

7

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
СО АН СССР

В. И. Нифонтов, А. Д. Орешков, А. Н. Путьмаков,
И. А. Скарин

КОНТРОЛЛЕР И ДРАЙВЕР ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ
СВЯЗИ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ВИДЕ МЕЖДУ
ЭВМ ЭЛЕКТРОНИКА-60 И КРЕЙТАМИ КАМАК

ПРЕПРИНТ 82—90



КОНТРОЛЛЕР И ДРАЙВЕР ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ В
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ВИДЕ МЕЖДУ ЭВМ ЭЛЕКТРОНИКА-60
И КРЕЙТАМИ КАМАК

Нифонтов В.И., Орешков А.Д., Путьмаков А.Н.,
Скарип И.А.

Институт ядерной физики СО АН СССР, г.Новосибирск

А Н Н О Т А Ц И Я

Описывается аппаратура, с помощью которой осуществляется обмен данными между устройствами, выполненными в стандарте КАМАК и микро ЭВМ "Электроника-60". Обмен производится по последовательному каналу связи. Драйвер, подключаемый непосредственно к магистрали ЭВМ, обеспечивает связь с 6-ю контроллерами крейта на расстоянии до 250 метров. Подключение каждого контроллера осуществляется двумя коаксиальными кабелями РК-75. Контроллер функционально совместим с контроллером СС-II и его отечественными аналогами.

В В Е Д Е Н И Е

В системах управления физическим экспериментом, использующих ЭВМ "Электроника-60" и аппаратуру КАМАК, широкое распространение получили контроллеры крейта функционально совместимые с контроллером СС-II /1,2,3/. Эти контроллеры отличает простота организации обмена данными, т.к. обращения ЭВМ к регистрам модулей крейта КАМАК производятся так же, как к ячейкам оперативной памяти. Как правило, контроллеры этого типа подключаются непосредственно к магистрали ЭВМ с помощью согласованного многожильного кабеля. Такой способ сопряжения обеспечивает высокую скорость передачи данных, однако, имеет некоторые недостатки:

- большое количество проводников в соединительном кабеле;
- наличие потенциальной связи между ЭВМ и аппаратурой крейта;
- ограничения на длину кабеля (обычно не более 10 метров).

Перечисленные факторы усложняют использование контроллеров этого типа на электрофизических установках в условиях высокого уровня электромагнитных помех, при значительной территориальной разнесенности объектов управления.

Задачу управления в таких условиях можно было бы решать подключая аппаратуру КАМАК к ЭВМ согласно рекомендациям спецификации ЕУЯ -6100е /4,5/. Однако, при этом требуются значительные затраты на разработку и изготовление серии системных модулей (драйвер, D,U - порты, L - грейдер и т.д.). Такие затраты целесообразны при создании систем с большим количеством крейтов. Кроме того, подобная сеть требует создания специального программного обеспечения.

Тем не менее, последовательная связь имеет очевидные достоинства, такие как:

- хорошая помехозащищенность;
- возможность легко наращивать систему;
- простая диагностика неисправностей в системе;
- удобство эксплуатации.

Накопленный в ИЯФ СО АН СССР опыт эксплуатации последовательной связи ЭВМ с управляющей и измерительной аппаратурой /6/ и совокупность приведенных выше факторов стимулировали разработку способа подключения аппаратуры КАМАК к ЭВМ, включающего в се-

бя достоинства последовательной системы связи и функциональную совместимость с контроллерами типа СС-II.

Блок-схема разработанной системы, состоящей из нескольких контроллеров и драйвера, обеспечивающего их сопряжение с ЭВМ, представлена на Рис.1.

