

И-653

159/1-41

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

P10 - 5409

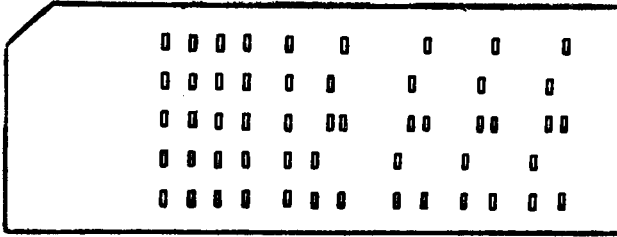


ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

В.Д. Инкин, Ю.А. Каржавин, Ю.И. Сусов

УСТРОЙСТВО СВЯЗИ СКАНИРУЮЩЕГО
АВТОМАТА ДЛЯ РАБОТЫ С ЭВМ СДС-1604А

1970

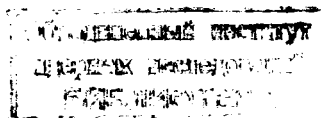


P10 - 5409

В.Д. Инкин, Ю.А. Каржавин, Ю.И. Сусов

**УСТРОЙСТВО СВЯЗИ СКАНИРУЮЩЕГО
АВТОМАТА ДЛЯ РАБОТЫ С ЭВМ СДС-1604А**

Направлено в ПТЭ



ВВЕДЕНИЕ

Для работы сканирующего автомата (СА) /1/ на линии с ЭВМ СДС-1604А было разработано устройство связи (УС), которое обеспечивает обмен данными между автоматом и ЭВМ, согласуя логику обмена СА и СДС-1604А, а также с помощью ЭВМ осуществляет проверку выполнения отдельных команд СА и контроль состояния аппаратуры автомата.

Связь с внешними устройствами ЭВМ СДС-1604А

СДС-1604А имеет 3 пары буферных-каналов, в которых обмен данными инициируется программой, но проводится автономно, и одну пару каналов прямой передачи, где обмен инициируется и проводится программой через арифметическое устройство ЭВМ /2/. Скорость обмена максимальна у канала прямой передачи данных (до 160000 слов в секунду) и несколько ниже (до 50000 слов в секунду) у буферного канала /3/. При работе с несколькими внешними устройствами одновременно скорость обмена снижается как у буферного канала, так и у канала прямой передачи. Кроме этого, скорость зависит от состава команд программы, выполняемой одновременно с обменом по буферному каналу.

К каждому каналу связи СДС-1604А может быть подключено до 8 внешних устройств. В связи с тем, что подключение внешних устройств осуществляется параллельно, естественно, что предварительно необходимо подготовить обмен информацией с выбранным внешним устройством. Для этой цели служит так называемый "функциональный код" (*Function Code*). В каждой паре каналов имеется двенадцатиразрядная линия связи, старшие три разряда которой передают номер устройства, а девять младших - исполнительный код.

В системе команд СДС-1604А имеется команда выборки (*SEL*) устройства с определенным номером, при помощи которой осуществляется подготовка внешнего устройства к обмену данными с ЭВМ. Эта команда имеет до 512 модификаций для данного устройства по данному каналу. Команда проверки состояния устройства с определенным номером (*SEN*), используя тот же "функциональный код", может проверить до 512 состояний внешнего устройства по данному каналу.

Обмен данными по каналам связи сопровождается потенциальными управляющими сигналами:

1. "Буферный канал активирован" (*Buffer Active*) (только для буферных каналов).
2. "Данные готовы" (*Data Ready*).
3. "Данные приняты" (*Data Resume*).

Эти сигналы позволяют синхронизировать процесс обмена данными и задают временную последовательность обмена.

Обмен функциональными кодами сопровождается двумя видами потенциальных управляющих сигналов. Для команд выборки управляющим сигналом является сигнал "код выборки готов" (*Function Ready*) длительностью 6 мксек. Для команд проверки управляющим сигналом является сигнал "код проверки готов" (*Sense Ready*) длительностью 6 мксек. Ответом на команду проверки является сигнал на шине "Ответ на проверку" (*Sense Response*), который должен появиться не более чем через 5 мксек после начала сигнала "код проверки готов". Кроме этих сигналов и кодов в обмене с внешними устройствами используются потенциальные сигналы "прерывание" (*Interrupt*) и "очистка" (*External Master Clear*).

Выбор канала для связи с СА, формат слов и функции устройства связи

В связи с большим количеством информации, поступающим от СА в процессе измерения (до 120 тысяч координат с одного стереоснимка /4/, весьма важным вопросом является вопрос о выборе канала связи.

