

Ц 841Г

Г-701

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 3510

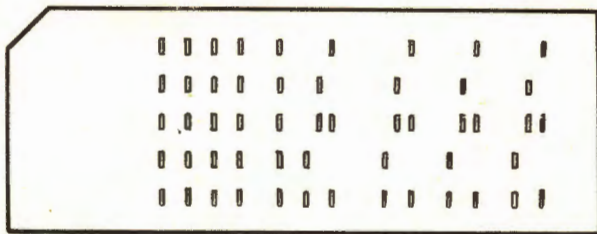


ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
И АВТОМАТИЗАЦИИ

Е.Д. Городничев, Г.М. Кадыков, А.П. Кретов,  
О.С. Нефедьев, В.Н. Садовников, В.Н. Шигаев.

ОМ ПРЕРЫВАНИЯ И КАНАЛ ВЫВОДА-ВВОДА  
ДАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ  
ДЛЯ ЭВМ БЭСМ-3М и БЭСМ-4

1967.

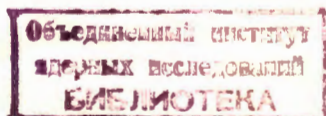


ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛВТА

10 - 3510

Е.Д. Городничев, Г.М. Кадыков, А.П. Кретов,  
О.К. Нефедьев, В.Н. Садовников, В.Н. Шигаев.

РЕЖИМ ПРЕРЫВАНИЯ И КАНАЛ ВЫВОДА-ВВОДА  
ДАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ  
ДЛЯ ЭВМ БЭСМ-3М и БЭСМ-4



5390 / 1 кр.

## I. Общая часть

Измерительный центр ЛВЭ ОИАИ оборудован электронной цифровой вычислительной машиной БЭСМ-3М.

ЭВМ предназначена для математической обработки данных физических измерений, проводимых на физических установках Института, и для решения других математических задач. В серийно выпускаемых ЭВМ БЭСМ-3М и БЭСМ-4 не предусмотрено схемы, позволяющей по внешнему сигналу прервать на некоторое время ( $t_{\text{прер.}}$ ) последовательность выполнения операций программы таким образом, чтобы в дальнейшем автоматически продолжить ее выполнение /1/. Другими словами, нет устройства прерывания.

В системе команд и схемах вводных (выводных) устройств машины БЭСМ-3М нет явных команд и узлов, позволяющих передать в память ЭВМ (выдать из памяти ЭВМ) за время  $t_{\text{прер.}}$  данные физических измерений по внешним каналам связи. Другими словами, нет устройства ввода-вывода.

Желание иметь вычислительную машину, работающую в непосредственной связи с полуавтоматическими измерительными устройствами (полуавтомат - ПА), передавать в машину и обрабатывать данные с искровых камер во время эксперимента потребовало разработки и осуществления в БЭСМ-3М устройств прерывания и ввода-вывода.

Блок-схема устройства ввода-вывода с прерыванием в ЭВМ БЭСМ-3М приведена на рис. I.



## П. Режим прерывания

Во время выполнения на БЭСМ-3М некоторой программы состояние ЭВМ при любой команде характеризуется значениями следующих регистров:

- Рег. КРА - Регистр адреса команд содержит значение адреса текущей команды (12 разрядов).
- Рег. РП - Регистр приращений адресов состоит из четырех двоичных разрядов, представляющих дополнительные, тринадцатые разряды для каждого из адресов выполняемой команды.
- Рег. РА - Индекс-регистр, или регистр модификации адреса (12 разрядов)
- Рег.  $\omega$  - Одноразрядный регистр управления, приобретает значения 0 или 1 в зависимости от конечного результата в операциях над числами.

Любая схема прерывания в общем случае должна обеспечить сохранение значений указанных регистров в момент прерывания, на время выполнения программы прерывания -  $t$  пр., а затем по окончании прерывающей программы произвести восстановление этих значений. Можно построить общий дополнительный регистр (29 разрядов) и в него передать содержимое регистров КРА, РП, РА,  $\omega$ , либо накопить значения этих регистров в оперативной памяти.

