптер, который устанавливается в каркас модулей, как модуль УСО, а также адаптер, который устанавливается в свободный слот РС.

Протоколы обмена для указанных реализаций каналов связи на низком (канальном) уровне не стандартные.

Протоколы обмена на среднем (функциональном) уровне определяются программами взаимодействия между ПЭВМ и контроллером МПСУ и обычно приводятся в документации на ПО.

3). Контроллер МПСУ в различных вариантах может использоваться по-разному, а именно:

- исполняет программы в операционной системе RT-11SJ
- исполняет автономную (независимую от ОС) прикладную программу управления УСО из ПЗУ или предварительно загруженную в ОЗУ из ПЭВМ (или из «внешнего» РПЗУ)
- исполняет программу-супервизор, которая поддерживает «Протокол обмена МПСУ» и обеспечивающую удаленное управление УСО из ПЭВМ

На базе приведенной **Схемы 2** могут строиться более сложные конфигурации, которые либо уже сегодня имеют программную поддержку, либо могут быть сравнительно быстро её обрести благодаря усилиям специалистов СКБ ВТ или даже самих пользователей. Коротко рассмотрим ряд возможных конфигураций, которые на практике были предложены нашим заказчикам для построения систем.

· **Схема 2.1** «с тестирующим МПСУ»

В данной схеме основной (первый) МПСУ соединен с ПЭВМ по параллельному каналу, а его контроллер при включении питания сразу начинает исполнять выгруженную из ПЗУ программу - супервизор УСО, обеспечивающую управление УСО, прием команд из ПЭВМ, и возврат данных. Тестирующий (второй) МПСУ соединен с этой же ПЭВМ по последовательному каналу и также исполняет программу - супервизор УСО. Первый МПСУ располагается на удалении до 10-ти метров от ПЭВМ, что гарантирует надежный обмен по параллельному каналу со скоростью до 400 Кбод. Оба ПК МПСУ на практике расположены рядом, так как основное назначение тестирующего МПСУ состоит в формировании тестовых последовательностей сигналов для УСО основного МПСУ, и соответственно, модули УСО соединяются сигнальными кабелями малой длины. Тестовые сигналы и рабочие внешние сигналы коммутируются на входы / выходы УСО при помощи модуля управления коммутирующими контактами (релейный коммутатор).

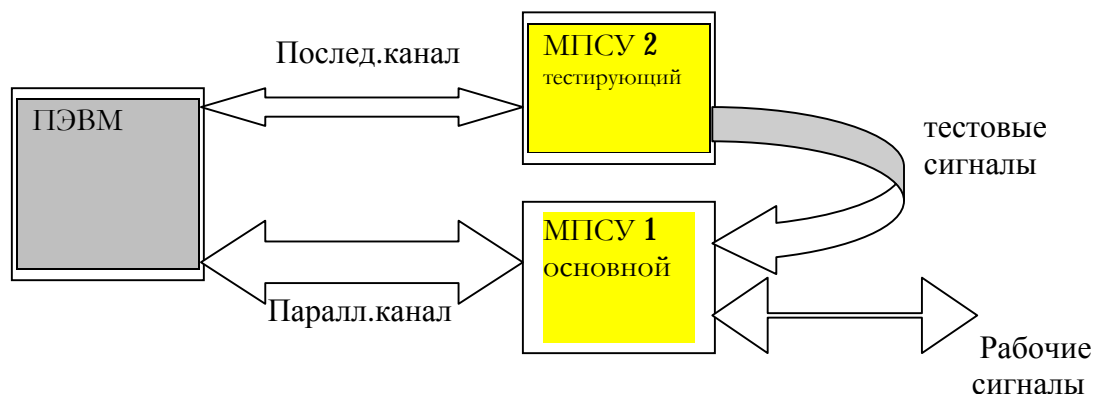


Рис.3. **Схема 2.1** «с тестирующим МПСУ»

1). Наличие «тестирующего» МПСУ позволяет проводить профилактические работы с проверкой работоспособности УСО без переключения внешних кабелей. При этом к текущему внутреннему контролю модулей УСО, который проводится постоянно, добавляется периодическое внешнее тестирование, которое проводится в предусмотренные перерывы обслуживания рабочих сигналов.

2). Разновидностями данной схемы являются следующие схемы:

- Второй МПСУ является не «тестирующим» а резервным, в точности повторяющим набор модулей УСО первого каркаса. Программное обеспечение ПЭВМ обеспечивает переключение управления между основным и резервным МПСУ
- Используется 3 и более МПСУ, подключенных к ПЭВМ через дополнительные последовательные каналы или через параллельный канал принтера (двунаправленный LPT1, LPT2...)
- Удаление МПСУ от ПЭВМ, подключенного по последовательному каналу, на расстояние более 100 м.
- Включение в последовательный канал обмена пары модемов, обеспечивающих связь по коммутируемым или выделенным телефонным линиям (программное обеспечение РС и МПСУ должно обеспечивать управление модемами).
- Включение ПЭВМ в локальную сеть цеха, предприятия и т.д.
- Использование вместо ПЭВМ процессорной платы MicroPC, которая в свою очередь по любому из каналов (RS-232, RS-485, Ethernet), подключена к системе управления более высокого уровня

Схема 2.2 с МПСУ – маршрутизатором

В данной схеме используется наличие среди модулей УСО контроллеров последовательных каналов (интерфейсов) ИРПС и RS-232. К каждому из последовательных каналов этих модулей можно подключить МПСУ нижнего уровня, создав таким образом «дерево» из нескольких МПСУ.

1) Данная конфигурация (Рис.4) предназначена для построения большой распределенной иерархической системы. Программное обеспечение МПСУ – маршрутизатора обеспечивает синхронизацию работы в такой сети. Драйвер обмена по сети поддерживает работу через модемные линии аналогично последовательным каналам.

2). При наличии в новых контроллерах МПСУ порта RS-485 появляется возможность создания другого типа сети для МПСУ, что может сократить затраты на прокладку кабелей.

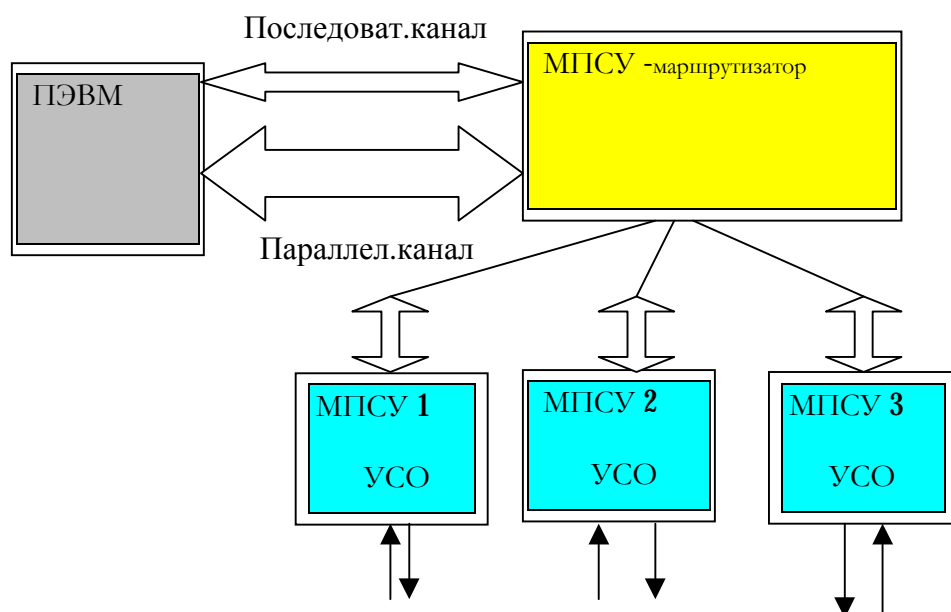


Рис.4. Схема 2.2 с МПСУ - маршрутизатором

Схема 2.3 с удаленными контроллерами типа ПК-1 и ПК-2

Удаленные контроллеры ПК-1 и ПК-2 изготавливаются в виде самостоятельных блоков (корпусов) и непосредственного отношения к МПСУ как бы не имеют. По последовательному каналу (сегодня – только ИРПС) их можно подключать хоть к мультиплексу в МПСУ, хоть непосредственно к РС. Вот их краткие технические характеристики:

1). Устройство удаленного контроля входов-выходов ПК1

Назначение: сбор и передача в ЭВМ дискретных и аналоговых данных, управление от ЭВМ дискретными выходами постоянного тока

--- ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ---

Максимальное число внешних каналов - 64. Сочетания каналов входов или выходов определяются набором устройств (модулей), устанавливаемых на 4 посадочных места ПК1; одно устройство входов содержит 16 каналов, одно устройство выходов - 8 каналов.

Связь с удаленной ЭВМ по каналу связи ИРПС (токовая петля 20 мА). Скорость обмена по каналу ИРПС от 75 до 9600 бод (устанавливается переключателем в ПК1).

--- ВНЕШНЕЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ---

Библиотека функций управления устройством удаленного контроля дискретных/аналоговых входов, дискретных выходов с помощью персональной ЭВМ типа IBM PC, а также драйвер в супервизоре для контроллера МПСУ.

