

5541

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАДА

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 5541



В.А. Вагов, В.Н. Замрий

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЯЗИ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА  
С ЭВМ "БЭСМ-4"

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

1970

10 - 5541

**В.А. Вагов, В.Н. Замрий**

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВЯЗИ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА  
С ЭВМ "БЭСМ-4"**

В измерительном центре Лаборатории нейтронной физики на базе вычислительной машины БЭСМ-4 создана система приема, накопления и обработки спектрометрической информации/1/. Результаты измерений в виде массива 16-разрядных двоичных чисел поступают из запоминающего устройства (МЗУ) одной из многоканальных измерительных систем через общий коммутатор в устройство связи (УС). В ЭВМ эти данные поступают вместе с набираемой на клавиатуре УС управляющей информацией (до 4 десятичных 4-разрядных чисел), называемой "обращением", и контрольными признаками. Эта информация используется в ЭВМ для организации приема, записи в накопитель и требуемой оперативной обработки поступающего массива данных, а также для организации поиска и обработки накопленных массивов. На этапах установления связи и выхода из связи, а также после выполнения контрольных операций из ЭВМ могут поступать управляющие коды, используемые для управления работой устройства связи и подключенного МЗУ. Внешние устройства БЭСМ-4, установленной непосредственно в ИЦ ЛНФ, используются для выдачи результатов обработки в форме, удобной для экспериментатора. В ЭВМ протоколируются и сведения о выполнении или возможных причинах невыполнения требуемой программы связи (обработки). Возможности БЭСМ-4 позволили возложить на эту машину не только оперативную организацию связи, но и основную математическую обработку данных многих экспериментов, проводимых в ИЦ ЛНФ. Новая система связи с БЭСМ-4 позволяет устранить ряд ограничений, присущих ранее созданной с ЭВМ "Минск-2", М-20/2/.

Устройство связи выполняет функции преобразования формата и контроля передачи массива данных, а также функции управления и логической организации связи со стороны ИЦ/3/. В описываемом устройстве связи (рис. 1) поступающая информация передается по параллельным линиям через согласующие "Блоки связи" и "Регистр". В "Регистр" через "Коммутатор" последовательно подаются коды из "Клавиатуры", данные из "Блока связи 1" и контрольная сумма из "Сумматора". Каждое 16-разрядное число с нечетным номером записывается в 17-32 разряды "Регистра", а число с четным номером - в 1-16 разряды. Изменение направления передачи (переключение "Коммутатора") осуществляется управляющими сигналами ("Обращение", "Данные", "Сумма"), вырабатываемыми в "Блоке управления" по импульсам из "Счётчика" ("Конец обращения", "Конец массива"). Длина массива (256, 512, 1024, 2048 или 4096 чисел) определена положением переключателя выходов "Счётчика" (а для ЭВМ указана в "обращении"). Управляющие коды и другая информация ЭВМ с шин выдачи кода (КШВ) поступают через "Блок связи 2" и "Коммутатор". Управляющий код поступает с признаком "1" в 45-м разряде и размещается в старших разрядах "Регистра". В "Блоке управления" эти коды расшифровываются в исполнительные сигналы. Содержание "Регистра" может передаваться в "Сумматор" (контрольный 16-разрядный сумматор с циклическим переносом из старшего разряда в младший) и через "Блок связи 2" в ЭВМ - на шины приема кода (КШП), либо через "Блок связи 1" - в устройства ИЦ. Изменение направления и синхронизация обмена с ЭВМ осуществляются по импульсам "Запрос" и "Готовность", поступающим на ЭВМ соответственно при приеме и выдаче кода. Сигналы "Маркер приема" (МП) и "Маркер выдачи" (МВ) характеризуют готовность УС к обмену, а "Импульс приема" (ИП) и "Импульс выдачи" (ИВ) поступают из ЭВМ в ответ на эти сигналы. Сигнал "Вызов", подаваемый из УС, является для ЭВМ требованием прерывания текущих вычислений и перехода на программу связи.