Первый способ является более приемлемым с точки зрения времени запоминания значений регистров КРА, РП, РА,  $\omega$ , но требует дополнительных команд для обмена содержимого этих регистров с содержимым дополнительного регистра и значительного электронного оборудования. Второй способ является менее быстродействующим.

дим, но более экономичным с точки зрения электронной аппаратуры. Введение новых команд в этом случае не требуется, т.к. возможно использовать имеющиеся в БЭСМ-3М.

Рассмотрим, как можно посредством усовершенствованной схемы управления машины без введения новых команд осуществить переключение программ.

Предположим, что внешний сигнал прерывания имеет место, и со стороны ЭВМ дано разрешение на прерывание (рис. 2), одноразрядный регистр разрешения прерывания Рег. РПр в "I"; тогда выполняемая в этот момент  $n$ -я команда будет полностью завершена и начнется выполнение  $n + 1$ -ой.

И если  $n + 1$ -я команда - не "вывод младших разрядов произведения", не "исполнительная команда" обращения к внешним запоминающим устройствам, а  $n$ -я команда - не "изменения регистров приращения", прерывание будет иметь место, и в момент времени "Ia" появится сигнал прерывания. Сигнал прерывания действует в течение трех команд и обеспечивает особый режим их выполнения. В момент времени Ib производится сброс регистра команд (РК) и регистра кода операции (КОП). Вследствие этого в машине взамен  $n + 1$ -ой пойдет выполнение команды

0 00 0000 0000 0000 (I)

Эта стандартная операция "ноль-ноль" не изменяет значения регистров РП, РА,  $\omega$ . Изменение регистра КРА в этой команде блокируется сигналом прерывания. В момент времени 6б очищается регистр адресов МОЗУ (Рег.РА МОЗУ) от адреса  $n + 2$ , подготовленного стандартно, а в момент 6в схема прерывания вырабатывает сигнал занесения в Рег. РА МОЗУ фиксированного адреса Аф взамен " $n + 2$ ".

Из ячейки МОЗУ с номером Аф произойдет выборка на РК команды, предназначенной для запоминания значения Рег. КРА. В момент Об следующего цикла код этой команды будет расшифрован, и далее пойдет стандартное выполнение команд.

В БЭСМ-3М не имеется команды, которая могла бы передать в МОЗУ содержимое регистра КРА. Для этого используется имеющаяся команда безусловной передачи управления с возвратом с кодом операции I6 (безусловного изменения регистра КРА),

$$0 \quad I6 \quad A_1 \quad A_2 \quad A_3 \quad (2)$$

Обычно при выполнении команды (2) в ячейку с номером  $A_3$  записывается

$$\langle A_3 \rangle \quad 0 \quad I6 \quad 0000 \quad A_1 \quad 0000, \quad (3)$$

а регистр КРА приобретает значение  $A_2$ .

В ячейку с номером Аф записывается заранее команда (2) в виде:

$$\langle A\phi \rangle \quad 0 \quad I6 \quad 0000 \quad A_2 \quad A_3 \quad (4)$$

Эта команда, выполненная сразу после входа в прерывание (за операцией "ноль-ноль"), в ячейку с номером  $A_3$  запишет не

$$\langle A_3 \rangle \quad 0 \quad I6 \quad 0000 \quad 0000 \quad 0000 \quad (3')$$

$$(A_1=0),$$

а под воздействием схемы прерывания

$$\langle A_3 \rangle \quad 0 \quad I6 \quad 0000 \quad KPA_{n+1} \quad 0000 \quad (5)$$

$KPA_{n+1}$  - значение Рег. КРА в момент прерывания.

Из (5) следует, что в ячейку  $A_3$  в разряды второго адреса попадает значение регистра  $KPA_{n+1}$ , а значит, имеется возмож-

ность после окончания работы программы прерывания выполнить команду (5) и восстановить значение регистра, которое было в момент прерывания.

