

Г-577

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

11 - 4366



ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

Н.Н.Говорун, А.И.Ефимова, И.М.Иванченко,
А.А.Карлов, З.В.Лысенко

ДВУСТОРОННЯЯ СВЯЗЬ ЭВМ СДС-1604А
И "МИНСК-22"

1969

11 - 4366

Н.Н.Говорун, А.И.Ефимова, И.М.Иванченко,
А.А.Карлов, З.В.Лысенко

ДВУСТОРОННЯЯ СВЯЗЬ ЭВМ СДС-1604А
И "МИНСК-22"

7801/2.49

СЪЕДИНЕННЫЙ ПИИСТАУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

С о д е р ж а н и е

I. Назначение и общая организация канала связи	3
II. Логические возможности канала связи со стороны СДС-1604А	7
III. Логические возможности канала связи со стороны ЭВМ "Минск-22"	8
IV. Линии связи	9
V. Оценка реальной пропускной способности канала связи	12
VI. О программном обеспечении канала связи	13
VII. Схемная реализация связи на ЭВМ "Минск-22"	14
VIII. Выводы	15
Л и т е р а т у р а	15

1. Назначение и общая организация канала связи

Канал связи между ЭВМ СДС-1604А и "Минск-22" предназначен для осуществления двусторонней передачи массивов информации из оперативной памяти одной машины в оперативную память другой (рис. 1). Необходимость такой передачи была обусловлена желанием использовать аппаратные и программные средства ЭВМ СДС-1604А для обработки экспериментальной информации, поступающей на бумажной перфоленке с просмотрового и другого оборудования. Однако в ЭВМ СДС-1604А практически отсутствует ввод с бумажной перфоленки, способный с достаточной надежностью обеспечить обработку большого объема данных. Подсоединение же какого-либо устройства, способного обеспечить такой ввод, потребовало бы значительных материальных затрат и нежелательных изменений в определенной системе, что, в конечном итоге, привело бы к существенному увеличению времени на его реализацию. Кроме того, даже при наличии устройства ввода с бумажной перфоленки на СДС-1604А, нерационально тратить время этой ЭВМ на медленный ввод больших объемов информации. С другой стороны, на ЭВМ "Минск-22" осуществлен и находится в длительной эксплуатации ввод с бумажной перфоленки. Таким образом, организация канала связи между указанными ЭВМ позволила оптимальным образом решить проблему ввода в СДС-1604А экспериментальной информации с бумажной перфоленки.

Для связи с ЭВМ "Минск-22" СДС-1604А использует 7 канал (канал прямой передачи), позволяющий осуществить обмен в двух направлениях в параллельной форме 48-разрядными словами /1/. Логика работы

канала была полностью сохранена, никаких доработок его не производилось.

Ввиду того, что одним из основных требований было требование реализации связи в минимально короткие сроки с минимальными материальными затратами, то для сокращения сроков и объема работ в максимальной степени были использованы результаты ранее выполненных работ по модернизации ЭВМ "Минск-22" /3/, благодаря которым последняя имеет возможность осуществлять последовательную двустороннюю связь с внешними по отношению к нему объектами. Каждое 37-разрядное слово передается на внешний объект из сумматора машины в последовательной форме, начиная со старшего разряда; при приеме слова от внешнего объекта первым принимается также старший разряд слова.

Каждый разряд, выдаваемый из ЭВМ "Минск-22", поступает на младшую линию 48-разрядной входной шины данных 7 канала ЭВМ СДС-1604А, которая, как было сказано ранее, осуществляет обмен в параллельной форме 48-разрядными словами. При передаче информации из ЭВМ СДС-1604А "Минск-22" принимает только старший разряд выдаваемого на выходную шину данных 48-разрядного слова. Никаких промежуточных преобразований из последовательной формы в параллельную и наоборот, не производится. В результате одному 37-разрядному слову на ЭВМ "Минск-22" соответствует 37 48-разрядных слов в СДС-1604А, у которых только один разряд является значащим. Поэтому на программу связи СДС-1604А возлагаются дополнительные функции по группировке (при приеме) и разгруппировке (при выдаче) каждого слова передаваемого массива. Уменьшение скорости обмена из-за отсутствия аппаратных средств преобразования не является критическим с точки зрения решаемой задачи.