Связь с ЭВМ СДС-1604А возможна либо по буферному каналу, либо по каналу прямой передачи. При обмене данными по каналу прямой передачи необходимо обеспечить "жесткую" синхронизацию работы ЭВМ

с приемом данных от СА, используя режим прерывания. Частота появления прерывания определяется временем заполнения буферной памяти СА и составляет в среднем одно прерывание на 2+5 мсек. Обмен при этом будет производиться фиксированным массивом в 30+40 машинных слов. Таким образом, несмотря на возможность высокой скорости обмена по каналу прямой передачи средняя скорость обмена по этому каналу будет целиком определяться объемом буферной памяти СА и временем ее заполнения. Кроме того, необходимо учесть относительно большое общее время обработки прерываний.

Обмен по буферному каналу, при использовании рабочих массивов в несколько тысяч ячеек оперативной памяти ЭВМ, позволяет проводить прием данных либо без прерывания, либо с ограниченным числом прерываний основной программы, с той же средней скоростью обмена.

Поэтому для связи с СА нами были выбраны пара буферных каналов (5 входной и 6 выходной буферные каналы СДС-1604А).

Структурная схема связи ЭВМ со сканирующим автоматом показана на рис. 1.

Разрядность машинного слова СДС-1604А составляет 48 разрядов, а разрядность выходного слова СА - 24 разряда, поэтому для экономии памяти ЭВМ и сокращения времени обмена, два выходных слова объединяются в одно на 48-разрядном выходном регистре СА.

Появление сигналов с выходного регистра СА на линиях связи блокируется сигналом "запрет передачи".

Сканирующий автомат передает в ЭВМ следующие данные:

1. X - продольная координата стола.
2. W - поперечная координата стола.
3. Y - координата трека на снимке.
4. Y полн. - контрольная координата для проверки работы системы отсчета Y-координаты.
5. CC - "статусное слово", характеризующее текущее состояние автомата.
6. Z - контрольное слово проверки буферной памяти СА.

Первые четыре типа данных передаются при нормальном режиме сканирования. Статусное слово считывается ЭВМ по специальной команде "запрос статуса" (ЗС). Форматы слов СА представлены в таблице 1.

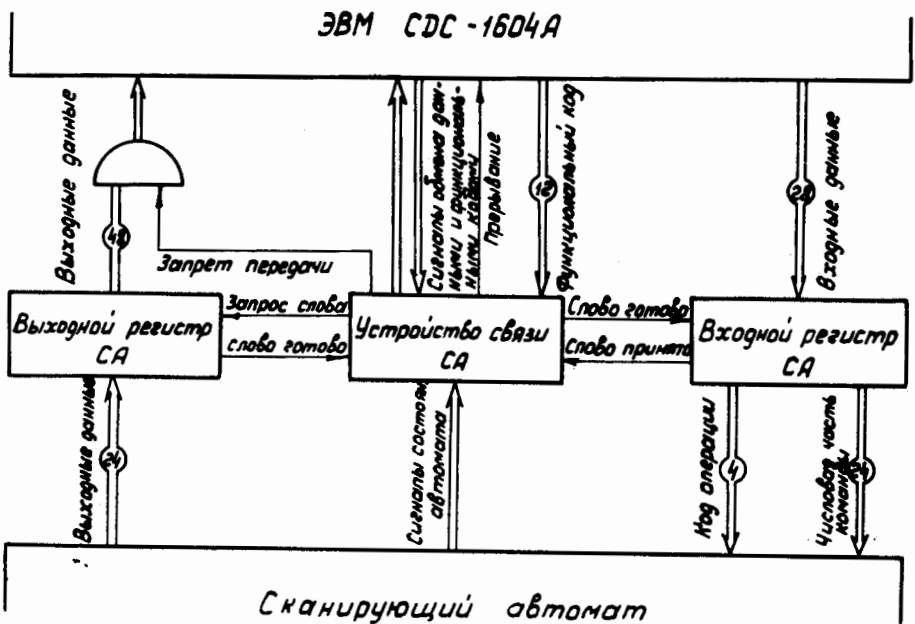


Рис.1 Структурная схема связи ЭВМ CDC-1604А со сканирующим автоматом.

	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
У	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
У полн.	0	1	Р	1	1	1	1	1																	
X/W	0	0	0	0	К																				
Статусное слово																									0

Р - признак переполнения БП.

К - признак переменной координаты.

0 - нулевое содержимое памяти маски.

18X - состояние 18 разряда счётчика X.

18W - состояние 18 разряда счётчика W.

