

+

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

3525/2-80

28/7-80
10-80-224

Л.Г.Ефимов, А.П.Крячко, В.Н.Садовников

КОМПЛЕКС
АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ЕС ЭВМ
НА ЛИНИИ
С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ

Направлено в ПТЭ

1980

В Лаборатории высоких энергий ОИЯИ разработан и введен в эксплуатацию комплекс устройств, обеспечивающий работу ЭВМ единой серии на линии с экспериментальными физическими установками.

Данный комплекс позволяет использовать ЭВМ ЕС-1040 вычислительного центра Лаборатории для сбора и накопления данных с удаленных от центра установок, аппаратура которых выполнена в стандарте КАМАК, либо нестандартным образом. Комплекс дает также возможность организовать работу ЭВМ с различными устройствами ввода-вывода через их периферийные интерфейсы КАМАК для оперативного контроля за ходом эксперимента, диалога оператора с ЭВМ со стороны установки и проведения тестов регистрирующей электроники.

Организация работы комплекса осуществляется под управлением программы, находящейся в оперативной памяти канала в виде определенного набора команд / микрокоманд/, т.н. канальной программы.

Описываемые аппаратные и программные средства впервые решили задачу включения ЕС ЭВМ в автоматизированные системы сбора и обработки информации физической лаборатории. Структурой комплекса предусмотрена возможность организации работы на линии с ЕС ЭВМ нескольких /до 8/ экспериментальных установок в режиме разделения времени.

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА

Функционально аппаратные средства комплекса можно разделить на следующие части /рис. 1/:

- 1/ базовая аппаратура центра;
- 2/ промежуточная аппаратура связи;
- 3/ оконечная аппаратура периферии установок.

1. Базовая аппаратура центра

Данная часть комплекса, расположенная непосредственно в вычислительном центре, содержит в своем составе микропрограммный контроллер канала /МКК/ и приемно-передающие модули. МКК является предварительным специализированным процессором,

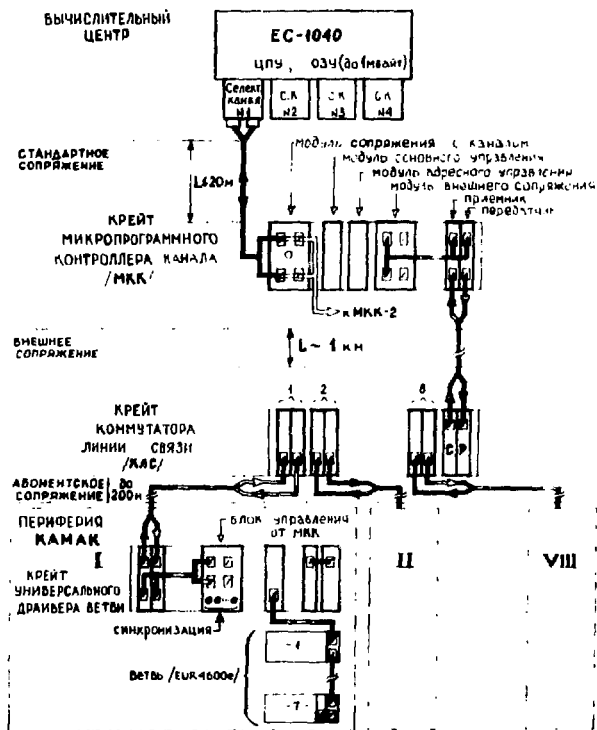


Рис. 1. Структура комплекса.

используя оперативную память канала ЭВМ ЕС-1040 и собственный набор команд /микрокоманд/. Микропрограммная структура контроллера канала расширяет возможности обслуживания периферийной аппаратуры на уровне канала, что, в конечном итоге, значительно повышает эффективность сбора и обработки данных, а также управления ходом эксперимента на линии с ЭВМ.

МКК связан, с одной стороны, через стандартный интерфейс ввода-вывода /ИВВ/ /1/ с наиболее быстрым селекторным каналом №1 ЭВМ /стандартное сопряжение/, с другой стороны, через внешний ИВВ - с приемно-передающими модулями центра.

Данные модули обеспечивают подключение МКК к основной линии связи центра с периферией.