Логика связи в принципе допускает возможность начать обмен как по инициативе СДС-1604А, так и по инициативе ЭВМ "Минск-22" через системы прерывания машин. Однако оказалось нецелесообразным, ввиду неоправданного усложнения программ, реализовать алгоритм связи, допускающей возможность обмена по инициативе ЭВМ "Минск-22", тем более, что сам обмен производится в заранее устанавливаемое время, когда СДС-1604А полностью выделяется на связь с ЭВМ "Минск-22".

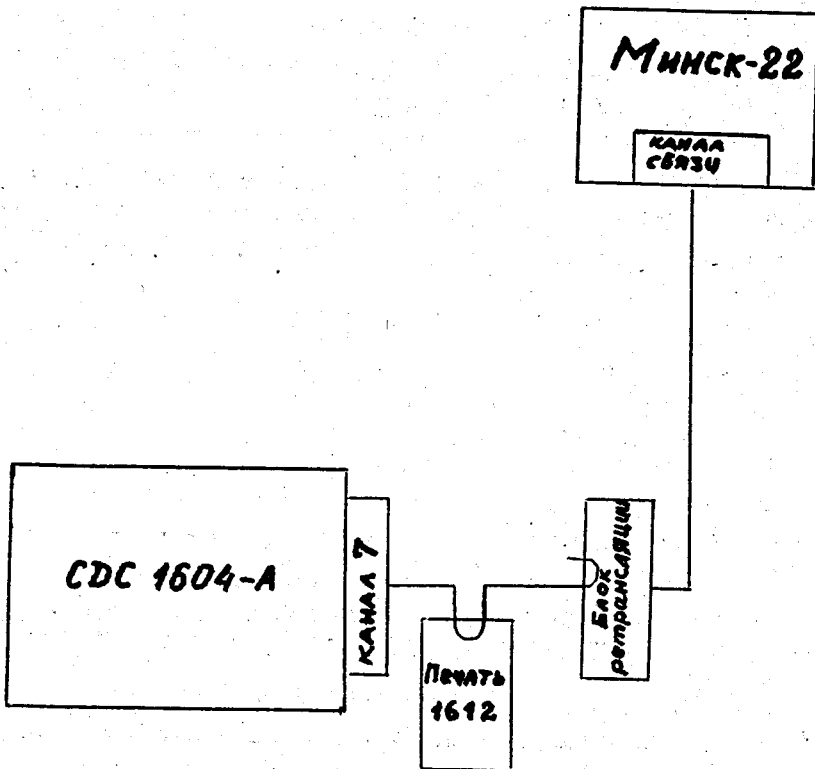


Рис.1. Блок-схема канала связи между ЭВМ СДС-1604А и "Минск-22".

Передача управляющей информации не отличается от передачи данных. Разделение информации по типам производится программно в соответствии с установленным алгоритмом обмена. Принятое решение позволяет при необходимости изменять алгоритм обмена, не затрагивая при этом аппаратуру, обеспечивающую связь.

К сопряжению 7 канала СДС-1604А, помимо ЭВМ "Минск-22", подключены и будут подключаться в будущем другие внешние объекты. Поэтому ЭВМ "Минск-22", в соответствии с логикой сопряжения канала СДС-1604А, присваивается трехразрядный двоичный адрес, по которому к ЭВМ "Минск-22" производится обращение. В качестве адреса выбрана комбинация разрядов "000" (или 0_8), требующая для дешифрации минимальное число ячеек ЭВМ "Минск-22".