2). Контроллер ввода-вывода ПК2

ФУНКЦИИ:

- сбор и передача в ЭВМ дискретных и аналоговых данных, управление от ЭВМ дискретными выходами постоянного тока
- автономная работа со входами-выходами по внутренней программе, программирование встроенного ПЗУ программ пользователя
- работа в режиме "отладка" с управлением от удаленной ЭВМ, эмулирующей функции пульта оператора, загрузка программ пользователя из удаленной ЭВМ в ЭОЗУ ПК2, выгрузка программ из ПК2 на носители удаленной ЭВМ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ---

Максимальное число каналов - 64. Сочетания каналов входов или выходов определяются набором устройств (модулей). Одно устройство входов содержит 16 каналов, одно устройство выходов - 8 каналов.

Связь с удаленной ЭВМ выполняется по каналу связи ИРПС (токовая петля 20 Ма) со скоростью до 9600 бод.

ВНЕШНЕЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ---

Библиотека функций управления контроллером ПК2 с помощью удаленной персональной ЭВМ типа IBM PC

Программа МОНИТОР, которая обеспечивает реализацию функций в режиме "отладка" ПК2 и в режиме обмена программами

ДРАЙВЕР контроллера ПК2 в супервизоре для систем на базе МПСУ

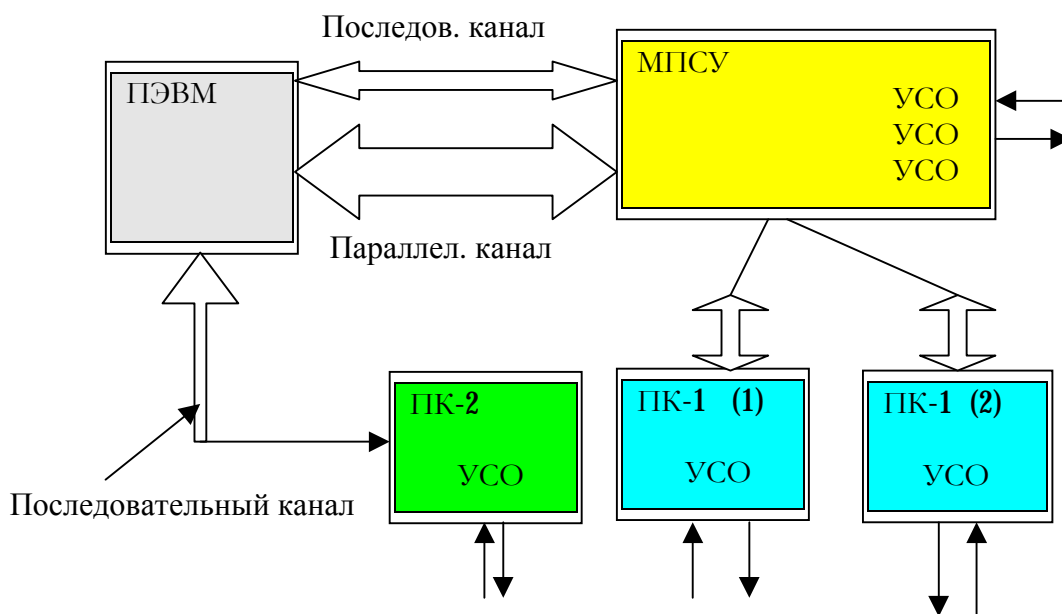


Рис.5. Схема 2.3 с удаленными контроллерами типа ПК-1 и ПК-2

Нельзя сказать, что приведенные схемы исчерпывают все возможности создания систем на МПСУ, как нельзя сказать, что разработанное в СКБ ВТ программное обеспечение полностью поддерживает все указанные конфигурации. Но при достаточно тесных контактах с разработчиками систем МПСУ (для нас – пользователями) мы рекомендуем применить те или иные из разработанных инструментальных средств или разрабатываем недостающие компоненты.

Для завершения данного раздела проведем некоторые параллели между приведенными схемами на МПСУ и теми структурами, схемами и конфигурациями, с которыми мы ознакомились в ряде статей журнала «СТА» за 1998 год. При этом, конечно, следует абстрагироваться от сравнения габаритов, конструктивных особенностей, типа процессора, типа локальной шины, УСО и прочее.

1). Схема самого МПСУ ничем не отличается от обычного промышленного контроллера с центральным процессором (контроллером каркаса), локальной специализированной шиной и модулями УСО. Такая схема приводится на рис.4а в статье Сергея Гусева по системе OpenLine фирмы Grayhill в СТА 4/98, она соответствует IBM PC совместимым промышленным контроллером на базе каркасов и плат MicroPC и Advantech. Контроллер на базе ADAM-5510 тоже имеет такую схему (см. статью Сергея Гусева о контроллере ADAM-5510 в СТА 2/98).

К недостаткам схемы МПСУ по сравнению с другими аналогами является отсутствие возможности непосредственного подключения в локальную быструю сеть типа Ethernet, а также нестандартность протоколов обмена по каналам связи. Следует, однако, сказать, что непосредственное включение ПК в сеть Ethernet – это, на наш взгляд, достаточно редкое техническое требование. К тому же, в принципе, это реализуемо для PC-совместимых контроллера МПСУ типа M260, M260.01, выпуск которых начат с 2002 года.

Что касается стандартных протоколов, то при насущной необходимости часть из них можно реализовать для каналов связи МПСУ с ПЭВМ. С другой стороны, если заказчику предоставляется инструментальное программное обеспечение, обеспечивающее скрытые для него процедуры обмена достаточно надежно, то не очень принципиально, стандартный использован протокол или нет. Для нас вопрос о стандартных протоколах становится существенным при «встраивании» МПСУ в известные SCADA-системы. В этом направлении ведутся работы по снабжении контроллеров МПСУ таким современным средством, каким является OPC-сервер. Возможно, имеет смысл реализовать программу-супервизор МПСУ с поддержкой протокола Modbus.

Еще можно отметить в качестве недостатка невозможность резервирования собственно контроллера МПСУ, так как шина QBUS не позволяет одновременно в одном каркасе использовать два процессора, как это сделано в системе OpenLine фирмы Grayhill. Исключена горячая замена модулей УСО в каркасе МПСУ без остановки программы и выключения питания. По этим возможностям МПСУ не соревнуется с другими ПК.

2). **Схема .2** и её модификации соответствуют распределенной системе, в которой в данном случае роль основного контроллера выполняет РС, а МПСУ представляет собой удаленный программируемый контроллер с УСО. Можно провести многочисленные аналогии применения такой схемы, но в данном случае решающую роль при сопоставлении играет применяемое программное обеспечение для МПСУ и системы в целом. Так, например, если в МПСУ работает программа-супервизор УСО (см. далее), а к МПСУ по последовательным каналам подключены контроллеры ПК-1 или ПК-2, тогда система становится похожей на «OpenLine» в своем классическом варианте. Действительно, МПСУ выполняет роль контроллера базы, ПК-1, ПК-2 являются модулями ввода-вывода, и МПСУ подключены к ПЭВМ, являющейся центральным процессором системы по каналу связи (см. «структура информационного взаимодействия компонентов системы OpenLine» на рис.4б в статье Сергея Гусева по системе OpenLine фирмы Grayhill в СТА 4/98). Натяжка только в том, что указанные каналы связи нельзя назвать локальной шиной, но при количестве МПСУ в системе от 1 до 3 данное различие не имеет особого значения. Почти дословно цитируя указанную статью, приводим характеристику данной схемы:

- В качестве каналаобразующего интерфейса между РС и МПСУ выбран не стандартный интерфейс, а упрощенные интерфейсы обмена по последовательному и по параллельному каналам. Более подробные сведения по протоколам среднего уровня приводятся в документации на систему удаленного программирования (см. далее).
- В качестве абонентов каналов связи выступают не модули УСО, а контроллеры МПСУ, являющиеся как бы базами ввода-вывода. Каждый МПСУ имеет область памяти (буферные области), в которой в момент инициализации супервизора отображаются сведения о конфигурации УСО, а в процессе выполнения команд отражается состояние данных для вывода через УСО или после ввода с УСО. Все проблемы взаимодействия с модулями УСО берет на себя контроллер МПСУ, а в целом процессом управления занимается ПЭВМ, который путем посылки отдельных команд или целых программ, оформленных в виде цепочек команд, обменивается данными с контроллером, используя при этом буферные области памяти.
- Отметим возможность выполнения за одну команду ПЭВМ выполнения целой подпрограммы в контроллере МПСУ. При этом не только не требуется оперировать отдельными модулями, но и исключается необходимость последовательного обращения с верхнего уровня к нескольким модулям или их каналам для выполнения сравнительно сложных операций с данными (особенно при большом числе каналов или съемов данных).
- Отметим также способность МПСУ автоматически определять состав и состояние модулей (конфигурирование и «внутреннее» тестирование УСО), установленных в каркасе (базе). Ручное конфигурирование выполнять не нужно. Модули идентифицируются по закрепленным за ними базовым адресам и векторам прерываний, которые не перекрываются в области адресов ввода-вывода.

