

сообщения
Объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

2340/82

12/6-82

13-82-5

А.А.Семенов, С.В.Сергеев

УСТРОЙСТВО СОПРЯЖЕНИЯ
С МИКРОПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
НА ЭВМ ЕС-1010
ДЛЯ КОНТРОЛЛЕРА КРЕЙТА КК 004

1982

В настоящее время на ускорителе на энергию 70 ГэВ /ИФВЭ, Серпухов/ создана и работает в режиме набора статистики первая очередь крупного спектрометрического комплекса ГИПЕРОН^{1/}. Накопление и первичная обработка информации со спектрометра производится с помощью ЭВМ ЕС-1010. Аппаратура сбора данных подключена к ЭВМ через программный канал, что обеспечивает при среднем потоке информации 1Кслово/событие прием 16-18 событий за сброс ускорителя. Низкая скорость обмена по программному каналу /не более 80Кбайт/с^{2/} / является одним из факторов, снижающих скорость набора статистики. В данной работе предлагается интерфейс ЭВМ ЕС-1010 для контроллера карт-каса КК 004^{3/}, который позволяет организовать обмен информацией на микропрограммном уровне^{4/} со скоростью 300-400Кбайт/с. Интерфейс представляет по существу два независимых канала доступа к памяти /канал данных и канал команд/, управление которыми осуществляется с помощью микропрограммы, находящейся в памяти микропрограмм ЭВМ ЕС-1010 /ТЭЗ MN-11/. При этом микропрограмма использует регистры СОЗУ^{4/} и другое оборудование процессора, что существенно упрощает схемы каналов.

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Интерфейс позволяет работать в следующих режимах:

1. Обмен одиночными словами /режим М =0 контроллера КК 004/.
2. Обмен массивами /М =2,3/ на программном или микропрограммном уровне.
3. Передача команд на КК 004 и обмен данными на микропрограммном уровне как по каналу данных, так и по каналу команд /режим, названный командным/.
4. Обмен данными и командами из буферов, расположенных в производных /не связанных/ областях ОЗУ /режим сцепления блоков/.

Скорость обмена информацией /при длине линии связи 20 м и времени выполнения команды контроллером 1,5 мкс/: 1/ в режиме М=2,3 - 5,5 мкс/слово; 2/ в командном режиме интерфейса - 5,5 мкс/слово при обмене массивами и 7,5 мкс/слово при обмене одиночными словами.

Микропрограмма допускает одновременную работу двух интерфейсов в командном режиме и четырех в случае, если командный

режим не используется. Скорость обмена для каждого интерфейса при одновременной работе четырех интерфейсов составляет 200Кбайт/с.

Число интерфейсов, которые можно подключить к ЭВМ, достаточно велико /8-16/ и ограничивается только наличием свободных первичных адресов внешних устройств в конфигурации ЭВМ.

Программные характеристики изготовленного и испытанного на ЕС -1010 /система К1.8/ интерфейса:

- первичный адрес &0F;
- дополнительные адреса &00, &02, &04, &08, &0A;
- уровень приоритета программного прерывания (IT) -11;
- слова DVA: &6082 - канал данных и &6042 - используется только микропрограммой канала команд;
- используемые микропрограммные прерывания:
SU 21 /приоритет 2/ - канал данных;
SU 26 /приоритет 3/ - канал команд;
- используемые регистры C03Y R32- R39.

Выполняемые интерфейсом команды:

1. K1 - запись команды MNAF в регистр команд КК 004:

- а/ в регистр Е загружается &0A0F;
- б/ в регистр А заносится команда MNAF;
- в/ выдается команда WD (&F403).

Формат слова, содержащего команду MNAF, приведен на рис.1а.

Действие: а/ команда MNAF заносится в регистр команд интерфейса /см. рис.2/ и передается на контроллер; б/ генерируется сигнал записи команды в контроллер DC1.

2. K2 - запись данных в КК 004:

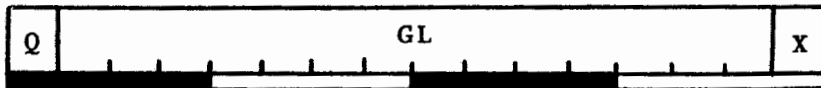
- а/ в регистр Е загружается &020F;
- б/ в регистр А заносятся данные;
- в/ выдается команда WD (&F403).