Логические схемы, с помощью которых обеспечивается инженерная сторона связи и которые, в частности, позволяют ЭВМ "Минск-22" реализовать логику сопряжения СДС-1604А, располагаются на свободных местах шкафа устройства управления ЭВМ "Минск-22".

Расстояние между машинами превышает максимально допустимое для ЭВМ СДС-1604А (15 м). Поэтому для усиления мощности сигналов используется блок ретрансляции, который, кроме того, согласует уровни логических сигналов (таблица 1).

Таблица 1

	Уровень (в)	
	СДС-1604А	Минск-22
Логический нуль	- 16	- 8
Логическая единица	-0,5	0

II . Логические возможности канала связи со
стороны СДС-1604А

1. СДС-1604А имеет возможность послать сигнал прерывания в ЭВМ "Минск-22". Для этого необходимо выполнить команду выборки:

74 0 70XXX,

где $(74\ 0)_8$ - код операции команды выборки, 7_8 - номер канала, 0_8 - адрес устройства в канале ("Минск-22"), $(XXX)_8$ - неиспользуемые разряды.

Время выполнения команды не превышает 20 мксек и зависит от последовательности команд в программе. Сигнал прерывания запоминается в ЭВМ "Минск-22" и сохраняется до тех пор, пока он не будет обработан.

2. СДС-1604А имеет возможность опросить состояние ЭВМ "Минск-22" на наличие (отсутствие) прерывания для СДС, а также на наличие (отсутствие) готовности к передаче текущего разряда (напомним, что для СДС-1604А передача разряда слова "Минск-22" соответствует передаче одного слова СДС).

Для опроса прерывания используются команды опроса

74 7 70XX0 и 74 7 70XX1,

а для опроса готовности - команды опроса

74 7 70XX2 и 7 47 70XX3,

где $(74\ 7)_8$ - код операции команды опроса, 7_8 - номер канала, 0_8 - адрес устройства в канале ("Минск-22"), $(XX0)_8$, $(XX1)_8$ - коды состояния "прерывание", $(XX2)_8$, $(XX3)_8$ - коды состояния "готовность".

Два кода состояния для каждого случая позволяют программе связи выполнять переход или к следующему программному шагу, или к "нижней" команде в текущем программном шаге, как в случае наличия опрашиваемого условия, так и в случае его отсутствия по выбору программиста (подробнее о командах опроса см. /2/). Так, коды $(XX0)_8$ и $(XX2)_8$ позволяют выполнять переход при наличии опрашиваемого условия, а коды $(XX1)_8$, $(XX3)_8$ - при его отсутствии.

3. Операция обмена выполняется в канале со стороны СДС-1604А по командам прямого обмена: "62" (ввод) и "63" (вывод). Количество

слов, передаваемых за одну команду, и область памяти, участвующая в обмене, определяются программистами. Описание команд прямого обмена дано в работе /2/.

III . Логические возможности канала связи со стороны ЭВМ "Минск-22"

1. ЭВМ "Минск-22" имеет возможность выдать сигнал прерывания на линию прерывания, общую для всех устройств, подключенных к 7 каналу СДС-1604А. Для этого необходимо выполнить команду:

- 06 00 0000 4000

Время ее выполнения - 24 мксек. В результате выполнения этой команды сигнал прерывания посылается в СДС-1604А и при наличии разрешения прерывания по данному каналу вызывает прерывание программы на СДС-1604А и уход через фиксированную ячейку на подпрограмму обработки прерываний по 7 каналу. После выполнения указанной команды в ЭВМ "Минск-22" устанавливается специальный признак наличия сигнала прерывания для СДС-1604А. Благодаря этому признаку, даже в случае, когда прерывание по 7 каналу запрещено, по команде опроса прерывания можно установить, что в ЭВМ "Минск-22" хранится сигнал прерывания. Признак наличия этого сигнала сбрасывается по команде опроса прерывания.