Запоминание значений регистров РП, РА и  $\omega$  производится специальными командами или набором стандартных команд, имеющихся в ЭВМ, и выполняемым после окончания команды из АФ.

$\langle A_{\Phi} \rangle$	0	I6	0000	$A_{\Phi+I}$	$K + 3$
$\langle A_{\Phi} + I \rangle$	0	57	AI	РП <sub>нов</sub>	$K + 2$
$\langle A_{\Phi} + 2 \rangle$	4	52	0000	РА <sub>нов</sub>	$K + I$
$\langle A_{\Phi} + 3 \rangle$	0	36	$\beta$	$A_H$	$K$
$\langle A_{\Phi} + 4 \rangle$	0	00	$\alpha$	0000	$K$

где  $\left\{ \begin{array}{l} \langle \alpha \rangle 0 \quad I3 \quad 0000 \quad 0000 \quad 0000 \\ \langle \beta \rangle 0 \quad I5 \quad 0000 \quad 0000 \quad 0000 \end{array} \right.$   
 $A_H$  - начало программы прерывания.

Под воздействием прерывания три команды  $A_{\Phi}$ ,  $A_{\Phi+I}$ ,  $A_{\Phi+2}$  выполняются независимо от содержания регистра приращения в момент прерывания с фиксированными адресами I куба. Назовем последовательность команд (6) программой запоминания состояния.

Результатом работы этой программы, в общем случае будет наличие в некоторых ячейках памяти  $\langle K \rangle + \langle K + 3 \rangle$  последовательности команд:

$\langle K \rangle$	0	I3	0000	0000	0000	при $\omega = 0$
$\langle K \rangle$	0	I5	0000	0000	0000	при $\omega = I$
$\langle K + I \rangle$	0	52	0000	РА <sub>n+I</sub>	0000	(7)
$\langle K + 2 \rangle$	0	57	$A_I$	РП <sub>n+I</sub>	0000	
$\langle K + 3 \rangle$	0	I6	0000	КРА <sub>n+I</sub>	0000	



$KPA_{n+1}$  ,  $RP_{n+1}$  ,  $PA_{n+1}$  - значение соответствующих регистров в момент прерывания.

Назовем (7) программой восстановления значений регистров состояния ЭВМ.

После окончания программы запоминания состояния ЭВМ (6), она переходит к программе прерывания (ПП).

Во время работы ПП при необходимости производится перераспределение программ в памяти ЭВМ, вызов программы ввода-вывода данных, работа этой программы и т.п. Прием (передача) данных по каналам связи с внешних регистров осуществляется специальными командами ввода-вывода. Момент окончания работы ПП определяется программным путем. Затем восстанавливается в оперативной памяти прерванная программа, и ЭВМ переходит к выполнению программы восстановления значений регистров состояния ЭВМ (7). Работа команд в (7) не зависит от электрической схемы прерывания, т.к. сигнал прерывания держится лишь в течение трех команд после входа в прерывание.

После выполнения последней операции из (7) восстановится старое значение  $KPA_{n+1}$ , и ЭВМ перейдет к выполнению прерванной  $n+1$ -ой команды основной программы при значениях регистров состояния, которые были в момент прерывания.

Время от момента появления внешнего сигнала прерывания до перехода к программе прерывания - время входа в прерывание  $t_{вх.пр.}$  - складывается из времени окончания  $n$ -ой операции  $t_1$  и времени выполнения программы запоминания состояния  $t_2$  (рис.2). Время  $t_1$  - величина, зависящая от момента появления внешнего сигнала прерывания по отношению к моменту окончания текущей команды. Время  $t_2$  составляет величину  $\sim 200$  мксек.



Время выхода из прерывания  $t_{\text{вых.пр.}}$  определяется временем выполнения программы восстановления значений регистра КРА, РП, РА,  $\omega$  и составляет величину  $\sim 150$  мксек.