Обмен данными по шестому буферному каналу ЭВМ (канал вывода) с входным регистром СА осуществляется 28-ю разрядными словами. Старшие четыре разряда слова представляют собой код операции команд СА. Младшие 24 разряда - числовую часть этих команд. Полный список команд СА и их формат представлены в таблице П.

Время выполнения команд сканирующим автоматом различно: часть команд (СП, Z, КК, У "0" БП, У "0" ЭЛ) выполняется практически одновременно с получением команды, выполнение других ($X_H, W_H, 0^0, 90^0, ПП, У "0" СТ$) связано с работой механических устройств СА, длительность выполнения их зависит от состояния автомата в момент получения команды и от вида полученной команды. Поэтому перед передачей следующей команды необходимо проверить выполнение предыдущей. Для этой цели, а также для проверки состояния СА используются команды ЭВМ, представленные в таблице Ш. С помощью этих команд проверяется: степень заполнения буферной памяти СА и режим ее работы, наличие режима сканирования, чередование "темного" и "светлого" периодов развертки СА, выполнение команд, связанных с механическими операциями, наличие группы причин, не позволяющих продолжать режим измерения, и т.д. Часть команд проверки предназначается для тестовой проверки СА. В связи с этим следует отметить, что стремление проверить большее количество узлов и элементов СА с помощью команд проверки приводит к увеличению объема аппаратуры, а это снижает надежность ее работы и требует дополнительной проверки. Поэтому были введены только те проверки, без которых, на наш взгляд, нельзя проверить функционирование того или иного узла СА.

Команды выборки ЭВМ используются при обращениях к СА не только для подготовки обмена данными, но также для целей проверки аппаратуры связи. С помощью команды выборки модифицируется команда Z для вывода данных из ЭВМ на осциллограф с запоминанием для визуального представления данных оператору.

Все управляющие сигналы в каналах связи ЭВМ - потенциального типа, в электронных блоках СА - импульсного, поэтому одной из задач устройства связи является преобразование соответствующих импульсных сигналов в потенциальные и наоборот.

28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	1																								
0	0	1	0																								
0	0	1	1																								
0	1	0	0																								
0	1	0	1																								
0	1	1	0																								
0	1	1	1																								
1	0	0	0																								
1	0	0	1																								
1	0	1	1																								
1	1	0	0																								
1	1	0	1																								
1	1	1	0																								

- X_H - Начальная координата по направлению X.
- W_H - Начальная координата по направлению W.
- П - Переворот пленки на 70 градусов.
- 0° - Начало горизонтального сканирования.
- 90° - Начало поперечное сканирование.
- НН - Начальная координата.
- ЗС - Запрос статусного слова.
- СП - Начало считывания БП.
- Z - Запись в БП контрольного слова.
- М - Запись в БП координату маски.
- У.0.ЭЛ - Установка в нулевое состояние амплитуды СА.
- В.0 - Вызов оператора.
- У.0.БП - Установка счетчика БП в начальное состояние.
- У.0.СТ - Установка стол в нулевое положение.

Н - направление перемотки пленки.

Таблица П

Таблица команд выборки и проверки СА

Команда ЭВМ	Назначение
<i>Команды выборки</i>	
SEL 51000	Выбрать СА для ввода данных в ЭВМ.
SEL 61000	Выбрать СА для вывода данных из ЭВМ.
SEL 61040	Установить Тг. „Данные готовы в.1.“
SEL 61050	Выбрать осциллограф для вывода данных из ЭВМ по Z команде.
SEL 61060	Установить Тг. „Данные приняты“ в.1.“
SEL 6P000	Очистить состояния выборки СА по каналу ввода в ЭВМ.
SEL 6P000	Очистить состояния выборки СА по каналу вывода из ЭВМ.
<i>Команды проверки</i>	
SEN 51010	„Полный переход“, если СА готов к работе.
SEN 51020	„Полный переход“, если выполняется команда У.0“ст.
SEN 51030	„Полный переход“, если идет измерение.
SEN 51040	„Полный переход“, если превышен уровень заполнения БП.
SEN 51050	„Полный переход“, если переполнена БП.
SEN 51060	„Полный переход“, если Хтек совпало с Хком.
SEN 51070	„Полный переход“, если есть фатальные неисправности.
SEN 51100	„Полный переход“, если выполнилась команда Хн.
SEN 51200	„Полный переход“, если выполнилась команда Wн.
SEN 51300	„Полный переход“, если кончилось выполнение команды перемотать пленку.
SEN 51400	„Полный переход“, если есть 0“БП.
SEN 51500	„Полный переход“, если идет „Темный период“ развертки СА.
SEN 51600	„Полный переход“, если СА выбран для вывода данных из ЭВМ.
SEN 51700	„Полный переход“, если СА выбран для ввода данных в ЭВМ.
SEN 51110	„Полный переход“, если Тг. „данные приняты“ установлен в.1.“
SEN 51120	„Полный переход“, если Тг. „данные готовы“ установлен в.1.“
SEN 51130	„Полный переход“, если есть сигнал СП.
SEN 51140	„Полный переход“, если есть сигнал Z.
SEN 51150	„Полный переход“, если есть сигнал Зс.
SEN 51160	„Полный переход“, если 7 разряд счетчика записи установлен в.1.“
SEN 51170	„Полный переход“, если 7 разряд счетчика считывания установлен в.1.“