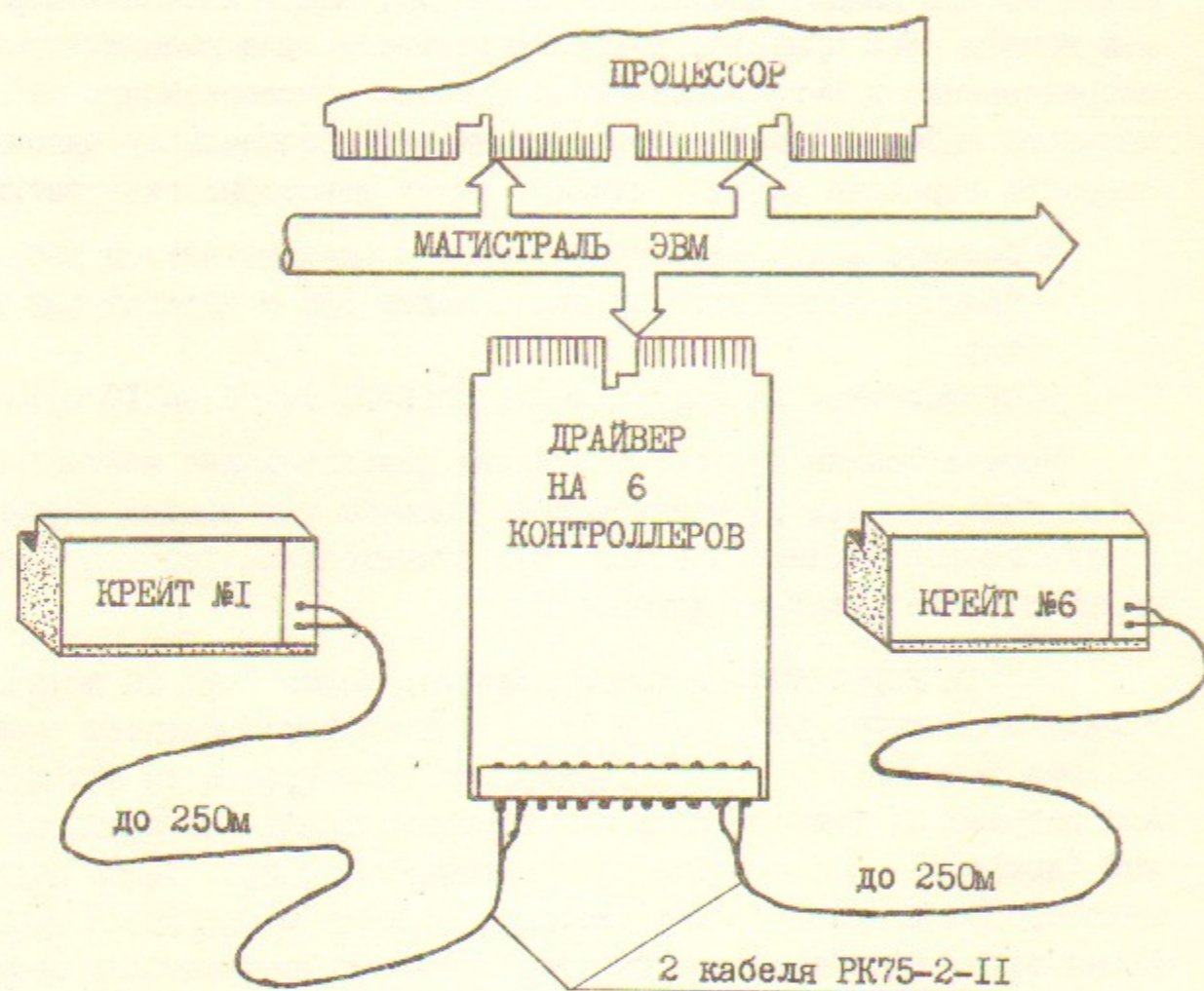


Рис.1. Схема подключения контроллеров крейтов КАМАК к ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА-60".

ДРАЙВЕР

Основное назначение драйвера заключается в преобразовании адреса и данных, получаемых с общей шины ЭВМ в последовательную посылку, и обратном преобразовании принимаемой от контроллера информации. Драйвер также обеспечивает дешифрацию адреса контроллеров, обмен данными с ЭВМ и передачу запросов от контроллеров на прерывание программы. Адрес, передаваемый от ЭВМ перед циклами ВВОД и ВЫВОД, однозначно преобразуется в номер крейта, номер модуля КАМАК и субадрес. Адресное пространство, занимаемое каждым контроллером и интерпретация адреса ЭВМ помещены в табл.1.

Таблица 1.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ АДРЕСА ЭВМ В $C(i), N(j), A(k)$

AI5	AI4	AI3	AI2	AI1	AI0	AO9	AO8	AO7	AO6	AO5	AO4	AO3	AO2	AO1	AO0
адрес крейта						номер станции					субадрес				
I	I	I	C4	C2	C1	N16	N8	N4	N2	N1	A8	A4	A2	A1	
АДРЕСНОЕ ПРОСТРАНСТВО						КОНТРОЛЛЕРОВ									
C(0)=I60000 - I61376						C(3)=I66000 - I67376									
C(1)=I62000 - I63376						C(4)=I70000 - I71376									
C(2)=I64000 - I65376						C(6)=I74000 - I75376									

На рис.2 изображена функциональная схема драйвера. В ней можно выделить 4 основных узла.

- Узел обмена с магистралью ЭВМ, включающий в себя регистр данных, регистр адреса и шинные формователи для согласования с магистралью ЭВМ.

- Узел последовательных линий связи. Сюда входят 6 приемопередатчиков, мультиплексор приемников из линии и дешифратор номера крейта для выбора нужной линии связи.

- Узел прерываний, который содержит схему приемников запросов на прерывание и схему приоритетного кодировщика с формирователем вектора прерывания.

— Узел управления на основе микропрограммного управляющего автомата (УА), который обеспечивает функционирование всего драйвера.

Назначение каждого элемента функциональной схемы можно понять при анализе алгоритма работы драйвера, приведенного на Рис.3. Алгоритм имеет четыре независимые ветви. В исходном состоянии управляющий автомат ожидает поступления от ЭВМ одного из сигналов ВВОД, ВЫВОД, СБРОС или ППР.

