

Ц 848 + Ц 841 Г

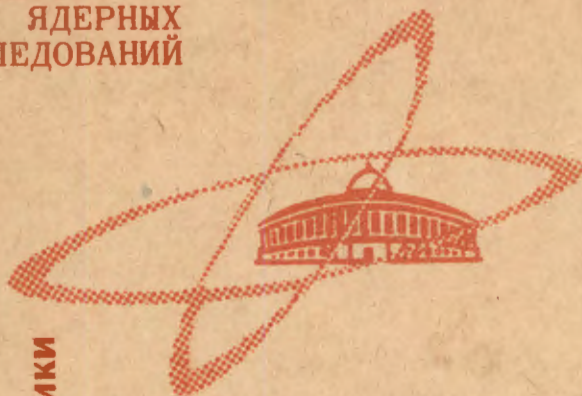
2015.70

Г-701

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 4870

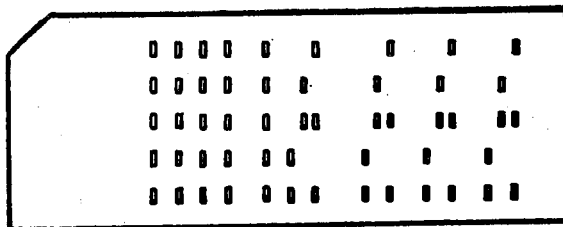


ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
И АВТОМАТИЗАЦИИ

Е.Д. Городничев, Г.М. Кадыков, Н.Н. Морозова,  
В.Н. Садовников

АППАРАТУРА И КОМАНДЫ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ  
ДЛЯ РАБОТЫ БЭСМ-4 В РЕЖИМЕ "ON-LINE"

1969

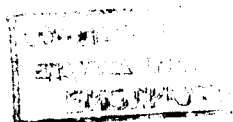


**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛВТА**

10 - 4870

Е.Д. Городничев, Г.М. Кадыков, Н.Н. Морозова,  
В.Н. Садовников

**АППАРАТУРА И КОМАНДЫ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ  
ДЛЯ РАБОТЫ БЭСМ-4 В РЕЖИМЕ "ON-LINE"**



8166/2.49

Полупроводниковые вычислительные машины класса БЭСМ-4 благодаря их небольшой стоимости, доступности в приобретении, достаточной надежности в работе, наличию математического обеспечения и подготовленных кадров программистов широко применяются в физических лабораториях, в том числе в измерительных центрах лабораторий ОИЯИ.

Использование БЭСМ-4 на линии связи с экспериментальной аппаратурой совместно с более мощными вычислительными машинами способствует развитию методики экспериментов на линии с ЭВМ, дает опыт в создании и эксплуатации измерительно-вычислительных систем /1,2/

В данной работе рассматриваются вопросы проектирования устройства обмена информацией по линиям связи между измерительно-регистрирующей аппаратурой и памятью ЭВМ. Приводится структурная и логическая схема устройства, построенная с учетом конструктивных и логических особенностей БЭСМ-4 и требований к обмену, предъявляемых экспериментальной аппаратурой.

Особенности поступления информации от экспериментальных установок, работающих на линии с ЭВМ.

Как правило, поступление регистрируемой информации от экспериментальных установок имеет случайный характер во времени, а средняя скорость поступления может изменяться в широких пределах.

Установка из бесфильмовых искровых камер /2/, работающая на линии с ЭВМ, регистрирует в среднем 100 событий за один

цикл ускорителя. Информация, относящаяся к одному событию, составляет двенадцать 45-разрядных слов и передается в память вычислительной машины за "мертвое время" камер. Это время при работе камер на ускорителе устанавливается в пределах 2-10 мсек.

Более высокие требования к каналу ввода вычислительной машины предъявляет установка для экспериментов на ускорителе в Серпухове<sup>/3/</sup>. Максимальный объем информации, относящейся к одному событию, может составить 200 слов машины БЭСМ-4. При "мертвом времени" искровых камер 5-10 мсек скорость передачи в память ЭВМ должна быть не ниже  $2 \frac{\text{дв. разр.}}{\text{мксек.}}$ . Поступление информации с такой скоростью происходит во время сброса интенсивности ускорителя на мишень. Длительность интенсивности на "столе" цикла магнитного поля составляет 300-800 мсек. Остальное время цикла ускорителя (9 сек) используется для контроля, записи событий на магнитную ленту и частичной обработки принятой информации.

Предполагается регистрировать до 20 событий за один цикл работы ускорителя. Отсюда общий объем информации за время регистрации может составить несколько тысяч слов машины БЭСМ-4.

Приборы для автоматического измерения координат треков на фотографиях с камер, работающие совместно с вычислительной машиной, позволяют обрабатывать миллионы фотографий в год. Один из приборов для автоматического измерения - сканирующий автомат на электронно-лучевой трубке (СА)<sup>/4/</sup>. В СА регистрация и передача координат следа частицы в память машины производится во время рабочего сканирования строки. При этом разрешающая способность прибора по пленке, т.е. способность различать

соседние треки, определяется в первую очередь быстродействием передачи считанной информации в оперативную память ЭВМ. Для получения разрешающей способности 20-30 мкм при скорости сканирования 2 мкм/мксек считывание координат должно производиться за время 10-15 мксек. При емкости регистрирующей электроники в автомате (для координат и служебной информации) в 40-50 разрядов скорость передачи в ЭВМ должна быть 3-5  $\frac{\text{ДВ. РАЗР.}}{\text{МКСЕК.}}$

Поступление информации с такой скоростью происходит только во время сканирования строки. Время обратного хода луча используется для контроля и частичной обработки принятой информации.

Из рассмотренных примеров можно выделить некоторые основные особенности поступления информации с установок такого типа.