Таблица III

Обмен данными с входным регистром СА

Логическая схема организации обмена данными и управляющими сигналами по каналу вывода СДС-1604А с входным регистром СА показана на рис.2.

Потенциалы с выходного регистра ЭВМ попадают на вентили занесения данных на входной регистр СА. Из сигнала "Данные готовы" (*Output Data Ready*), поступающего вслед за появлением данных на выходных шинах ЭВМ, выделяется передний фронт, который при наличии сигналов "Выборка" по каналу вывода и "Канал вывода активирован" (*Output Buffer Active*) заносит данные во входной регистр СА, предварительно устанавливая его в нулевое состояние. Этот же сигнал, задержанный на 2 мсек, или сигналы о занесении данных в буферную память СА или на осциллограф с запоминанием (команды Z и Z'), устанавливает в "I" триггер "Данные приняты". Сигнал триггера "Данные приняты", стробированный сигналами триггера "Выборка СА по выводу", "Канал вывода активирован" и "СА готов к работе", передается в ЭВМ (*Output Data Resume*). С задержкой, определяемой логикой работы канала ЭВМ, сигнал "Данные приняты" обрывает сигнал ЭВМ "Данные готовы". Задний фронт этого сигнала, при совпадении его с сигналами выборки и активации, устанавливает триггер "Данные приняты" в нулевое состояние. Таким образом осуществляется цикл передачи одного слова данных из ЭВМ в СА.

В случае отказа при передаче данных, когда триггер "Данные приняты" не сбрасывается в "0", предусмотрена принудительная установка этого триггера в нулевое состояние оператором ЭВМ с помощью ключа "очистка" (*External Master clear*) на пульте ЭВМ, и оператором СА с помощью кнопки "Установка в "0" электроники СА".

Для тестовой проверки работы триггера "Данные приняты" возможна установка данного триггера в "I" с помощью команды выборки (сигнал "Установка Тг в "I"). Блокировки сигналов в этой схеме делают невозможным прием и ответ на этом канале и позволяют работать с СА в режиме, автономном от ЭВМ, не влияя на работу других устройств.