Основные операции и сигналы связи при передаче данных МЗУ показаны на рис. 2. Связь с ЭВМ устанавливается после выбора одного из МЗУ и подключения его к УС. На сигнал "Вызов" ЭВМ отвечает тем, что выдает управляющий код "Включить". Цикл выдачи кода (представлен-

ЛИНИИ СВЯЗИ ИЦ

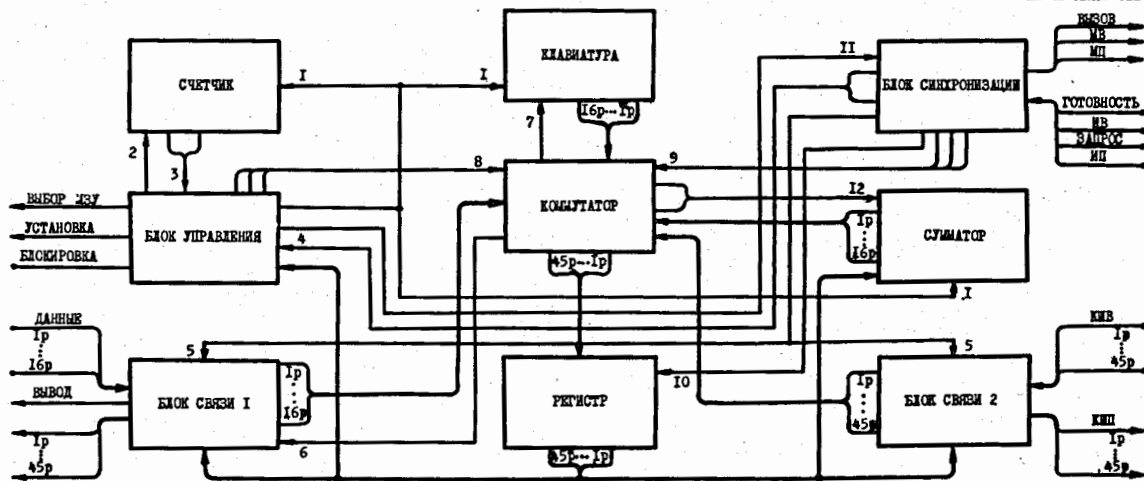


Рис. 1. Устройство связи. Основные управляющие сигналы: 1 - "Подготовка"; 2 - "Отсчёт счётчика"; 3 - "Конец обращения", "Конец массива"; 4 - "Конец цикла приема, выдачи"; 5 - "Опрос регистра"; 6 - "Вывод-ввод данных"; 7 - "Выбор клавиатуры"; 8 - "Обращение"; "Данные", "Сумма"; 9 - "Запись в регистр"; 10 - "Установка регистра"; 11 - "Связь - проверка"; 12 - "Запись в сумматор".

