

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Ц 8462

К-55

10 - 8739

1935/2-75

Т.Коба, В.Н.Кузнецов, Н.М.Пискунов, Г.М.Сусова

УСТРОЙСТВО СОПРЯЖЕНИЯ  
ЭВМ БЭСМ-4 - КРЕЙТ КАМАК

**1975**

10 - 8739

Т.Коба, В.Н.Кузнецов, Н.М.Пискунов, Г.М.Сусова

УСТРОЙСТВО СОПРЯЖЕНИЯ  
ЭВМ БЭСМ-4 - КРЕЙТ КАМАК

*Направлено в ПТЭ*

## Введение

В настоящее время при создании экспериментальных установок, работающих в режиме непосредственной связи с электронной вычислительной машиной (ЭВМ), в качестве регистрирующей и управляющей экспериментом аппаратуры широкое распространение получили цифровые модули, выполненные в стандарте КАМАК<sup>1</sup>. Преимущества этого стандарта становятся особенно ощутимы тогда, когда возникает необходимость менять характер проводимых исследований. В этом случае меняется набор цифровых модулей и управляющая программа, а устройство, обеспечивающее сопряжение между цифровыми модулями и ЭВМ, остается прежним. Ниже описывается вариант такого устройства, осуществляющего двусторонний обмен цифровой информацией между ЭВМ БЭСМ-4 и цифровыми модулями в крейте КАМАК.

### Состав устройства и организация обмена

Блок-схема устройства сопряжения приведена на рис. 1. В его состав входят: контроллер крейта типа КБ-603<sup>2</sup>, находящийся в крейте измерительного центра синхрофазотрона ЛВЭ, и интерфейс БЭСМ-4 типа ИКБ-581<sup>3</sup>, находящийся в крейте\* машинного зала ЭВМ БЭСМ-4. Передача цифровых данных по телефонным магистральным кабелям (длина кабелей - 1,2 км) между машинным залом ЭВМ и измерительным центром синхрофазотрона осуществляется дуплексными блоками связи

---

\* В этом крейте используются только шины питания магистрали КАМАК.



типа БСД-801<sup>/4/</sup>. Связь между интерфейсом ИКБ-581 и ЭВМ БЭСМ-4 осуществляется через блоки преобразователей логических уровней БЭСМ-ТТЛ типа ПУБ-303<sup>/4/</sup> и модифицированный канал связи МКС-1<sup>/6/</sup>.

Сложность обмена информацией между ЭВМ БЭСМ-4 и цифровыми модулями в стандарте КАМАК заключается в следующем:

- ЭВМ БЭСМ-4 имеет 45-разрядное слово и цикл памяти 8 мкс,
- КАМАК оперирует 24-разрядным словом и имеет цикл 1 мкс.

Обмен цифровой информацией между БЭСМ-4 и интерфейсом ИКБ-581 производится 45-разрядным словом, - между интерфейсом и контроллером - 24-разрядным словом. Формат 45-разрядного слова, посылаемого из ЭВМ в интерфейс, приведен на рис. 2, из которого видно, что слово разбито на две части:

- с 1 по 24 разряды - данные;
- с 25 по 45 разряды - управляющая часть.

Поясним назначение управляющих разрядов:

25 - 38 разряды предназначены для формирования команды NAF контроллера \* ;

39 - 41 разряды (С) зарезервированы под номер крейта \*\*;

42 - 43 разряды (Д,К) предназначены для управления работой контроллера и будут пояснены ниже;

44 разряд (У) указывает на то, что контроллер работает одним или двумя циклами в одном цикле ЭВМ;

---

\* 25 - 29 разряды указывают номер(N) модуля в крейте: 25 р. = N1 , 26 р. = N2 и т.д.

30 - 33 разряды - субадрес (А) в модуле:  
30 р. = А1 , 31 р. = А2 и т.д.

34 - 38 разряды указывают код операции F , которую должен выполнить модуль 34 р. = F1 , 35 р. = F2 и т.д.

\*\* Интерфейс может работать с многокрейтной системой КАМАК.