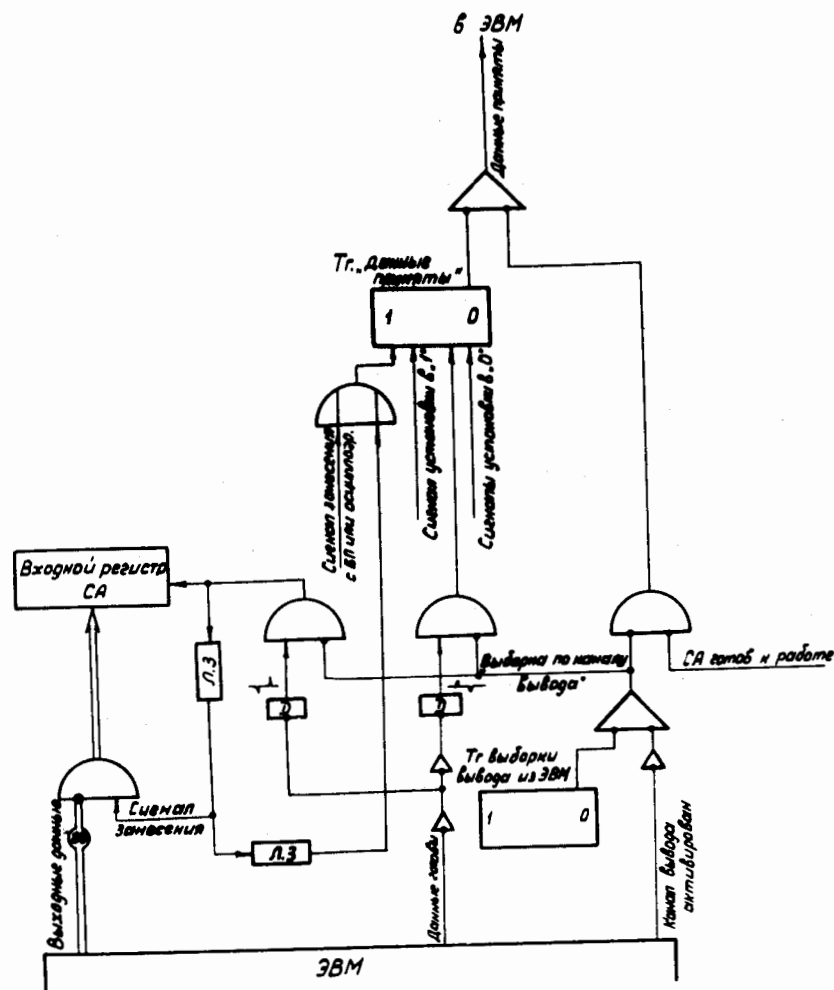


Рис. 2 Логическая схема связи ЭВМ с входным регистром СА

Обмен данными с выходным регистром СА

Логическая схема обмена данными и управляющими сигналами по каналу ввода СДС-1604А с выходным регистром СА показана на рис.3.

По очередному запросу числа на 48-разрядный выходной регистр СА заносятся два слова из буферной памяти СА и через 2 мксек импульс занесения второго слова устанавливает в "1" триггер "Данные готовы". Если имеются сигналы с триггера "Выборка ввода в ЭВМ", "Канал ввода активирован" (*Input Buffer Active*) и "СА готов к работе", сигналы с выходного регистра и сигнал "Данные готовы" (*Input Data Ready*) появляются на шинах линии связи с ЭВМ. С задержкой, определяемой логикой работы канала ЭВМ, на шине "Данные приняты" (*Input Data Resume*) появляется сигнал. Передний фронт этого сигнала сбрасывает триггер "Данные готовы" в нулевое состояние. По концу сигнала "Данные готовы" ЭВМ с задержкой обрывает сигнал "Данные приняты". Этим завершается передача очередного слова в ЭВМ. Конец сигнала "Данные приняты" используется для получения сигнала "Запрос числа", по которому процесс передачи возобновляется.

Конец буферной операции приема данных прекращает процесс обмена, однако последним сигналом ЭВМ "Данные приняты" из буферной памяти СА считается очередное слово, и триггер "Данные готовы" устанавливается в "1". Таким образом, после заполнения очередного рабочего массива в оперативной памяти ЭВМ для возобновления приема информации достаточно активировать буферный канал.

Для начала операции по вводу данных в ЭВМ служит команда СП (считывание памяти), которая не только подготавливает соответствующие цепи передачи из БП в выходной регистр СА, но и посылает первый "Запрос числа", начиная обмен.

При необходимости триггер "Данные готовы" может быть установлен в нулевое состояние оператором ЭВМ с помощью ключа "External Master Clear" на пульте ЭВМ и оператором СА с помощью кнопки "Установка в "0" электроники СА".

Использование сигналов триггера "Выборка ввода в ЭВМ", "Канал ввода активирован" и "СА готов к работе" в качестве блокирующих позволяет СА работать как в режиме связи с ЭВМ, так и