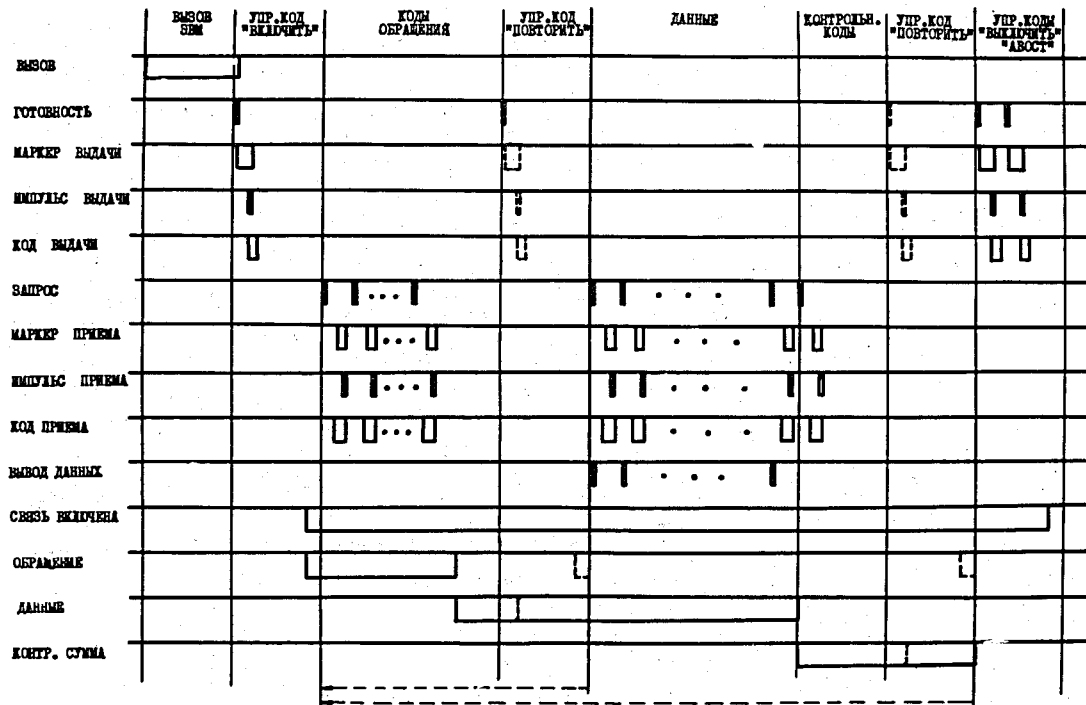


Рис. 2. Основные операции и сигналы связи.

ный более подробно на рис. 3) начинается с посылки импульса "Готовность". При этом в УС снимается сигнал "Вызов", устанавливается в исходное состояние "Регистр" (по импульсу "Установка РГ") и вырабатывается сигнал "Маркер выдачи". При наличии этого сигнала через 8 мксек поступают кодовые сигналы длительностью 4,5 мксек и "Импульс выдачи". Код записывается в "Регистр" (по "Запись РГ"), и сигнал "Маркер выдачи" снимается. Поступивший код воспринимается как сигнал для начальной подготовки УС ("Подготовка") и подключенного МЗУ ("Установка"). После того как МЗУ снимет сигнал "Блокировка", УС включается для связи, "Коммутатор" подготавливается для передачи кодов "Клавиатуры" (по сигналу "Обращение"). В это же время в ЭВМ программно организуются циклы приема кода. Цикл приема начинается с посылки импульса "Запрос". При этом в УС снова устанавливается "Регистр", изменяется на 1 содержание "Счётчика" (по импульсу "Отсчёт СЧ"), выбирается первый код "Клавиатуры" (по "Выбор КЛ") и записывается в "Регистр" (по "Запись РГ") и передается в "Сумматор" (по "Запись СМ"). Аналогично выбирается и записывается второй код "Клавиатуры". Далее вырабатывается "Маркер приема" и сигнал "Опрос РГ", разрешающий прохождение кодов через "Блок связи 2" на шины КШП. ЭВМ отсчитывает заданную задержку ( $\approx 100$  мксек), затем, при наличии "Маркера приема", принимает код и посылает "Импульс приема", по которому УС снимает "Маркер приема". Через время задержки (180 мксек), определяемое программой обмена, начинается очередной цикл приема. ЭВМ принимает коды "обращения" дважды, сравнивает их между собой и, если они совпадают и отсутствуют неинтерпретируемые значения, настраивается на последующий этап связи. УС переключается на передачу данных МЗУ ("Данные") по сигналу "Конец обращения" из "Счётчика". Тогда в очередном цикле приема вместо импульсов "Выбор КЛ" вырабатываются и подаются в МЗУ импульсы "Вывод". Очередные два числа выводятся из МЗУ, записываются в "Регистр" и заносятся в "Сумматор", затем передаются в ЭВМ, как описано выше. По сигналу "Конец массива" снимается сигнал "Данные", но устанавливается сигнал "Контрольная сумма". При этом переключается "Коммутатор", блокируются импульсы "Запись СМ". Поэтому содержание "Сумматора" записывается в "Регистр" дважды,