2. Промежуточная аппаратура связи

Для организации работы центра с несколькими /до восьми/ абонентами под управлением канальной программы в режиме разделения времени был создан коммутатор линии связи /КЛС/. Данное устройство, не выполняющее в комплексе каких-либо функций управления и организации передачи данных, включает в себя:

а/ приемно-передающие модули связи с МКК, выполняющие функции размножения сигналов центра и собирания сигналов периферии;

б/ приемно-передающие модули абонентов, обеспечивающие отдельную связь с установками через абонентские линии связи. КЛС выполнен на базе крейта КАМАК, его магистраль используется нестандартным образом для коммутации сигналов центра - периферии.

3. Оконечная аппаратура периферии установок

В Лаборатории высоких энергий ОИЯИ контрольно-измерительная аппаратура больших спектрометрических установок выполняется в виде ветви или нескольких ветвей КАМАК /стандарт EIR-4600e/, сопряжение которых с ЭВМ производится через специализированное устройство - универсальный драйвер ветви /УДВ/². Для организации работы УДВ на линии с ЕС ЭВМ были разработаны аппаратные средства, главным элементом которых является специальный модуль в составе УДВ, осуществляющий сопряжение с МКК. Подключение этого модуля к абонентской линии связи производится через приемно-передающие модули периферии. Периферийные аппаратные средства управления УДВ осуществляют двухсторонний обмен данными между регистрирующей электроникой и МКК, управление работой УДВ в различных режимах выполнения операций КАМАК, а также синхронизацию работы установки на линии с ЭВМ.

ПРИЕМНО-ПЕРЕДАЮЩАЯ АППАРАТУРА И ЛИНИИ СВЯЗИ

Модули приемников и передатчиков информации, используемые в комплексе, выполнены по балансной схеме с применением микросхем SN75107⁸ и SN75110³. Эти модули рассчитаны на прием-передачу 18 разрядов, т.е. двух байтов с контрольными разрядами. Информация передается кодом без возврата к нулю /БН/.

Основная линия связи, обеспечивающая сопряжение между центром и КЛС, имеет длину около 1 км. Она была проложена в 1967 г. для обеспечения связи физических установок ЛВЭ с ЭВМ БЭСМ-3М и впоследствии модифицирована для работы с аппаратурой КАМАК /4/. Линия состоит из магистральных высокочастотных симметричных кабелей типа МКСБ 7х4х1,2.

Абонентские линии связи КЛС и периферийной аппаратуры для различных абонентов имеют длину от 50 до 200 м.

Рассмотренные средства обеспечивают возможность передачи информации в комплексе со скоростью до 2 Мбайт/с при частоте ошибок 10^{-9} . В реальных условиях максимальная скорость определяется быстродействием селекторного канала №1 ЭВМ ЕС-1040 /1,25 Мбайт/с/.

СТРУКТУРА ВНЕШНЕГО ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА-ВЫВОДА

Внешний ИВВ, разработанный для сопряжения МКК с оконечной аппаратурой установок, содержит шины двух типов:

- 1/ шины информации,
- 2/ шины управляющих сигналов.

Все шины, используемые для передачи информации и управляющих сигналов от центра к периферии, названы шинами центра, а для передачи от периферии к центру - шинами периферии.

1. Шины информации

В общем случае описываемые в данной работе средства позволяют осуществлять передачу информации между центром и периферией в любом из двух форматов: формате передачи байтами либо 24-разрядными словами. В зависимости от формата меняется количество используемых в ИВВ шин информации /количество шин управляющих сигналов остается неизменным/. В настоящее время в комплексе используется байтовый формат. При этом ИВВ содержит 9 информационных шин центра ШИН-Ц /8 разрядов и 1 контрольный/ и 9 информационных шин периферии ШИН-П. При передаче информации через ИВВ предусмотрен ее контроль по четности, при этом количество единиц в каждом байте, включая контрольный разряд, должно быть нечетным.

По шинам информации ИВВ могут передаваться коды команд КАМАК, различная статусная информация, собственно данные центра и периферии.

2. Шины управляющих сигналов

Внешний ИВВ включает в себя 5 шин для передачи управляющих сигналов центра /ШУС-Ц/ и 5 шин для передачи управляющих сигналов периферии /ШУС-П/.