1. Поступление регистрируемой информации периодически повторяется во времени (цикл работы ускорителя, цикл сканирования строки).

2. Непосредственное поступление данных идет в течение части периода (время сброса интенсивности ускорителя на мишень, время рабочего сканирования).

3. Скорость поступления данных в память ЭВМ 2-5  $\frac{\text{ДВ. РАЗР.}}{\text{МКСЕК.}}$ .

4. Количество слов информации не определяется однозначно, но можно подсчитать максимальный объем информации в одном периоде работы установки (число регистрируемых событий в цикле ускорителя, число треков на строке).

Эти особенности были учтены при разработке устройства обмена БЭСМ-4 ОИЯИ.

## Принципы организации непосредственного ввода информации в БЭСМ-4.

Непосредственный ввод экспериментальной информации в оперативную память машины — это ввод без использования промежуточных носителей информации и накопителей типа магнитная лента. В последнее время он получил наибольшее распространение на машинах класса М-20, Минск-22, БЭСМ-3М<sup>5</sup>, 6, 7/. В сочетании с режимом прерывания программ и выводом информации из вычислительной машины на экспериментальную аппаратуру непосредственный ввод позволяет использовать ЭВМ в системах связи (*on-line*) с различного рода физическими установками.

При разработке системы максимально используются аппаратные средства самой машины для передачи слова информации с экспериментальной аппаратуры в память.

Регистр числа в памяти используется как входной для занесения в него информации с линий связи. Массовые цепи передач внутри ЭВМ используются для транспортировки слова в регистр. Сумматор адреса (СМА) в устройстве управления машины используется для подсчета числа принятых слов.

Модификация стандартной команды обращения к внешним устройствам обеспечивает необходимый формат команды непосредственного ввода. Выполнение команды осуществляется центральным устройством управления и схемой местного управления обменом с внешними запоминающими устройствами машины. При выполнении команды производится подсчет времени. В качестве счетчика времени используется сумматор арифметического устройства.

При таком подходе к организации непосредственного ввода значительно сокращается количество дополнительной аппаратуры, обеспечивается надежность ввода, так как основные схемы действуют и контролируются при обычном режиме работы машины. Скорость непосредственного ввода при этом приближается к скорости работы оперативной памяти в случае группового параллельного ввода.

На рис. I приведена структурная схема машины БЭСМ-4 с устройством непосредственного ввода-вывода.

#### Логика обмена сигналами

В наборе и логике сигналов управления максимально учитываются особенности информации, поступающей с экспериментальной аппаратуры. Перед поступлением регистрируемой информации от источника в машину подается потенциальный сигнал "вызов" по линии прерывания (рис. I). По этому сигналу схема прерывания БЭСМ-4/8/ осуществляет передачу управления в фиксированную ячейку памяти, если имеется разрешение на это со стороны вычислительной машины.

Собственно передача управления производится по окончании команды, выполняемой в ЭВМ в момент прихода сигнала "вызов". Реакцию вычислительной машины на этот сигнал принято называть прерыванием программы, или просто прерыванием. Состояние программы в момент прерывания необходимо запомнить для того, чтобы можно было продолжить работу прерванной программы после окончания приема информации с экспериментальной аппаратуры. Для

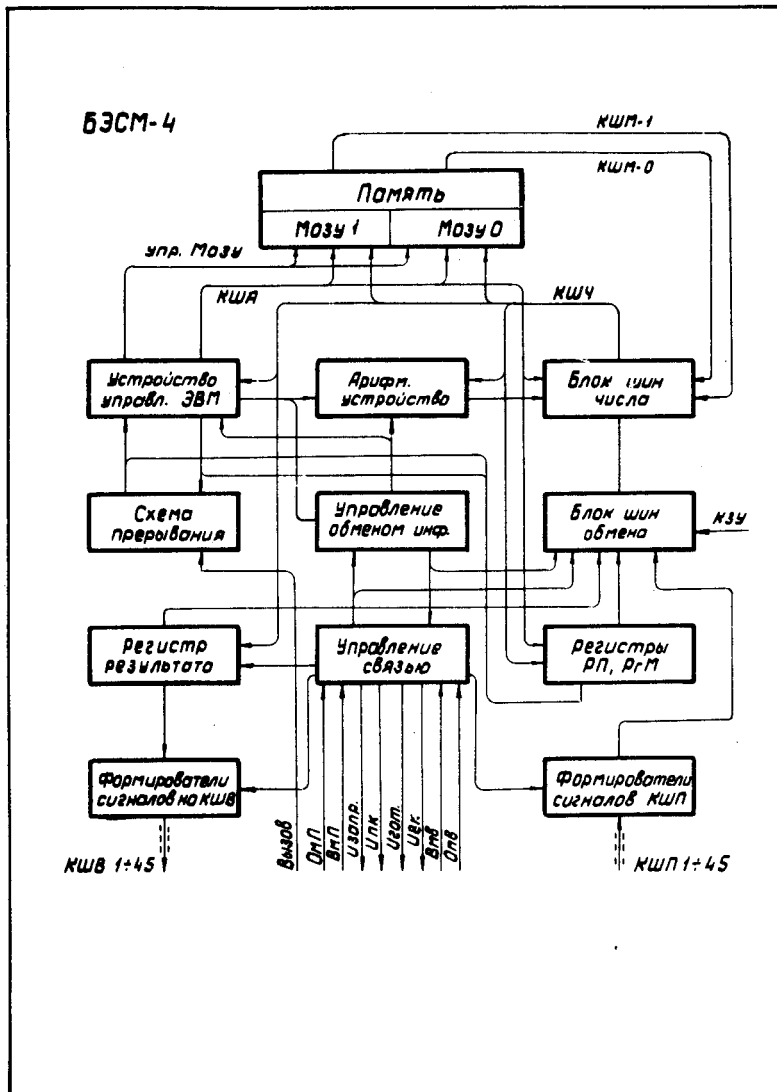


Рис. 1. Структурная схема БЭСМ-4 ОИЯИ с устройством обмена информацией для работы *on-line*.