Необходимо, конечно, признать, что в данной схеме присутствует общий недостаток, который заключается в следующем:

- 1) контроллер МПСУ тратит свои ресурсы на управление УСО и, возможно, еще на обмен с удаленными контроллерами типа ПК-1 и ПК-2 (или ещё на выполнение задачи маршрутизации данных от МПСУ нижнего уровня)
- 2) контроллер также должен поддерживать обмена с ПЭВМ
- 3) при этом контроллер не снабжён многозадачной операционной системой реального времени

В следующих пунктах данного раздела постараемся рассказать, как программируется система с МПСУ, построенная по Схеме 2 или по несколько модифицированной схеме.

Программирование

В качестве введения к данному разделу, видимо, можно отметить, что при поставке МПСУ нашим заказчикам всегда согласовывается вопрос о составе программного обеспечения. При этом всё зависит от потребности заказчика самому разрабатывать тот или иной уровень программного обеспечения. МПСУ имеет открытую архитектуру, начиная с нижнего уровня, то есть с модулей УСО. Поэтому для тех, кому требуется возможность создавать свое инструментальное и прикладное ПО, не предусмотрено ограничений на прямое программирование аппаратуры. Для других предлагается несколько вариантов программирования на более высоком уровне (при наличии запроса на поставку соответствующих систем программирования). Для третьих пользователей система программирования (или ее основной компонент) поставляется «защитым» в ПЗУ контроллера. Ниже дается информация об имеющихся возможностях.

Сначала рассмотрим так называемые «традиционные способы программирования», под ними мы будем понимать те, которыми привычно владели наши пользователи и мы сами с самого начала применения МПСУ. Эти способы вполне применимы и сегодня, так как часто дают требуемый результат, то есть работающую эффективную систему, правда, при весьма скромных средствах отображения результатов и командах оператора по управлению системой, не предполагающих наличие графики.

Программы, разрабатываемые и работающие в операционной системе RT-11SJ

Такие программы работают в ОЗУ МПСУ и не могут располагаться в ПЗУ (разве что какая-то их неизменяемая часть). Обязательно наличие связи между ПЭВМ и МПСУ по параллельному каналу или каналу LPT. Перед пуском программы в МПСУ из ПЭВМ загружается и запускается операционная система RT-11SJ, которая должна работать в течение всего времени работы прикладной программы пользователя. Мы не будем давать характеристику ОС RT-11SJ, она достаточно хорошо известна и аналогична ОС под названиями ОС ДВК или РАФОС

А). Программы на языке Macro-11

Прикладная программа может быть написана в принципе на любом языке, который имеет транслятор и линковщик в RT-11SJ (MACROASSEMBLER, FORTRAN, PASCAL, C), а также средства непосредственного обращения к регистрам внешних устройств и может обрабатывать аппаратные прерывания. Однако на практике чаще всего из этих языков используется MACROASSEMBLER, то есть одна из версий Ассемблера, предназначенная для RT-11 и которая хорошо документирована в комплекте документации на ОС РАФОС. Для наших пользователей в комплект программ стыковки ПЭВМ – МПСУ по параллельному каналу мы копируем версию системы программирования MACRO - 11, выпущенную в 1990 году.

Такой вариант удобен для небольших систем, когда в схеме применяется только один каркас МПСУ, в системную шину которого включены модули УСО. ПЭВМ в режиме DOS (или DOS – сессии ОС Windows) эмулирует дисплей (терминал), а также поддерживает до 8-ми электронных логических дисков МПСУ на своем жёстком диске.

Программист самостоятельно «разбирается» с программными интерфейсами всех необходимых модулей УСО, так как RT-11SJ их «не знает». Это, конечно, осложняет написание и отладку прикладных программ, зато они получаются «на Ваш вкус и цвет». Кстати о цвете. Естественно, что эмуляция экрана дисплея на экране ПЭВМ соответствует алфавитно-цифровому монохромному режиму. Как правило, этого бывает вполне достаточно для небольших и дешевых систем.

Б). Программы на языке QUASIC

Специальная модификация системы программирования на базе этого языка разработана в СКБ ВТ применительно к программированию модулей УСО (МПСУ). Ниже даются характеристики данной системы.

1). СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ С ОБЪЕКТАМИ ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ СЛЕДУЮЩИЕ ОСНОВНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПОНЕНТЫ:
 - Q U A S I C - СИСТЕМА СО ВСТРОЕННОЙ БИБЛИОТЕКОЙ ПРОГРАММ ПОДДЕРЖКИ ПОЛНОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ МОДУЛЕЙ УСО (МПСУ), БИБЛИОТЕКА ЛЕГКО РАСШИРЯЕТСЯ ПО МЕРЕ ПОЯВЛЕНИЯ НОВЫХ МОДУЛЕЙ
 - QUAS - КОМПИЛЯТОР С ЯЗЫКА Q U A S I C - 2 В ЯЗЫК АССЕМБЛЕРА

- ДВЕ ОБЪЕКТНЫЕ БИБЛИОТЕКИ ПОДДЕРЖКИ КОМПИЛЯТОРА: ОДНА ОРИЕНТИРОВАНА ДЛЯ РАБОТЫ ПРОГРАММ В СРЕДЕ ОС RT-11, ДРУГАЯ - ОБЕСПЕЧИВАЕТ АВТОНОМНУЮ РАБОТУ ПРОГРАММ, ЗАГРУЖАЕМЫХ, НАПРИМЕР, ИЗ ПЗУ

- ОБЪЕКТНАЯ БИБЛИОТЕКА ПОДДЕРЖКИ МОДУЛЕЙ УСО

- ПРОГРАММЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ МОДУЛЕЙ РЕПРОГРАММИРУЕМЫХ ПЗУ

2). СОСТАВ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ И БАЗОВАЯ СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОБЕСПЕЧИВАЮТ ПОЛНЫЙ ЗАМКНУТЫЙ ЦИКЛ ПОДГОТОВКИ, ОТЛАДКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ УСО. Q U A S I C - СИСТЕМА ЯВЛЯЕТСЯ КОМПАКТНОЙ, РЕЗИДЕНТНОЙ В ПАМЯТИ СИСТЕМОЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ. ОНА ХОРОШО ВПИСЫВАЕТСЯ В РЕСУРСЫ МАЛЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗК МПСУ.

ПО СВОИМ ВЫРАЗИТЕЛЬНЫМ ВОЗМОЖНОСТЯМ Q U A S I C - СИСТЕМА ОБЛАДАЕТ НЕОБХОДИМОЙ МОЩНОСТЬЮ ЯЗЫКОВ АССЕМБЛЕРНОГО ТИПА. И В ТО ЖЕ ВРЕМЯ ЕЙ ПРИСУЩИ НЕОБХОДИМЫЕ СВОЙСТВА ЯЗЫКОВ БОЛЕЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ ТИПА В A S I C , P A S C A L ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.

КАЧЕСТВО ГЕНЕРИРУЕМОГО КОДА ДАЕТ ВЫСОКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГРАММ. ВСТРОЕННЫЙ В СИСТЕМУ МОНИТОР ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ ЭФФЕКТИВНОЙ ОТЛАДКИ ПРОГРАММ НА ВХОДНОМ ЯЗЫКЕ. ВСТРОЕННАЯ В СИСТЕМУ БИБЛИОТЕКА ПОДДЕРЖКИ УСО ПОЗВОЛЯЕТ ОРГАНИЗОВАТЬ РАБОТУ С ОБЪЕКТАМИ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ (МОДУЛЯМИ УСО), КАК С ВНУТРЕННИМИ ОБЪЕКТАМИ ЯЗЫКА.

ИМЕЮТСЯ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОПРОЦЕССНОЙ РАБОТЫ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ.

3). КОМПИЛЯТОР QUAS С ЯЗЫКА Q U A S I C - 2 ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ АССЕМБЛЕРНОГО КОДА, И КАК СЛЕДСТВИЕ, ИСХОДНАЯ ПРОГРАММА МОЖЕТ БЫТЬ ПРЕДСТАВЛЕНА В ВИДЕ СОВОКУПНОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ, КАЖДЫЙ ИЗ МОДУЛЕЙ МОЖЕТ БЫТЬ АВТОНОМНО ОТЛАЖЕН И ОТТРАНСЛИРОВАН. КОМПОНОВКА ОТДЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ ДРУГ С ДРУГОМ И С БИБЛИОТЕКОЙ ПОДДЕРЖКИ КОМПИЛЯТОРА И БИБЛИОТЕКОЙ ПОДДЕРЖКИ УСО ВЫПОЛНЯЕТСЯ СРЕДСТВАМИ RT-11SJ.

ОБЪЕКТНАЯ БИБЛИОТЕКА ПОДДЕРЖКИ УСО ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ ПОЛНЫЙ НАБОР ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ РАБОТЫ С МОДУЛЯМИ УСО. БИБЛИОТЕКА МОЖЕТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНА, КАК С Q U A S I C -ПРОГРАММАМИ , ТАК И С ПРОГРАММАМИ, НАПИСАННЫМИ НА ЯЗЫКАХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ФОРТРАНОВСКИЕ СОГЛАШЕНИЯ О СВЯЗЯХ (MACRO-11 , FORTRAN).