На шинах ШУС-Ц под управлением канальной программы задается определенная временная последовательность сигналов, осуществляющих либо непосредственно, либо при наличии соответствующей информации на шинах ШИН-Ц функции управления аппаратурой периферии. Модуль управления универсальным драйвером ветви КАМАК вырабатывает ответную последовательность сигналов на шинах ШУС-П, сопровождая их передачей необходимой информации по шинам ШИН-П.

Как уже указывалось, максимально возможное количество абонентов, которое можно подключить к МКК, равно 8. При этом за каждым абонентом для его идентификации закрепляется один и только один из 8 разрядов на шинах информации.

Период, в течение которого любая информация является достоверной на ШИН-Ц /ШИН-П/, определяется наличием соответствующего сигнала на ШУС-Ц /ШУС-П/.

Таким образом, структура внешнего ИВВ предполагает использование 28 шин на основной линии связи центра с КЛС и $28 \times N$ шин на абонентских линиях связи / N - количество абонентов/.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЕРИФЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК В РЕЖИМЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ

Описываемый в данной работе комплекс устройств предназначен для обслуживания в режиме разделения времени нескольких спектрометрических установок Лаборатории, работающих на пучках заряженных частиц синхрофазотрона ОИЯИ. При этом предполагается, что сбор и накопление данных с различных установок в ЭВМ ЕС-1040 производится последовательно в различные промежутки времени каждого цикла ускорителя. Синхронизация процесса сбора данных с циклом ускорителя осуществляется при помощи вырабатываемых в периферийной аппаратуре синхросигналов временной привязки: общего сигнала начала работы НР, формируемого из сигнала ускорителя "Начало цикла ускорения" /НЦУ/, а также синхросигналов начала и конца работы каждой установки на линии с ЭВМ $НР_i$ и $КР_i$ ($1 \leq i \leq 8$). В качестве примера на рис.2 приведена временная диаграмма, иллюстрирующая порядок взаимодействия МКК с периферией при последовательном обслуживании в одном цикле ускорителя двух установок с присвоенными им номерами 1 и 6.

Для определения абонентов, готовых работать в данном цикле на линии с ЭВМ, перед началом цикла по программе канала выда-

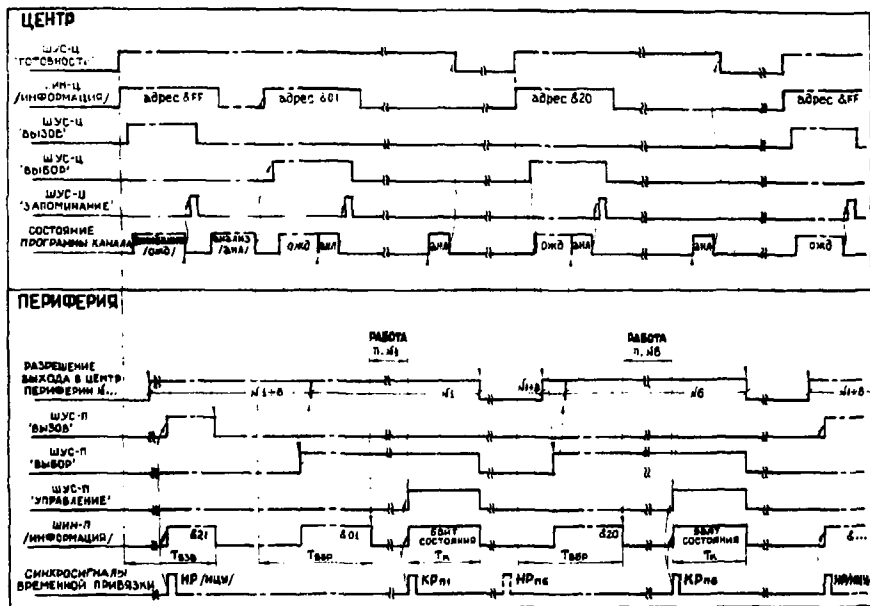


Рис.2. Временная диаграмма работы комплекса в цикле ускорителя.

ется сигнал "ВЫЗОВ-Ц" в сопровождении адреса всех восьми абонентов /шестнадцатеричный код FF на шинах информации/. Далее программа находится в состоянии ожидания периферийного сигнала "ВЫБОР-П" с адресным кодом абонентов, гребующих обслуживания. После запоминания поступившей информации производится ее анализ.