### Ш. Ввод-вывод данных в (из) ЭВМ с внешних объектов

Ввод (вывод) данных с измерительной аппаратуры в вычислительную машину осуществляется через два внешних регистра по 45 разрядам - входной (Рег.вх.) и выходной (Рег.вых.).

Оба регистра расположены вне машины и связаны кабельной связью со схемами входных и выходных каналов (рис. I). При каждом из этих внешних регистров имеется по два дополнительных разряда управления. Назовем один из них основным маркером (ОМ), другой - вспомогательным маркером (ВМ). При необходимости передать код или группу кодов в ЭВМ внешний объект подает сигнал прерывания.

При соответствующих условиях выполнение текущей программы в машине прерывается (см. режим прерывания) и управление передается в блок программы, осуществляющей обмен информацией между внешним объектом и машиной через внешние регистры.

Прием кода с Рег.вх. или передача на Рег.вых. осуществляется модифицированными командами обращения к внешним запоминающим устройствам:

подготовительной командой - Ма

исполнительной командой - Мб.

Операция приема и выдачи кода является групповой.

## П р и е м   к о д о в

Команда приема кодов с Рег.вх. записывается в следующем виде:

$$\begin{array}{cccccc} \bar{\pi} & Ma & \text{УЧ}_{\text{пр}} & A_2 (Ma) & A_3 (Ma) & \\ \bar{\pi} & Mb & A_I (Mb) & A_2 (Mb) & A_3 (Mb) & \end{array} \quad (7)$$

УЧ - условное число, которое определяет режим работы; для режима "прием кодов" УЧ - 0001<sub>8</sub>

Состояние регистра приращений РП<sub>A<sub>I</sub></sub> и исполнительный адрес A<sub>I</sub>(Mb) задают начальный адрес массива ячеек МОЗУ, в которые будут засылаться принимаемые коды. Исполнительные адреса A<sub>I</sub>(Mb) и A<sub>3</sub>(Ma) определяют максимальное число принимаемых кодов. Групповая операция приема всегда завершается записью по A<sub>3</sub>(Mb) контрольной суммы принятых кодов. По адресу A<sub>3</sub>(Mb) + I записывается

$$0 \quad 00 \quad 0000 \quad A_I(Mb) + n \quad 0000 \quad (8)$$

*n* - количество принятых кодов.

Величина A<sub>I</sub>(Mb) + *n* в процессе работы операции приема формируется на особом регистре - Рег.СМА.

При выполнении групповой операции ЭВМ анализирует дополнительные разряды Om и Vm. Наличие "1" в разряде Om означает, что на Рег.вх. имеется код. Наличие "1" одновременно в разрядах Om и Vm означает, что на Рег.вх. находится последний код из передаваемой группы кодов. В частности, если внешний объект передает группу, состоящую из одного кода, последний маркируется двумя единицами - в Om и Vm.

Рассмотрим подробнее работу команды приема кодов (см. рис. 1 и рис. 3).

Выполняется подготовительная команда Ма, определяющая режим работы. Затем машина переходит к выполнению исполнительной команды Мб. В начале операции Мб на Рег.СМА засылается А<sub>I</sub>(Мб). Затем происходит прекращение работы центрального управления (ЦУ) машины и запуск схемы местного управления (схемы обмена информацией - ОМ).

Схема ОМ включает в работу схему управления вводом-выводом. Последняя вырабатывает сигнал, анализирующий состояние управляющих разрядов внешнего регистра - ОМ, ВМ. При условии  $ОМ = I$  схема управления вводом-выводом вырабатывает: сигнал 1, по которому содержимое регистра вх. пересылается через схему входных каналов на регистр приема кода (Рег.Пр. кода) и сигнал 2, по которому схема управления Рег.вх. сбрасывает Рег.вх. и дополнительные разряды ОМ-ВМ, и готовит следующее число (см. рис. 1).

Код с Рег.Пр. кода записывается в МОЗУ и передается в АУ для формирования контрольной суммы.

На рег.СМА готовится новый адрес для записи следующего кода. На этом заканчивается цикл работы схемы местного управления по вводу одного числа.