Действие: а/ содержимое А заносится в регистр данных;

б/ генерируется сигнал контроллеру "Выполнить команду"/ DC2.



а



б

Рис.1

3. K3 - чтение данных с КК 004:

- а/ загружается регистр Е: &020F;
- б/ выдается команда RD (&F402).

Действие: в регистр А заносятся данные, полученные в результате выполнения контроллером команды MNAF.

4. K4 - управление состоянием канала команд:

- а/ загружается регистр Е: &080F;
- б/ загружается регистр А: &8000 - канал команд открыть на ввод, &2000 - на вывод;
- в/ выдается команда WD.

Действие: установка режимных триггеров интерфейса в определенное состояние. Эти триггеры разрешают или запрещают запросы на микропрограммные прерывания по сигналу DF1.

5. K5 - управление состоянием канала данных:

- а/ загружается регистр Е: &000F;
- б/ загружается регистр А: &8000 - канал данных открыть на ввод, &2000 - на вывод;
- в/ выдается команда WD.

Действие: установка режимных триггеров интерфейса в определенное состояние. Эти триггеры разрешают или запрещают запросы на микропрограммное прерывание по сигналу DF2.

6. K6 - чтение Q, GL, X, генерация сигнала DC2 при открытом канале данных:

- а/ загружается регистр Е: &0A0F;
- б/ выдается команда RD (&F402).

Действие: а/ в регистр А заносится слово Q, GL, X /см. рис.1б/, сформированное контроллером после выполнения команды MNAF; б/ в случае, если открыт канал данных /разрешены микропрограммные запросы по DF2/, интерфейс по этой команде генерирует сигнал DC2.

7. K7 - чтение слова состояния интерфейса:

- а/ загружается регистр Е: &040F;
- б/ выдается команда RD (&F402).

Действие: в регистр А заносится информация, значение разрядов которой следующее:

- 0p =1 - очередной буфер команд исчерпан /микропрограмма выдала все команды контроллеру, возбудила запрос IT и, если используется режим сцепления, начала производить обмен со следующим буфером команд/;
- 1p =1 - очередной буфер данных исчерпан;
- 2p =1 - канал команд открыт;
- 3p =1 - канал данных открыт;
- 4p =1 - ошибка. Обмен длится больше 0,1 с (TIME-OUT);
- 5p =1 - сигнал DF1 с контроллера КК 004;
- 6p =1 - сигнал DF2 с контроллера КК 004;
- 7p =1 - ошибка. Неправильное обращение к блоку КАМАК (DF1.X).

8. K8 - чтение состояния "ввод-вывод" канала команд:

а/ загружается регистр E: &080F;

б/ выдается команда RD (&F402).

Действие: в регистр A заносится информация о статусе одного из режимных триггеров канала команд. Если (A)=0, то канал команд открыт на вывод, если (A)=&3000 - то на ввод.

9. K9 - чтение состояния "ввод-вывод" канала данных:

а/ загружается регистр E: &000F;

б/ выдается команда RD (&F402).

Действие: в регистр A заносится информация о статусе одного из режимных триггеров канала данных. Если (A)=0, то канал данных открыт на вывод, если (A)=&8000 - то на ввод.

Кроме перечисленных команд интерфейс воспринимает две команды подтверждения /AC/, которые сбрасывают триггеры запросов микропрограммных прерываний канала команд и канала данных. Эти команды генерирует только микропрограмма.

На рис.2 приведена блок-схема интерфейса, в состав которой входят: 1 - кабельные усилители-передатчики шины команд; 2 - регистр команд MNAF; 3 - буферные усилители; 4 - схема генерации сигнала DC1; 5 - кабельные усилители-передатчики шины данных; 6 - регистр данных; 7 - мультиплексор; 8 - магистральные усилители; 9 - схема генерации DC2; 10 - схема разрешения микропрограммных прерываний по каналу команд; 11 - схема разрешения микропрограммных прерываний по каналу данных; 13 - схема формирования запросов на микропрограммное обслуживание канала данных; 14 - схема формирования программных прерываний; 15 - дешифратор команд; 16 - схема контроля за обменом информацией на микропрограммном уровне.