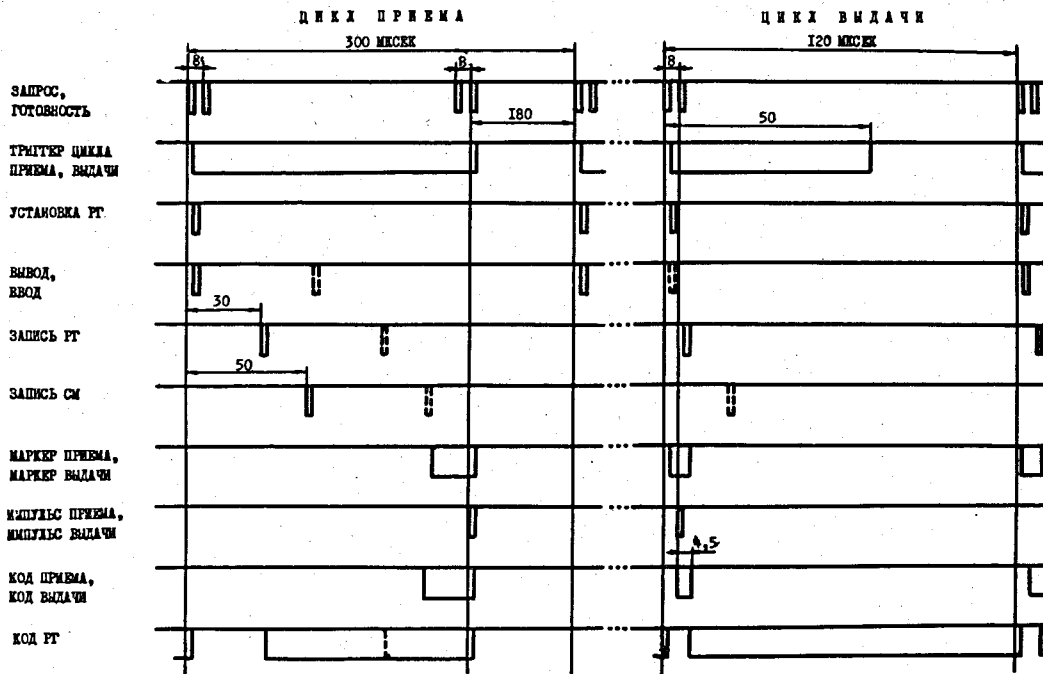


Рис. 3. Циклы приема и выдачи у кода.



затем передается в ЭВМ (для сравнения с аналогично вычисленной суммой всех принятых чисел). Если в системе связи обнаружен сбой (например, в цикле приема-выдачи отсутствие или задержка одного из сигналов связи) или искажение поступившей информации (например, несовпадение контрольных признаков после приема "обращения" или приема массива данных), тогда вырабатывается управляющий код "Повторить обмен". В этом случае УС и МЗУ снова устанавливаются в исходное состояние (рис. 2) и обмен повторяется. После завершения связи поступает управляющий код, который расшифровывается как сигнал "Выключить". Тогда УС вырабатывает сигнал "Связь окончена" и отключается. Если же связь не может быть завершена (в случаях повторения сбоя при повторении обмена; неисправности в системе связи; конца магнитной ленты и т.п.) в УС поступает комбинация управляющих кодов, что расшифровывается как сигнал "Аварийная остановка". Выполнение основных этапов и прохождение сигналов связи индуцируется на световом табло УС.

Ниже описывается несколько упрощенная логическая схема блоков УС, реализующая рассмотренные последовательности операций связи (рис.4). Для вызова ЭВМ необходимо замкнуть контакты кнопки "Пуск". Тогда срабатывает реле А и своим контактом поддерживает включенное состояние. Перепад напряжения с того же контакта проходит через вентиль И 1 и открывает по одному из входов вентиля Т 2 - И 6, а также поступает на инвертор НЕ 1, в результате чего снимается напряжение, блокирующее в исходном состоянии триггеры ТГ 1 - ТГ 9, и запускается одновибратор ОВ 1. Задержанный импульс с выхода ОВ 1 включает (переключает в "1" состояние) триггер ТГ 3, поэтому сигнал "Вызов" поступает на индикаторное табло УС и передается в ЭВМ. Первый импульс "Готовность", прошедший через И 5, выключает (устанавливает в "0" состояние) ТГ 3, но включает ТГ 5. Поэтому с выхода И 3 поступает на табло сигнал "Выдача", а с выхода ТГ 5 - сигнал "Цикл выдачи". Импульс от дифференцирования перепада выходного напряжения ТГ 5 поступает через ИЛИ 2 для установки "Регистра" (У "0" РГ), а через И 6 включает ТГ 6. Выходной сигнал ТГ 6 запускает ОВ 5 и поступает в ЭВМ ("Маркер выдачи"). Кодовые импульсы из ЭВМ подаются в "Регистр" (на вход вентиля И 4 соответствующих разрядов "Регистра"). "Импульс выдачи" проходит