этого в фиксированную ячейку заранее записывается команда "запоминание состояния". Эта команда автоматически выбирается из фиксированной ячейки, осуществляет запись регистров состояния машины в оперативную память и передает управление на программу ввода информации с устройства, приславшего сигнал "вызов". Режим непосредственного ввода реализуется с помощью команды непосредственного ввода, которая расшифровывается и выполняется центральным управлением и входит в программу ввода информации. Пример ввода двух слов информации в виде временной диаграммы сигналов приведен на рис. 2. Во время выполнения команды из ЭВМ устройству выдается сигнал "запрос" (Изп). Этот сигнал является ответом ЭВМ на сигнал "вызов". Устройство, пославшее сигнал "вызов", должно воспринять сигнал Изп и выдать в машину слово информации и сопровождающий сигнал "основной маркер приёма" (ОМП).

Слово информации подается в машину по кодовым шинам приёма (КШП) в виде потенциалов напряжения. Снятие информации с КШП и передачу в память осуществляет схема управления обменом с внешними линиями. Схема анализирует наличие сигнала ОМП и осуществляет опрос КШП. Сигналы информации через входные вентили-формирователи приема поступают в блок обмена; затем в блок шин числа и по кодовым шинам числа (КШЧ) машины в регистр числа памяти.

На приём слова машина отвечает сигналом "импульс приёма кода" (Ипк). По сигналу Ипк устройство снимает информацию с КШП и сигнал ОМП. Если был запланирован ввод массива информации, ЭВМ посылает в устройство следующий запрос на слово. Обмен сигналами Изп, ОМП, Ипк будет происходить до тех пор, пока не

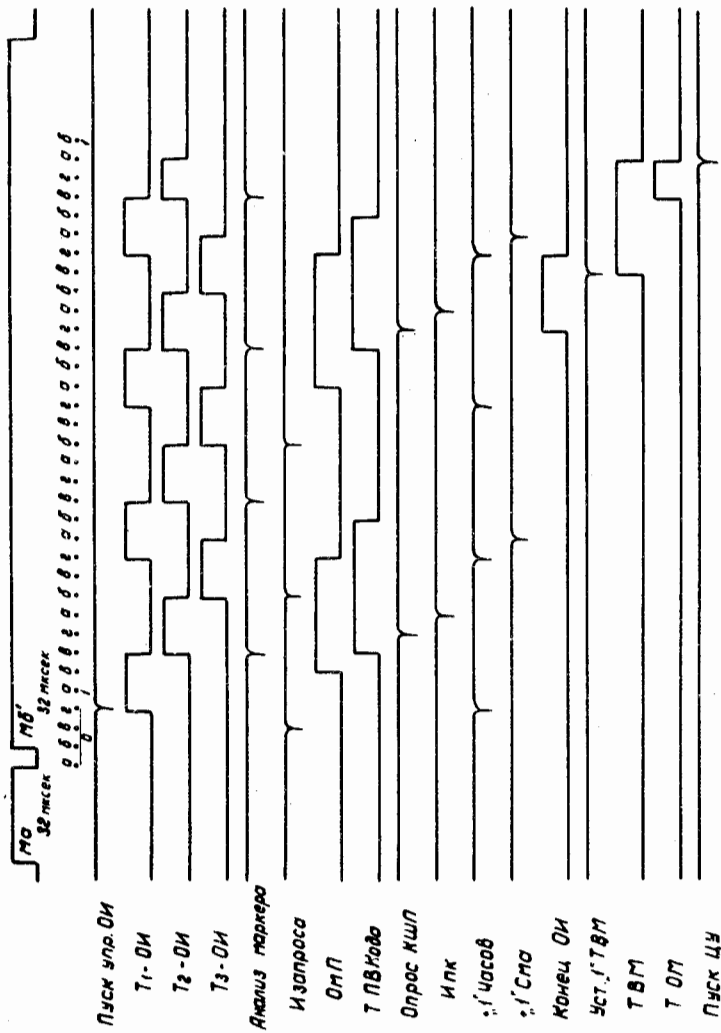


Рис. 2. Временная диаграмма работы команды обмена при приёме двух слов информации с окончанием по сравнению адресов.

появится условие окончания режима непосредственного ввода. Окончание ввода по инициативе устройства осуществляется дополнительным сигналом "вспомогательный маркер приёма" (ВМП). Сигнал ВМП посылается устройством вместе с последним словом информации. Команда непосредственного ввода на этом заканчивается. Прекращается посылка сигналов "запрос" в устройство.

При случайном поступлении регистрируемой информации появление сигнала "основной маркер приёма" может происходить независимо от сигнала "запрос". Схема ввода в ЭВМ осуществляет анализ (сканирование) сигнала ОМП с периодом 8 мксек., тем самым обеспечивая приём.

#### Команда непосредственного ввода

В качестве команды ввода в БЭСМ-4 используется модификация команды обращения к внешним устройствам

⌘ 50	0001	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
⌘ 70	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>

Ввод слов информации в память осуществляется параллельно по 45 разрядов, на поле, обозначенное адресами A<sub>1</sub>(70) и A<sub>3</sub>(50). A<sub>1</sub>(70) - начальный адрес. A<sub>3</sub>(50) - конечный адрес.