По запросу на обслуживание L внешнего устройства, подключенного к магистрали КАМАК, контроллер формирует слово Q, GL, X /см. /3/, сопровождаемое стробом DF1 /сигнал D/. В случае, если прерывание разрешено /то есть триггер V/4/ находится в состоянии "1"/, схема формирования прерываний по сигналу DF1 возбуждает шину IT. По команде K7 считывается слово состояния интерфейса, по команде K6 - Q, GL, X, что однозначно устанавливает источник прерывания, требующий обмена с ЭВМ. Далее возможны следующие режимы работы:

1. Программный. Последовательность действий следующая:

а/ по команде K1 в регистр 2 /см. блок-схему/ заносится команда MNAF. При этом генерируется сигнал DC1;

б/ по команде K2 в регистр 6 заносится передаваемое в контроллер слово данных /режим записи/. В случае режима чтения в регистр 6 можно занести любое слово. При этом генерируется

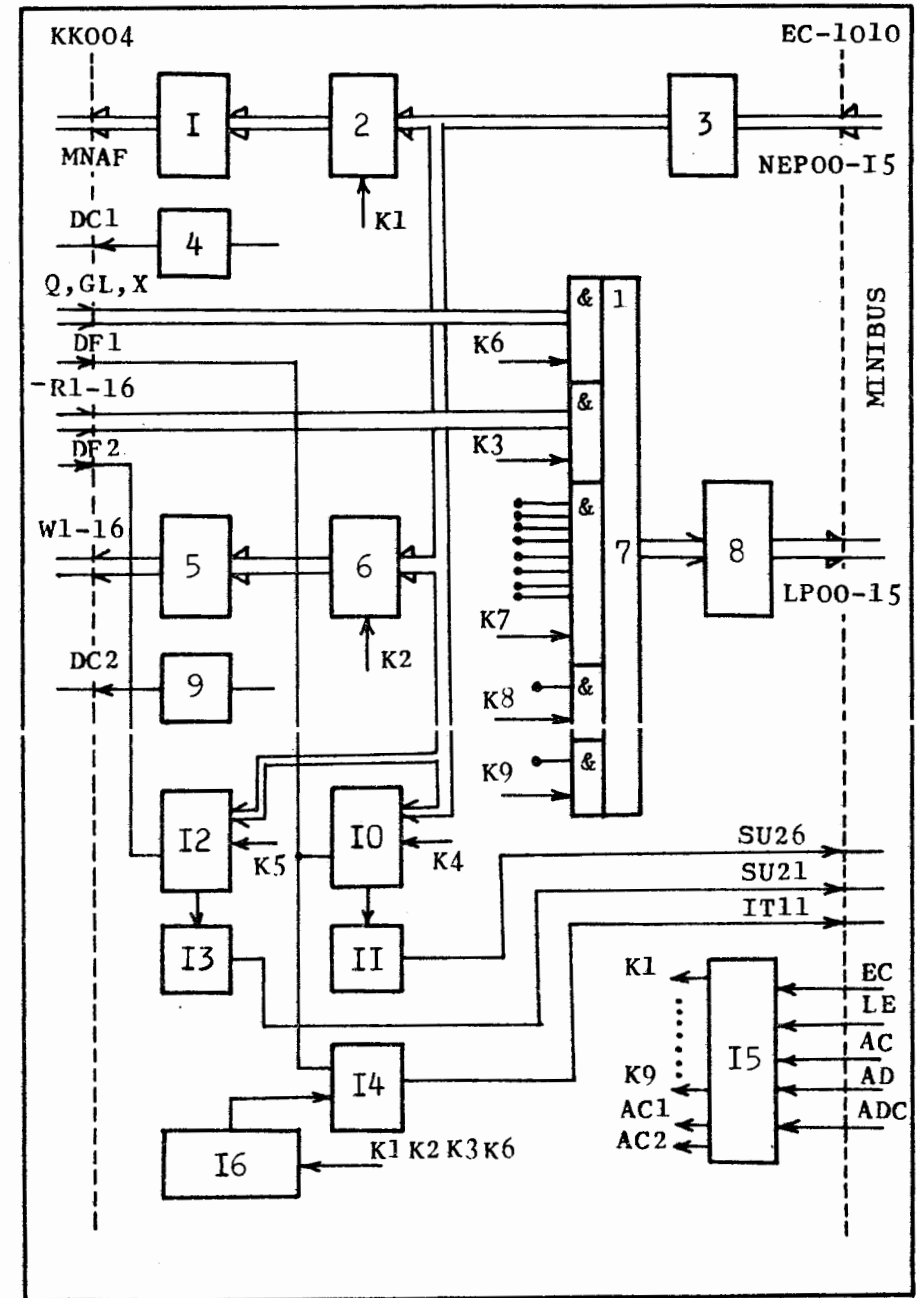


Рис.2. Блок-схема устройства сопряжения.