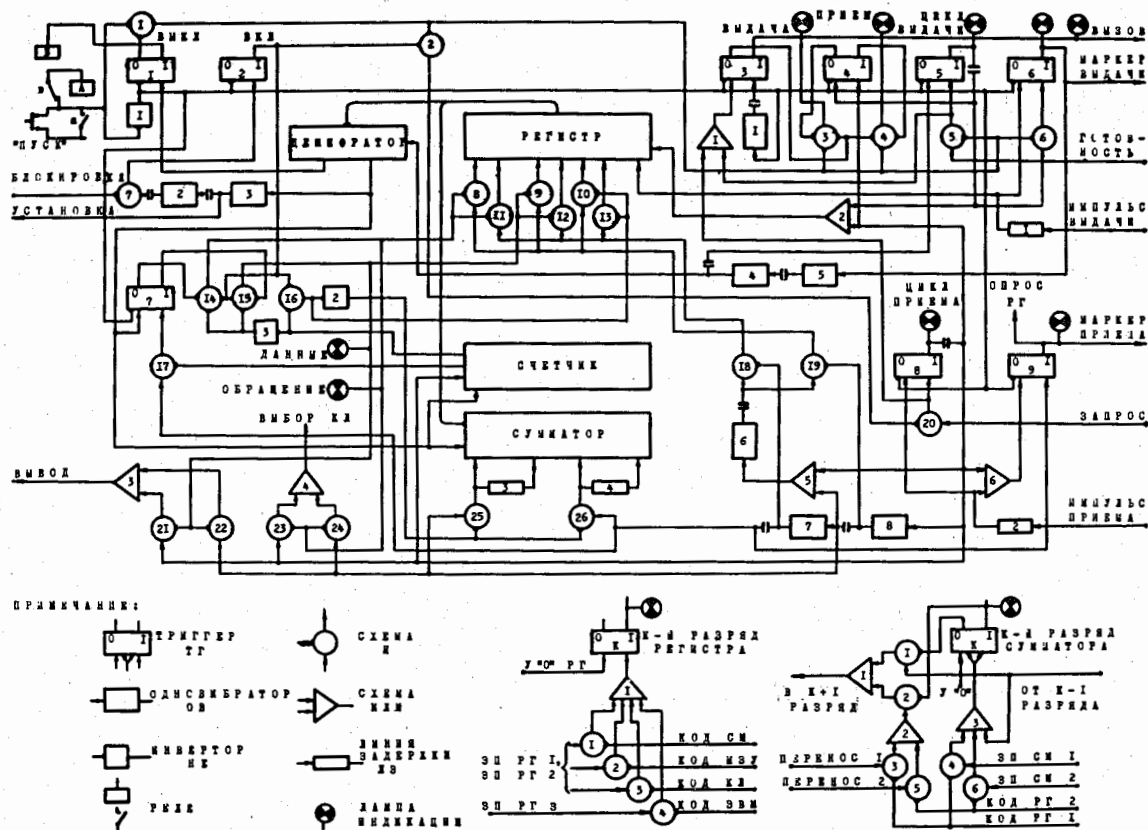


Рис. 4. Управление обменом в устройстве связи.

