

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



Ц8452

B-676

5/1-78

10 - 11238

2144/2-78

В.И.Волков, Л.Г.Ефимов, И.И.Куликов, В.А.Смирнов,  
Е.В.Черных

ОРГАНИЗАЦИЯ

ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕТВИ КАМАК

НА ЛИНИИ С ЭВМ ЕС1010

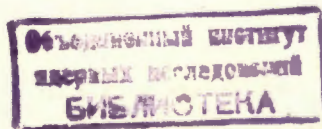
В СИСТЕМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

**1978**

10 - 11238

В.И.Волков, Л.Г.Ефимов, И.И.Куликов, В.А.Смирнов,  
Е.В.Черных

ОРГАНИЗАЦИЯ  
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕТВИ КАМАК  
НА ЛИНИИ С ЭВМ ЕС1010  
В СИСТЕМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ



Волков В.И. и др.

Ю - 11238

Организация программного обеспечения ветви КАМАК на линии с ЭВМ ЕС1010 в системе реального времени

Описана организация программного обеспечения ветви КАМАК на линии с ЭВМ ЕС1010 в системе контроля и управления параметрами медленного вывода пучка из синхрофазотрона ОИЯИ.

Реализована возможность программного обслуживания аппаратуры КАМАК на уровне как языка АССЕМБЛЕР, так и языка ФОРТРАН.

В работе приведены подпрограммы непосредственного обслуживания установки КАМАК и их характеристики.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Volkov V.I. et al.

Ю - 11238

CAMAC Branch Software Organization On-Line with the ES1010 Computer in the Real Time System

CAMAC branch software organization on-line with the ES1010 computer in the system of monitoring and control for parameters of slow extraction of the beam out off the JINR synchrophasotron is described. CAMAC programming on ASSEMBLER and FORTRAN languages has been realized. Subroutines for CAMAC service and its characteristics are given.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

Преимущества, обеспечиваемые универсальным драйвером ветви /УДВ/<sup>1/</sup> при создании многокрейтных установок в стандарте КАМАК, делают его распространенным интерфейсом ЭВМ.

Использование УДВ для сопряжения ветви КАМАК с ЭВМ ЕС1010/ВИДЕОТОН, ВНР/ в комплексе устройств контроля и управления параметрами медленного вывода пучка из синхрофазотрона ОИЯИ<sup>2/</sup> привело к разработке программного обеспечения аппаратуры КАМАК, удовлетворяющего требованиям работы системы управления в реальном времени /минимальное время выполнения и размеры обслуживающих аппаратуру программ/. В соответствии со спецификой решаемых с использованием описываемого комплекса задач<sup>3/</sup> была реализована возможность обслуживания установки КАМАК как на уровне языка АССЕМБЛЕР, так и на уровне языка ФОРТРАН, что позволяет работать с этой аппаратурой пользователям, не знакомым с ЭВМ ЕС1010. Описываемая организация программного обеспечения может применяться в других подобных системах, использующих аналогичные аппаратурные средства сопряжения.

Фирменные аппаратурные и программные средства сопряжения для многокаркасной системы КАМАК<sup>4,5/</sup> создают удобства при использовании режимов блочной передачи больших массивов информации и дают возможность осуществлять контроль выполняемых операций. Однако ввиду малого быстродействия в режиме передачи по слову /порядка 1 мс на одну операцию КАМАК/ и большого объема занимаемой памяти эти средства не применимы для решения наших задач.

В структуре программного обеспечения комплекса, основанного на использовании дискового монитора реального времени (RTDME)<sup>6/</sup>, можно выделить:

- 1/ программу-диспетчер;
- 2/ совокупность программных модулей на языках АССЕМБЛЕР и ФОРТРАН, разделенных на функциональные группы по приоритетности решаемых задач и работающих на соответствующих уровнях прерывания под управлением диспетчера;
- 3/ тестовые программы;
- 4/ подпрограммы непосредственного обслуживания аппаратуры КАМАК, вызываемые программами 1,2 и 3 групп.

Целью данной работы является рассмотрение организации программ 3 и 4 групп.