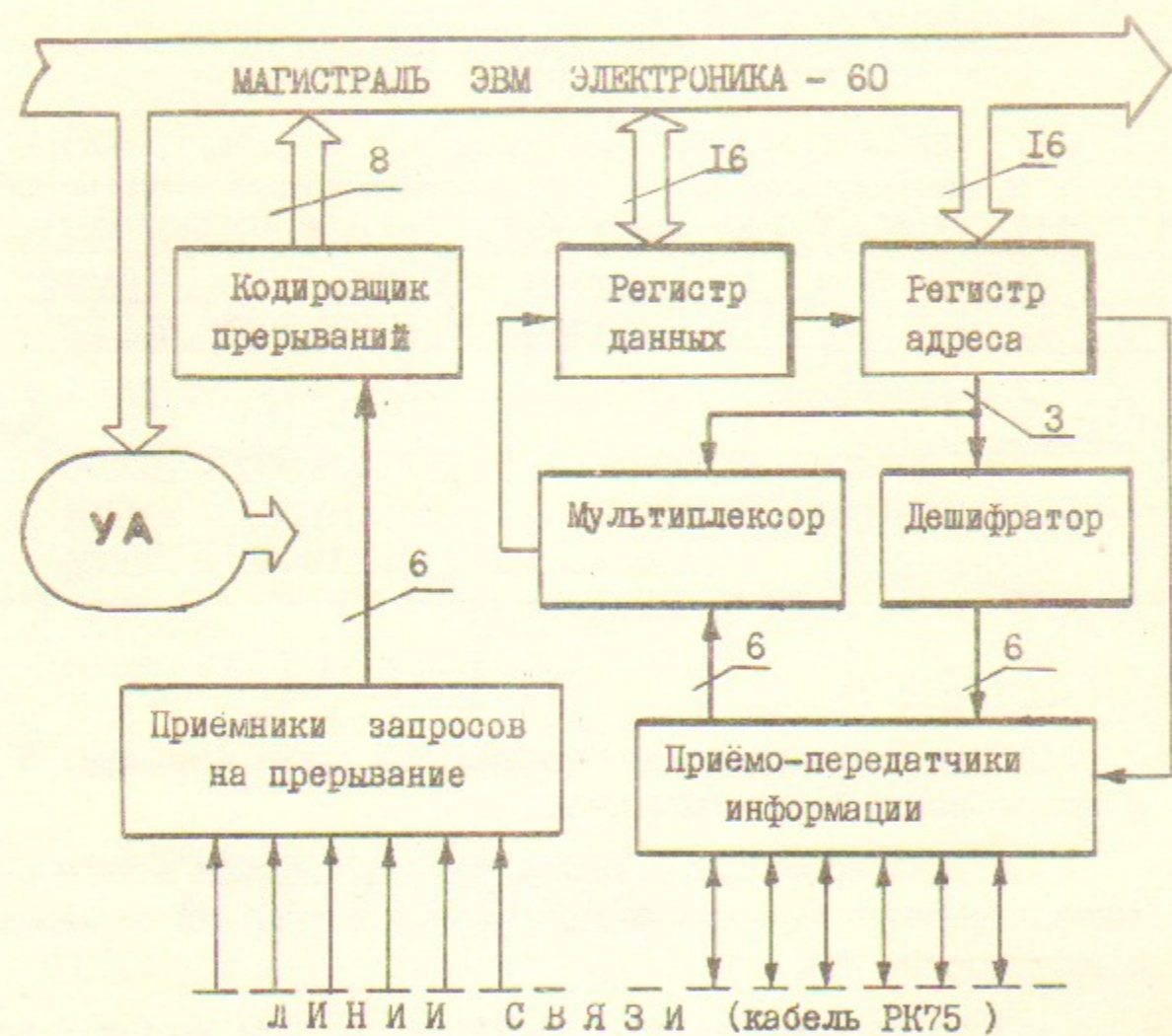


Рис.2. функциональная схема ДРАЙВЕРА.

