

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

4621/2-80

22/9-80

P10-80-372

С.В.Сергеев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ ЭВМ ЕС-1010  
С КОНТРОЛЛЕРОМ КРЕЙТА КК-004

(Часть I)

1980

## ВВЕДЕНИЕ

В данном сообщении описывается программное обеспечение сопряжения ЭВМ ЕС-1010 с крейт-контроллером КК-004<sup>/1,2/</sup>. Устройство сопряжения, выполненное на картах EP-15<sup>/3/</sup> производства фирмы ВИДЕОТОН, было предложено в Лаборатории ядерных проблем ранее<sup>/4/</sup>.

Математическое обеспечение сопряжения предназначено для организации работающей в реальном масштабе времени мульти-программной системы сбора данных с аппаратуры КАМАК, а также для обслуживания подключенных к ЭВМ внешних устройств /ВУ/, имеющих выполненный в стандарте КАМАК интерфейс<sup>/5,6/</sup>. Разработанные программные модули реализованы с учетом правил выполнения системных программ мониторов групп DBM и RTDM ЕС-1010<sup>/7/</sup> и, таким образом, являются стандартными для этой ЭВМ. Подобный подход дает возможность для обмена информацией с крейтом использовать секции ввода-вывода супервизора, которые обслуживают очереди ожидания в случае занятости ВУ, обрабатывают состояние "Не готов", могут устанавливать временную задержку на выполнение одной операции ввода-вывода и т.д.<sup>/7/</sup>.

Однако использование супервизора увеличивает время запуска обмена по сравнению с традиционно используемыми подпрограммами, непосредственно обращающимися к интерфейсу. Поэтому в предлагаемой системе выполнение обмена информацией ведется по заранее подготовленной программе, что позволяет вызывать супервизор только один раз на целую серию циклов обмена с контроллером аналогично тому, как это изложено в<sup>/8/</sup>. Управляющая программа может храниться отдельно от запросившей обмен с контроллером программы в виде стандартного двоичного файла данных (Command File - CF) в дисковой библиотеке ЭВМ /библиотека EP<sup>/7/</sup>/. Подобное разделение имеет определенные выгоды по сравнению с использованием "традиционных" подпрограмм обмена. Так, например, легко можно изменить алгоритм опроса блоков КАМАК при их перестановке в крейте. Для этого не требуется переделывать и заново транслировать, как правило, сложные программы обработки информации. Достаточно заменить в библиотеке EP старый CF новым. При первом обращении к подпрограмме обмена CF загружается в память и в дальнейшем может многократно использоваться при обмене. Предлагаемая система также позволяет запускать



различные программы при появлении запросов на обслуживание /сигнал L/ от блоков КАМАК. Для этого используется слово GL, считываемое с контроллера крейта. Это выполняется следующим образом: программа, ожидающая запрос, передает системе некоторый код. При появлении сигнала L от блоков контроллер генерирует сигнал D, запускающий "диспетчер запросов". Этот диспетчер считывает слово GL и сравнивает с полученными от программ кодами. Если при операции конъюнкции /"логическое И"/ между содержимым кода и GL результат отличен от нуля, аппаратный уровень прерывания данной программы активизируется. Таким образом, по одному запросу может быть запущена одна или несколько программ или одна программа может обслуживать несколько блоков.

Пакет программных модулей, обслуживающих аппаратуру, включает в себя:

- 1/ Хандлер контроллера крейта HCM002 или HCM003.
- 2/ Программу-диспетчер запросов на обслуживание CMSHED.
- 3/ Подпрограммы обмена с контроллером CMCF и CMC:A.
- 4/ Подпрограммы организации ожидания запросов на обслуживание от блоков КАМАК DWAIT, D:WAIT, CNCT, CONNT.
- 5/ Вспомогательные подпрограммы M:S, ASGN.

Хандлер и диспетчер встраиваются в операционную систему при ее генерации. В предложенном в<sup>4/</sup> варианте сопряжения обмен ведется на программном уровне и использованы 10-й и 11-й уровни прерывания со словами DVA &6022 и &6082 соответственно. К 10-му уровню, возбуждаемому сигналом DF1 контроллера КК-004, подключается диспетчер CMSHED. На 11-ом уровне прерывания работает секция H2 хандлера. Пример генерации системы приведен в приложении 1.

Подпрограммы загружаются в дисковую библиотеку UL и при работе редактора связей включаются в вызывающую программу.