4). ПОСЛЕДНЯЯ ВЕРСИЯ БИБЛИОТЕКИ МОДУЛЕЙ УСО СОДЕРЖИТ ПОЛНЫЙ НАБОР ДРАЙВЕРОВ МОДУЛЕЙ УСО - МПСУ, В ТОМ ЧИСЛЕ ДРАЙВЕР МОДУЛЯ M205 (6 каналов ИРПС), ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТЬЮ РАДИАЛЬНОГО ТИПА И РЕАЛИЗУЮЩИЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРОТОКОЛ ОБМЕНА ПО КАНАЛАМ КАНАЛАМИ ИРПС (ТОКОВАЯ ПЕТЛЯ 20 ма).

ОБРАЩАТЬСЯ К БИБЛИОТЕКЕ МОЖНО ИЗ СВОИХ ПРОГРАММ, НАПИСАННЫХ НА ЯЗЫКАХ QUASIC, MACRO, FORTRAN. РЕЖИМЫ ОБМЕНА "ПО ГОТОВНОСТИ" И "ПО ПРЕРЫВАНИЮ"

5). ВОЗМОЖНО ТАКЖЕ ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕКИ ТЕСТИРУЮЩИХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ МОДУЛЕЙ УСО (МПСУ), КОТОРАЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ ПРОГРАММНОЙ ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИЙ ОТДЕЛЬНОГО ВНУТРЕННЕГО ТЕСТИРОВАНИЯ МОДУЛЕЙ УСО – МПСУ, ВСТРОЕННОГО В ПРИКЛАДНУЮ ПРОГРАММУ

6). ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕПРОГРАММИРУЕМЫХ ПОСТОЯННЫХ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПОЗВОЛЯЕТ ВЫПОЛНЯТЬ КОПИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ, СИМВОЛЬНЫХ ИЛИ ДВОИЧНЫХ ДАННЫХ ИЗ ФАЙЛОВОГО УСТРОЙСТВА В СИСТЕМЕ RT-11SJ В ЗАДАННЫЙ МОДУЛЬ РПЗУ

Значительным преимуществом и достоинством данной системы программирования является ее комплексность, простота в освоении и возможность не задумываться об устройстве того или иного модуля УСО.

В качестве недостатков можно отметить большой размер файла исполняемой программы (file.sav) по сравнению с программой, изначально написанной на Ассемблере. Зато достаточно сложные программы доступны для написания и отладки программистами не высокой квалификации.

Примечания:

1). Как следует из приведенных характеристик данной системы программирования, исполняемая программа может быть сделана для работы в ОС RT-11SJ. Но основная

часть программ нашими пользователями сделана в данной системе для работы в РПЗУ без поддержки ОС. Поэтому рассмотрение QUASIC-системы в данном пункте является условным.

2). Библиотека модулей УСО и библиотека функциональных блоков может эффективно использоваться при компоновке с программными модулями, написанными на MACRO, что и в этом варианте дает возможность также «забыть» об интерфейсных особенностях УСО. В СКБ ВТ разработаны библиотеки, охватывающие всё многообразие имеющихся модулей УСО.

В). Технологическая система программирования (ТСП)

Это не совсем обычная система. Необычность её состоит в том, что программирование выполняется на языке релейно-функциональных схем (РФС). Сегодня мы знаем несколько подобных языков программирования контроллеров, которые основаны на международном стандарте МЭК 1131/3. Например, языки Техно FBD и Техно IL, представленные фирмой AdAstra Research Group, Ltd в версии SCADA-системы Trace Mode 5.0x. Язык РФС, разработанный в СКБ ВТ, и широко применявшийся для разработки АСУТП на МПСУ, ориентирован не на программистов, а на инженеров-технологов. Он содержит полную библиотеку драйверов и тестов для модулей УСО, а также библиотеку самых разнообразных функциональных блоков. Собственно программа «собирается» на экране из псевдографических изображений функциональных блоков и связей между ними. Полученные схемы и являются программами, из которых генерируется исполняемый код. Ниже приводятся основные характеристики этой системы программирования.

1). ТСП – ЭТО ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОЛНЫЙ ЗАМКНУТЫЙ ЦИКЛ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ТИПА АСУТП НА БАЗЕ МПСУ:

ФОРМИРОВАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ ПРОЕКТА, ЕГО ВЕРИФИКАЦИЮ, ГЕНЕРАЦИЮ КОДА, ОТЛАДКУ ПРОГРАММ, ЗАПИСЬ В ПЗУ И СОПРОВОЖДЕНИЕ.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗОЙ ТСП ЯВЛЯЮТСЯ: СТРУКТУРНЫЙ И ОБЪЕКТНЫЙ ПОДХОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ.

СРЕДСТВОМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ГРАФИЧЕСКИЙ ЯЗЫК РЕЛЕЙНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ (РФС), ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ НАГЛЯДНОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

2). ТСП ЯВЛЯЕТСЯ КОМПИЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ, ОБЕСПЕЧИВАЕТ ГЕНЕРАЦИЮ КАЧЕСТВЕННЫХ КОМПАКТНЫХ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ С МАЛЫМ ВРЕМЕНЕМ РЕАКЦИИ.

3). ВСТРОЕННАЯ БИБЛИОТЕКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ ОБЕСПЕЧИВАЕТ НЕОБХОДИМЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ И УСО. В ТО ЖЕ ВРЕМЯ СИСТЕМА ЯВЛЯЕТСЯ ОТКРЫТОЙ, ПРЕДОСТАВЛЯЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ МОДИФИКАЦИИ И НАРАЩИВАНИЯ КАК БИБЛИОТЕКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ, ТАК И БИБЛИОТЕКИ МОДУЛЕЙ УСО В СОСТАВЕ МПСУ.

4). ТСП ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РАДИАЛЬНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ НА БАЗЕ МОДУЛЯ 6-ТИ КАНАЛЬНОГО ИРПС.

5). ТСП ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПРОГРАММНУЮ РЕАЛИЗАЦИЮ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

ТСП обладает целым рядом достоинств, которые позволили создать на ней программы, успешно работающие у многих пользователей МПСУ. Чаще всего сгенерированная программа может работать непосредственно в РПЗУ, являясь независимой от операционной системы, что в целом обеспечивает удобство и надежность эксплуатации. В данном случае ОС RT-11SJ используется только как изначальная среда для запуска и работы инструментальной системы ТСП при разработке и отладке проекта.

Таким образом, отнесение описания ТСП в данный раздел также является условным. Запуск исполняемых программ в ОС RT-11 в большинстве случаев осуществляется в процессе отладки, а отлаженные программы не нуждаются в поддержке ОС.

Мало того, существует РПЗУ версия технологической системы программирования, которая вообще не нуждается в ОС.

ТСП проста в освоении, подробно документирована. К недостаткам можно отнести то, что она «застыла» на уровне 1995 года и не превратилась в еще более мощную и удобную систему.

Автономные программы в МПСУ, не требующие операционной системы

Автономные программы – это программы, которые запускаются и работают в МПСУ без поддержки операционной системы RT-11SJ, в них не используются макрокоманды, требующие наличия в памяти подпрограмм, присущих только RT-11.

Рассмотренные в предыдущем разделе системы программирования позволяют создавать в том числе автономные программы, которые впоследствии размещаются в РПЗУ и запускаются автоматически при включении питания МПСУ и работают без поддержки ОС, а именно:

- Автономные программы, разработанные в системе MACRO-11
- Автономные программы, разработанные в QUASIC-системе
- Автономные программы, разработанные в ТСП
- Автономные программы, разработанные в интегрированной среде CROSS-11

На основе комплекта автономных программ может быть построена достаточно сложная конфигурация системы с несколькими МПСУ по одной из модификаций **Схемы 2**, так как МПСУ не связаны необходимостью загрузки в них операционной системы по параллельному каналу. Здесь следует, видимо, оговориться, что загрузку ОС по последовательному каналу мы делать не планировали, считая это бесполезным занятием. А вот загрузка сравнительно небольших исполняемых программ в МПСУ по последовательному каналу полностью себя оправдывает. Этот вопрос рассмотрен в следующем пункте.

А). Загружаемые извне автономные программы

Далеко не всегда применение модулей РПЗУ в качестве носителей исполняемых программ себя оправдывает, особенно если «под рукой» имеется ПЭВМ, где файлы программ для всех МПСУ в системе хранятся на HD. Автономная программа представляет собой системонезависимый код, предназначенный для исполнения в МПСУ, как в целевой ЭВМ. Загрузка в контроллер МПСУ из ПЭВМ может осуществляться по любому из объявленных каналов связи. Для сравнительно больших программ (например, супервизор МПСУ в системе удаленного программирования) может быть сделана загрузка по параллельному каналу. Но чаще всего для загрузки достаточно наличия связи по последовательному каналу.

Если для связи с МПСУ используется только последовательный канал, то можно ПЭВМ поставить на значительном удалении. При включении питания МПСУ, он готов к обмену по одному из последовательных каналов (терминальному) контроллера МПСУ.

Программа из ПЭВМ загружается в ОЗУ контроллера МПСУ и автоматически там запускается.