сигнал DC2. По сигналу DC2 контроллер выполняет 1 цикл, по окончании которого выдает сигнал DF2, а на шинах R00-R15 /режим чтения/ - слово данных. В случае обмена одиночными словами /M=0/ контроллер выдает и сигнал DF1;

в/ по команде K7 считывается слово состояния интерфейса. Анализ слова определяет дальнейшие действия.

2. Микропрограммный. Этот режим целесообразно использовать в режимах M=2,3. Предлагается следующая последовательность действий:

а/ по команде K1 в регистр 2 заносится команда MNAF. Генерируется сигнал DC1;

б/ загружаются регистры С03У R32 ÷ R35 / & 20 ÷ & 23 /:

32 - адрес буфера /четный/;

33 - длина буфера /в словах/;

34 - &000F;

35 - &020F;

в/ по команде K5 открывается канал данных на ввод или вывод в зависимости от команды MNAF;

г/ по команде K6 выдается сигнал DC2. В ответ на сигнал DC2, в случае нормальной работы, контроллер выполняет цикл КАМАК и генерирует сигнал DF2, по которому выдается запрос на микропрограммное прерывание канала данных. Микропрограмма, проанализировав слова состояния интерфейса и содержимое регистров С03У, записывает /считывает/ слово данных в /из/ ОЗУ /в контроллер/.

Сигнал прерывания IT свидетельствует об окончании обмена:

а/ по инициативе контроллера - команда MNAF выполнена, пришел DF1;

б/ по инициативе микропрограммы - исчерпан один из буферов;

в/ по инициативе интерфейса - обмен длится больше 0,1 с.

3. Командный. Последовательность действий:

а/ загружаются регистры С03У R32 ÷ R39 / & 20 ÷ & 27 /:

R32 - адрес буфера /четный/ данных;

R33 - длина буфера /в словах/ данных;

R34 - &000F;

R35 - &020F;

R36 - адрес буфера /четный/ команд + 2;

R37 - длина буфера /в словах/ команд;

R38 - &080F;

R39 - &0A0F;

б/ по команде K4 открывается на вывод канал команд;

в/ по команде K5 открывается на ввод или вывод канал данных;

г/ по команде K1 выдается первая команда контроллеру. При этом генерируются сигналы DC1 и DC2.

Дальнейший обмен как по каналу команд; так и по каналу данных идет на микропрограммном уровне. Сигнал прерывания IT свидетельствует об окончании обмена:

а/ по инициативе микропрограммы - исчерпан буфер команд или данных;

б/ по инициативе контроллера - выдано слово Q, GL, X с X=0;

в/ по инициативе интерфейса - обмен длится более 0,1 с.

Последняя команда контроллеру из буфера команд выдается, но сигнал на ее выполнение не подается /DC2 не генерируется/.

Микропрограмма, обслуживающая данный интерфейс, дает возможность вести прием и передачу данных из буферов, расположенных в произвольных /не связанных/ областях ОЗУ. Для этого в два слова, следующих непосредственно после буфера, заносится длина следующего буфера и его начальный адрес. В случае, если режим спленинга не используется, длина следующего блока должна быть равна нулю.

При использовании режима сцепления микропрограмма генерирует запрос на программное прерывание и при переключении буфера. В этом случае в слове состояния интерфейса в "1" выставляются биты 1 и 3, при переключении канала данных и биты 0 и 2 - для канала команд.