#### ОПИСАНИЕ ХАНДЛЕРА КОНТРОЛЛЕРА КРЕЙТА

Были разработаны два варианта хандлера, HCM002 и HCM003. HCM003 отличается от HCM002 только тем, что он контролирует объем принятой информации. Однако за счет введения инструкций контроля скорости обмена под управлением HCM003 несколько ниже.

Хандлер состоит из двух секций, H1 и H2. Обращение к нему происходит через стандартный управляющий блок ввода-вывода (Control Block - CB). Структура CB для обоих хандлеров следующая:

Байты:	0	CB	RES,1	1	* байт события
	1		DATA,1	&20	* байт индикаторов: требуется задавать C=1
	2-3		DATA	LABEL	* операционная метка, операции не используется
	4-5		DATA	DF	* адрес буфера для принятой информации по отношению к глобальному базису G
	6-7		DATA	LNG	* длина буфера
	8-9		DATA	ADER	* адрес перехода в случае неисправимой ошибки ввода-вывода
	10-11		DATA	CF	* адрес CF по отношению к G
	12		RES,1	1	
	13		DATA,1	LEVEL	* уровень прерывания, возбуждаемый после окончания обмена
	14-15		DATA	TIME	

Назначение байтов 12-15 и отдельных битов байта индикаторов более подробно описано в<sup>7/</sup>.

<u>Вызов:</u>	LEA	CB
	CSV	M:IO
	CSV	M:WAIT

Секция супервизора M:IO передает управление секции H1 хандлера. H1 проверяет правильность составления CB, определяет абсолютные адреса CF и DF и возбуждает уровень прерывания секции H2. Дальнейшая работа системы зависит от того, на каком уровне прерывания работает вызывающая программа. Если уровень ниже уровня H2 и прерывания не маскированы, то выполнение H1, работающего на уровне вызывающей программы, приостанавливается, H2 выполняет программу обмена (CF) и деактивирует свой уровень. Таким образом, H1 возвращает управление супервизору уже после окончания обмена. В этом случае вызов модуля M:WAIT необязателен. В противном случае H2 сможет начать выполнять обмен только после вызова M:WAIT.

Структура одной команды CF приведена в таблице. Длина команды - 8 байтов.

Байты 0-1 содержат команду контроллеру (C). Формат команды показан на рис.1.

Байты 2-3. Содержимое слова D меняется в зависимости от режима работы контроллера. При обмене одиночными словами (M=0)

Таблица

NAME, BYTE	RD M(0)	WR M(0)	RD M(2,3)	WR M(2,3)
C 0,1	COMMAND	COMMAND	COMMAND	COMMAND
D 2,3	DATA	DATA	LENGTH	BUFF. LENGTH
P 4,5	POINER	FREE	BEG.POINT	EFF.ADD.OF BUF
A 6,7	ANSWER	ANSWER	ANSWER	ANSWER

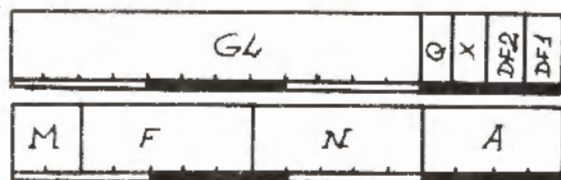


Рис.1

Рис.2

при чтении D содержит принятую информацию /это слово также запишется и в DF/; при записи в D заносится передаваемое слово. При чтении массивов / M=2 - обмен массивом при постоянном адресе, M=3 - обмен массивом при последовательном опросе адресов/ D содержит длину /в байтах/ считанного массива. При записи с M=2,3 D указывает длину передаваемого массива.

Байты 4-5. При чтении с M=0,2,3 значение P дает адрес расположения первого или единственного считанного слова относительно начала DF. При записи с M=0 P не используется. При записи с M=2,3 P должно содержать адрес выводимого буфера по отношению к G.

Байты 6-7. Слово содержит ответ контроллера после выполнения команды /см. рис.2/. Биты 0÷11 содержат слово GL, бит 12 - G, бит 13 - X а биты 14,15 - служебную информацию /сигналы DF2 и DF1 /, позволяющую контролировать правильность обмена.

Нулевое содержимое C и D означает конец выполнения CF, причем в слово A этой команды хандлером заносится длина в байтах массива принятой информации.

Если слово C равно 0, а D - нет, то D переписывается в DF, а указатель адреса увеличивается на 2. Таким способом можно

внутри DF с помощью контрольных кодов разделять массивы данных.