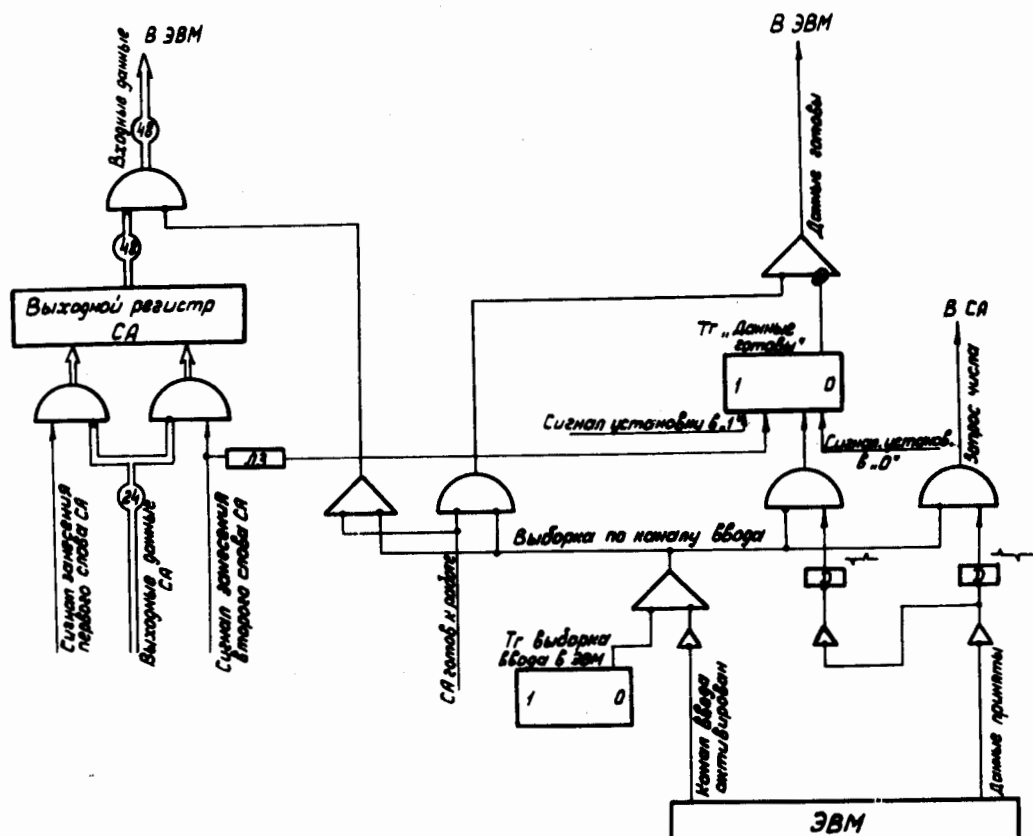


Рис. 3 Логическая схема связи ЭВМ с выходным регистром.

в автономном режиме, не влияя на работу других внешних устройств, подсоединенных к данному каналу.

Операции выборки

Логическая схема выполнения операций выборки, реализующих команды ЭВМ типа *SEL*, показана на рис. 4. Как уже говорилось, эти команды связаны с функциональным кодом данной пары каналов и сигналами "Код выборки готов" по каналам ввода и вывода. Принадлежность этих сигналов к тому или иному внешнему устройству определяется по старшим трем разрядам функционального кода, в которых передается номер устройства. Сканирующему автомату по пятому и по шестому каналам присвоен номер 1.

По логике организации связи [2] сброс выборки (состояния) того или иного внешнего устройства происходит при обращении к устройству с другим номером на этом же канале.

В устройстве связи СА для удобства дешифрирования двенадцатизрядный функциональный код разбит на тройки.

Для реализации команд выборки оказалось достаточным использование сигналов одного дешифратора условий выборки (8 кодов) и дешифратора номера устройства.

Сигнал номера устройства совпадает с сигналами "Код выборки готов" либо по каналу ввода (*Input Function Ready*), либо по каналу вывода (*Output Function Ready*) и при наличии определенного функционального кода устанавливает то или иное состояние СА. Из логической схемы видно, что команда выборки выполняется независимо от кодов первого и третьего дешифраторов функционального кода. Условием установки триггеров выборки в "1" для ввода или вывода данных, например, является функциональный код $1LOK_8$ и сигнал "Код выборки готов" по каналам ввода или вывода, причем рабочими являются второй и четвертый разряд октального кода. Для сброса триггеров выборки в "0" и окончания режима передачи данных для осциллографа с запоминанием используются сигналы: "Номер другого устройства" (инвертированный сигнал "Номер устройства № 1") и "Код выборки готов" по каналам ввода и вывода. Кроме того, сброс может быть осуществлен оператором ЭВМ

с помощью ключа "External Master Clear" на пульте ЭВМ и оператором СА с помощью кнопки "Установка в "0" электроники СА".

Операции проверки

Логическая схема выполнения операций проверки, реализующих команды ЭВМ типа SEN, показана на рис. 5.

В связи с тем, что выполнение в ЭВМ команды SEN зависит от того, является ли функциональный код четным или нечетным [2], для удобства программирования команды проверки используют сигналы второго и третьего дешифратора условий проверки, дешифратора номера устройства и сигнал "Код проверки готов".

Сигналы со второго дешифратора условий проверки (7 кодов) совпадают с сигналами, означающими выполнение того или иного условия проверки и объединяются на схеме "ИЛИ". Объединенный сигнал стробируется соответствующим кодом третьего дешифратора и попадает на вторую схему "ИЛИ". Полученный сигнал, при совпадении с сигналами "Номер устройства", "Код проверки готов" (Sense Ready) и "СА готов к работе", поступает на шину "Ответ на проверку", идущую в ЭВМ.