Существует несколько версий программ для обмена по последовательному каналу между ПЭВМ и МПСУ: часть из них загружают конкретные программы и служебные файлы, необходимые для работы, а, например, монитор связи между ПЭВМ и МПСУ по последовательному каналу, характеристики которого приведены ниже, имеет более широкие возможности.

МОНИТОР СВЯЗИ ПЭВМ С МПСУ ПО ТЕРМИНАЛЬНОМУ ИРПС - КАНАЛУ ПРИМЕНЯЕТСЯ ДЛЯ СОПРЯЖЕНИЯ ПЭВМ IBM PC И УДАЛЕННЫХ МПСУ, ОБЕСПЕЧИВАЕТ ИХ УПРАВЛЕНИЕ В ПУЛЬТОВОМ РЕЖИМЕ КОНТРОЛЛЕРА МПСУ, ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАГРУЗКИ В МПСУ ПРОГРАММ, А ТАКЖЕ ЗАПУСК ПРОГРАММ, РАЗМЕЩЕННЫХ КАК В ОЗУ, ТАК И В УСТРОЙСТВЕ РПЗУ.

ДЛЯ РАБОТЫ КАНАЛА ИРПС В ПЭВМ IBM PC УСТАНОВЛИВАЕТСЯ АДАПТЕР СОПРЯЖЕНИЯ «RS-232 - ИРПС»

ПЕРЕЧИСЛИМ БОЛЕЕ ПОДРОБНО ФУНКЦИИ МОНИТОРА:

- 1). ЗАГРУЗКА ИЗ ПЭВМ IBM PC АВТОНОМНО РАБОТАЮЩИХ ПРОГРАММ В ЗАГРУЗОЧНОМ ФОРМАТЕ .SAV В ОЗУ КОНТРОЛЛЕРА МПСУ, ЗАПУСК ЗАГРУЖЕННЫХ ПРОГРАММ.
- 2). ЭМУЛЯЦИЯ НА ПЭВМ АЛФАВИТНО-ЦИФРОВОГО ДИСПЛЕЯ ДЛЯ МПСУ
- 3). ЗАГРУЗКА В КОНТРОЛЛЕР МПСУ ИЗ ПЭВМ ПРОГРАММ, СОЗДАНЫХ В СРЕДЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ (ТСП - РФС) С ПОСЛЕДУЮЩИМ ИХ ЗАПУСКОМ
- 4). КОПИРОВАНИЕ АВТОНОМНЫХ ПРОГРАММ .REL ФОРМАТА, СОЗДАНЫХ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И АВТОНОМНЫХ ПРОГРАММ .SAV ФОРМАТА В РПЗУ ТИПА M122
- 5). ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ НАСТРОЙКА НА РАБОТУ С ЛЮБЫМ ИЗ ВОЗМОЖНЫХ КАНАЛОВ ИРПС, ПОДКЛЮЧАЕМЫХ ЧЕРЕЗ ПОРТЫ СОМ1 - СОМ4.

Б). Интегрированная среда CROSS-11

Следует обратить внимание на данную систему программирования, которая предоставляет очень широкие возможности программирования МПСУ на языке **MACRO-11**, используя только ПЭВМ.

Среда CROSS-11 представляет собой интегрированный комплекс для разработки и отладки на ПЭВМ программ для различных ЭВМ с системой команд CM ЭВМ. Поскольку контроллер МПСУ имеет именно эту систему команд, то данная среда с успехом применяется в СКБ ВТ для разработки автономного программного обеспечения МПСУ.

Несколько лет назад данная система (версия <1.8>) была поставлена в СКБ ВТ лабораторией электроники завода «Прибор», г. Санкт Петербург. Разработчик предлагает к поставке и более новую версию системы с улучшенными свойствами.

- 1). Область применения CROSS-11.

Среда CROSS-11 предназначена для поддержки разработки программ для процессоров с системой команд CM ЭВМ (Электроника-60, микропроцессоры 1801,1806) на этапах проектирования и написания программы на языке MACRO-11, автономной и комплексной отладки, отладки в замкнутом контуре математического моделирования. Версия <1.8> поддерживает разработку программ на макроассемблере, их автономную и комплексную отладку на программной модели (эмуляторе) вычислителя.

- 2). Основные достоинства среды CROSS-11:

- совместимость с MACRO-11 по формату исходных файлов
- возможность использования объектных файлов формата OC RT-11
- высокие скорости трансляции сборки и эмуляции
- полная интеграция всех выполняемых функций

- мощные средства символьного многооконного отладчика
- возможность подключения пользовательских моделей внешней среды
- возможность профилирования программ с различными видами отчётов
- позволяет разрабатывать одновременно нескольких проектов на одном комплексе
- удобный интерфейс пользователя
- подсказка пользователю по любому вопросу

3). Среда CROSS-11 предназначена для работы на ПЭВМ типа IBM PC под управлением операционной системы MS DOS 3.30 (и старше).

Данная версия системы не содержит защиты от прямого копирования и может работать на любом компьютере, что позволяет организовать несколько рабочих мест для программирования.

Для удобства практического использования программ, созданных в данной среде в СКБ ВТ разработаны программы загрузки исполняемого кода программ в контроллер МПСУ, а также средства программирования кода в микросхемы ППЗУ на универсальном программаторе типа «Стерх ST-900».

В). Взаимодействие между ПЭВМ и автономными программами в МПСУ

Как было сказано выше, наиболее простое взаимодействие заключается в обеспечении со стороны ПЭВМ эмуляции терминала (дисплея) для программы, работающей в одном или нескольких подключенных по последовательным каналам МПСУ

Для взаимодействия с **отдельно** подключенным удаленным контроллером ПК-1 или ПК-2 разработана библиотека функций, применительно к языку С.

Схема 2.2 требует организации взаимодействия **в локальной сети**, включающей несколько МПСУ и ПЭВМ. Для такой организации предлагается применять разработанный **сетевой драйвер**, который включается во взаимодействующие программы ПЭВМ и МПСУ и позволяет осуществлять обмен между ними.

Назначение и условия применения сетевого драйвера

- 1). Сетевой драйвер предназначен для организации локальной сети передачи данных для конфигураций ПЭВМ - МПСУ, ПЭВМ – маршрутизатор (концентратор) – МПСУ, ПЭВМ - ПЭВМ как **по последовательному** каналу RS-232, так и **по телефонным** каналам с использованием модемов.
- 2). Сетевой драйвер имеет две основные согласованные между собой реализации. Одна выполнена для PC - совместимых компьютеров (модуль COMDRV – для связи по каналу RS-232 ; модуль MODDRV – для связи через модем). Другая - для МПСУ в виде двух соответствующих модулей P205 , N236 и M236. Комбинируя обе реализации при соответствующей аппаратной поддержке, можно строить локальные сети произвольной конфигурации.
- 3). Драйвер MODDRV по обращению аналогичен драйверу COMDRV (ему соответствует модуль P205 в МПСУ), однако протоколы обмена при их схожести не совместимы, т.к. в COMDRV – P205 использован протокол передачи с подтверждением каждого байта в отличие от MODDRV, где такого контроля нет.
- 4). На персональном компьютере драйвер MODDRV в виде объектного модуля может работать в средах MS DOS, Windows. В драйвере используются Pascal -соглашения по передаче параметров (большая модель памяти). Это дает возможность работать с ним на языках Assembler, Pascal, C/C++ различных фирм. При работе с компиляторами языков C/C++ используется заголовочный файл COMDRV.H.

5). В МПСУ драйвер представлен двумя модулями P205, N236 и M236. При работе в среде РФС данные модули используются откомпилированными в формате .REL . При использовании других средств программирования используются модули P205.OBJ, :N236.OBJ и M236.OBJ. Здесь используются Fortran - соглашения по передаче параметров, принятые в OS RT-11.

6). Реализация сетевого драйвера выполнена из учета требований систем реального времени. Это позволяет выполнять сетевые функции обмена данными параллельно с другими процессами. Кроме того, драйвер позволяют организовать параллельную работу по нескольким каналам одновременно.

7). Для построения локальной сети физическая связь компьютеров должна быть выполнена через последовательные порты COM1 - COM4 (RS-232) со стороны ПЭВМ. Драйвер позволяет организовать работу одновременно по всем каналам, подключенным через указанные порты. Со стороны МПСУ драйвер использует порты 1 - 4 модуля M236 при организации локальной сети по последовательному каналу. При работе с модемами в модулях M236 используются только каналы 1 и 2. Драйвер в МПСУ обеспечивает работу с двумя модулями M236 и, таким образом, позволяет одновременно работать с восемью каналами RS-232. Для организации связи по телефонным каналам к указанным портам как со стороны РС , так и со стороны МПСУ подключаются модемы. Можно использовать любые Hayes - совместимые модемы (не обязательно одинаковые). Первоначально драйвер производит базовые установки, стандартные для этих модемов установки. В процессе работы пользователь может произвести согласованные переустановки модемов для повышения эффективности передачи данных.