Для увеличения скорости обмена построение H2 отличается от обычно используемого в программах для EC-1010. При выполнении обмена в регистр L заносится абсолютный адрес текущей команды CF, а обращение к служебным данным, размещенным в единственной секции LDS хандлера, происходит через секцию CDS с помощью фиктивной IDS. При этом указатель адреса в CDS меняется так, что меткам, указанным в IDS, соответствуют слова, размещенные уже в LDS, а вся "реальная" CDS хандлера длиной 32 байта резервируется под TWB /значение терминов см. в <sup>19</sup>/.

Для удобства контроля за выполнением обмена при работе H1 на пульте управления EC-1010 загорается индикатор I1, а при выполнении H2 - I2. После окончания работы хандлера лампочки обоих индикаторов выключаются.

При неправильном выполнении обмена или неверном построении СВ система ввода-вывода дает сообщение об ошибках:

1/ При отсутствии в байте индикаторов C=1 в байт события секцией H1 загружается код &5F. Ошибка считается неисправимой, поэтому дальнейшее выполнение программы возможно только при наличии индикатора U=1, причем, если индикатор E=1, управление передается по адресу, указанному в байтах 8-9 СВ /см. <sup>17</sup>/.

2/ Если при выполнении обмена с контроллером в режиме M=0 отсутствует сигнал DF1, считается, что контроллер не включен. В таком случае H2 передает секции супервизора M:IO2 код ошибки &FB, после чего на ВУ, закрепленное за меткой M:OC, супервизором выдается сообщение

%%CM00

3/ Если при приеме информации DF переполняется, то секция H2 хандлера HCM003 выдает в СВ код ошибки &41. Ошибка, как и в п.1, считается неисправимой.

При работе хандлера HCM002 были получены следующие скорости обмена:

- 1/ при записи одиночных слов требуется 50 мкс/слово,
- 2/ при чтении одиночных слов - 60 мкс/слово,
- 3/ при обмене в режиме блочной передачи - 36 мкс/слово.

Для обработки начала и окончания обмена супервизору требуется около 1,5 мс.

#### ПОДПРОГРАММЫ ОБМЕНА С КОНТРОЛЛЕРОМ

Для подготовки СВ и для загрузки CF из библиотеки EP в память созданы подпрограмма CMC:A, вызываемая на языках



АССЕМБЛЕР-2, PLR10 или PLR10E ЭВМ ЕС-1010, а также подпрограмма CMCF, вызываемая программами, написанными на ФОРТРАНе /CMCF вызывает CMC:A /. CMC:A производит прием информации от контроллера в режиме M=0,2,3 и запись при M=0. При первом вызове CMC:A производится закрепление метки U:14 за контроллером (CM) с помощью подпрограммы ASGN /следовательно, в операционной системе ЭВМ контроллер должен фигурировать под названием CM /.

#### ВЫЗОВ СЕКЦИИ НА ЯЗЫКЕ АССЕМБЛЕР-2:

```
LEA TABLE
CLS CMC:A
BAN ERROR
```

#### СТРУКТУРА ТАБЛИЦЫ TABLE:

Байты:	0-1	TABLE	DATA	REG	*или	DATA	NAME
	2-3		DATA	CF	*	адрес	CF относительно G
	4-5		DATA	DF	*	адрес	DF относительно G
	6-7		DATA	LNG	*	длина	DF

REG - режим работы подпрограммы. При REG < 0 считается, что CF уже находится в памяти, обмен запускается в соответствии с содержимым байтов 2÷7. При REG = 0 обмен производится с СВ, подготовленным при предыдущем выполнении CMC:A. Содержимое байтов 2÷7 игнорируется.

В остальных случаях считается, что в байтах 0-1 находится адрес расположения относительно G 6 байтов, содержащих название CF в библиотеке EP. В этом случае CMC:A производит поиск в EP и загружает файл в массив CF, минимальная длина которого при REG > 0 должна быть 256 байтов. Переполнение CF не контролируется.

При правильном выполнении CMC:A содержимое регистра A > 0. При ошибке A < 0, а регистр X содержит код ошибки:

- (X) = 1 - ВУ под названием CM отсутствует в ОС.
- (X) = 2 - файл с указанным названием отсутствует в EP.
- (X) = 3 - найденный файл не является файлом данных.
- (X) = 4 - первый вызов с REG = 0, т.е. ранее СВ подготовлен не был.
- (X) = 5 - неправильное задание адреса DF.
- (X) = 6 - переполнение DF /в случае HCM003/.

При этом на ВУ, закрепленное за меткой M:OC, выдается диагностика:

%% CAMAC RUN ERROR NB X ,  
где X - код ошибки.