линию задержки ЛЗ 1, затем выключает ТГ 6 и поступает в качестве импульса записи "ЗП РГ 3" (на второй вход тех же вентилей И 4). Импульс с выхода ОВ 5, задержанный на время записи кода, запускает ОВ 4. Импульс ОВ 4 выключает ТГ 5 и поступает в "Дешифратор", на входах которого присутствуют кодовые сигналы с триггеров "Регистра". Импульс с выхода "Дешифратора" запускает ОВ 3 и поступает в "Счётчик", "Клавиатуру" и "Сумматор" для начальной установки (У "0"). Сигнал ОВ 3 проходит в МЗУ ("Установка") и запускает ОВ 2. Импульс с выхода ОВ 2, задержанный на время подготовки МЗУ, проходит через И 7 и включает ТГ 2. Выходной сигнал ТГ 2 через И 2 открывает И 20, а через И 14 открывает И 8, И 11, И 23, И 24 на время передачи "обращения". Первый импульс "Запрос", прошедший через И 20, включает ТГ 8 ("Цикл приема"). Импульс от дифференцирования перепада выходного напряжения ТГ 8 поступает в "Счётчик" (импульс "Отсчёт СЧ"), а через И 23 в "Клавиатуру" ("Выбор КЛ") и через ИЛИ 2 в "Регистр" (У "0" РГ), а также включает ТГ 4 (при этом гаснет индикаторная лампа "Выдача", но загорается лампа "Прием") и запускает ОВ 6 и ОВ 8. Выходной сигнал ОВ 8 длительностью 50 мксек разрешает прохождение задержанного на 30 мксек импульса с выхода ОВ 6 через И 19 на вход И 8. Первый код "Клавиатуры" записывается в "Регистр" (через вентиль И 3 разрядов 17-32) по импульсу "ЗП РГ 1", поступающему через И 8 (на второй вход тех же вентилей И 3). Кодовые сигналы из "Регистра" ("Код РГ 1") поступают в "Сумматор" (на вход вентилей И 3, И 4). Задержанный импульс ОВ 8 проходит через И 25 в "Сумматор" (на второй вход тех же вентилей И 4) в качестве импульса "ЗП СМ 1" для выполнения поразрядного сложения кодов без учёта переносов, а через ЛЗ 3 после задержки на 2 мксек (на второй вход тех же вентилей И 3) в качестве импульса "Перенос 1" для формирования суммы с учётом циклического переноса. Тот же импульс ОВ 8 запускает ОВ 7 и ОВ 6, а через И 24 поступает в "Клавиатуру" (импульс "Выбор КЛ"). Выходной сигнал ОВ 7 длительностью 50 мксек разрешает прохождение задержанного импульса ОВ 6 через И 18 на вход И 11. Второй код "Клавиатуры" записывается в "Регистр" (через вентиль И 3 разрядов 1-16) по импульсу "ЗП РГ 2", поступающему через

И 11 (на второй вход тех же вентилях И 3). Кодовые сигналы из "Регистра" ("Код РГ 2") поступают в "Сумматор" (на вход вентилях И 5, И 6). Задержанный импульс ОВ 7 проходит через И 26 в "Сумматор" (на вход вентилях И 6) в качестве импульса "ЗП СМ 2", а через ЛЗ 4 (на вход вентилях И 5) в качестве импульса "Перенос 2". Тот же импульс ОВ 7 включает ТГ 9, и выходной сигнал последнего поступает в "Блок связи 2" (сигнал "Опрос РГ"), на индикаторную лампу и в ЭВМ ("Маркер приема"). "Импульс приема" проходит через ЛЗ 2, где задерживается на время, большее длительности импульса "Запрос", и выключает ТГ 8 и ТГ 9. Работа схемы в последующих циклах приема происходит аналогично. При поступлении сигнала "Конец обращения" открывается И 17. Задержанный импульс ОВ 7 включает ТГ 7 и тем самым закрывает И 14, но открывает И 15. Сигнал с выхода И 15 поступает на входы И 9, И 12, И 21, И 22 и на лампу индикации "Данные". В следующих циклах приема импульсы с выхода ТГ 8 и ОВ 8 проходят через И 21 и И 22 в МЗУ (импульсы "Вывод"). Коды МЗУ, как и коды "Клавиатуры", записываются в "Регистр" (через вентиль И 2 соответствующих разрядов) по импульсам "ЗП РГ 1" и "ЗП РГ 2", поступающим через И 9 и И 12, передаются из "Регистра" в "Сумматор" и ЭВМ. По сигналу "Конец массива" закрывается И 15, но открывается И 16. Сигнал с выхода И 16 открывает И 10, И 13, а через инвертор НЕ 2 закрывает И 25, и 26 на время передачи контрольной суммы. Код "Сумматора" дважды записывается в "Регистр" (через вентиль И 1 соответствующих разрядов) по импульсам "ЗП РГ 1" и "ЗП РГ 2", поступающим через И 10 и И 13, и передается в ЭВМ. В цикле выдачи кода "Повторить обмен", в отличие от вышеописанного, при поступлении импульса "Готовность" и переключении ТГ 5 и выключается ТГ 4 и снова загорается лампа "Выдача". Сигнал с выхода "Дешифратора" выключает ТГ 7 (снова загорается лампа "Обращение") и устанавливает в исходное состояние блоки УС (У "0") и МЗУ ("Установка"). В цикле выдачи кода "Выключить", в отличие от предыдущего, сигнал с другого выхода "Дешифратора" включает ТГ 1. Поэтому закрывается И 1, затем срабатывает реле В и своим контактом выключает реле А. После размыкания контакта последнего реле триггер ТГ 1 выключается, и все управляющие триггеры блокируются в исходном состоянии.