8). Протокол передачи данных разработан в СКБ ВТ Данный протокол обладает следующими основными характеристиками:

- полудуплексный режим обмена
- обеспечивает произвольную маршрутизацию передаваемых данных при использовании маршрутизатора (концентратора) путем задания номеров транзитных станций

Г). СИСТЕМА УДАЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Название этой системы программирования соответствует принципу удаленности прикладной программы от МПСУ. В этой системе реализована идея написания прикладной программы непосредственно на ПЭВМ, которая в то же время может управлять МПСУ, воздействуя на него командами, передаваемыми по каналам связи в соответствии с протоколом обмена. Данная идея сейчас завоевала главенствующее положение в системах с МПСУ. Пусть для рассматриваемой системы также существуют свои рамки применения, но в то же время мы относим ее уже к **«нетрадиционным способам** программирования» для промышленных контроллеров типа МПСУ.

Не традиционность, на наш взгляд, заключается в переходе от написания пользователем программы для контроллера к написанию им программы для ЭВМ верхнего уровня, обеспечивающей управление контроллером. При этом программное обеспечение внутри контроллера разрабатывает и сопровождает изготовитель контроллера. Хотя в этом процессе возможны компромиссы или лучше сказать комбинации, предпринимаемые для достижения неких специальных целей. В дальнейшем мы покажем, что бывает полезно вновь допустить пользователя в программы непосредственно контроллера МПСУ.

1). СИСТЕМА УДАЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ МПСУ ОРИЕНТИРОВАНА НА СОВМЕСТНОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РС И МПСУ. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МПСУ (СУПЕРВИЗОР УСО) ЛИБО ЗАПИСАНО В ПЗУ, ЛИБО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАГРУЖАЕТСЯ ПО КАНАЛУ СВЯЗИ В ОЗУ КОНТРОЛЛЕРА И РЕАЛИЗУЕТ ФУНКЦИИ ДОСТУПА К МОДУЛЯМ УСО

МПСУ. ИНИЦИАЦИЯ ЭТИХ ФУНКЦИЙ И ОБРАБОТКА ВОЗВРАЩЕННЫХ ДАННЫХ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРОГРАММОЙ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ В РС.

СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗОВАНО В ВИДЕ ОБЪЕКТНОГО МОДУЛЯ И ОБЕСПЕЧИВАЕТ ИНТЕРФЕЙС С ПРИКЛАДНЫМИ ПРОГРАММАМИ, НАПИСАННЫМИ НА ЯЗЫКАХ С, C++, PASCAL, ASSEMBLER В ОПЕРАЦИОННЫХ СРЕДАХ MSDOS, WINDOWS.

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНКРЕТНОЙ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ТИПЫ И КОЛИЧЕСТВО КАНАЛОВ СВЯЗИ РС – МПСУ МОГУТ ВАРЬИРОВАТЬСЯ. В СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ВЕРСИИ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ОДИН ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ И ДО ЧЕТЫРЕХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ.

2). СУПЕРВИЗОР УСО ОБЕСПЕЧИВАЕТ ОТРАБОТКУ КАК ОТДЕЛЬНЫХ КОМАНД К МОДУЛЯМ УСО, ТАК И ЦЕПОЧЕК КОМАНД: ОДНОКРАТНЫХ И ЦИКЛИЧЕСКИХ.

3). СИСТЕМА УДАЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОБЛАДАЕТ ВСТРОЕННЫМИ СРЕДСТВАМИ ДИАГНОСТИКИ И КОНФИГУРАТОРОМ УСО, ПОСТОЯННО КОНТРОЛИРУЕТСЯ КОРРЕКТНОСТЬ ВСЕХ ОБРАЩЕНИЙ К МОДУЛЯМ УСО.

4). ПО УСЛОВИЯМ ПРИМЕНЕНИЯ РС РАБОТАЕТ В ТЕЧЕНИЕ ВСЕГО ВРЕМЕНИ РАБОТЫ МПСУ.

5). КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СИСТЕМЫ

- ЕСЛИ СУПЕРВИЗОР УСО РАСПОЛОЖЕН В ПЗУ КОНТРОЛЛЕРА МПСУ, ТОГДА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ МПСУ ОН АВТОМАТИЧЕСКИ ЗАПУСКАЕТСЯ. ПЕРВОНАЧАЛЬНО ПОДПРОГРАММА-КОНФИГУРАТОР УСО ОПРЕДЕЛЯЕТ ФАКТИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОДУЛЕЙ УСО В ДАННОМ КАРКАСЕ МПСУ И ОФОРМЛЯЕТ ЕГО В ВИДЕ ТАБЛИЦЫ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ В РС. СЛЕДОМ ЗА КОНФИГУРАТОРОМ ВЫПОЛНЯЮТСЯ ПОДПРОГРАММЫ СТАРТОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ФАКТИЧЕСКИ ВЫЯВЛЕННЫХ МОДУЛЕЙ. ЕЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТАКЖЕ ЗАНОСЯТСЯ В ТАБЛИЦУ РЕСУРСОВ. ПОСЛЕ ЭТОГО МПСУ ГОТОВО К РАБОТЕ СОВМЕСТНО С РС И ПЕРЕХОДИТ В СОСТОЯНИЕ ОЖИДАНИЯ ИНИЦИАЦИИ СВЯЗИ ПО ВСЕМ ПОДКЛЮЧЕННЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ.

ПРИ ОТСУТСТВИИ СУПЕРВИЗОРА УСО В ПЗУ КОНТРОЛЛЕРА, ОН ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАГРУЖАЕТСЯ ИЗ ПЭВМ ПРИ ПОМОЩИ ОДНОЙ ИЗ ПРОГРАММ ЗАГРУЗКИ, А ЗАТЕМ АВТОМАТИЧЕСКИ ЗАПУСКАЕТСЯ.

- ТОТ КАНАЛ (ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ИЛИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ), ПО КОТОРОМУ ПЕРВОНАЧАЛЬНО ПРИШЕЛ ЗАПРОС НА СВЯЗЬ ОТ РС, СТАНОВИТСЯ РАБОЧИМ. ДАЛЬНЕЙШЕЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БУДЕТ ПРОИСХОДИТЬ ПО ЭТОМУ КАНАЛУ.

ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ КАНАЛОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ НЕИСПРАВНОСТИ РАБОЧЕГО КАНАЛА, ВЫПОЛНЯЕТ ПРИКЛАДНАЯ ПРОГРАММА.

- РС ДЛЯ СВЯЗИ С МПСУ ДОЛЖЕН ИНИЦИИРОВАТЬ КАНАЛ КОМАНДОЙ ЧТЕНИЯ ТАБЛИЦЫ РЕСУРСОВ. ПРИНЯТАЯ В ОТВЕТЕ ТАБЛИЦА РЕСУРСОВ ПЕРЕДАЕТСЯ В ПРИКЛАДНУЮ ПРОГРАММУ. ТАБЛИЦА РЕСУРСОВ ТАКЖЕ В ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ИНТЕРПРЕТАТОРОМ КОМАНД (ФУНКЦИЙ) ДЛЯ АНАЛИЗА КОРРЕКТНОСТИ ОБРАЩЕНИЙ К МОДУЛЯМ УСО. ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ ИНИЦИАЦИИ СИСТЕМА РС – МПСУ ГОТОВА К РАБОТЕ.

- ОБРАЩЕНИЯ КО ВСЕМ МОДУЛЯМ УСО СО СТОРОНЫ РС УНИФИЦИРОВАНЫ И СВЕДЕНЫ К ЕДИНОЙ ФУНКЦИИ СЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МПСУ ПО ВЫБРАННОМУ КАНАЛУ СВЯЗИ. ФОРМАТ КОМАНД, СТРУКТУРЫ ДАННЫХ И МНОЖЕСТВО ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ ВСЕЙ НОМЕНКЛАТУРЫ МОДУЛЕЙ УСО МПСУ ОПИСАНЫ В ДОКУМЕНТАЦИИ НА СИСТЕМУ. ПРИНЯТАЯ ОТ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ КОМАНДА ПЕРВОНАЧАЛЬНО АНАЛИЗИРУЕТСЯ В РС НА НАЛИЧИЕ ДАННОГО МОДУЛЯ УСО В ТАБЛИЦЕ РЕСУРСОВ, ТАКЖЕ ПРОВЕРЯЕТСЯ НА КОРРЕКТНОСТЬ ФОРМАТА КОМАНДЫ И ЗАДАННЫХ В НЕЙ ПАРАМЕТРОВ. И ТОЛЬКО КОРРЕКТНАЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНТЕРПРЕТАТОРА КОМАНДА ПЕРЕДАЕТСЯ ДЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ В МПСУ.

- В МПСУ ДРАЙВЕР СЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА (В СУПЕРВИЗОРЕ) ПРИНИМАЕТ КОМАНДУ ВМЕСТЕ С ПАРАМЕТРАМИ И РАЗМЕЩАЕТ ЕЕ В БУФЕРЕ КОМАНД. ПОСЛЕ ЭТОГО ИНИЦИИРУЕТСЯ ВЫПОЛНЕНИЕ ПЕРЕДАННОЙ КОМАНДЫ. ПО ЗАВЕРШЕНИИ КАЖДОЙ КОМАНДЫ ДРАЙВЕР СООТВЕТСТВУЮЩЕГО МОДУЛЯ УСО ВОЗВРАЩАЕТ СЛОВО СОСТОЯНИЯ МОДУЛЯ УСО И ЗАВЕРШЕНИЯ ОПЕРАЦИИ; А ТАКЖЕ МАССИВ ИНФОРМАЦИИ, ЕСЛИ ТАКОВОЙ ПОДГОТОВЛЕН ДРАЙВЕРОМ.