Для реализации обмена на ФОРТРАНе вызывается подпрограмма CMCF:

```
CALL CMCF (IREG, ICF(I), IDF(J), LNG, NAME, IANS)
```

IREG - режим работы CMCF. Во внимание принимаются биты 14 и 15 слова IREG. IREG = 2, ..., 3 соответствует вызову CMC:A с REG < 0. При IREG = 1 секция CMC:A запускается с REG = 0. При IREG = 0 - запуск CMC:A с REG > 0.

ICF(I), IDF(J) - первые элементы массивов CF и DF.

LNG - длина используемой части DF в байтах.

NAME - массив из трех слов, содержащий название CF в EP при IREG = 0. Если длина названия меньше 6 символов, остальные байты заполняются пробелами.

IANS - ответ подпрограммы. IANS > 0 сигнализирует о правильном выполнении CMCF. В противном случае параметр IANS равен отрицательному значению кода ошибки, который выдается секцией CMC:A.

Управляющий обменом файл может быть подготовлен с помощью транслятора ASS2 с последующим вызовом редактора связей LINKD с параметром DA. Если CF в дальнейшем будет загружаться в библиотеку EP, то при вызове LINKD также требуется задать название CF.

Пример распечатки трансляции CF приведен в приложении 2.

#### ПОДПРОГРАММЫ ОЖИДАНИЯ ЗАПРОСОВ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ

Для организации ожидания запросов используются 2 группы программ:

1. Подпрограммы CONNT, CNCT для оповещения диспетчера запросов CMSHED о том, что программа следит за появлением сигналов L от некоторых блоков.

2. Подпрограммы D:WAIT и DWAIT для собственно ожидания сигналов L.

Подпрограммы CNCT и DWAIT предназначены для использования на ФОРТРАНе и вызывают соответственно секции CONNT и D:WAIT, предназначенные для использования на АССЕМБЛЕРЕ, PLR10, PLR10E.

#### Вызов CONNT и CNCT:

```
LDA MASK
CLS CONNT или CALL CNCT (MASK).
```

Биты 0÷11 слова MASK используются для сравнения со словом GL, считываемым с контроллера.

Подпрограмма CONNT передает в таблицы диспетчера CMSHED содержимое MASK и уровень прерывания вызывающей программы, включает триггеры V и A /<sup>3</sup>/ аппаратного уровня CMSHED.

Выполнение программы при этом не приостанавливается.

Вызов подпрограмм D:WAIT и DWAIT

```
LDE IREGWT
LDA MASK1
CLS D:WAIT
STA IANSWT
```

и CALL DWAIT (IREGWT, MASK1, IANSWT).

Параметры у обеих подпрограмм одинаковы.

IREGWT - режим работы. При IREGWT ≠ 0 подпрограммы сообщают диспетчеру, что контроль за блоками не снимается, следовательно, после выполнения D:WAIT программа уже готова к появлению нового L от контролируемых блоков.

MASK1 - аналогичен параметру MASK подпрограммы CONNT.

IANSWT - ответ подпрограммы. Биты 0÷11 этого слова содержат результат конъюнкции содержимого слов GL и MASK1. Если бит 15 IANSWT равен 1 - это значит, что контролируемые блоками был выдан запрос на обслуживание между вызовами подпрограмм CONNT и D:WAIT. В этом случае биты 0÷11 содержат результат конъюнкции GL и MASK.

Подпрограмма D:WAIT работает следующим образом: при вызове подпрограмма проверяет, был ли сигнал L после вызова CONNT. Если L не было, в таблицы CMSHED заносится новая маска (MASK1), с контроллера считывается слово GL и сравнивается с MASK1. При нулевом результате устанавливаются в единицу триггеры V и A аппаратного уровня CMSHED и, если программа работает не на нулевом уровне, уровень деактивируется. В противном случае D:WAIT циклически ожидает сообщения от CMSHED о появлении L. После выдачи контролируемым блоками запроса на обслуживание выполнение вызывающей программы возобновляется.

При задании подпрограмм CONNT и D:WAIT масок, биты 0÷11 которых равны нулю, выдается сообщение об ошибке

```
%% CONNT ERROR      или
%% D:WAIT ERROR     соответственно.
```

## ДИСПЕТЧЕР ЗАПРОСОВ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ

Программа-диспетчер CMSHED подключается к уровню прерывания, возбуждаемому сигналом DF1 контроллера. В исходном состоянии триггеры V и A аппаратного уровня CMSHED сброшены и индикатор занятости программы равен нулю. При активизации уровня диспетчер проверяет индикатор занятости. В случае паразитного возбуждения уровня индикатор равен нулю, поэтому триггеры D, V и A сбрасываются и уровень деактивируется. Однако, если индикатор не равен нулю, то есть одна или несколько программ ведут контроль за сигналами L, CMSHED после проверки индикатора считывает слово GL и проверяет наличие запросов на обслуживание. При их отсутствии уровень деактивируется /сбрасывается только триггер D /.