### ОПИСАНИЕ ПОДПРОГРАММ ОБСЛУЖИВАНИЯ АППАРАТУРЫ КАМАК

Непосредственное обслуживание ветви КАМАК производится подпрограммами подготовки, осуществляющими общий сброс (ZBR), установку запроса в модуле ИР-10<sup>7/</sup> и выбор ветви (BRINI), а также пятью подпрограммами выполнения следующих операций КАМАК: чтение 16-разрядных слов, чтение 24-разрядных слов, запись 16-разрядных слов, запись 24-разрядных слов, выполнение команды.

Обращение к подпрограммам подготовки, приведенным в *Приложении 1*, не требует передачи параметров вызова, поэтому их структура не зависит от организации вызывающих программ. Каждая подпрограмма выполнения операций КАМАК содержит группу команд обработки параметров вызова, а также драйверную часть, выполняющую запись CNAFM/*рис. 1/* в регистры интерфейсной карты ИКР-10<sup>8/</sup>, запуск цикла КАМАК с передачей данных в /или из/ ЭВМ.

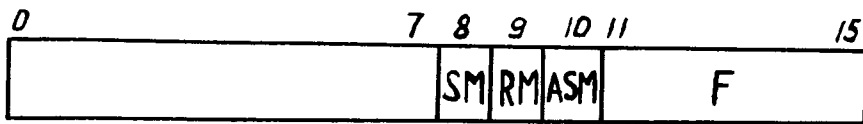
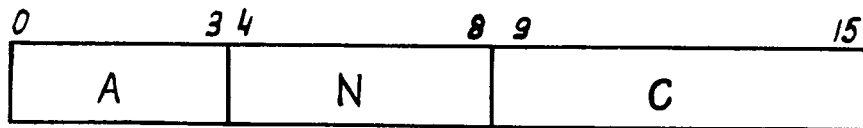
На основании опыта эксплуатации аппаратуры КАМАК нами выбраны и в настоящее время используются два варианта вызова подпрограмм обслуживания аппаратуры на АССЕМБЛЕРЕ.

В первом варианте при вызове подпрограмм в индексном регистре X ЭВМ передается отнесенный к началу зоны общих данных (ZC) ОЗУ<sup>9,10/</sup> адрес двойного слова CNAF, при этом аккумуляторы А и Е используются для передачи данных. Буфер двойных слов CNAF предварительно формируется диалоговыми программами и хранится наряду с другими рабочими константами в зоне DATA мини-диска. Буфер CNAF записывается в ZC в начале работы программы-диспетчера. Примеры подпрограмм рассматриваемого варианта /чтение 16-разрядного слова и выполнение команды/ приведены в *Приложении 2*, а характеристики всех подпрограмм данного типа - в *табл. 1*.

В рассмотренном варианте имеется возможность использования буфера CNAF в зоне ZC программами разных уровней прерывания, а также обслуживания /модификация, распечатка кодов CNAF и т.д./ этого буфера диалоговыми программами.

Второй вариант предполагает использование для передачи двойного слова CNAF ячеек T0 и T1 блока TWB (Task Working Block) общего сегмента данных вызывающей программы (CDS) и для передачи данных-аккумуляторов А и Е /см. *Приложение 3* - иллюстрацию подпрограммы записи 16-разрядного слова и *табл. 2/*.

При использовании ФОРТРАНа для работы с аппаратурой КАМАК необходимо учитывать ряд особенностей ЭВМ ЕС1010. Поскольку драйверные части обслуживающих КАМАК подпрограмм работают в привилегированном режиме, а программы на ФОРТРАНе, использующие классы адресации IL и ILX, не могут работать в упомянутом режиме, в ходе выполнения подпрограмм необходимо дважды переключать режим работы ЭВМ /индикатор: MS=1 при входе в драйверную часть, MS=0



Структура двойного слова CNAFM.