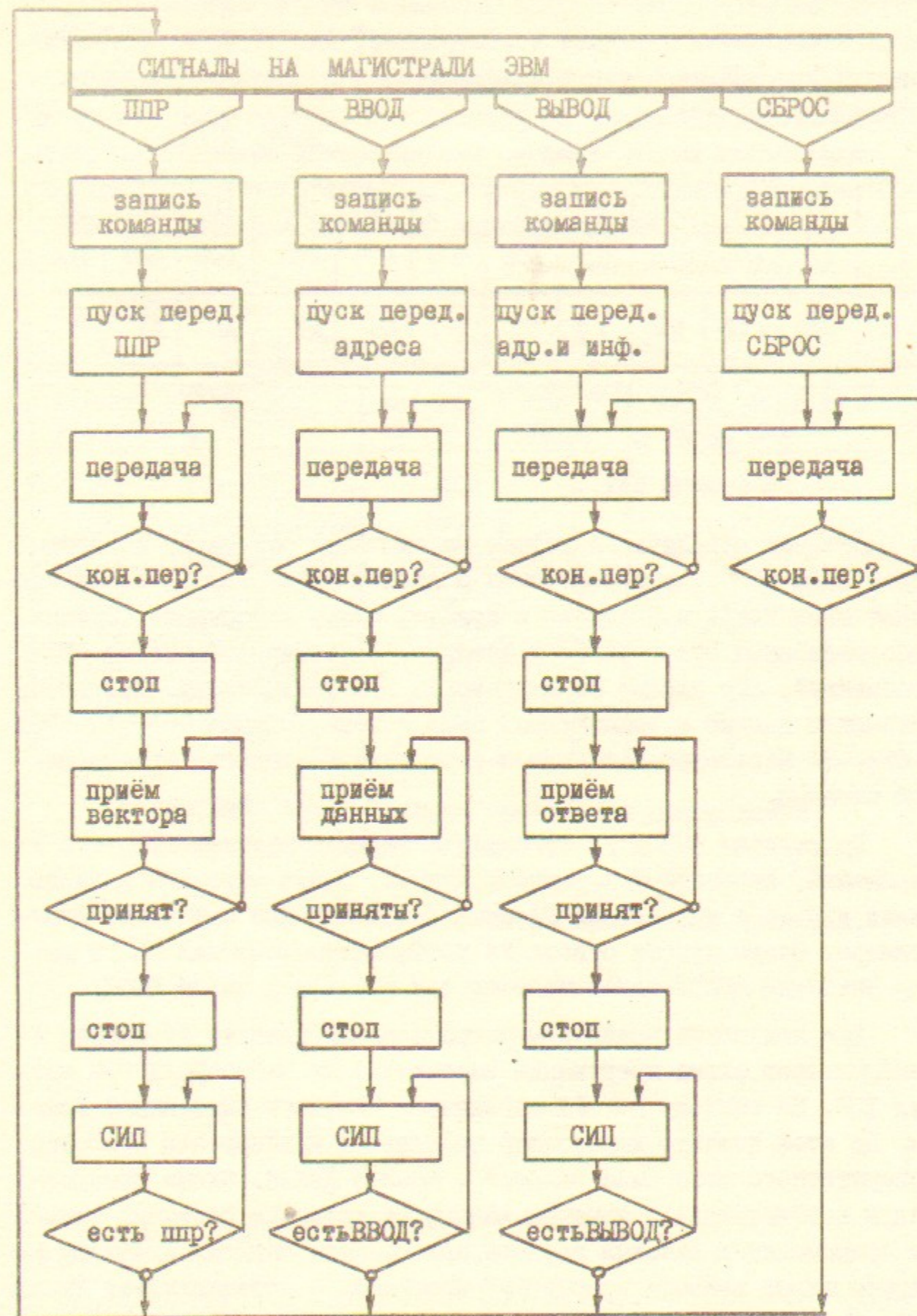


Рис. 3. Алгоритм работы ДРАЙВЕРА.

По сигналу ВВОД, который поступает от ЭВМ вместе с СИА, УА через линию связи передает в контроллер, выбранный в соответствии с кодом "С" адресную посылку. Формат передаваемого слова приведен в Таблице 2.

Табл. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	I/O	A09	A08	A07	A06	A05	A04	A03	A02	A01	A00
ST.	B/B	N I6	N 8	N 4	N 2	N I	A8	A4	A2	A1	0

номер модуля

субадрес

I - ввод, 0 - вывод

стартовый бит.

По окончании передачи УА встает на ожидание ответа от контроллера. Если контроллер подключен к данной линии связи, то он проводит цикл КАМАК и передает в драйвер слово информации. Приняв информационный код в регистр данных, УА выставляет сигнал СИП сообщаящий, что данные на магистрали ЭВМ установлены. Процессор принимает данные и заканчивает цикл обмена, снимая сигналы ВВОД и СИА. УА переходит в исходное состояние в ожидании приема новой команды.

По сигналу ВЫВОД УА организует передачу адреса вместе с информацией, записанной в регистр данных. После передачи в линию связи адреса и информации УА встает на ожидание ответа от контроллера. После приема ответа УА устанавливает сигнал СИП и далее операция ВЫВОД заканчивается так же, как в цикле ВВОД.

При получении драйвером запроса на прерывание от одного из контроллеров схема прерывания выставляет на магистрали ЭВМ сигнал ППР. По сигналу ППР УА организует передачу сигнальной команды. По этой команде контроллер передает в драйвер код наиболее приоритетного источника запроса в крейте КАМАК. Схема прерывания, в соответствии с номером канала, от которого поступил запрос на прерывание и базовым адресом, присвоенным данному драйверу, формирует адрес вектора прерывания программы и устанавливает сигнал СИП. После приема ЭВМ адреса вектора прерывания УА переходит в исходное состояние.

Соответствие адреса вектора прерывания источнику запроса приведено ниже в табл.3.

По сигналу СБРОС УА организует передачи сигнальной посылки во все контроллеры, присоединенные к драйверу. Посылка инициирует генерацию контроллерами сигнала Z на магистрали КАМАК. По окончании передачи автомат переходит в исходное состояние в ожидании следующей команды от ЭВМ.

Таблица /3.

АДРЕС ВЕКТОРА ПРЕРЫВАНИЯ ЭВМ

группы запросов	запросы	код гр. запроса	код маски	адрес вектора прерывания
D1	L1, L2, L3, L4	400	I	V + 34
D2	L5, L6, L7, L8	1000	2	V + 30
D3	L9, L10, L11	2000	4	V + 24
D4	L12, L13, L14	4000	10	V + 20
D5	L15, L16, L17	10000	20	V + 14
D6	L18, L19, L20	20000	40	V + 10
D7	L21, L22, L23	40000	100	V + 04
D8	НЕТ X	100000	200	V + 00

V - базовый адрес вектора прерывания контроллера, который определяется как:

$$V = U + (340 - 40 i)$$

где U - базовый адрес вектора прерывания драйвера.
i - номер крейта.