Имеется возможность задать общее время непосредственного ввода, осуществляемого данной командой. Время задается обратным кодом во втором адресе команды 50 ("часы"). Минимальный отсчёт  $\Delta t$  равняется  $8 \cdot 10^{-6}$  сек. При подсчёте времени к коду A<sub>2</sub>(50) при каждом  $\Delta t$  прибавляется 1. По достижении значения

коде  $A_2(50) = 7777_8$  вырабатывается условие окончания команды по "часам". Можно задавать другие значения  $\Delta t'$  переключателем с пульта управления машины.

В общем случае окончание команды непосредственного ввода осуществляется по инициативе ЭВМ, либо по инициативе устройства.

В первом случае команда ввода, подсчитывая количество принятых слов информации и время на "часах", определяет момент окончания. Оба эти условия работают независимо друг от друга. Окончание ввода по инициативе устройства было рассмотрено при описании логики обмена.

\ Сформулируем теперь условия окончания команды ввода.

Условие	Альтернативный уход								
1. Окончание ввода запрограммированного массива	К следующей команде								
2. Окончание "по часам"	По $A_2(70)$								
3. По инициативе устройства ("I" ОМП $\wedge$ "I" ВМП)	К следующей команде								
4. Анализ "O" ОМП, при использовании команды в виде	По $A_2(70)$								
	<table border="0" style="margin-left: 100px;"> <tr> <td>050</td> <td>000I</td> <td>7777</td> <td><math>A_3</math></td> </tr> <tr> <td>770</td> <td><math>A_I</math></td> <td><math>A_2</math></td> <td><math>A_3</math></td> </tr> </table>	050	000I	7777	$A_3$	770	$A_I$	$A_2$	$A_3$
050	000I	7777	$A_3$						
770	$A_I$	$A_2$	$A_3$						

При завершении команды ввода, независимо от условия окончания, по третьему исполнительному адресу  $A_3(70)$  записывается содержимое сумматора адреса ЭВМ в виде

$$000. \quad 0000. \quad A_I(70) + n. \quad 0000. ,$$

где  $n$  - количество принятых слов.

## Вывод информации из оперативной памяти на внешние линии связи. Логика обмена сигналами.

Вывод осуществляется параллельным кодом по 45 разрядов. В качестве выходного регистра используется регистр результата (РР) машины (рис.1). Обращение к памяти, считывание слова через кодовые шины числа в РР производится по стандартным цепям. На выходные линии (КШВ) слово информации выдается через специальные вентили-формирователи в виде потенциалов напряжения. Режим вывода реализуется модификацией стандартных команд 50, 70. В процессе выполнения команды подсчитывается количество выданных слов и время. Для этого используются те же средства, что и в команде непосредственного ввода.

Управление выводом осуществляет схема управления обменом с внешними линиями. Эта схема обеспечивает определенную логику обмена управляющими сигналами. Пример вывода двух слов информации в виде временной диаграммы сигналов приведен на рис. 3. В начале выполнения исполнительной команды обмена вырабатывается импульсный сигнал "готовности" ( $I_{\text{ГОТ}}$ ) и посылается устройству.  $I_{\text{ГОТ}}$  сообщает о готовности ЭВМ к выдаче информации. Устройство на линии связи сообщает машине о своей готовности принять код сигналом на линии "основного маркера выдачи" (ОМВ). Схема управления машины анализирует сигнал на линии ОМВ и при условии "0" ОМВ осуществляет обращение к памяти и выдачу информации на КШВ. Устройство посылается сигнал "импульс выдачи кода" ( $I_{\text{ВК}}$ ). По нему устройство может снять код с КШВ и изменить сигнал на линии ОМВ.

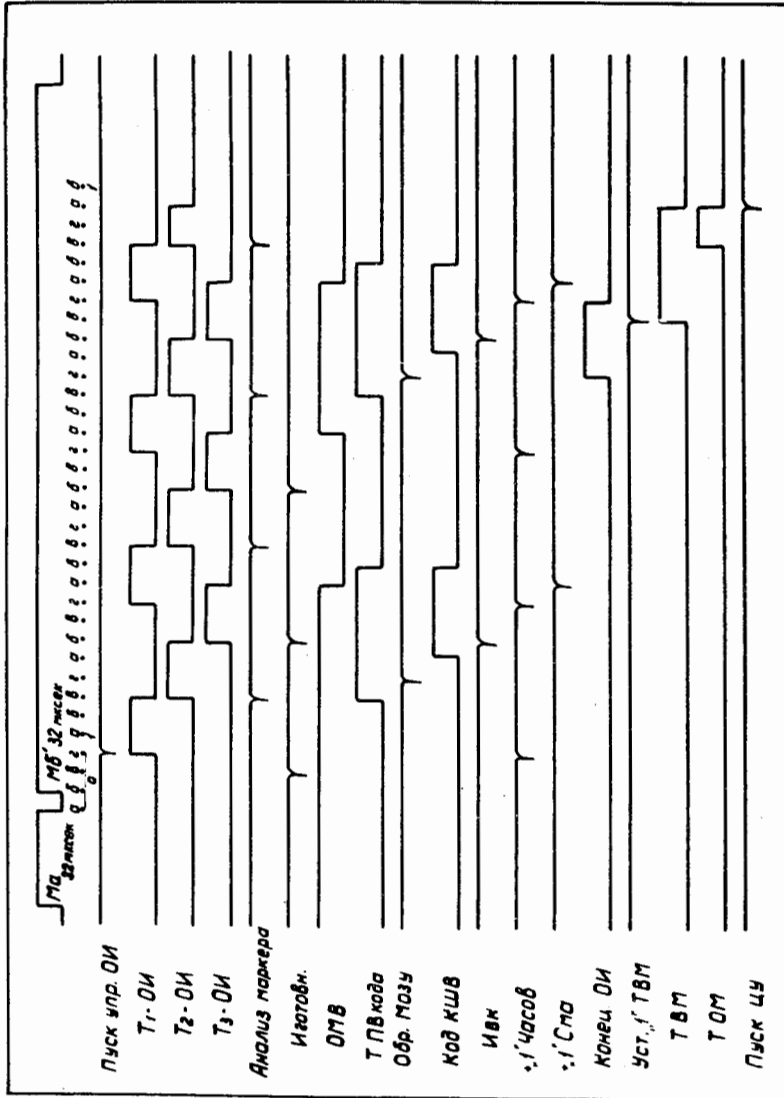


Рис. 3. Временная диаграмма работы команды обмена при выдаче двух слов информации с окончанием по сравнению адресов.