Такое построение позволило получить схему с максимальным количеством условий проверки (до 64) при минимальном количестве оборудования. Примером реализации команд проверки может служить команда SEN5101K, с функциональным кодом IOIK₈, который при наличии сигнала "Код проверки готов" означает вопрос: "Готов ли СА к работе?".

Результаты

Схема устройства связи СА с ЭВМ CDC-1604A

выполнена на системе элементов ЭВМ БЭСМ-4 и занимает порядка 60 ячеек. Схема изготовлена и налажена осенью 1968 года и с тех пор надежно работает.

Скорость обмена с ЭВМ по 5 буферному каналу (ввод в ЭВМ) — порядка 30+35 мсек на одно слово, что составляет 60+65 тысяч координат в секунду, а по 6 буферному каналу (вывод из ЭВМ) — 15+20 мсек на слово, что в случае работы осциллографа с запоминанием составляет 50+65 тысяч слов в секунду.

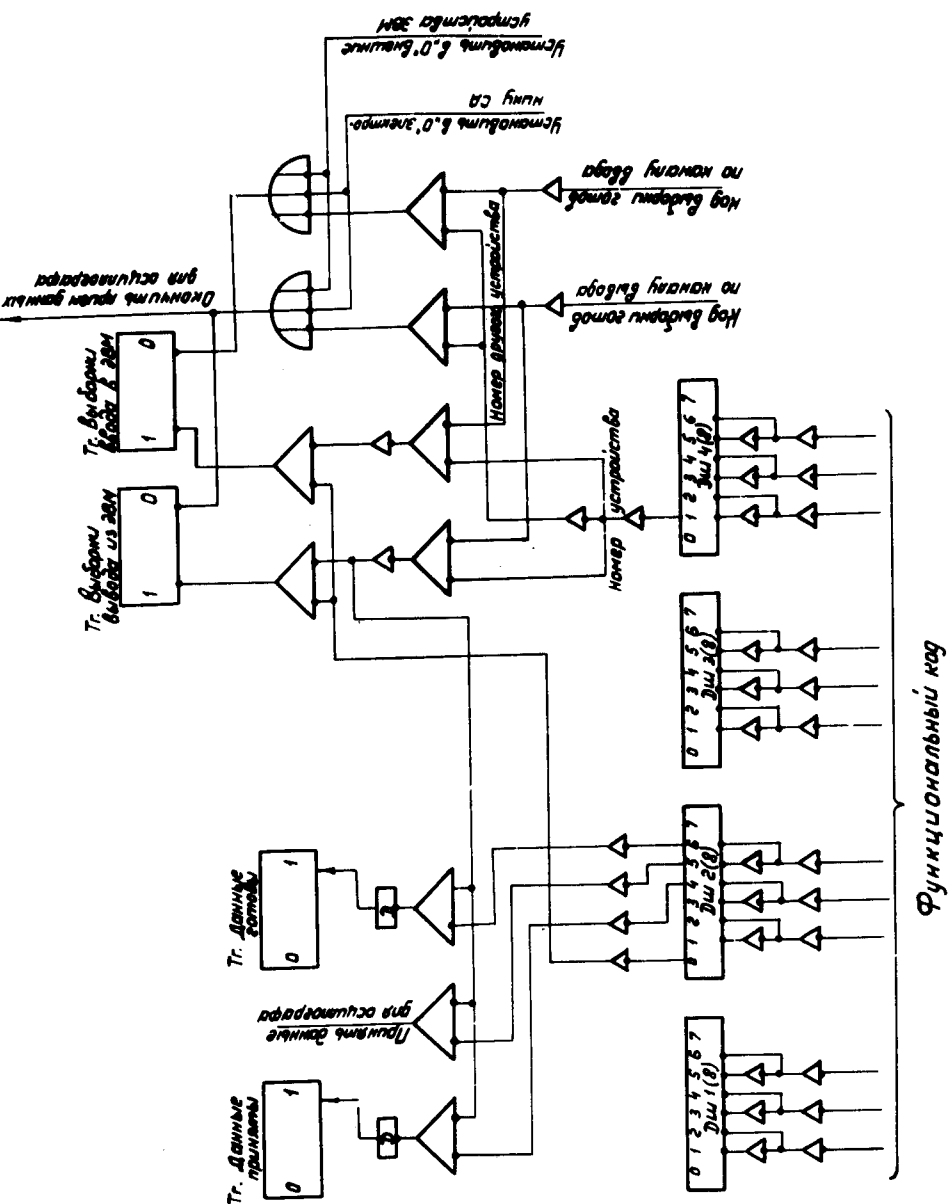
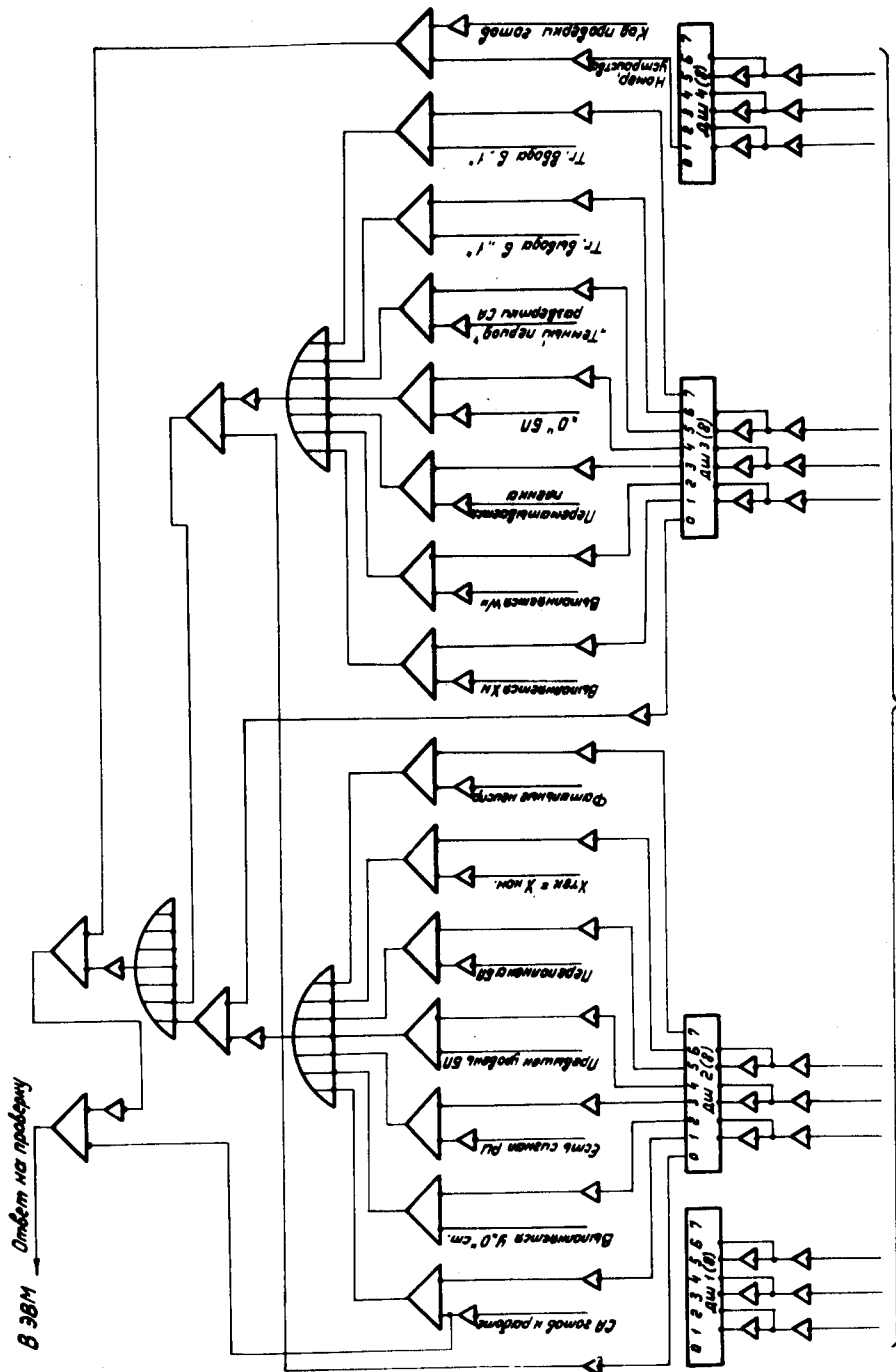


Рис. 4 Логическая схема выполнения команд выбора.



Функциональный набор
 Рис. 5 Логическая схема выполнения команды проверки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. В.Я.Алмазов и др. ПТЭ, №1, 1970г.
2. Control Data 1604/1604A Computer, Reference Manual, Control Data Corporation 1964.
3. Control Data 1604/1604 A Computer, Input/Output Specification, Control Data Corporation 1964.
4. CERN, DD/DA/68/11, H.J. Down, R.A. Lawes September 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел
 26 октября 1970 года.