Логическая схема (рис. 4), ориентированная на применение стандартных ячеек машины БЭСМ-4, дает представление о составе оборудования основных блоков устройства связи. При практической реализации этой схемы было использовано в "Блоке управления" и "Блоке синхронизаций" около 50 ячеек, в блоке "Сумматора" 60 ячеек, в "Регистре" и "Коммутаторе" 120-150 ячеек, в "Блоке связи 1" и "Блоке связи 2" около 70 ячеек. При построении схемы "Регистра" и "Сумматора" применены типовые схемные решения, используемые в соответствующих блоках БЭСМ-4. Особенности работы и схемы примененного в УС специализированного пульта связи с десятичной клавиатурой для набора кодов "обращения" и цифровое табло для индикации набираемых кодов описаны ранее/3,4,5,6/. В устройстве связи предусмотрена совместная работа с устройствами ИЦ без подключения к ЭВМ. В режиме работы "Проверка" блокируется сигнал "Вызов" и при помощи внутреннего генератора вырабатываются серии импульсов связи ("Готовность" и "Импульс выдачи" либо "Запрос" и "Импульс приема"). Описываемое устройство связи находится в эксплуатации более года. Надежность его работы во многом обусловлена применением ячеек и ряда схемных решений, используемых в машине БЭСМ-4. Длина линий связи  $\approx$  30 метров.

В заключение отметим, что в описываемом устройстве основные этапы связи (рис. 2) выполняются в течение одного сеанса. При этом сокращается число прерываний ЭВМ или "обращений к ЭВМ", а логическая организация связи оказывается в определенной мере специализированной или "жесткой". Следует отметить также, что ряд особенностей выполненной системы связи (прежде всего двусторонний обмен управляющей информацией и соответствующая настройка ЭВМ и устройств ИЦ на выполнение очередного этапа связи, контроль или анализ состояния ЭВМ и УС и диагностика сбоев и неисправностей при обмене сигналами связи по принципу "запрос-ответ", наконец, поиск и включение в обработку требуемой из УС информации и получение "ответа" в виде развитого текста/1/) позволяют рассматривать эту разработку как переходную от специализированной системы с программно-заданной организацией/2,3/ к более "гибкой" (универсальной) организации связи устройств ИЦ с ЭВМ в виде двустороннего "диалога"/7/, которая должна предусматривать дву-

сторонний обмен инструкциями вида "вопрос-ответ" по инициативе как со стороны устройств ИЦ, так и со стороны ЭВМ. Ряд новых требований к организации связи с ЭВМ является следствием расширения состава устройств ИЦ и необходимости более широкого использования возможностей ЭВМ в ходе физического эксперимента.

#### *Л и т е р а т у р а*

1. В.А. Вагов, В.Н. Замрий и др. Сообщение ОИЯИ, 10-5370, Дубна, 1970.
2. Г.И. Забиякин, В.Н. Замрий и др. ПТЭ, 1968, №2, 82.
3. В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ, 11-3616, Дубна 1967.
4. В.А. Владимиров, Ф. Дуда, В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ Б2-10-3840, Дубна 1968.
5. В.А. Владимиров, Ф. Дуда, В.Н. Замрий.  
ПТЭ, №2, 87, 1968.
6. В.Н. Замрий. Препринт ОИЯИ, стр. 257, 13-4720, Дубна, 1969.
7. В.Н. Замрий, З.В. Лысенко. Сообщение ОИЯИ, 10-4703, Дубна 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 декабря 1970 года.