ПОЛУЧЕННАЯ ОТ ДРАЙВЕРА ИНФОРМАЦИЯ ПЕРЕДАЕТСЯ В РС, И ТОЛЬКО ПОСЛЕ ЭТОГО КОМАНДА СЧИТАЕТСЯ ЗАВЕРШЕННОЙ, А СИСТЕМА ГОТОВА К ОТРАБОТКЕ СЛЕДУЮЩЕЙ КОМАНДЫ.

- КОМАНДЫ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В МПСУ, ОБЕСПЕЧИВАЮТ ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ, ПРИСУЩИХ МОДУЛЯМ УСО МПСУ, И ДОПОЛНИТЕЛЬНО ОПЕРАЦИЮ ЗАДЕРЖКИ. ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ЗАВИСИТ ОТ ХАРАКТЕРИСТИК МОДУЛЕЙ УСО. НО ОНО, ЕСТЕСТВЕННО, УВЕЛИЧИВАЕТСЯ ЗА СЧЕТ ЗАТРАТ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПО КАНАЛУ.

ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ЗАДАЧ, КОТОРЫЕ МОЖНО РЕШАТЬ В СИСТЕМЕ УДАЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ, КРОМЕ КОМАНД ВЫПОЛНЕНИЯ ОДНОЙ ОПЕРАЦИИ ОТДЕЛЬНЫМ МОДУЛЕМ УСО, ПРЕДУСМОТРЕНА ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ И ВЫПОЛНЕНИЯ В МПСУ ЦЕПОЧЕК КОМАНД.

ЦЕПОЧКА КОМАНД ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ КОМАНД К РЯДУ МОДУЛЕЙ УСО ИЛИ, НАПРИМЕР, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НЕСКОЛЬКИХ КАНАЛОВ МОДУЛЯ АЦП.

ЦЕПОЧКИ КОМАНД ПЕРЕДАЮТСЯ В МПСУ И ХРАНЯТСЯ ТАМ ВСЕ ВРЕМЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ. ОДИН РАЗ ПЕРЕДАННАЯ ЦЕПОЧКА ВПОСЛЕДСТВИИ МОЖЕТ МНОГОКРАТНО ВЫПОЛНЯТЬСЯ В ОДНОМ ИЗ ДВУХ РЕЖИМОВ: ОДНОКРАТНОМ ИЛИ ЦИКЛИЧЕСКОМ. ОДНОКРАТНО ЗАПУСКАЕМАЯ ЦЕПОЧКА МОЖЕТ СОДЕРЖАТЬ ПРОИЗВОЛЬНОЕ ЧИСЛО КОМАНД, ВКЛЮЧАЯ КОМАНДЫ ЗАДЕРЖКИ. РЕЗУЛЬТАТ РАБОТЫ В ТАКОМ РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЕТСЯ В РС СРАЗУ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ЦЕПОЧКИ. ЦИКЛИЧЕСКИ ВЫПОЛНЯЕМАЯ ЦЕПОЧКА ТАКЖЕ НЕ ОГРАНИЧЕНА ПО КОЛИЧЕСТВУ КОМАНД. НО ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ, ЧТОБЫ ЦИКЛИЧЕСКИЕ ЦЕПОЧКИ НЕ БЫЛИ ОЧЕНЬ ДЛИННЫЕ. ПРИ ЕЕ ИНИЦИАЛИЗАЦИИ МОЖНО ЗАДАВАТЬ ПРОИЗВОЛЬНЫЙ ПЕРИОД ЕЕ ПЕРЕЗАПУСКА. ИНИЦИИРОВАННАЯ ЦИКЛИЧЕСКИ ЦЕПОЧКА ФУНКЦИОНИРУЕТ НЕЗАВИСИМО ОТ РС. РЕЗУЛЬТАТ РАБОТЫ КАЖДОЙ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ БУФЕРИЗИРУЕТСЯ И ПЕРЕДАЕТСЯ В РС ПО ОТДЕЛЬНОЙ КОМАНДЕ. ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЦЕПОЧЕК 16. В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ЦЕПОЧЕК РАЗРЕШАЕТСЯ КАК ВЫПОЛНЕНИЕ ОДНОКРАТНЫХ ЦЕПОЧЕК, ТАК И ОТДЕЛЬНЫХ КОМАНД БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЙ.

Положительные свойства системы

Рассмотренная система удобна в применении и позволяет создавать достаточно насыщенные комплексы, добиваясь при этом весьма быстрой реакции МПСУ, особенно при использовании параллельного канала связи. Система имеет хорошие перспективы развития, совершенствуется по мере модификации МПСУ.

Поскольку система основана на фирменном «Протоколе обмена МПСУ», то она позволяет использовать различное программное обеспечение, обеспечивающее связь между каналом и программами «верхнего уровня». В качестве программ «верхнего уровня» можно рассматривать, например, всё многообразие SCADA-систем. Обеспечивать связь между протоколом обмена и прикладным уровнем SCADA-системы могут специальные драйверы связи и эмуляторы УСО, а также приобретающие всё большую популярность OPC-сервера.

К недостаткам с позиций современных технологий можно отнести следующие:

- Потребность в квалифицированных программистах для написания пользовательских программ, включающих в себя обработку полученных со входов МПСУ данных и выработку воздействий для управления выходами МПСУ, Пользовательские программы также должны иметь необходимый экранный графический (особенно для Windows) интерфейс.
- Хотя эффективный и понятный, но все же нестандартный сетевой протокол обмена по каналам связи с МПСУ, который не позволяет непосредственно применять в ПЭВМ SCADA - системы для разработки пользовательских программ (см. выше о необходимости программ связи с каналом)
- Если возникает необходимость фиксировать с помощью УСО очень быстрые изменения сигналов и вырабатывать мгновенные реакции, и если для этого окажется невозможным применение циклических командных цепочек, то поставленной цели добиться не

возможно. Впрочем, в такой ситуации пригодна далеко не каждая из современных систем, и без непосредственного программирования контроллера здесь трудно обойтись.

Естественно, что при создании конкретных систем может быть выбран оптимальный вариант, вы котором недостатки можно либо устранить, либо свести к минимуму. Так, например, применяя OPC-сервер МПСУ, пользователь может вообще не знать особенности работы с модулями МПСУ, не требуется ему и знание протокола обмена, ему достаточно изучить SCADA-систему, поддерживающую стандарт OPC.

Д). Система программирования МПСУ с контроллером на базе MicroPC

По сути данная система повторяет систему удаленного программирования, которая представлена в предыдущем пункте, только ориентирована на другой тип контроллера МПСУ (модули M260, M260.01)

1). СИСТЕМА ПРОГРАММИРОВАНИЯ РЕАЛИЗОВАНА В ВИДЕ ОБЪЕКТНОГО МОДУЛЯ, КОМПОНУЕМОГО С ПРИКЛАДНЫМИ ПРОГРАММАМИ НА ПЭВМ, И ИСПОЛНЯЕМОГО МОДУЛЯ СУПЕРВИЗОРА, ЗАПИСАННОГО НА ОДНОМ ИЗ ДИСКОВ MicroPC . МОДУЛЬ СУПЕРВИЗОРА МОЖЕТ БЫТЬ ЗАПИСАН ВО ФЛЭШ-ДИСКЕ И ЗАПУСКАТЬСЯ ИЗ СТАРТОВОГО КОМАНДНОГО ФАЙЛА.

2). ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ:

- ПОДДЕРЖИВАЕТ СВЯЗЬ ПЭВМ И КОНТРОЛЛЕРА МПСУ С MicroPC ПО ПАРАЛЛЕЛЬНОМУ ДВУНАПРАВЛЕННОМУ КАНАЛУ LPT ИЛИ ПО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМУ КАНАЛУ RS-232.

- ОБЕСПЕЧИВАЕТ ОТРАБОТКУ ОТДЕЛЬНЫХ КОМАНД К МОДУЛЯМ УСО МПСУ, ЦЕПОЧНЫЕ КОМАНДЫ В ДАННОМ СЛУЧАЕ НЕ РЕАЛИЗОВАНЫ.

- ОБЛАДАЕТ ВСТРОЕННОЙ СИСТЕМОЙ ДИАГНОСТИКИ И КОНФИГУРАТОРОМ УСО.

- ВОЗМОЖНА МОДИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ, КОГДА DOS - ПРИЛОЖЕНИЕ РАЗМЕЩАЕТСЯ НА ОДНОМ ИЗ ДИСКОВ MicroPC И ВЗАИМОДЕЙСТВУЕТ СУПЕРВИЗОРОМ ВНУТРИ КОНТРОЛЛЕРА.

Если рассматривать достоинства чисто программных компонентов, то это прежде всего полная совместимость всех программ с IBM PC, что по меньшей мере удобно для тех программистов, которые не знакомы с программированием для контроллеров МПСУ по прежним технологиям. Система также имеет хорошую перспективу, но к сожалению, следует учитывать, что стоимость MicroPC, реально пока не сопоставима с ценой других модулей МПСУ, в настоящее время этот факт существенно сдерживает данное направление.