В процессе группового приема схема управления вводом-выводом периодически анализирует состояние разрядов ОМ и ВМ через равные промежутки времени  $t = 12$  мксек. При каждом таком анализе внешнему объекту всегда посылается сигнал 2.

И если при анализе  $ОМ = I$ , то производится считывание кода с Рег.вх., запись его в МОЗУ по адресу СМА и готовится новый адрес на СМА. Как обычно, на сумматоре АУ суммируются принятые коды.



Если при очередном анализе  $OM = 0$ , то считывание кода и запись в МОЗУ не происходит, содержимое сумматора адреса (СМА) не изменяется.

В этом случае схема обмена информации производит передачу и запись содержимого Рег.СМА в ячейку МОЗУ с адресом  $A_3^{исп.}(Mб)+1$ . Происходит останов работы местного управления и пуск ЦУ. Машина дальше завершает команду Мб и по  $A_3^{исп.}(Mб)$  записывает циклическую сумму принятых кодов, а по  $A_2^{исп.}(Mб)$  передает управление. Кроме  $OM = 0$  условием конца групповой операции является

1. Совпадение СМА с  $A_3^{исп.}(Ma)$
2. Признаки "I" в разрядах OM и BM.

Управление в случае 1 и 2 передается следующей за Мб команде.

### В ы д а ч а к о д о в

Команда выдачи кодов на Рег.Вых. записывается в следующем виде:

$$\begin{array}{ccccc}
 \overline{T} & Ma & УЧ_{\text{выв.}} & A_2(Ma) & A_3(Ma) \\
 T & Mб & A_1(Mб) & A_2(Mб) & A_3(Mб)
 \end{array} \quad (9)$$

УЧ – условное число, которое определяет режим работы; для режима "выдача кодов" УЧ – 0005<sub>8</sub>.

$A_1^{исп.}(Mб)$  и  $A_3^{исп.}(Ma)$ , как обычно, определяют количество кодов, выводимых в групповой операции на Рег.Вых.

При выходе машины на эту команду происходит останов ЦУ и запуск схемы местного управления ОИ. Выполняется цикл работы ОИ, при котором код считывается в АУ, т.е. подготавливается для передачи на Рег.Вых. В конце этого цикла запускается схема управления вводом-выводом, последняя вырабатывает сигнал, анализирующий состояние ОИ Рег.Вых. 12



При  $OM = 0$  (Рег.Вых. подготовлен к приему кода из ЭВМ) схема управления вводом-выводом вырабатывает: сигнал 1, по которому код из АУ пересылается через схему выходных каналов на Рег.вых., разряд OM на Рег.вых. ставится в "1", BM - в состояние "0" (если не последний код); сигнал 2, по которому схема управления Рег.вых. пересылает код с Рег.вых. на внешний объект и очищает разряды OM и BM.

При условии  $OM = 0$  на Рег.СМА готовится новый адрес для выдачи следующего кода. На сумматоре, как обычно, накапливается контрольная сумма выдаваемых кодов.

На этом заканчивается цикл работы схемы OM по выводу одного числа. В процессе групповой выдачи кодов схема управления вводом-выводом периодически анализирует состояние разряда OM Рег.вых. Через равные промежутки времени  $t = 12$  мксек. и при каждом таком анализе внешнему объекту всегда посылается схемой управления вводом-выводом сигнал 2. Сигнал 1 вырабатывается только при  $OM = 0$ .

Если  $OM = 1$ , то выдача очередного кода не происходит. Содержимое СМА не изменяется. На сумматоре контрольная сумма остается старой. В этом случае, как и при команде приема, схема OM производит передачу и запись содержимого Рег.СМА в ячейку МОЗУ с адресом  $A_3^{исп.}(M6) + 1$ . Машина уходит с местного управления OM на ЦУ. Завершает команду M6 и по  $A_3^{исп.}(M6)$  записывает циклическую сумму переданных кодов, а по  $A_2^{исп.}(M6)$  передает управление.