Если был запланирован вывод массива информации, ЭВМ посылает в устройство следующий сигнал  $I_{\text{ГОТ}}$ . Сигнал на линии  $OMB$  анализируется при этом с периодом 8 мксек и в устройство посылаются сигналы  $I_{\text{ГОТ}}$ . Но только очередной анализ "0"  $OMB$  вызывает обращение к памяти и выдачу информации на КШВ и сигнал  $I_{\text{ВК}}$ . Отметим, что длительность кода на шинах выдачи составляет 4,5 мксек.

Обмен сигналами  $I_{\text{ГОТ}}$ ,  $OMB$ ,  $I_{\text{ВК}}$  будет происходить до тех пор, пока не появится условие окончания команды вывода.

Окончание режима вывода может производиться по инициативе ЭВМ, либо по инициативе устройства. Окончание по инициативе устройства осуществляется дополнительным сигналом "вспомогательный маркер выдачи" ( $BMB$ ). Сигнал "1"  $BMB$  посылается в машину вместе с сигналом "0"  $OMB$ . Команда вывода после этого заканчивается, прекращается посылка сигналов  $I_{\text{ГОТ}}$  в устройство.

#### Команда непосредственного вывода.

В качестве команды вывода в БЭСМ-4 используется модификация команды обращения к внешним устройствам

$\pi$ 50	0005	$A_2$	$A_3$
$\pi$ 70	$A_1$	$A_2$	$A_3$

Массив ячеек памяти для вывода ограничивается адресами  $A_1(70)$  и  $A_3(50)$ .  $A_1(70)$  - начальный адрес,  $A_3(50)$  - конечный адрес. Имеется возможность, как и в команде ввода, задать общее время вывода кодом второго адреса в команде 50. Окончание вывода производится по следующим условиям:

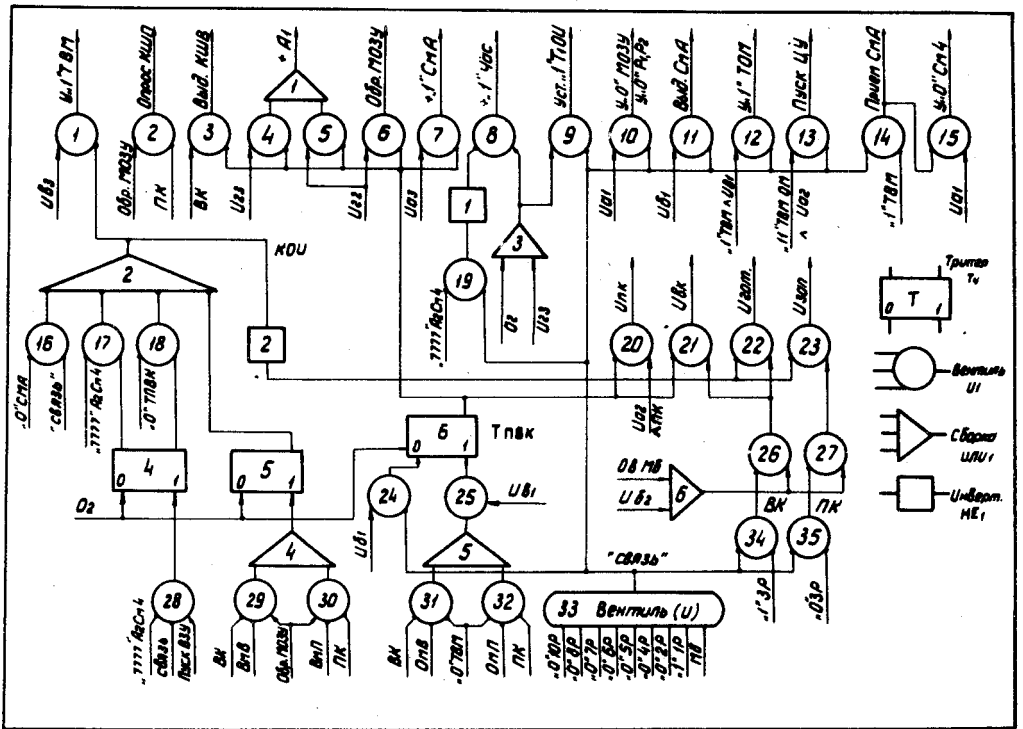


Рис. 4. Логическая схема управления обменом.



Условие	Альтернативный уход
1. Окончание вывода запрограммированного массива	К следующей команде
2. Окончание по "часам"	По адресу $A_2(70)$
3. По инициативе устройства ("0" OMB $\wedge$ "1" BMB)	К следующей команде
4. Анализ "1" OMB,	По адресу $A_2(70)$

при использовании команды обмена в виде

0 50	0005	7777	$A_3$
$\bar{1}$ 70	$A_1$	$A_2$	$A_3$

При завершении команды вывода по третьему исполнительному адресу  $A_3(70)$  записывается слово в виде

000. 0000.  $A_1(70) + n$ . 0000. ,

где  $n$  - количество выданных слов.