Выбор первой обслуживающей установки производится выдачей сигнала "ВЫБОР-Ц" и соответствующего адреса (01) на ШИН-Ц. Поступление этого сигнала в аппаратуру периферии вызывает в ней проведение следующих операций:

а/ отключение модулей, передающих в центр информацию от невыбранных абонентов;

б/ выработку сигнала "ВЫБОР-П" и адреса на ШИН-П в модуле управления драйвером ветви КАМАК выбранного абонента (01).

После анализа ответа в программе канала и снятия адресного кода с ШИН-П начинается работа периферии №1 на линии с ЭВМ. Ее завершение инициируется сигналом КР Π_1 , вызывающим выработку флага периферии /сигнала периферии "УПРАВЛЕНИЕ-П"/ в сопровождении байта состояния на ШИН-П, дающего возможность программе канала анализировать причину появления флага. По окончании работы с периферией первой установки производится общий сброс аппаратуры комплекса снятием сигнала "ГОТОВНОСТЬ-Ц".

Переход к обслуживанию следующего абонента может осуществляться двояким образом. Если заранее не определено распределение в течение цикла ускорителя моментов поступления запросов обслуживания с различных установок, то целесообразно повторять процедуру вызова периферии и ожидания запросов по синхросигналам ΠP_n . На рис.2 показан другой вариант, при котором вслед за обслуживанием периферии одной установки сразу же выбирается следующий абонент /№6, шестнадцатеричный код 20/.

Следует отметить, что если время полезной работы установки на линии с ЭВМ зависит от условий проведения эксперимента и составляет десятки-сотни мс /например, для установок, работающих на сбросе пучка при медленном выводе его из ускорителя, до 500 мс/, то время выполнения вспомогательных операций выбора, вызова и завершения обслуживания абонента можно оценить конкретно. Эту оценку следует производить с учетом организации взаимодействия МКК и периферии в режиме "запрос-ответ", времени выполнения команд /микрокоманд/ МКК в процессе анализа, а также задержек распространения сигналов по линиям связи. Так, при линиях связи длиной более 1 км эти величины примерно составляют /см. рис.2/: $T_{ВР} \approx 25$ мкс, $T_{К} \approx 30$ мкс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный комплекс разработан и введен в эксплуатацию в 1978 году. Его аппаратура реализована в основном на отечественной компонентной базе с использованием интегральных микросхем серии K155 малой и средней степени интеграции.

Опыт двухлетней эксплуатации комплекса в сеансах работы физических установок Лаборатории /в экспериментах по исследованию кумулятивного рождения частиц /^{5/} и изучению отклонения пучков заряженных частиц в изогнутых монокристаллах /^{6/} / показал исключительные удобства данного сопряжения для экспериментаторов и программистов. К его основным отличительным особенностям относятся использование как преимуществ создания больших контрольно-измерительных систем на основе применения аппаратуры в стандарте КАМАК, так и возможностей ЭВМ ЕС-1040 в экспериментах на линии. В настоящее время подготовлен комплекс аппаратных средств для обеспечения работы на линии с ЭВМ ЕС-1040 спектрометра ядер отдачи в ОИЯИ и бесфильмового магнитного спектрометра, работающего на нейтронном канале синхротрона ИФВЭ /^{7/}.

Авторы считают своим долгом выразить искреннюю благодарность В.А.Смирнову за помощь в организации работ, а также сотрудникам радиомонтажных групп Лаборатории за изготовление первых образцов оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каналы ввода-вывода ЭВМ ЕС-1020 /под ред. А.М.Ларионова/. "Статистика", М., 1976.
2. Нгуен Фук и др. ПТЭ, 1976, №3.
3. The Integrated Circuits Catalog for Design Engineers. Texas Instruments Inc., USA, 1972.
4. Дульски Р., Крячко А.П. ОИЯИ, 10-7889, Дубна, 1974.
5. Аверичева Т.В. и др. ОИЯИ, 1-11317, Дубна, 1978.
6. Водопьянов А.С. и др. ОИЯИ, Д1-12716, Дубна, 1979.
7. Айхнер Г. и др. ОИЯИ, 13-10524, Дубна, 1977.