Кроме  $OM = 1$ , условием конца групповой операции является: 1. Совпадение СМА с  $A_3^{исп.}(Ma)$ .

Если групповая операция вывода заканчивается по условию 1, то управление передается следующей за (Ma-M6) команде. При завершении

операции вывода накопленная контрольная сумма переданных кодов записывается по  $A_3^{\text{ИСП.}}(\text{Мб})$ , а по  $A_3^{\text{ИСП.}}(\text{Мб})+1$  - содержимое СМА в момент выдачи последнего кода на Рег.вых.

#### IV. Характеристика режима прерывания, вывода и ввода данных в ЭВМ БЭСМ-3М

Описанный режим прерывания, ввода и вывода можно охарактеризовать следующими данными:

1. Временем переключения программ  $t_{\text{Вх.пр.}}$ ,  $t_{\text{Вых.пр.}}$

$$t_{\text{Вх. пр.}} = t_1 + t_2, \text{ где } t_1 - \text{перем.}$$

$$t_{\text{Вых. пр.}} \sim 150 \text{ мксек} \quad t_2 \sim 200 \text{ мксек}^{(10)}$$

2. Скоростью ввода и вывода.

Из описания работы команд Ма и Мб следует, что время приема или передачи группы кодов равно

$$T = t_{\text{Ма}} + t_{\text{Мб}} \quad (II)$$

$$t_{\text{Мб}} = t'_{\text{Мб}} + t_{\text{СМА}} + t_{\text{он}} n$$

где  $t_{\text{Ма}}$  - время выполнения подготовительной команды Ма

$t_{\text{Мб}}$  - время выполнения исполнительной команды

$t'_{\text{Мб}}$  - время работы схемы ЦУ в исполнительной команде Мб

$t_{\text{СМА}}$  - время записи в МОЗУ содержимого СМА

$t_{\text{он}}$  - время непосредственного приема в ЭВМ одного кода с Рег.вх. (выдачи из ЭВМ на Рег.вых.)

$n$  - количество принятых или переданных кодов.

В БЭСМ-3М

$$T = 70 + 12 \cdot n \text{ мксек} \quad (I2)$$

3. Возможностью контроля данных, передаваемых в ЭВМ.

Групповая операция Ма-Мб всегда завершается записью контрольной суммы  $K\Sigma_1$  принятых (переданных) кодов по адресу  $A_3(Мб)$ .  $K\Sigma_1$  получается на сумматоре АУ ЭВМ. Если внешний объект в качестве последнего кода передает  $K\Sigma_2$ , то она записывается в ячейку  $A_1(Мб) + n$ .

Имеется возможность сравнить  $K\Sigma_1$  и  $K\Sigma_2$  без значительных затрат времени ЭВМ.

Количество поступающей информации от внешнего объекта за время работы команд Ма-Мб можно оценить по содержимому ячейки

$\langle A_{3(Мб)+1} \rangle$     00    0000     $A_1(Мб) + n$     0000     $A_1$ -пост.

$n$  - количество принятых (переданных) кодов.

4. Асинхронной связью схемы управления ЭВМ с внешними объектами через регистры во время ввода-вывода данных.

Логическая связь схемы управления ввода-вывода ЭВМ с внешними объектами осуществляется через управляющие разряды ОМ и ВМ Рег.вх. и Рег.вых. Передача кода по линии связи от внешнего объекта на Рег.вх. начинается по сигналу 2 от ЭВМ, но далее идет независимо от работы ЭВМ. ЭВМ по значению ОМ, ВМ оценивает конечный результат действия - подготовлен код на Рег.вх. или нет. Программа ввода различает ситуацию по передаче управления в команде Мб.

При выводе данных по сигналу 2 от ЭВМ внешний объект должен снять код с Рег.вых. и подготовить регистр к приему следующего. Передача кода с Рег.вых. по линии связи к внешнему объекту производится далее независимо от работы ЭВМ. ЭВМ анализирует состояние разряда ОМ Рег.вых. и определяет, принимает внешний объект кода от ЭВМ или нет. Программа вывода также, как и при вводе

данных различает ситуацию по передаче управления в команде Мб.