#### Схема управления обменом по линиям связи.

Логическая схема, реализующая последовательность сигналов управления при операциях непосредственного ввода и вывода, приведена на рис. 4. Схема является дополнением к местному управлению операциями обмена БЭСМ-4 (МУОП ОИ). Выработка сигналов синхронизирована сериями импульсов  $I_A$ ,  $I_C$ ,  $I_B$ ,  $I_T$ , следующими с периодом 4 мксек. и относительным сдвигом в 1 мксек.

Код адреса  $A_1(50)$  команды обмена заносится на регистр  $A_1Ma$  машины, выходы триггеров  $A_1Ma$  поделятся на вентиль И33

схемы рис. 4. С расшифровкой исполнительной команды М6, И33 вырабатывает потенциал "связь". По сигналу Ог И9 включает триггер  $T_{1\text{ОИ}}$  в схеме МУОП ОИ. Схема МУОП ОИ после этого обеспечивает последующую работу триггеров  $T_{1\text{ОИ}}$ ,  $T_{2\text{ОИ}}$ ,  $T_{3\text{ОИ}}$  в соответствии с диаграммой рис. 2, 3.  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  разрешают прохождение синхроимпульсов в схему рис. 4. Режим работы схемы "выдача кодов" (ВК) или "прием кодов" (ПК) задается третьим разрядом в  $A_I(50)$  и расшифровывается И34 и И35. Сигналом  $I_{BI}$  на И25 производится анализ основного маркера слова в режимах ПК и ВК. При положительном анализе включается  $T_6$  - "триггер приема-выдачи кода". На "I"  $T_6$  и потенциале "связь" вентили И4, И5, И6, И7, И10, И11 вырабатывают стандартные сигналы цикла обмена МУОП БЭСМ-4. Эти сигналы обеспечивают:

- выдачу текущего адреса обмена в регистр адреса памяти (ВСМА)
- обращение к памяти (У "0" МОЗУ, Обр. МОЗУ)
- сравнение текущего адреса обмена с конечным адресом массива (+ AI)
- приращение адреса на I для следующего цикла обмена (+ I Смв)

В режиме ВК при включении  $T_6$  открывается И3. Сигнал с И3 стробирует выходные вентили - формирователи сигналов на линиях КШВ. Объекту посылаются сигналы "импульс готовности" с И22 и "импульс выдачи кода" с И21.

В режиме ПК сигнал с вентилей И2 опрашивает входные вентили-формирователи линий приема. Объекту посылается сигнал "импульс запроса" с И23 и "импульс приема кода" с И20 при включении  $T_6$ .

Сигнал отсчета времени в командах обмена вырабатывается И8 при условии "нет кода 7777 в  $A_2$  СМЧ". Переход к циклу окончания обмена осуществляется при наличии потенциала "конец обмена" (КОИ) на ИЛИ2. По синхроимпульсу  $I_{В3}$  открывается И1 и включается триггер вспомогательного маркера (ТВМ) в схеме МУОП ОИ. Цикл окончания состоит из работы  $T1_{ОИ}$  и  $T2_{ОИ}$  (рис.2). В это время открывается И14 и вырабатывает потенциал приёма с кодовых шин адреса на 13-24 разряды сумматора числа ЭВМ. Сумматор очищается сигналом с И15 и на него по сигналу "Вид. СМА" заносится содержимое сумматора адреса ( $A_{I(70)} + n$ ). По синхроимпульсу  $I_{В1}$  открывается И12 и включается триггер основного маркера (ТОМ) в схеме МУОП ОИ. На условия "И1" Т ВМ,ОМ по импульсу  $I_{а2}$  И13 открывается и вырабатывает сигнал, останавливающий работу местного управления и запускающий центральное управление ЭВМ.

Потенциал "конец обмена" на ИЛИ2 вырабатывается от И16, И17, И18 и при включении Т5. При сравнении текущего адреса обмена с конечным адресом массива на сумматоре адреса появляется сигнал "0" СМА. Сигнал "0" СМА открывает И16 и на ИЛИ2 появляется КОИ.

При обмене с отсчетом времени код  $A_2(50)$  команды не равен "7777", триггер Т4 не включается при пуске и на И17 подается открывающий потенциал "0" Т4.

Когда истечет заданное время, появляется потенциал "7777  $A_2$  СМЧ", вентиль И17 открывается и вырабатывает сигнал окончания.

При работе с блокировкой отсчета код  $A_2(50)$  задается равным "7777". При выполнении подготовительной команды обмена содержимое  $A_2(50)$  передается на сумматор числа, появляется сигнал "7777  $A_2$  СмЧ" на И28. При пуске схемы МЮП ОИ срабатывает И28 и включает Т4. На И18 подается открывающий потенциал "1" Т4. Если при очередном анализе не будет включен Т6, клапан И18 будет открыт к моменту  $I_{вз}$  и произойдет переход к циклу окончания. Окончание обмена по инициативе объекта осуществляется включением Т5 сигналами с И29 или И30.

#### Временная оценка режима ввода-вывода.

Обычно режим непосредственного ввода или вывода используется совместно с системой прерывания программ<sup>/8/</sup>. При этом время непосредственного ввода (вывода) характеризуется временем, требуемым на выполнение последовательности сигналов от момента появления "вызова" до момента появления сигнала окончания команды. Это время, с точки зрения системы технического обеспечения, складывается из времени ожидания прерывания, времени входа в прерывание и времени работы команды непосредственного ввода (вывода).

Время ожидания - время от момента поступления сигнала "вызов" до начала прерывания. В машине БЭСМ-4 время ожидания может быть порядка секунды, если программно не заблокирована работа с магнитной лентой. При появлении сигнала "вызов" в момент выполнения команды обращения к магнитному барабану время ожидания может составить десятки миллисекунд.