2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСА

При построении программного обеспечения интерфейса использовалась разработанная ранее^{5/} схема, позволяющая организовать мультипрограммную систему обработки запросов на обслуживание блоков КАМАК /сигнал L/. Программа, ожидающая сигнала L с какого-либо блока КАМАК, передает диспетчеру некоторый код-маску. При генерации блоком сигнала L диспетчер считывает с КК 004 слово GL и сравнивает с полученными от программ масками. Если при операции "Логическое И" между словом GL и маской результат не равен нулю, соответствующие программы будут запущены в порядке их приоритета.

В связи с тем, что новый интерфейс использует только один уровень прерывания, а не два, как это было ранее, хандлер и диспетчер запросов были объединены в одной программе.

Итак, в состав пакета математического обеспечения входят: 1/ хандлер-диспетчер НСМ006, обслуживающий один интерфейс контроллера КК 004. При подключении к ЭВМ ЕС-1010 нескольких интерфейсов, работающих на одном уровне прерывания, хандлер легко может быть дополнен для обслуживания всех контроллеров как различных элементов группового устройства сопряжения. Управление диспетчеру запросов L передается как при появлении сигнала D с контроллера, так и при окончании обмена по DF^{6/}.

Диспетчер включен в секцию H2^{/6/} хандлера HCM006; 2/ подпрограммы CONNT, CNCT, D:WAIT, DWAIT с функциями, аналогичными изложенным в^{/5/}; 3/ подпрограмма SHIN, предназначенная для организации передачи диспетчеру информации об ожидании или контроле за сигналами L. Эта программная секция вызывается из CNCT, CONNT, DWAIT, D:WAIT.

Построение управляющего блока ввода-вывода /Control Block - CB / - стандартное^{/6/}. Отличие только в том, что в качестве дополнительной информации задается эффективный адрес расположения CF в памяти /адрес по отношению к глобальному базису G^{/5/}.

Кодом операции в CB может быть 0 /вне зависимости от команд CF / или &E0. В последнем случае в системных таблицах устанавливается индикатор занятости хандлера, а управление в привилегированном режиме возвращается пользователю на уровне прерывания секции H2 HCM006. Значения базисов P и L^{/4/} точки передачи управления должны находиться в таблице из 4 байтов, эффективный адрес которой задается в байтах 4 ÷ 5 CB вместо адреса буфера. Возврат в хандлер осуществляется по инструкции RTS, следовательно, первые 4 байта LDS пользовательской LPS^{/4/} должны быть свободны. Регистры A и E должны содержать информацию, характеризующую окончание обмена^{/8/} /обычно A = E = 0/. Следует помнить, что логическая занятость хандлера снимается только после возврата управления секции H2 HCM006, причем управление должно возвращаться на уровне прерывания секции H2 хандлера.

Принцип построения CF остался прежним^{/5/}. Дополнения и изменения отдельных директив следующие:

1. Для перевода интерфейса в командный режим в CF включается директива с C = D = 0. Левый байт P равен 2, а правый указывает количество команд MNAF в блоке. Длина блока, включая служебную информацию, должна быть кратна 8 байтам, что позволяет упростить анализ выполнения CF. После окончания выполнения блока команд элемент A директивы запуска командного режима содержит информационный байт слова состояния интерфейса.

2. Директива окончания обмена по CF задается C = D = P = 0. Хандлер HCM 006 состоит из 4 логически независимых частей: секции H1, программного модуля ведения обмена с интерфейсом H2.1 /см. /6/ /, диспетчера запросов L - H2.2 и модуля обслуживания запросов программ H2.3. Последние 3 модуля расположены в секции H2.

Секции H2.2 и H2.3 имеют общие таблицы данных, размещенные в LDS хандлера, поэтому для упрощения программ и для уменьшения объема занимаемой памяти подготовку таблиц диспетчера и режима ожидания сигнала L /с защитой от паразитных прерываний/ производит модуль H2.3. Этот фрагмент H2 является

реинтерабельным /повторно вызываемым/. Секция SHIN содержит только инструкции передачи управления модулю H2.3 хандлера.

Количество задач, обслуживаемых диспетчером с целью уменьшения объема занимаемой памяти, выбрано равным 8.

Пакет программ может работать как под управлением мониторов групп RTDM и DBM^{/7/}, так и под управлением монитора РСМ^{/8/}, однако в последнем случае обслуживаются запросы только непосредственных задач /резидентных в памяти/.