Такая организация связи позволяет осуществить совместную работу ЭВМ с внешними объектами, имеющими различные временные характеристики, от медленнодействующих устройств вывода на печать до устройств, способных принимать - передавать данные с частотой  $80 \cdot 10^3$  каналов/сек.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная система прерывания, вывода и ввода данных в ЭВМ является достаточно общей для того, чтобы вводить (выводить) информацию в БЭСМ-3М и создавать программы совместной работы ЭВМ и различных, непосредственно связанных с выходными регистрами устройств, включая полуавтоматические измерительные устройства обработки фильмовой информации (ПА), установки из бесфильмовых искровых камер, просмотровую аппаратуру, печатающие устройства и т.п.

Система прерывания и ввода-вывода была осуществлена в ЭВМ в июле 1966 года и опробована во время работы на пучке синхрофазотрона ОИЯИ установки из бесфильмовых искровых камер совместно с БЭСМ-3М. Программа обработки имела различные режимы работы, позволяющие производить накопление данных, поступающих с искровых камер за время импульса ускорителя, в памяти ЭВМ, анализировать их за время между импульсами ускорителя и результаты записывать на магнитную ленту.

Программа ввода в БЭСМ-3М данных с нескольких полуавтоматов ПА, работающих совместно с ЭВМ, и программа контроля со стороны ЭВМ измерений, проводимых на ПА, с выдачей на печатающие машинки



ПА указаний операторам, находятся в отладке на ЭВМ.

В заключение выражаем благодарность Голутвину И.А., Каржавину Ю.А., Инкину В.Д. за полезные обсуждения при составлении задания на систему прерывания, ввода и вывода данных в ЭВМ с физических установок.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. В.К.Кузнецов, А.А.Морозов. Реализация прерывания программ в универсальных ЭЦВМ. "Автоматика и приборостроение". УССР, ИТИ, 1965, № 3.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 сентября 1967 г.

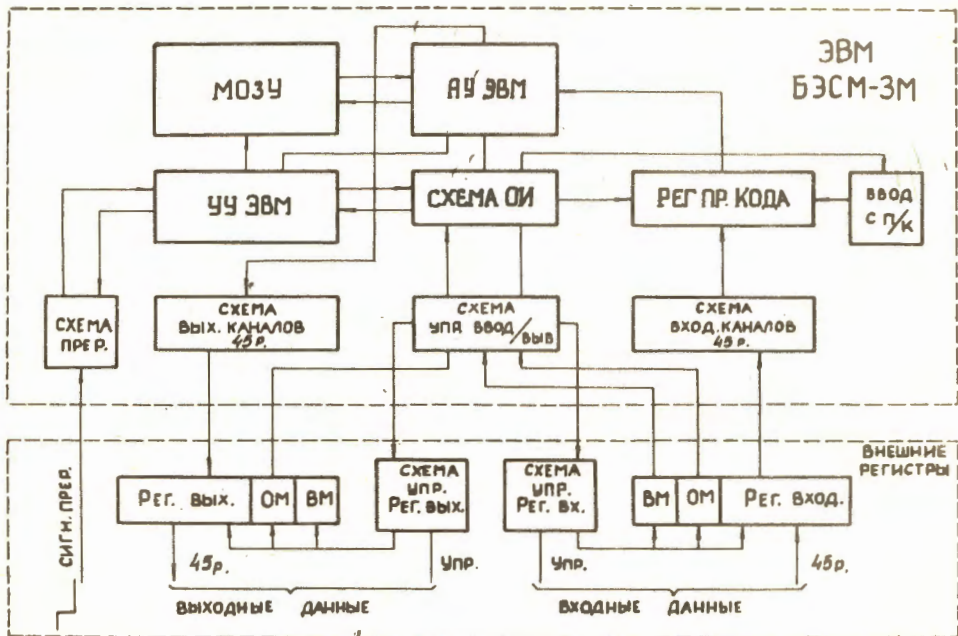


Рис. 1 Блок-схема устройства ввода-вывода данных в ЭВМ.