КОНТРОЛЛЕР

Контроллер обеспечивает управление магистралью крейта КАМАК и его сопряжение с драйвером через последовательную линию связи. Функциональная схема контроллера приведена на Рис.5. Она включает в себя узел сопряжения с последовательной линией связи, внутренние регистры, дешифратор N, схему прерывания, арбитр захвата магистрали крейта КАМАК и управляющий автомат (УА), обеспечивающий функционирование контроллера.

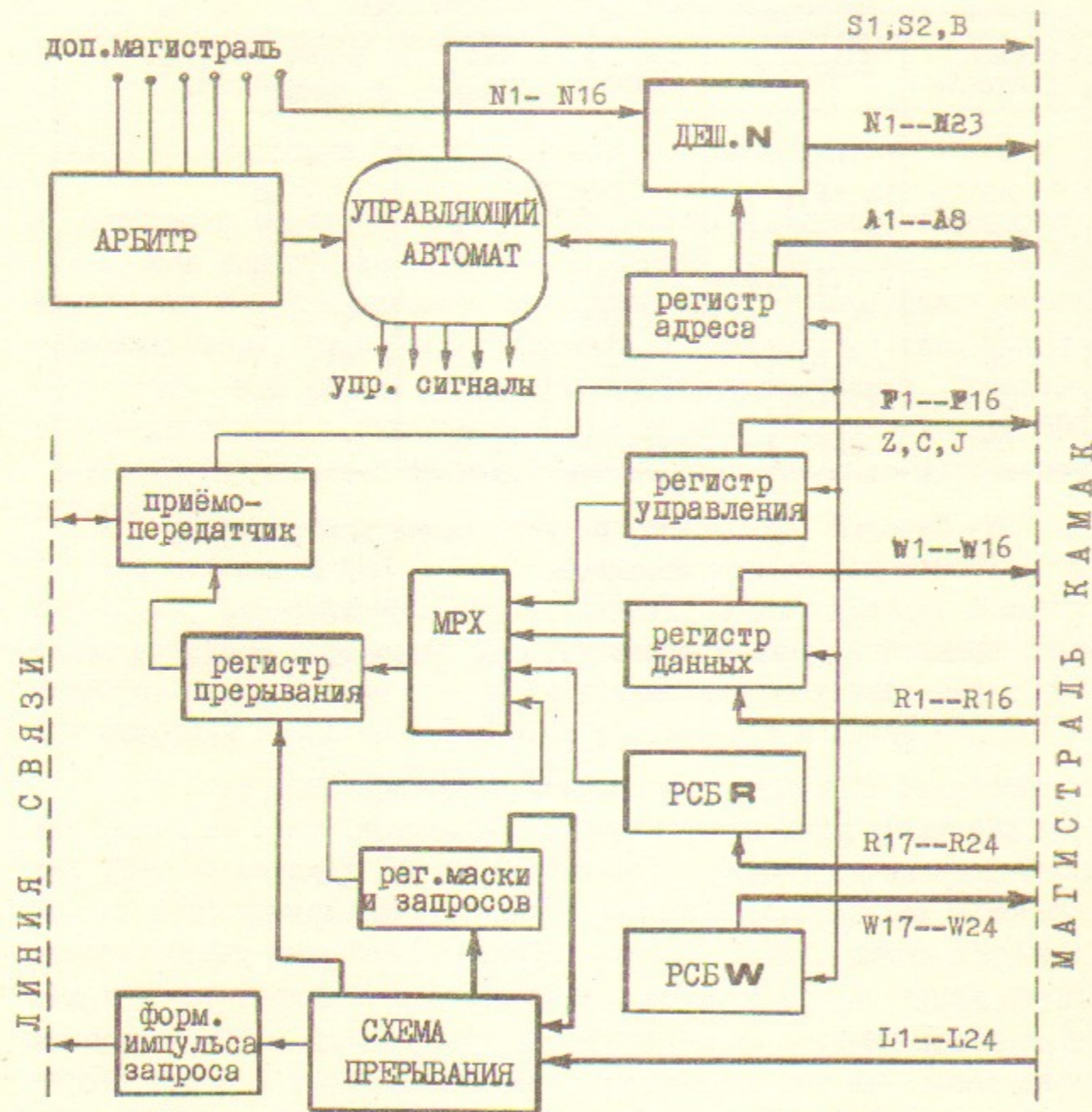


Рис.4. Функциональная схема контроллера.

Внутренние регистры контроллера функционально эквивалентны регистрам контроллера СС-II. Все передачи от драйвера к контроллеру начинаются с адресной посылки, формат которой приведен в табл.2. Режим работы УА и выбор нужного регистра определяется в соответствии с полем А и N адресной посылки. Внутренние регистры контроллера адресуются кодами с N(0). Формат регистров и их адресация приведены в табл.4.

Таблица 4.