2. Прерывание на ЭВМ "Минск-22" происходит после получения сигнала прерывания от СДС-1604А лишь в том случае, если прерывание разрешено и снята блокировка прерывания.

Разрешение прерывания обеспечивается выполнением команды

- 06 00 0000 0040,

а чтобы снять блокировку прерывания, достаточно выполнить команду

- 36 00 а 0000,

где а - адрес передачи управления.

При выполнении трех перечисленных условий управление передается в фиксированную ячейку, в данном случае в ячейку (7026)₈ второго куба МОЗУ.

3. Операции обмена выполняются со стороны ЭВМ "Минск-22" с помощью команд:

+61 i a1 a2 (вывод),

+62 i a1 a2 (ввод),

где i - адрес индекс-ячейки, $(a1) = +00\ 40\ 0000$ и $(n_8 - \text{разрядность принимаемого или передаваемого слова; } n \leq 45_8)$, $a2$ - адрес слова в МОЗУ.

После выполнения команды обмена передается (принимается) n разрядов слова ЭВМ "Минск-22". В обмене принимает участие ячейка МОЗУ с адресом $a2$ /4/.

4. Каждый раз, когда "Минск-22" подготовлен к обмену очередным разрядом, он переходит в состояние готовности, которое может быть опрошено со стороны СДС-1604А. Состояние готовности сбрасывается в момент, когда обмен разрядом фактически произошел и возникает вновь при готовности ЭВМ "Минск-22" обменяться следующим разрядом.

IV . Линии связи

1. Из СДС-1604А в "Минск-22" идут следующие линии связи (рис.2):

а) ВЫБОРКА ^{х)} (ВБР-К) - наличие сигнала на этой линии (логической единицы) указывает, что канал производит выборку одного из подсоединенных к нему устройств.

б) ОПРОС (ОПР-К) - наличие сигнала на этой линии указывает, что канал производит опрос одного из подсоединенных к нему устройств.

в) АДРЕС (АДР-К) - группа из 3-х линий, предназначенная для выдачи адреса устройства, подсоединенного к данному каналу. Адрес устройства выдается при операциях выборки и опроса и поступает в канал из команды.

г) УПРАВЛЕНИЕ (УПР-К) - одна из 9 линий шины управляющих кодов (ШУК-К), на которую канал помешает младшие 9 разрядов из ко-

х) Здесь и в дальнейшем названия линии и сигнала, передаваемого по данной линии, совпадают.