45 разряд (M) - управляет передачей данных из интерфейса в контроллер:

M = 0 - передается управляющая часть слова,

M = 1 - передаются данные.

Рассмотрим работу устройства сопряжения отдельно в двух направлениях:

а) выдача информации из ЭВМ;

б) прием ее в ЭВМ.

### Направление выдачи информации из ЭВМ

ЭВМ программным образом выходит на направление выдачи, затем посылает в интерфейс и далее в контроллер - импульсы готовности ( $U_{\text{гот}}$ ) - синхроимпульсы, посылаемые ЭВМ через каждые 8 мкс. Первый  $U_{\text{гот}}$  приводит все логические ячейки и регистры как интерфейса, так и контроллера, в исходное состояние. Далее интерфейс отвечает ЭВМ сигналом ОМВ (основной маркер выдачи), означающим, что регистр приема кода (РПК) свободен. Получив сигнал ОМВ, ЭВМ выставляет код на кодовые шины выдачи (КШВ) и посылает одновременно со вторым  $U_{\text{гот}}$  импульс выдачи кода (ИВК), сообщающий интерфейсу, что машинное слово находится на КШВ. Передним фронтом ИВК запускается схема управления интерфейса, которая вырабатывает 5 отдельных импульсов, соответственно сдвинутых по времени:

- первый импульс заносит 45-разрядное слово с КШВ в РПК интерфейса;
- второй импульс передает содержимое управляющей части РПК (25-44 разряды) в контроллер, при этом уровень M (45 разряд) находится в состоянии логического "0", и, следовательно, информация записывается в управляющий регистр контроллера;
- третий импульс модифицирует разряд M, т.е. устанавливает его в состояние логической "1";
- четвертый импульс передает содержимое данных РПК (1-24 разряды) и разряд M в контроллер. Так как в этом случае  $M=1$ , то контроллер выставляет дан-

ние на магистраль крейта, на шины W. Одновременно контроллер вырабатывает цикл КАМАК, который посылает на магистраль команду NAF, сигнал В и стробы S1, S2. Таким образом, данные записываются в указанный модуль;

- пятый импульс сбрасывает РПК, и выставляется сигнал ОМВ, после чего можно передавать следующее слово из ЭВМ.

В этом направлении есть возможность также передать данные параллельно в несколько модулей. При этом используются два цикла ЭВМ. Управляющая часть первого машинного слова должна содержать внутреннюю команду контроллера N(30)A(8)F(17), означающую, что данные запишутся в 24-разрядный регистр  $N_p$  контроллера, причем каждый разряд данных - это номер модуля, в который будет заноситься информация.  $U_{ГОТ}$  второго машинного слова сбрасывает в контроллере только управляющий регистр, оставляя неизменным регистр  $N_p$ .

Управляющая часть второго машинного слова должна содержать команду NAF, в которой все 5 разрядов N - логические "0", а A и F имеют значения, предусмотренные программой. При передаче данных (1-24 разряды) второго машинного слова запускается цикл КАМАК и происходит запись данных во все модули, указанные в регистре  $N_p$ . Например, таким образом можно организовать сброс группы модулей.

Кроме исполнения контроллером приведенной выше команды N(30)A(8)F(17), он может исполнить следующие команды:

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| - выработка сигнала I   | - N(30) A(9) F(26), |
| - снятие сигнала I      | - N(30) A(9) F(24), |
| - выработка сигнала Z   | - N(28) A(8) F(26), |
| - выработка сигнала С   | - N(28) A(9) F(26), |
| - занесение в регистр L | - N(30) A(8) F(1).  |

### Направление приема информации в ЭВМ

Прием данных в ЭВМ всегда начинается передачей управляющего слова из ЭВМ в интерфейс и далее в контроллер (как описано выше). В этом случае машин-

ное слово содержит только управляющую часть (25-44 разряды) и соответственно в контроллер передается только одно слово, т.к. третий и четвертый импульсы схемы управления интерфейса блокируются отсутствием "1" в 37 и 38 разрядах, что означает команду чтения. Управляющее слово содержит команду чтения КАМАК, номер модуля и его субадрес, а также выбранный режим работы контроллера в этом направлении (соответствующие значения разрядов Д,К,У).