Таблица 1

Название подпрограммы	Операция	Обращение к подпрограмме	Время выполнения (мкс)	Примечания
WD24	Запись 24-разрядного слова	LDX ACNAF DLD DATA24 CLS WD24	65	ACNAF —относительный к ZC адрес двойного слова CNAF DATA24 —записываемое слово (24 разряда)
RD24	Чтение 24-разрядного слова	LDX ACNAF CLS RD24	65	Выход: считанное слово в регистрах A и E
WD16	Запись 16-разрядного слова	LDX ACNAF LDA DATA16 CLS WD16	50	DATA16 —записываемое слово (16 разрядов)
RD16	Чтение 16-разрядного слова	LDX ACNAF CLS RD16	50	Выход: считанное слово в регистре A
COMND	Команда	LDX ACNAF CLS COMND	50	

Таблица 2

Название подпрограммы	Операция	Обращение к подпрограмме	Время выполнения (мкс)	Примечания
W24	Запись 24-разрядного слова	DLD CNAF DST # TO DLD DATA24 CLS W24	65	CNAF —адресный код и функция то —рабочая ячейка TWS DATA24 записываемое слово (24 разряда)
R24	Чтение 24-разрядного слова	DLD CNAF DST # TO CLS R24	65	Выход: считанное слово в регистрах A и E
W16	Запись 16-разрядного слова	DLD CNAF DST # TO LDA DATA16 CLS W16	50	DATA16 —записываемое слово (16 разрядов)
R24	Чтение 16-разрядного слова	DLD CNAF DST # TO CLS R16	50	Выход: считанное слово в регистре A
COM	Команда	DLD CNAF DST # TO CLS COM	50	

при выходе/. Для такого переключения в монитор включена следующая секция супервизора:

LDE = 4

STS # 4

RSV

При обращении к этой секции в аккумуляторе A задается режим работы / A4=1 для MS=1 и A4=0 для MS=0 /. В остальном организация коммуникации ФОРТРАН-АССЕМБЛЕР изложена в фирменных пособиях по программированию /см., напр., 11/.

Таблица 3

Название под-программы	Операция	Обращение к под-программе	Время выполнения (мкс)	Примечания
FW24	Запись 24-разрядного слова	CALL FW24(F, C, N, A, W24)	270	F - функция C - номер крейта N - номер станции A - субадрес W24 - записываемое слово (24 разряда)
FR24	Чтение 24-разрядного слова	CALL FR24(F, C, N, A, R24)	270	R24 - считанное слово (24 разряда)
FW16	Запись 16-разрядного слова	CALL FW16(F, C, N, A, W16)	250	W16 - записываемое слово (16 разрядов)
FR16	Чтение 16-разрядного слова	CALL FR16(F, C, N, A, R16)	250	R16 - считанное слово (16 разрядов)
ECOM	Команда	CALL FCOM(F, C, N, A)	230	
F1W24	Запись 24-разрядного слова	CALL F1W24 (F, CNA, W24)	I80	CNA - адресный код
F1R24	Чтение 24-разрядного слова	CALL F1R24 (F, CNA, R24)	I80	
F1W16	Запись 16-разрядного слова	CALL F1W16(F, CNA, W16)	I70	
F1R16	Чтение 16-разрядного слова	CALL F1R16(F, CNA, R16)	I70	
F1COM	Команда	CALL F1COM (F, CNA)	I50	

В табл. 3 приведены характеристики подпрограмм, вызываемых на ФОРТРАНе. В Приложении 4 дан пример подпрограммы чтения 24-разрядного слова, при обращении к которой параметрами вызова являются F, C, N, A и считываемая информация (R24), а в Приложении 5 - подпрограмма записи 24-разрядного слова с параметрами вызова F, CNA и записываемая информация (W24). Параметры вызова представляют собой константы и переменные типа "целые".

Чтение статусного слова контроллера УДВ  $^{12}/C=0$ ,  $N=0$ ,  $A=1$ ,  $F=1$  / производится подпрограммой, обращение к которой имеет вид:

CALL FSRD (SR),

где SR - идентификатор переменной, соответствующей считанному значению статусного слова.

Возможность выполнения логических операций с отдельными разрядами слов данных обеспечивается соответствующими подпрограммами. Например, для осуществления операции "И" между параметрами DATA, MASK с размещением результата в соответствии с идентификатором переменной IND служит подпрограмма FAND (CALL FAND (DATA, MASK, IND)).

В Приложении 6 приведен пример, иллюстрирующий работу программы на ФОРТРАНе с аппаратурой КАМАК.