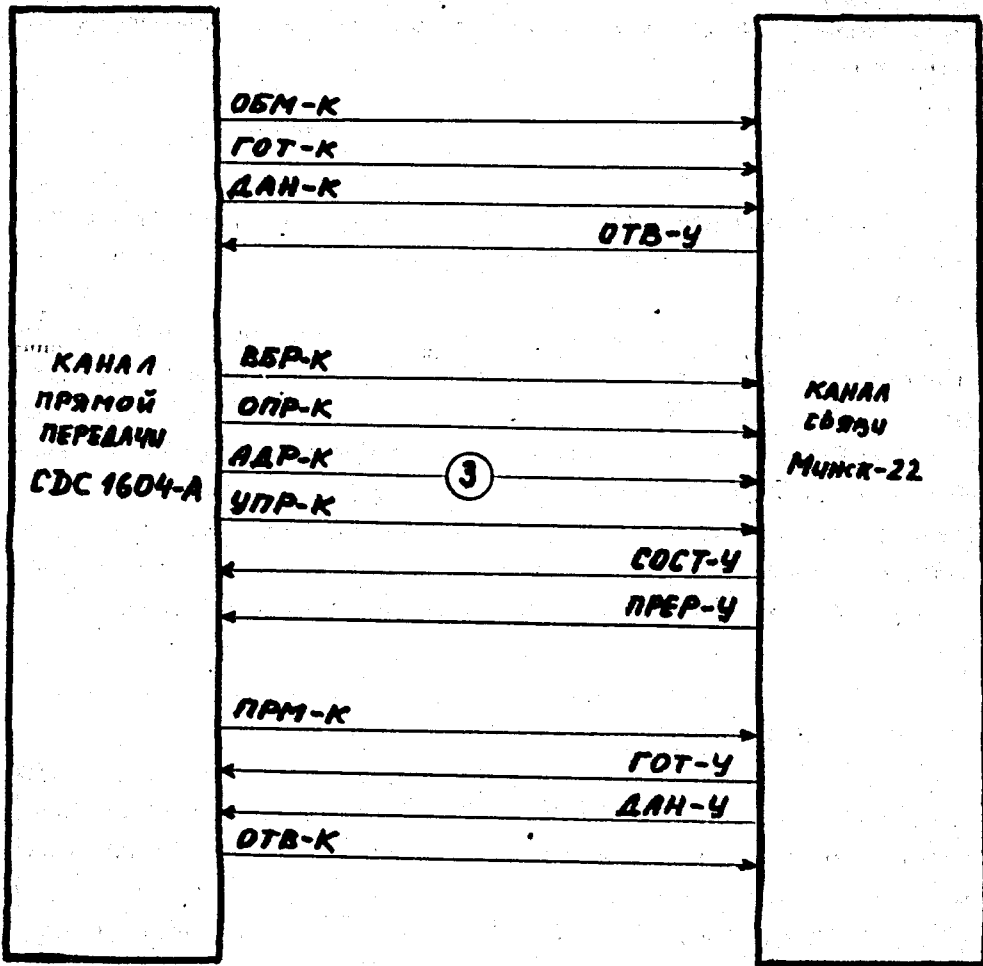


Рис.2. Линии связи.

Примечания:

1. На рисунке не показаны блок ретрансляции и другие устройства, подключенные к каналу прямой передачи.

2. Буква "К" в сокращенном обозначении сигнала указывает, что последний посылается каналом СДС-1604А; буква "У" в сокращенном обозначении сигнала указывает, что последний посылается ЭВМ "Минск-22".

манд выборки и опроса. Наличие логической единицы на этой линии при выполнении операции опроса "Минск-22" указывает, что производится опрос на готовность к обмену. Логический нуль на этой линии в той же операции имеет место при опросе на наличие прерывания.

д) ОБМЕН (ОБМ-К) - сигнал на этой линии сопровождает передачу всего массива слов из СДС-1604А в "Минск-22", соответствующего одной команде обмена. Появление этого сигнала заставляет "Минск-22" начать операцию обмена.

е) ДАННЫЕ КАНАЛА (ДАН-К) - старшая из 48 линий шины данных канала (ШИН-К). При операции вывода из СДС-1604А, на эту линию из соответствующей ячейки оперативной памяти помещается очередной разряд. Информация сохраняется на линии до тех пор, пока не будет воспринята ЭВМ "Минск-22".

ж) ГОТОВНОСТЬ ДАННЫХ КАНАЛА (ГОТ-К) - наличие сигнала на этой линии указывает ранее выбранной ЭВМ "Минск-22", что очередной разряд выдан каналом на линию ДАН-К.

з) ОТВЕТ КАНАЛА (ОТВ-К) - сигнал на этой линии появляется при операции ввода данных в СДС-1604А. Его назначение - сообщить ЭВМ "Минск-22", что очередной выданный ею разряд принят в соответствующую ячейку МОЗУ СДС-1604А.

и) ПРИЕМ КАНАЛА (ПРМ-К) - сигнал на этой линии возникает всякий раз, когда канал СДС-1604А готов к приему следующего разряда из ЭВМ "Минск-22". В частности, в самом начале обмена появление этого сигнала указывает "Минск-22" на то, что СДС-1604А вышла на команду обмена (приема) и что схема связи на ЭВМ "Минск-22" может начать выдачу информации в канал связи.