ВНУТРЕННИЕ РЕГИСТРЫ КОНТРОЛЛЕРА															
РЕГИСТР СОСТОЯНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ (РС)															
адрес - C(i), N(0), A(0) Q, X, IL, D - только читаются.															
D15															
Q	X	*	IL	*	XE	Z	C	D	DE	IF	F16	F8	F4	F2	F1
РЕГИСТР ЗАПРОСОВ И МАСКИ (PM)															
D15															
D00															
D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1
запросы								маска							
адрес - C(i), N(0), A(1) D1 - D8 только читаются															
РЕГИСТР СТАРШЕГО БАЙТА ЧТЕНИЯ (РСBR)															
адрес - C(i), N(0), A(2) только читается															
D07															
D00															
R24	R23	R22	R21	R20	R19	R18	R17								
РЕГИСТР СТАРШЕГО БАЙТА ЗАПИСИ (РСBW)															
адрес - C(i), N(0), A(2) не читается															
D07															
D00															
W24	W23	W22	W21	W20	W19	W18	W17								

В цикле ВВВОД вслед за адресной частью посылки из линии связи поступают данные, поэтому выбор нужного регистра необходимо осуществлять за время, меньшее периода сдвигающих импульсов. Это потребовало применения для дешифрации адресов регистров микросхем 53I серии.

Регистр состояния и управления (PC)

Значение разрядов регистра PC:

- F1...F8 - разряды управляют шинами F1...F8 магистрали КАМАК;
- F16 - разряд управляет шиной F16, если F8=1. При F8=0 шина F16 принимает нулевое значение в цикле ВВОД и единичное в цикле ВЫВОД;
- IF - разряд управляет шиной "Запрет" (I) магистрали КАМАК.
- DE - разряд разрешение прерывания. Если DE =1, прерывание разрешено. Этот разряд автоматически сбрасывается после генерации запроса на прерывание.
- D - разряд, наличие запроса. D =1, если имеется хотя бы один незамаскированный групповой запрос.
- C - разряд "сброс". Если C =1, то генерируется цикл сброса (C) на магистрали КАМАК.
- Z - разряд "Пуск". Если Z =1, то генерируется цикл "Z".

Разряды Z и C автоматически сбрасываются по окончании соответствующего цикла на магистрали КАМАК.

- XE - разряд разрешения прерывания по X=0.
- IL - разряд индикации значения шины I магистрали КАМАК.

Шину I можно установить в "I" разрядом IF регистра состояния и управления, сигналом с разъема "I" на передней панели контроллера, а также любым модулем КАМАК.

- Q и X - разряды, в которых фиксируется значение ответов Q и X в цикле КАМАК.
- Разряды D13 и D11 - не используются.

Регистр маски и запросов (PM)

Значение разрядов PM:

- D1...D8 - групповые запросы;
- M1...M8 - маска

Если $m_j = 1$, то разрешено прерывание по групповому запросу D_j ($j = 1...8$). Все разряды читаются, но записать можно только маску.

Регистры старшего байта чтения (PCBR) и записи (PCBW)

Доступ к этим регистрам осуществляется по одному и тому же адресу и определяется битом ВВОД/ВЫВОД адресной посылки. Запись в PCBR производится только в режиме чтения с магистрали КАМАК по стробу S1, а запись в PCBW возможна только от ЭВМ в цикле ВЫВОД. Ниже приводится пример организации обмена 24-х разрядными словами между программой и регистрами КАМАК.

```
READ:  MOV F0,CSR
        MOV CAMAC,CORE1 ;      =>КАМАК - ЦИКЛ
        MOV DHR,CORE2

WRITE:  MOV F16,CSR
        MOV CORE2,DHR
        MOV CORE1,CAMAC ;      =>КАМАК - ЦИКЛ
```

где CORE 1 и CORE 2 содержат (или будут содержать) D1...D16 и D17...D24, соответственно.

Схема прерывания

Схема прерывания обеспечивает передачу в драйвер данных об изменениях в системе, сообщая информацию о адресе источника запроса. Все запросы от модулей крейта L1...L23 и запрос на прерывание по X=0 сгруппированы в 8 групповых запросов. Способ группировки, коды маски и каждого группового запроса приведены в табл.3.

В зависимости от кода группового запроса и содержимого регистра маски, при включенном разряде DE регистра состояния и управления, схема прерывания генерирует импульс запроса на прерывание. В линию связи формируется импульс амплитудой 6В и длительностью 100 нс.

Код наиболее приоритетного разрешенного группового запроса передается в драйвер только после получения из линии связи по информационному кабелю специальной адресной посылки CN(24)A(0), которую генерирует драйвер по сигналу ШПР магистрали ЭВМ. Необходимо учитывать, что, если за время между генерацией импульса запроса и чтением регистра прерывания изменится код группового запроса, то в ЭВМ будет передан вектор прерывания, соответствующий новому состоянию.

Управляющий автомат (УА)

Управляющий автомат, использующий микропрограммный принцип работы, обеспечивает функционирование во всех режимах. Отличительной особенностью данного УА является его высокое быстродействие, поэтому следует рассмотреть его работу подробнее.

Принципиальные схемы УА драйвера и контроллера не имеют существенных различий. Одна из них приведена на Рис.5 и включает в себя:

- Микропрограммную память, выполненную на программируемом постоянном запоминающем устройстве (ППЗУ) - одна микросхема К155РЕ3;
- Счетчика, обеспечивающего последовательную выборку микрокоманд из ППЗУ - одна микросхема К155ИЕ7;
- Схемы, обеспечивающей останов УА на время выполнения некоторых микрокоманд.