Для проверки функционирования отдельных модулей КАМАК или групп модулей в упомянутом выше комплексе служат специализированные тестовые программы, работающие в циклическом режиме. Наряду с ними используется интерактивная тестовая программа TСAM, при работе которой в диалоговом режиме задаются тип выполняемой операции, параметры F, C, N, A и данные, необходимые при операциях записи. После выполнения заданной операции на консоль оператора выдается статусное слово контроллера УДВ и данные, считанные при операциях чтения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанная организация программного обеспечения была разработана на основании опыта двухлетней рабо-

ты по созданию и наладке многокрейтной установки КАМАК и в настоящее время успешно используется в комплексе контроля и управления параметрами медленного вывода пучка.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Л.С.Русаковой за помощь при подготовке материалов к публикации.

### Приложение 1

```

CDS DUM
FIN
LZBR LDS
RES 2
F9 DATA 9
CNAO DATA 0
FIN
ZBR LPS LZBR
LDA CNAO *
LDE =&1E *
WD *
LDA F9 *запись кода CNAF (C=0, N=0, A=0, F=9)
LDE =&E *
WD *
LDE =&3E * запуск цикла КАМАК
WD *
CLS DELAY * задержка 10 мкс
RTS
FIN
END

```

```

CDS DUM
FIN
LBRINI LDS
RES 2
SETL DATA &21E
FI7 DATA 17
BRNU21 DATA &10
T TEXT "NO N IN IKR10 !"
CB DATA,1 0,0,&80,M:0C
DATA #T,16
FIN

```

### Приложение 1 /продолжение/

```

BRINI LPS LBRINI
LDE SETL * установка L в ИР10
WD *
LDE =&1E *
LDA =0 *
WD * запись кода CNAF
LDA FI7 *
LDE =&E *
WD *
LDA =0 *
LDE =&1E *
WD * запись номера ветви в регистр выборки
LDA BRNU21 *
LDE =&3E *
WD *
LDE =&1E * чтение N
RD *
BAN OUT
LEA CB *
CSV M:10 * вывод сообщения об ошибке
CSV M:WAIT *
OUT RTS
FIN
END

```

### Приложение 2

```

CDS DUM
RES 3
AZC RES 1
FIN
LCOMND LDS
RES 2
FIN
COMND LPS LCOMND
LDA @AZC,X *
LDE =&1E *
WD * запись кода CNAF
ICX =2 *
LDE =&E *
LDA @AZC,X *
WD *
LDE =&2E * запуск цикла КАМАК
WD *
RTS
FIN
END

```

```

CDS DUM
RES 3
AZC RES 1
FIN
LRD16 LDS
RES 2
FIN
RD16 LPS LRD16
LDA #AZC,X *
LDE =&1E *
WD *
ICX =2 * запись кода CNAF
LDA #AZC,X *
LDE =&E *
WD *
LDE =&2E *
WD * чтение данных
RD *
RTS
FIN
END

```

Приложение 3

```

CDS DUM
RES 4
TO RES 1
TI RES 1
FIN
LW16 LDS
RES 2
DATA RES 1
FIN
W16 LPS LW16
STA DATA
LDA #TI *
LDE =&1E *
WD *
LDA #TO * запись кода CNAF
LDE =&E *
WD *
LDA DATA *
LDE =&2E * запись данных
WD *
RTS
FIN
END

```

```

CDS DUM
FIN
LFR24 LDS
RES 2
TAFENA EQU 3
AF RES 2
AC RES 2
AN RES 2
AA RES 2
AR24 RES 2
F RES 1
CNA RES 1
MSBR24 RES 1
LSBR24 RES 1
H8000 DATA &8000
FIN
FR24 LPS LFR24
LDE =20
MVS TAFENA
LDA #AF *
STA F *
LDX #AC *
LDA H8000 *
SLCS =0,X *
STA CNA * формирование кода CNAF
LDA #AA *
SLLS =5 *
IOR #AN *
SLLS =7 *
ADM CNA *
LDA =4 * установка привилегированного режима
CSV =40 *
LDA CNA *
LDE =&1E *
WD *
LDA F * запись кода CNAF
LDE =&E *
WD *
LDE =&2E * запуск цикла КАМАК
WD *
RD * чтение младших разрядов данных
STA LSBR24 *
LDE =&E *
RD * чтение старших разрядов данных
STA MSBR24 *
LDA =0 * установка нормального режима
CSV =40 *
DLI MSBR24
DST #AR24
RTS
FIN
END