Время входа в прерывание складывается из времени передачи управления в фиксированную ячейку, времени выполнения команды запоминания состояния и передачи управления на программу ввода (программу вывода). Время прерывания в БЭСМ-4 составляет величину 100 мксек.

Время работы команды обмена складывается из

$$t = t_{ма} + t_{мб} ,$$

где  $t_{ма}$  - время выполнения подготовительной команды 50 (32 мксек).  $t_{мб}$  - время выполнения исполнительной команды 70.

Время  $t_{мб}$  складывается из времени работы команды на цикле центрального управления  $t'_{мб}$  (32 мксек) и времени обмена -  $t_{об}$ . Время обмена зависит от длины массива  $n$  и характера поступления слов во времени. В частном случае

$$t_{об} = 8(n + \frac{1}{2}) \text{ мксек.}$$

Время работы команды обмена

$$\begin{aligned} t &= t_{ма} + t'_{мб} + t_{об} = 32 + 32 + 8(n + \frac{1}{2}) = \\ &= 64 + 8(n + \frac{1}{2}) \text{ мксек.} \end{aligned}$$

При неопределенном  $n$  время обмена не определяется однозначно. В этом случае устанавливается время "часов" в команде обмена. Время часов должно быть заведомо больше или равно времени, в течение которого ожидается поступление информации.

Из описания команд обмена

$$t_{\text{рас}} = \Delta t \cdot S \cdot M,$$

где  $\Delta t$  - минимальный отсчет времени,

$S$  - множитель отсчета,

$M$  - код второго адреса (время).

Множитель  $S = 2^m$ , где  $m = 0, 1, 2, 3 \dots$

Код времени  $M = \sum_{i=0}^{11} 2^i - \sum_{i=0}^{11} \kappa_i \cdot 2^i$ , где  $\kappa = 0$  или  $1$ .

$$t_{\text{рас}} = \Delta t \cdot 2^m \cdot \left( \sum_{i=0}^{11} 2^i - \sum_{i=0}^{11} \kappa_i \cdot 2^i \right).$$

При минимальном отсчете в 8 мксек получим

$$t_{\text{рас}} = 2^{m+3} \cdot \left( 4095 - \sum_{i=0}^{11} \kappa_i \cdot 2^i \right) \text{ мксек.}$$

Внешние линии связи.

Экспериментальная аппаратура (устройство) подключается к вычислительной машине посредством кабельных линий.

Кодовых шин выдачи, КШВ - 45 линий.

Кодовых шин приема, КШП - 45 линий.

Линий управляющих сигналов - 9 линий.

Сигналы на линиях КШП и КШВ потенциальные. Перепад напряжения от -0,5 до -6,5 вольт. Логическая "1" представляется отрицательным уровнем напряжения.

Сигналы на линиях управляющих сигналов как импульсные, так и потенциальные. Импульсные управляющие сигналы имеют длительность 0,5 мксек и амплитуду -5,5 вольт. Формируются стандартным элементом типа УФ.

Линии связи являются линиями коаксиального кабеля. Рекомендуется использовать кабель марки Р-4-К-76, РК-75 или РК-50. Линии КШП имеют согласующие сопротивления 75 ом на панели разъемов ЭВМ. Выходные линии согласуются на стороне устройства.

В качестве выходных кабельных формирователей используются стандартные элементы ПЭМ БЭСМ-4. Элементы ПЭМ испытывались при передаче сигналов прямоугольной формы длительностью 2 мксек. с частотой 250 кгц по кабелю Р-4-К-76 на расстояние 200 метров. При согласовании кабеля обеспечивался прием сигналов стандартным элементом типа И (инвертор).

Панель разъемов для подсоединения кабельных линий состоит из разъемов типа РША-ВПБ-20. Имеется пять разъемов для подсоединения КШП, пять разъемов для КШВ и два разъема для линий управляющих сигналов. К контактам I-9 разъема подсоединяются жилы коаксиального кабеля, к контактам II-19 экраны. Экраны заземляются на стороне машины и на стороне устройства. К контактам IO-20 подсоединяется запасная линия.

Несколько слов о технической реализации линий приема и выдачи внутри машины. Параллельный ввод и вывод информации требует большого монтажа массовых цепей в ЭВМ. Эта задача в значительной степени была решена в результате разработки новой схемы клавишных запоминающих устройств (КЗУ). Каждое из четырех

КЗУ в серийной БЭСМ-4 имеет свой вход на панели разъемов в основной стойке, межплатные связи со схемой выдачи на КШЧ машины и элементы типа И для каждого разряда. В новой схеме КЗУ объединяются посредством диодной сборки. Сборка монтируется в пульте управления машины. Опрос клавишей регистров производится сигналами от дешифратора номера КЗУ.

В результате внедрения новой схемы освободилось три полно-разрядных входа на панели разъемов в основной стойке, межплатные связи и монтажные места для электронных блоков на пятой плате машины.

#### Некоторые выводы.

I. Аппаратные и программные средства обмена информацией с внешними линиями позволяют использовать БЭСМ-4 в системах непосредственной связи для управления и накопления данных. В ОИЯИ в конце 1968, 1969 г.г. была осуществлена связь четырех машин БЭСМ-4 с экспериментальной аппаратурой и приборами в лабораториях. В настоящее время вычислительные машины БЭСМ-4 в ОИЯИ используются:

- в системе измерения и обработки фотографий со сканирующим автоматом на электронно-лучевой трубке<sup>/4,9/</sup>;

- для управления и обработки в системе измерительных полуавтоматов ПУОС<sup>/10/</sup>;

- в электронных экспериментах с использованием ЭВМ на ускорителях в ЛВЭ и ИФВЭ<sup>/3, II, 12/</sup>;

- для накопления и обработки спектрометрической информации в измерительном центре лаборатории нейтронной физики<sup>/13/</sup>.