В предлагаемой системе уровень приоритета секции H2 хандлера выше уровня диспетчера, что позволяет после окончания выполнения обмена автоматически запускать диспетчер для проверки, не появились ли запросы на обслуживание в результате проведенного обмена.

Если слово GL содержит биты, контроль за которыми не ведет ни одна программа, CMSHED на ВУ, закрепленное за меткой M:OC, выдает сообщение:

```
%% CMSHED ERROR XX:YYYY.
```

где XX - уровень прерывания последней выполнявшей обмен программы, а YYYY - содержимое слова, считанного с контроллера /см. рис.2/.

Необходимо отметить, что программа CMSHED работает с индикатором MA=1 /прерывания маскированы/, поэтому, если в результате появления запроса на обслуживание должны быть запущены несколько программ, то активизируются все соответствующие запросу уровни прерывания, и после окончания работы CMSHED программы запускаются аппаратурой ЭВМ в порядке их приоритета.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемое программное обеспечение сопряжения ЭВМ ЕС-1010 - контроллер КК 004 позволяет просто и в сжатые сроки создавать систему сбора данных, включающую в себя одну или несколько независимых программ. Использование данного математического обеспечения совместно с подпрограммами, приведенными в /10/, дает возможность применять язык высокого уровня ФОРТРАН-IV для реализации программ, управляющих приемом информации с блоков КАМАК, осуществляющих контроль состояния установки и правильности работы физической аппаратуры.



В заключение автор считает своим приятным долгом выразить благодарность Ю.А.Будагову, Ю.Ф.Ломакину и В.Б.Флягину за постоянное внимание к работе.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

```
%ST/M:EO,T:DC;
%ST/M:EI,T:DC;
%ST/M:CI,T:DC;
%ST;
%AS/M:CI,T:VU;
%C/SYSGEN/H/RTDM
PF/TY,PR,PP,LP,DC,#VU,#CM
DV/(HVU014),0:7
DV/(HCM002),2:4
TK/(CMSHD),N 10
AS/OC:VU,LO:VU,LL:VU,DO:VU,CI:VU
%EOD
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

```
1          CDS   CDS
2          FN
3          LDS   LDS
4 0000 00C0  COMD1 GEN,2,5,5,4 0,0,12,0 * M(O)N(12)A(O)F(O)
5 0002          RES           3
6          *
7 0008 20B2  COMD2 GEN,2,5,5,4 0,16,11,2 * M(O)N(11)A(2)F(16)
8 000A FFO0  DATA2 DATA      &FFO0 * ЗАПИСЫВАЕМЫЕ ДАННЫЕ
9 000C          RES           2
10         *
11 0010 22B0  COMD3 GEN,2,5,5,4 0,17,11,0 * M(O)N(11)A(O)F(17)
12 0012 00AF  DATA3 DATA      &AF * ЗАПИСЫВАЕМЫЕ ДАННЫЕ
13 0014          RES           2
14         *
15 0018 0000  COMD4 DATA      0,0,0,0 * КОНЕЦ ОБМЕНА
    001A 0000
    001C 0000
    001E 0000
16          FN
17          END
NSV  0  NB.ERR  0
```

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Чуринов Н.И. ПТЭ, 1976, №3, с.77-79.
2. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1975.
3. Блок входной и выходной линий и обслуживание прерываний типа 72854 /EP-15.02/.270.728.540.2 O/A, Будапешт, 1975.
4. Вылов Ц. Система для спектрометрических измерений на основе ЭВМ ЕС-1010. Материалы II Всесоюзного совещания по автоматизации научных исследований в ядерной физике. Изд-во "Наука" АН КазССР, Алма-Ата, 1978.
5. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-11636, Дубна, 1978.
6. Ефимов Л.Г. и др. ОИЯИ, 13-12170, Дубна, 1979.
7. Мониторы DBM и RTDM. Руководство пользователя. ВТ 201.007.11.02-SW, Будапешт, 1975.
8. Зелепукин С.А. и др. Препринт ИФВЭ 77-82, Серпухов, 1977.
9. Компановочный язык ASS1, ASS2. ВТ 203.004.10.02-SW, Будапешт, 1975.
10. Сергеев С.В. ОИЯИ, 10-12358, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел  
9 июля 1980 года.