```



```

CDS DUM
FIN
LFIW24 LDS
RES 2
TAF CNA EQU 5
AF RES 2
ACNA RES 2
AW24 RES 2
F RES 1
CNA RES 1
MSBW24 RES 1
LSBW24 RES 1
FIN
FIW24 LPS LFIW24
LDE =12 *
MVS TAF CNA *
LDA @AF *
STA F *
LDA @ACNA * запоминание параметров вызова
STA CNA *
DLD @AW24 *
DST MSBW24 *
LDA =4 * установка привилегированного режима
CSV =40 *
LDA CNA *
LDE =&1E * запись кода CNAF
WD *
LDA F *
LDE =&E *
WD *
LDA LSBW24 *
LDE =&1E * запись младших разрядов данных
WD *
LDA MSBW24 *
LDE =&3E * запись старших разрядов данных
WD *
LDA =0 * установка нормального режима
CSV =40 *
RTS
FIN
END

```

Приложение 6

```

C PIR--PARALLEL INPUT REGISTER (C=1,N=1)
C ADC--ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER (C=2,N=10)

```

```

INTEGER F0,F2,F9,F25,F26,F27
INTEGER C1,C2
INTEGER N1,N10
INTEGER A0,A11

```

```

INTEGER R16,SR,MASK1,MASK4,IND
DATA F0/0/,F2/2/,F9/9/,F25/25/,F26/26/,F27/27/
DATA C1/1/,C2/2/
DATA N1/1/,N10/10/
DATA A0/0/,A11/11/
DATA MASK1/1/,MASK4/8/
C ENABLE ADC START
CALL FCOM(F26,C2,N10,A11)
C CLEAR PIR, WAITING FOR PIR(4)=1
5 CALL FCOM(F9,C1,N1,A0)
10 CALL FR16(F0,C1,N1,A0,R16)
CALL FAND(R16,MASK4,IND)
IF(IND) 15,10,15
C ADC CONVERSION START
15 CALL FCOM(F25,C2,N10,A0)
C TEST ADC LAM SOURCE
20 CALL FCOM(F27,C2,N10,A0)
CALL FSRD(SR)
CALL FAND(SR,MASK1,IND)
IF(IND) 25,20,25
C READ AND CLEAR ADC DATA REGISTER, CLEAR LAM SOURCE
25 CALL FR16(F2,C2,N10,A0,R16)
C PRINT
C PRINT 30,R16
30 FORMAT(5H R16=,I5)
GO TO 5
END
$EOD

```

ЛИТЕРАТУРА

1. Нгуен Фук, Смирнов В.А. ОИЯИ, P10-8712, Дубна, 1975.
2. Issinsky I.B. e.a. Particle Accelerators, 1973, vol.5,N. 4.
3. Волков В.И. и др. ОИЯИ, 9-8910, Дубна, 1975.
4. Устройство сопряжения для многокаркасных систем КАМАК. Техническое описание 270.74905.02 О/А. ВИДЕОТОН, Будапешт, 1975.
5. Обслуживание системы ввода - вывода КАМАК. Инструкции фирмы 204.050.10.02 ВИДЕОТОН, Будапешт, 1977.

6. Дисковый монитор реального времени RTDM, RTDME. Инструкции фирмы 201.007.10.02 ВИДЕОТОН, Будапешт, 1975.
7. Нгуен Вьет Зунг и др. ОИЯИ, 10-8971, Дубна, 1975.
8. Нгуен Вьет Зунг, Смирнов В.А., Черных Е.В. ОИЯИ, 9019, Дубна, 1975.
9. ВИДЕОТОН ЕС1010. Том. 1. Общее описание 270.100.206.2, Будапешт, 1973.
10. ВИДЕОТОН ЕС1010. Том II. Программное обеспечение 270.100.206.2, Будапешт, 1974.
11. Бюллетень по системам математического обеспечения. ВИДЕОТОН, Будапешт, июнь 1975.
12. Нгуен Фук, Смирнов В.А. ПТЭ, 1976, №3.

*Рукопись поступила в издательский отдел  
6 января 1978 года.*