Обмен с контроллером происходит по схеме, отличающейся от стандартной для ЕС-1010. После подготовки CB программа вызывает модуль супервизора M:IO, который затем выполняет последовательность инструкций секции H1 хандлера. В связи с тем, что характер циклов обмена /прием-передача/ в течение всего обмена может меняться /чтение регистров станций, запись информации и т.д./, секция H1 обмен не начинает, а активизирует уровень прерывания секции H2. Дальнейшая работа зависит от того, какой уровень приоритета у запросившей обмен программы. Если H2 имеет больший приоритет, работа программы прерывается внутри модуля M:IO и выполняется обмен в соответствии с CF. После окончания CF вызывается модуль супервизора M:IO2, который в принципе может передать управление секции H1 хандлера при наличии задач в очереди ожидания. По исчерпанию задач и при наличии ненулевых битов QL в считанном с КК 004 слове состояния, управление передается диспетчеру. После окончания работы диспетчера выполнение прерванной программы продолжается и последующий вызов секции M:WAIT является неэффективным, так как бит события в CB /см. /8/ / уже сброшен секцией M:IO2. Далее следует нормальное выполнение программы.

Если же у H2 уровень приоритета ниже, чем у запросившей обмен программы, запуск H2 и диспетчера запросов произойдет только после вызова секции M:WAIT.

Время с момента вызова секции M:IO до начала выполнения первой директивы CF зависит от типа используемого монитора и лежит в пределах 500-700 мкс. Время выполнения очередной директивы CF 60-70 мкс. Время, необходимое для работы секции M:IO2 и диспетчера после прихода сигнала "Конец обмена", составляет 700 ÷ 1000 мкс. При оптимальном построении программ возможна обработка до 500 запросов в L в секунду.

В случае, если имеется возможность распределить запросы от блоков КАМАК по приоритетам и в течение некоторого времени /например, во время сброса пучка ускорителя на мишень/ контролировать только один из них, время реакции ЭВМ на появление L можно уменьшить до 5 мкс. Остальные L можно обрабатывать в паузах между сбросами ускорителя. Система не требует каких-либо специальных блокировок и не "зависает" при одновременном появлении нескольких L.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Ю.А.Будагову, Ю.Ф.Ломакину и В.Б.Флягину за постановку задачи и постоянную поддержку работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акименко С.А. и др. ОИЯИ, 1-8948, Дубна, 1975.
2. Взоров И.К. и др. ОИЯИ, 11-10786, Дубна, 1977.
3. Сидоров В.Т. и др. ПТЭ, 1976, №3, с. 77-79.
4. Руководство по ЕС-1010, ВТ 201.017.12.02-SW, Будапешт, 1976, т.1.
5. Сергеев С.В. ОИЯИ, P10-80-372, Дубна, 1980.
6. Руководство по ЕС-1010, ВТ 201.017.12.02-SW, Будапешт, 1976, т. III.
7. Мониторы DBM и RTDM. Руководство пользователя. ВТ 201.007.11.02-SW, Будапешт, 1975.
8. Монитор управления процессами РСМ. Руководство пользователя. ВТ 201.085.11.02-SW, Будапешт, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 января 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
Д1,2-12036	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12450	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Семенов А.А., Сергеев С.В. Устройство сопряжения с микропрограммным управлением на ЭВМ ЕС-1010 для контроллера крейта КК 004

13-82-5

Разработано устройство сопряжения контроллера крейта КАМАК типа КК 004 с ЭВМ ЕС-1010. Использование микропрограммного управления со стороны ЭВМ позволило разместить на одной плате два канала доступа к памяти ЭВМ - канал данных и канал команд. Достигнутые скорости обмена данными - 360Кбайт/с при обмене массивами и 270Кбайт/с при обмене одиночными словами. Дается также описание математического обеспечения, разработанного для этого устройства сопряжения.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Semenov A.A., Sergeev S.V. Interface with Microprogram Monitoring for KK 004 Crate Controller on the EC-1010 Computer

13-82-5

An interface for KK 004 type CAMAC crate controller on the EC-1010 computer has been developed. The use of microprogram monitoring by computer permits to place on one board two excess memory channels-data channel and command channel. The data exchange rate attained are 360K bytes/s for data array exchange and 270K bytes/s for single word exchange. Software developed for this interface is described.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problem Problems, JINR

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.