2. Из "Минск-22" в СДС-1604А идут следующие линии связи:

а) ПРЕРЫВАНИЕ (ПРЕР-У) - наличие сигнала на этой линии показывает, что "Минск-22" хочет вызвать прерывание в СДС-1604А с целью передать массив информации. Сигнал ПРЕРЫВАНИЕ может быть сброшен только по опросу СДС-1604А на наличие прерывания.

б) СОСТОЯНИЕ (СОСТ-У) - данная линия используется ЭВМ "Минск-22" для выдачи двоичного ответа на команды опроса ее состояния.

в) **ДАННЫЕ УСТРОЙСТВА (ДАН-У)** - младшая из 48 линий шины данных устройства (ШИН-У). На эту линию "Минск-22" последовательно, начиная со старших разрядов сумматора, выдает разряды передаваемого слова.

г) **ГОТОВНОСТЬ ДАННЫХ УСТРОЙСТВА (ГОТ-У)** - наличие сигнала на этой линии указывает каналу СДС-1604А, что очередной разряд выдан "Минск-22" на линию ДАН-У.

д) **ОТВЕТ УСТРОЙСТВА (ОТВ-У)** - сигнал на этой линии появляется при выводе данных из СДС-1604А. Его назначение - сообщить каналу СДС-1604А, что очередной разряд принят ЭВМ "Минск-22".

3. Временные диаграммы, описывающие работу сопряжения СДС-1604А, и взаимосвязь вышеперечисленных сигналов могут быть найдены в литературе ^{1/} и поэтому в данной работе не рассматриваются.

У. Оценка реальной пропускной способности канала связи

В связи с тем, что функции преобразования последовательной формы представления информации в параллельную и наоборот, возложены со стороны СДС-1604А на программу связи, реальная пропускная способность канала меньше максимально возможной для канала прямой передачи СДС-1604А.

В качестве примера рассмотрим режим ввода данных в СДС-1604А, при котором группировка слова в МОЗУ СДС-1604А производится после приема всех 37 разрядов слова ЭВМ "Минск-22".

Обработка на СДС-1604А одного такого слова включает в себя:

а) прием массива из 37 48-разрядных слов (считаем, что прием производится с максимальной скоростью работы канала прямой передачи и занимает ≈ 200 мксек);

б) группировку слова СДС, которая требует около 600 мксек;

в) выполнение ряда служебных действий (пересылка сформированного слова, проверка окончания, восстановление констант и т.п.), на которые необходимо затратить около 50 мксек.

Таким образом, на прием одного слова с ЭВМ "Минск-22" в установленном режиме требуется около 850 мксек, т.е. реальная пропускная способность канала связи составляет величину ≈ 1200 37-разрядных слов в секунду. (Читающее устройство с перфоленты обеспечивает быстрое действие около 50 слов/сек). Практически полученное значение пропускной способности, возможно, является несколько завышенным, так как в действительности время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных действий, может составлять большую величину в зависимости от принятого алгоритма обмена.

VI . О программном обеспечении канала связи

Комплекс программ, составляющих основу математического обеспечения канала связи, можно подразделить на две группы:

1. Программы, вводимые на ЭВМ СДС-1604А.
2. Программы, вводимые на ЭВМ "Минск-22".

Что касается функционального назначения, то первая группа программ является иницирующей, управляющей, а вторая призвана реализовать директивы, генерируемые программами первой группы. Такое деление является во многом условным и определяется, в основном, тем, что ЭВМ СДС-1604А является более мощной с точки зрения технических характеристик и средств математического обеспечения.