Следует также отметить, что для организации взаимодействия между ПЭВМ и контроллером на базе MicroPC используется ряд разработанных в СКБ ВТ программ, например:

- программа-монитор обмена по последовательному и двунаправленному параллельному LPT каналу
- сетевой драйвер (версии для DOS и Windows-95/98), поддерживающий до 10 COM-портов и связь как по RS-232, так и по RS-485 с горячим резервированием последовательных каналов.

Е). «Короткий» супервизор УСО

"Короткий" супервизор - это условное название программного обеспечения, которое располагается в контроллере МПСУ. В отличие от «полного» супервизора системы

удаленного программирования он не включает всей номенклатуры драйверов модулей УСО, но зато позволяет подключать к себе при компоновке произвольную программу, подготовленную самим пользователем для МПСУ. Таким образом, появляется возможность реализации включения в состав супервизора «сторонних» программ (процедур пользователя), обеспечивающих алгоритмы управления УСО, которые не были предусмотрены в поставляемом варианте супервизора. В этом заключается главная особенность предлагаемого ПО

1). "Короткий" супервизор компонуется с программой пользователя, написанной для МПСУ, например, на Макроассемблере. За счет этого, в отличие от рассмотренной выше системы удаленного программирования УСО, основная обработка принятых от УСО сигналов может происходить в программе пользователя с тем максимальным быстродействием, которое только может обеспечить аппаратура и алгоритм обработки. В то же время для тех модулей УСО, которые включены в супервизор, полностью сохраняются свойства удаленной системы программирования, в том числе работа с цепочками команд.

. В исходный вариант «короткого» супервизора включен дополнительный программный модуль MY01 (данное имя можно изменить), который в поставляемой реализации фактически является пустым и предназначен для замены на программу пользователя.

Супервизор полностью написан на Макроассемблере (MACRO-11). Открытость текстов программ, в частности, модулей интерфейса взаимодействия по каналам связи, обработки прерываний таймера процессора, поддержки всех модулей и цепочек команд, драйверов и тестов подключаемых модулей УСО, наличие готовых командных файлов для компилирования драйверов, тестов, для создания супервизора USOSH.SAV дает возможность пользователю получать свои варианты супервизора УСО.

Как видно из сказанного, нужные заказчику собственные подпрограммы управления УСО должны входить непосредственно в пользовательскую программу, при этом программист освобождается от необходимости разбираться с протоколами обмена по каналам связи с РС. Зато в свою программу он может включать свои оригинальные алгоритмы обработки данных на уровне модулей УСО.

При всем при этом можно рекомендовать к использованию давно отлаженную библиотеку модулей УСО и библиотеку тестирующих функций, о чем уже сказано в Примечаниях к сведениям по QUASIC-системе.

2). Системное программное обеспечение в РС практически то же самое, что для системы удаленного программирования. Оно состоит из объектного модуля **sps&cmp.obj** и обеспечивает интерфейс с прикладными программами, написанными на языках С, С++, PASCAL, ASSEMBLER в ОС MSDOS, WINDOWS.

3). «Короткий» супервизор обеспечивает выполнение конфигурирования УСО при запуске или перезапуске МПСУ.

4). Выводы

- Многие пользователи МПСУ сами разрабатывают для него программы, вставляя оригинальные алгоритмы управления модулями УСО. Для отображения результатов работы УСО требовалось решить проблему передачи информации на верхний уровень, то есть в РС. При этом они хотели бы сохранить быстродействие, присущее их собственным программам. Система программирования с «коротким» супервизором позволяет это сделать, что является ее достоинством. Этот вариант можно рассматривать как

альтернативу или дополнение к применению простых и циклических цепочек команд, которые предлагаются в системе удаленного программирования.

- К недостаткам следует отнести, видимо, необходимость иметь основательные навыки программирования для МПСУ на нижнем уровне, знать модули УСО.

- На сегодняшний день ещё имеется проблема совместимости МПСУ со SCADA-системами, которая решается в СКБ ВТ несколькими разными путями. Процесс совмещения МПСУ со SCADA-системами отражено в следующем пункте.

Программирование МПСУ в системе TRACE MODE фирмы AdAstra (Россия)

Вопрос о применимости МПСУ в комплексах, которые программируются с использованием современных SCADA-систем, был поставлен достаточно давно. И это вполне объяснимо, так как при сохранении малой цены за «железо» можно со сравнительно небольшими затратами труда и проектного времени строить полноценную АСУТП с красивым экраным интерфейсом, с решенными вопросами создания и просмотра архива данных, с прочими замечательными свойствами.

В настоящее время решена проблема связи системы Trace Mode 4.1x с МПСУ на основе внешнего драйвера. Аналогичным образом возможна организация связи с МПСУ из системы Trace Mode 4.2x, Trace Mode 5.xx

Связь системы Trace Mode 4.1x с МПСУ посредством драйвера

Поддержка обмена между **Trace Mode 4.1x** и МПСУ обеспечивается программой супервизором **USOTM** в МПСУ и резидентным (внешним) драйвером **drcep** управления каналами УСО из Trace Mode 4.1x. Мы не говорим о «встраивании» МПСУ, поскольку соответствующий «встроенный» драйвер могут разработать только специалисты «Adastra».

1). Супервизор USOTM

Эта версия супервизора УСО предназначена для обеспечения управления модулями, установленными в МПСУ, при работе с соответствующими каналами из программы в РС, которая выполняется в среде TraceMode 4.1x. Супервизор USOTM либо закачивается в ОЗУ, либо программируется в ПЗУ контроллера МПСУ. Отличается от обычного «полного» супервизора только тем, что из него исключен драйвер контроллера блока расширения дискретного ввода, что продиктовано необходимостью несколько упростить работу по созданию базы каналов для конкретных проектов в редакторе базы каналов TraceMode 4.1x.

2) Резидентный драйвер связи TraceMode 4.1x с МПСУ **drcep**

Драйвер написан на BorlandC++3.1, открыт для модификации пользователям, так как им могут быть переданы все программные модули:

drcep.prj - проект драйвера, drcep.cpp - текст драйвера,

sp2&cmp.asm - интерфейс работы с супервизором usotm,

sp2&cmp.obj - объектный модуль работы с супервизором,

modul.h - классы команд и аналоговых сигналов,

newtypes.h - описание новых типов,

drcep.ini - пример ini-файла с цепочкой команд работы для модулей дискретного ввода/вывода M201 / M203,

drcep2.ini - пример ini-файла с цепочкой работы для модулей аналогового ввода/вывода M204 / M210.

Данная версия резидентного драйвера отличается тем, что содержание цепочки команд предварительно записывается в ini – файл, который может легко редактироваться с целью корректировки состава модулей УСО, с которыми работает цепочка. Драйвер позволяет загружать только одну цепочку команд.

Драйвер позволяет использовать не только один последовательный канала связи между РС и МПСУ, но и автоматически переключать направление обмена на параллельный канал. Для контроллера МПСУ M252 может использоваться LPT порт. Драйвер поддерживает также связь с УСО через адаптер шин ISA-BUS / QBUS.

Дальнейшее совершенствование связи TraceMode 4.1x с МПСУ (расширение числа поддерживаемых модулей ввода/вывода, каналов обмена и так далее) зависит от конкретных потребностей заказчиков, использующих данную версию TraceMode.

Новые возможности и перспективы в программировании систем с МПСУ

1). В связи с появлением новых контроллеров МПСУ M251...M255 может использоваться возможность двунаправленной работы через порт LPT с включением его в систему удаленного программирования. Может быть реализована возможность работы по каналу RS-485 (для контроллеров M253...255)

Комментарий (февраля 2003 года): версия супервизора для M253...M254 с обменом по двунаправленному LPT разработана и поставляется в составе ПО контроллера (в СПЗУ)

2). «Встраивание» МПСУ в SCADA-систему TraceMode 4.2x путем эмуляции основных последовательностей команд стандартного протокола Modbus.

Комментарий (февраля 2003 года): версия супервизора, поддерживающего Modbus, пока не реализована.

3) Разработка и применение OPC-сервера, который обеспечивает стандартные средства связи со SCADA-системой и реализует работу по каналу с МПСУ на основе фирменного протокола обмена МПСУ.

Комментарий (февраля 2003 года): OPC-сервер МПСУ разработан и протестирован для SCADA-системы Trace Mode 5.03

. Применение драйвера связи с МПСУ, который разработан в 2001 году фирмой НПФ «Круг» г. Пенза, обеспечивает «встраивание» МПСУ в систему «КРУГ-2000/NT»

Комментарий (февраля 2003 года): при наличии необходимости драйвер может быть усовершенствован (расширение числа и типов каналов связи, поддержка дополнительных модулей УСО). Связь с системой «Круг-2000» может осуществляться также через OPC- сервер МПСУ.

Дата последнего обновления статьи: 21 февраля 2003 года

Web-site СКБ ВТ: <http://skbvt.tts.lt> и <http://www.skbvt.nm.ru>