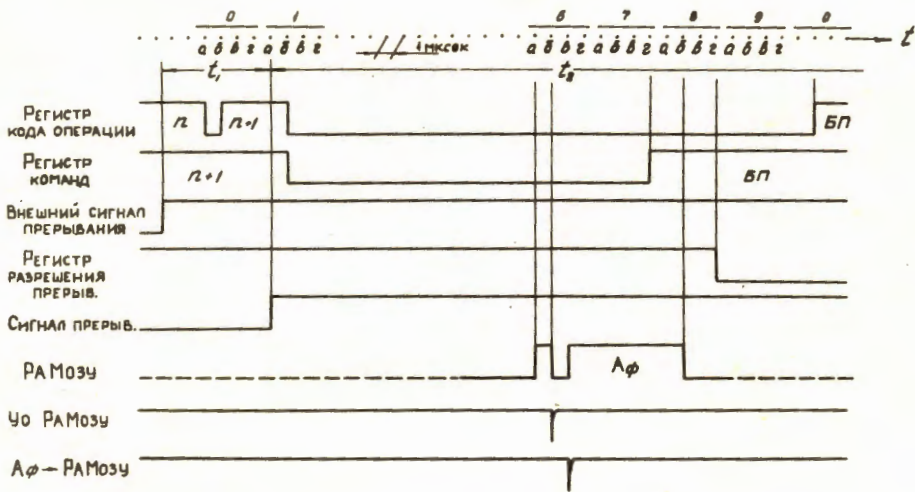


Рис. 2 Временная диаграмма входа в прерывание

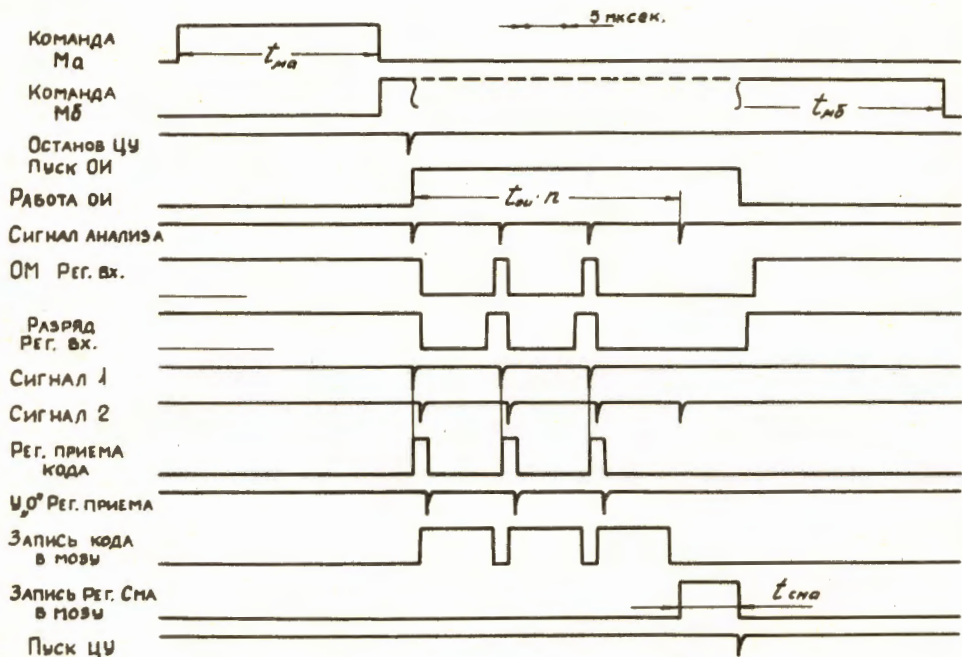


Рис. 3 Диаграмма работы команды ввод данных.