Рассматриваемая система во многом повторяет систему программного обеспечения канала связи ЭВМ "Минск-2" (Минск-22) и М-20 БЭСМ-4) (см. /4,5/). Некоторые отличия в функциональной схеме рассматриваемой системы от вышеуказанной призваны несколько улучшить эксплуатационные качества, особенно с точки зрения уменьшения влияния случайных сбоев. В данной системе предусмотрен гораздо более широкий набор блоков, ведающих анализом технических сбоев и ошибок оператора. Возникающие в процессе работы ошибки анализируются с целью их максимальной локализации, и результаты анализа печатаются на пульт-овой пишущей машинке СДС-1604А.

Программа связи, вводимая на ЭВМ "Минск-22", предназначена для приема директив (приказов), поступающих из СДС-1604А, и организаций их выполнения в режиме интерпретации. Директива представляет собой массив m -разрядных слов ($m = 37$ для рассматриваемой системы), последнее слово которого является контрольным и равно циклической сумме предыдущих слов массива.

Поступающие директивы могут быть двух типов:

Первый тип представляет собой названия (логические номера) библиотечных подпрограмм, находящихся в запоминающих устройствах ЭВМ "Минск-22". Принятый приказ рассматривается программой связи как приказ первого типа, если первое слово приказа имеет единицу в знаковом разряде. Под логический номер приказа отводятся 36 разрядов. Для приказов первого типа в поступившем массиве кроме названия библиотечной программы содержатся фактические параметры соответствующей программы. Для организации выполнения данных приказов используются специальный блок-интерпретатор, каталог названий директив, таблица адресов программ и набор библиотечных программ.

Второй тип приказов представляет собой программы, написанные во внутреннем коде ЭВМ "Минск-22".

Функции генерирования приказов, передача их на ЭВМ "Минск-22", прием и дальнейшее использование результатов выполнения указанных директив, диагностика возникающих в процессе обмена ошибок и извещение оператора через пишущую машинку о характере ошибок возложены на управляющую программу связи.

VII . Схемная реализация связи на ЭВМ "Минск-22"

Для организации связи ЭВМ СДС-1604А и "Минск-22" в максимальной степени использована логика канала, ранее разработанного на ЭВМ "Минск-22" для связи машины с внешними объектами ^{13-5/}. Это позволило реализовать связь между указанными машинами, затратив около 20 стандартных ячеек "Минск-22". Назначение дополнительной схемы состоит в согласовании логики работы сопряжения СДС-1604А и канала ЭВМ "Минск-22"

VIII. Выводы

Двусторонняя связь между ЭВМ СДС-1604А и "Минск-22" позволила достаточно быстро и с небольшими материальными затратами решить проблему ввода в ЭВМ СДС-1604А экспериментальных данных, пробиваемых на бумажной ленте.

Предлагаемые логические возможности связи между указанными машинами не ограничивают программное обеспечение связи, позволяя при необходимости в будущем реализовать самые разнообразные алгоритмы обмена управляющей информацией и данными и использовать ЭВМ "Минск-22" в качестве вспомогательной машины.

Л и т е р а т у р а

1. *Control Data 1604-A Computer. Input/Output Specification. No.244b, Rev. 10/63.*
2. *Control Data 1604-A Computer. Reference Manual., Pub. No. 6002 4500, 1963.*
3. С.В. Кадыкова, А.И. Ефимова. Схема двусторонней связи ЭВМ "Минск-22" с восемью внешними объектами. Препринт ОИЯИ, 10-4096, Дубна, 1968 г.
4. А.Я. Астахов, Н.Н. Говорун, И.М. Иванченко, Г.М. Кадыков, З.В. Лысенко, В.В. Федорин. Система ввода информации в М-20 через буферную машину. Препринт ОИЯИ, 2914, Дубна, 1966.
5. И.М. Иванченко, А.П. Крегов, Н.Н. Морозова, О.К. Нефедьев. Двусторонняя связь ЭВМ БЭСМ-4 и "Минск-22". Препринт ОИЯИ, 11-40, 78, Дубна, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел

21 марта 1969 года.