После передачи управляющего слова программным образом меняется направление работы ЭВМ, которая начинает посылать импульсы запроса ( $U_{\text{зап.}}$ ) - синхронимпульсы - через каждые 8 мкс, означающие, что ЭВМ ждет приема данных. Первым же импульсом запроса в контроллере вырабатывается цикл КАМАК. В этом цикле данные с выбранного модуля через шины R магистральной крейта заносятся по стробу S1 в регистр контроллера, затем по стробу S2 передаются в интерфейс. Одновременно с данными посылается импульс переноса ( $U_{\text{пер.}}$ ), который сообщает интерфейсу о наличии данных на входных шинах. Данные записываются в первую часть (1-24 разряды) регистра выдачи кода (РВК) интерфейса; после записи интерфейс выставляет сигнал "Основной маркер приема" (ОМП), получив который, ЭВМ принимает код и отвечает импульсом приема кода (ИПК). На этом заканчивается цикл приема данных из модуля в ЭВМ и для того, чтобы получить из модуля следующее слово, нужно повторить все операции сначала.

Рассмотрим работу устройства сопряжения при групповой передаче данных в ЭВМ. Этот режим обеспечивается состоянием разрядов Д и К управляющего слова:

- а)  $D=0$ ,  $K=0$  - этот случай был рассмотрен ранее,
- б)  $D=1$ ,  $K=0$  - групповой режим приема данных с модификацией субадреса А.

При работе контроллера в этом режиме управляющее слово из ЭВМ передается только один раз, вначале. Затем ЭВМ программным образом выходит на прием



данных и в контроллере теперь каждый импульс запроса запускает цикл КАМАК. Прием первого слова данных происходит с регистра модуля по переданному адресу и субадресу (как в режиме а)). Затем задним фронтом цикла КАМАК производится модификация субадреса  $A$  — путем добавления 1 к содержимому регистра  $A$  контроллера, и прием данных происходит уже с регистра модуля по новому субадресу  $A+1$  и т.д. Когда будут прочитаны все регистры по имеющимся субадресам указанного модуля, начнется чтение регистров этого модуля с субадреса  $A(0)$ .

в)  $D=1, K=1$  — групповой режим приема данных с модификацией субадреса  $A$  и адреса  $N$ .

Этот режим отличается от предыдущего тем, что после чтения всех регистров субадресов указанного блока происходит модификация  $N$  путем добавления "1" к содержимому регистра  $N$  контроллера, и прием данных уже производится с регистра модуля с адресом  $N+1$ . После прочтения данных с регистра последнего модуля ( $N=23$ ) начинается прием данных по адресу  $N=1$ .

Модификация  $A$  и  $N$  в режимах б) и в) происходит в зависимости от состояния сигнала  $X^*$ :

при  $X=1$ :  $A = A+1, N$ ;

при  $X=0$ :  $A = 0, N = N+1$ ;

В режимах б) и в) предусмотрена возможность работы двумя циклами КАМАК за один цикл ЭВМ в зависимости от состояния разряда  $Y$ , причем если  $Y$  — логический "0", — то одним циклом КАМАК, если же  $Y$  — логическая "1" — двумя. При работе двумя циклами КАМАК второй цикл запускается задним фронтом импульса переноса  $U_{пер.}$ , причем в этом случае интерфейс выставляет сигнал ОМП только после приема двух слов данных. Первое слово данных записывается в 1-24 разряды РВК интерфейса, а второе — в 25-45 разряды РВК интерфейса; естественно, что при этом теряются три старших разряда каждого четного слова данных.

---

\* Возможен также режим модификации  $A$  и  $N$  по сигналу  $Q$ .

Устройство сопряжения обеспечивает вход ЭВМ в режим "Прерывание" сигналом (уровень ТТЛ) через разъем на передней панели контроллера крейта.