Сигналы разрешения работы и выбора режима, подаются на входы ППЗУ через перекодировщик, для контроллера из регистра адреса, а для драйвера от соответствующих шин магистрали ЭВМ.

По сигналу разрешения работы УА на вход счетчика подаются тактовые импульсы с частотой 10 МГц. Из ППЗУ начинают последовательно выбираться микрокоманды, которые являются управляющими сигналами для всех узлов контроллера (или драйвера). Следовательно, каждая следующая группа управляющих импульсов может подаваться через 0,1 мкс. Если для выполнения некоторых операций требуется время ожидания до их завершения, например, на время передачи в линию связи, то блокируется счетный вход счетчика. Блокировка снимается после выполнения данной операции. После чего продолжится выборка следующих по порядку ячеек ППЗУ. По завершению микропрограммы, обеспечивающей один из режимов работы УА, сигнал разрешения работы снимается.

Для пояснения работы УА контроллера на Рис.7 приведен алгоритм работы контроллера. Алгоритм имеет 4 независимые ветви, вход в которые осуществляется автоматом в зависимости от кода старших разрядов регистра адреса. Выполнение алгоритма начинается после приема адреса по командам ППР, СБРОС, ВВОД, а по команде ВЫВОД после приема кода адреса и информации. После выпол-

нения всей цепочки команд, пришедшей от драйвера автомат сбрасывает в "0" регистр адреса, после чего контроллер готов принять следующую команду.

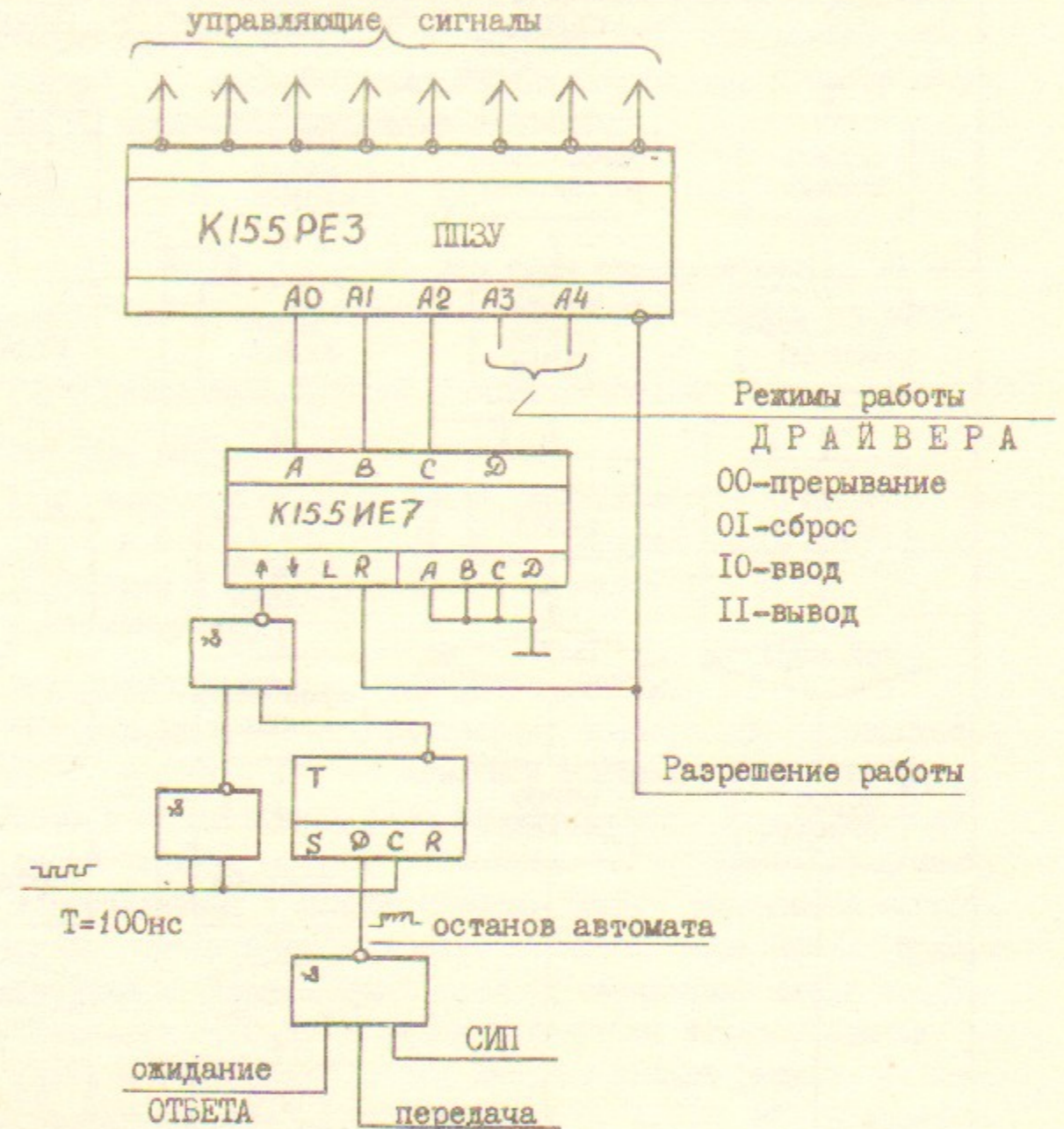


Рис. 5. Схема управляющего микропрограммного автомата.