2. По сравнению с режимом ввода-вывода БЭСМ-3М<sup>/7/</sup> система связи, описанная в данной работе, обеспечивает быстроедействие  $125 \cdot 10^3$  слов в секунду при групповом обмене и прием (выдачу) массива случайно поступающей информации одной командой обмена с интервалом 8 мксек. между соседними словами. Тем самым удовлетворяются требования, предъявляемые экспериментальными установками<sup>/3,4/</sup> к режиму связи с ЭВМ.

3. Задание времени "часов" в команде обмена производится вручную, установкой множителя отсчета  $S$ . Это является недостатком данной системы. Предпочтительнее программная установка  $S$  во всем необходимом интервале времени.

4. Достаточно быстро и с небольшими материальными затратами была решена проблема организации непосредственного ввода экспериментальной информации на машинах БЭСМ-4 измерительно-вычислительного комплекса ОИЯИ. Объем доработок в одной машине составляет 50 стандартных элементов. Эксплуатация машин в течение 1969 года показала надежную работу схем.

5. Организация работы "on-line" с БЭСМ-4 нескольких устройств ставит вопросы одновременного подсоединения этих устройств к машине, переключения входа-выхода ЭВМ с одного устройства на другое, вопросы контроля и проверки связи во время эксплуатации. В данной работе эти вопросы не были разрешены.

С помощью дополнительной аппаратуры (канала связи) предполагается решить эти и другие вопросы, связанные с подключением к ЭВМ специализированных устройств, используемых в физическом эксперименте<sup>/14/</sup>.

В заключение авторы выражают благодарность члену-корреспонденту АН СССР М.Г.Мещерякову за поддержку и внимание к данной работе, Н.Н.Говоруну, Г.И.Забиякину, В.И.Семешко за полезные обсуждения. Авторы благодарят И.М.Иванченко за ряд предложений по организации работы БЭСМ-4 ЛВЭ в режиме „on-line“, а также А.П.Кретьова, Ю.В.Тутышкина, А.И.Барановского, В.А.Владимирова за помощь в наладке аппаратуры.

#### Л и т е р а т у р а :

1. Мещеряков М.Г., Говорун Н.Н. Быстродействующие вычислительные машины в физических исследованиях. Вестник Академии наук СССР, 1968, № 3, с. 14-23.

2. Гаврилов А.С. и др. Установка из бесфильмовых искровых камер с непосредственной связью с электронной вычислительной машиной. В кн. "Симпозиум по радиоэлектронике, 4-й. Прага. Октябрь 1966. Прага, 1967, с. 241-248".

3. В.К.Бирулев и др. Блок-схема установки для экспериментов с  $K^0$ -мезонами в Серпухове. Депонированная публикация ОИЯИ, Б2-13-4550, Дубна, 1969.

4. Борисовский В.Ф. и др. Сканирующий автомат на электронно-лучевой трубке. Дубна, 1967. ДАН СССР, 1969, т. 185, № 2, с. 306-308.

5. А.Я.Астахов, Н.Н.Говорун, И.М.Иванченко, Г.М.Кадыков, Э.В.Лысенко, В.В.Федорин. Система ввода информации в М-20 через буферную машину. Препринт ОИЯИ, 2914, Дубна, 1966.

6. С.В.Кадыкова, А.И.Ефимов. Схема двусторонней связи ЭВМ Минск-22 с восемью внешними объектами. Препринт ОИЯИ, IO-4096, Дубна, 1968.

7. Е.Д.Городничев, Г.М.Кадыков, А.П.Кретов, О.К.Нефедьев, В.Н.Садовников, В.Н.Шигаев. Режим прерывания, вывод, ввод данных физических измерений в ЭВМ БЭСМ-3М. В кн. "Симпозиум по радиоэлектронике, 4-й. Прага. Октябрь 1966. Прага, 1967, с. I5I-I67".

8. Е.Д.Городничев, Г.М.Кадыков, Н.Н.Морозова, В.Н.Садовников. Реализация прерывания программ в БЭСМ-4 ОИЯИ для использования вычислительной машины в электронных экспериментах и системах обработки данных. Сообщение ОИЯИ, IO-4753, Дубна, 1969.

9. Н.Д.Дикусар, И.Н.Кухтина, В.Н.Шигаев. Управление работой сканирующего автомата на ЭЛТ на линии с БЭСМ-4 и методика использования автомата для обработки фотоснимков с искровой камеры. В сб. Материалы совещания по программированию и вычислительным методам решения физических задач, II-4655, Дубна, 1969, с. IO5-II7.

IO. Бондаренко В.Н. и др. Применение электронных вычислительных машин для управления работой операторов в полуавтоматических системах измерения фильмовой информации. Препринт ОИЯИ, IO-3426, Дубна, 1967.

II. Н.Н.Говорун, И.М.Иванченко. К вопросу об использовании ЭВМ типа БЭСМ-3М, БЭСМ-4 в реальном масштабе времени эксперимента с применением искровых камер. Препринт ОИЯИ, PIO-3652, Дубна, 1967.

12. Воробьев Г.Г. и др. Препринт ОИЯИ, Р1-4445, Дубна, 1969.

13. Н.Н.Воробьев и др. Математическая система приема и обработки физической информации (ПОФИ2). В сб. Материалы совещания по программированию и вычислительным методам решения физических задач, П1-4655, Дубна, 1969, с. 145-148.

14. А.И.Барановский и др. Развитие измерительного центра ОИЯИ в ИФВЭ (г. Серпухов) на базе БЭСМ-3М. Депонированная публикация ОИЯИ, Б1-10-4643, Дубна, 1969.