Программы контроля устройства сопряжения  
и цифровых модулей в стандарте  
КАМАК

Для организации обмена информацией между ЭВМ и цифровыми модулями в стандарте КАМАК программным путем указываются:

- направление обмена (прием или выдача);
- время, в течение которого ЭВМ производит обмен;
- число слов в обмене;
- буферная часть МОЗУ, куда (или откуда) производится запись информации;
- оператор программы, на которой произойдет передача управления в случае ненормального обмена.

Использование цифровых модулей, управляемых от ЭВМ, резко увеличивает возможности двустороннего обмена, что, естественно, усложняет не только программы обмена, но и программы контроля работы устройства сопряжения.

Необходимо отметить также тот факт, что у ЭВМ БЭСМ-4 довольно большое время переключения с приема данных на передачу и наоборот. Оно составляет 100 мкс. Этот недостаток приводит к необходимости широкого использования режима группового обмена данными между ЭВМ и цифровыми модулями.

Для контроля устройства сопряжения и цифровых модулей в стандарте КАМАК разработаны три тестовых программы.

Программа КАНАЛ 1 - длина без буферов обмена 50 ячеек - позволяет проверить правильность:

- передачи данных из интерфейса в контроллер и обратно;
- расшифровки команд КАМАК в модулях;
- расшифровки контроллером крейта номеров модулей;

- записи и считывания с модулей;
- работы устройства сопряжения в режиме группового обмена.

Из стандартного математического обеспечения ЭВМ БЭСМ-4 программа использует резидентную часть ИС-2.

Программа ТЕСТ КАНАЛ использует ИС-2, и для ее работы необходимы модуль индикатора магистрали ИИМ-591<sup>7</sup> и любой модуль с командами КАМАК "Запись" и "Считывание". Программа производит формирование различных вариантов данных, запись их в модуль, считывание и сравнение с исходными. В случае несовпадения выдается тестовая печать с информацией о неправильной работе аппаратуры, а сам процесс запись - считывание - сравнение организован так, что происхождение данных можно визуально наблюдать на индикаторе магистрали. Программа ТЕСТ OSA использует не входящие в библиотеку стандартных программ (СП) БЭСМ-4 СП-генератор случайных чисел и СП-построение гистограмм в упакованном виде. Из модулей КАМАК для ее работы необходим цифро-аналоговый преобразователь ЦАП-314<sup>8</sup>. Программа проверяет правильность работ ЦАП и устройства сопряжения путем высвечивания на осциллографе различных фигур и гистограмм нормально распределенной величины. (Один выход ЦАП подключается к усилителю вертикального отклонения луча осциллографа, другой - к усилителю горизонтального отклонения луча).

### Заключение

Устройство сопряжения успешно работает уже в течение полугода как со стендом для проверки пропорциональных камер, так и в сеансах по отладке установки "АЛЬФА" на пюанном пучке синхрофазотрона ОИЯИ.

Авторы считают своим долгом выразить благодарность С.Г.Басиладзе, И.Ф.Колпакову, Л.Н.Струнову за

внимание к работе и поддержке, А.П.Крячко и В.Н.Садовникову - за помощь при наладке устройства сопряжения и обсуждения, И.М.Иванченко - за полезные советы при разработке программы обмена.

#### Литература

1. CAMAC a Modular Instrumentation System for Data Handling, EURATOM Report, EUR 4100e (1972).
2. Т.Коба, Г.М.Сусова. ОИЯИ, 10-8483, Дубна, 1975.
3. Т.Коба, Г.М.Сусова. ОИЯИ, 10-8484, Дубна, 1975.
4. Р.Дульский. ОИЯИ, 10-7664, Дубна, 1974.
5. Р.Дульский. ОИЯИ, 10-7665, Дубна, 1974.
6. Е.Д.Городничев и др. ОИЯИ, 13-5053, Дубна, 1970.
7. Е.Хмелевски. ОИЯИ, 10-7323, Дубна, 1973.
8. В.А.Арефьев, С.Г.Басиладзе. ОИЯИ, 13-7388, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 марта 1975 года.