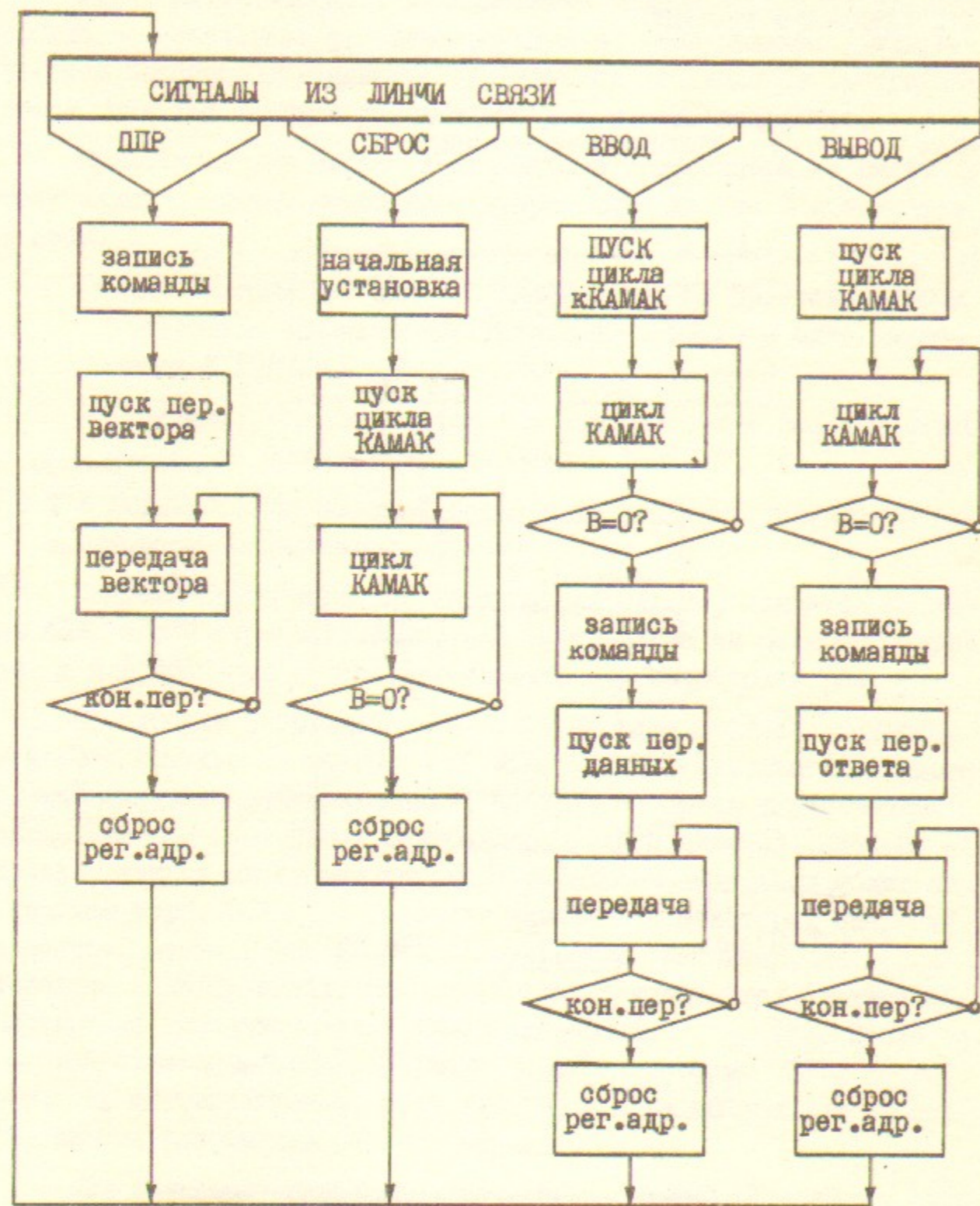


Рис.6. Алгоритм работы контроллера.

Инициализация

При включении питания крейта обнуляются регистры адреса и маски. После чего контроллер готов к приему из последовательной линии связи.

По адресной послышке с $N(3I)A(I5)$, которая генерируется драйвером по сигналу СБРОС на магистрали ЭВМ, контроллер генерирует сигнал Z на магистрали КАМАК. Обнуляется регистр маски, а разряды РС принимают следующие значения.

$$X = I, Q = 0, IL = I, IF = I$$

Разряды $F I \dots F I6, XE, DE$ при этом своего значения не меняют, а при включении питания принимают произвольное значение.

Дополнительные возможности контроллера

- Быстрая проверка X и Q. При генерации функции КАМАК, не использующей шины R и W ($F 8 = I$), ответы Q и X модуля КАМАК могут быть прочитаны в ЭВМ с установкой на шинах Д15 и Д07, соответственно.
- Организация многоконтроллерных систем. Контроллер крейта удовлетворяет требованиям спецификации EUR - 6500 e /7/ на основной контроллер крейта. Для чего в схему контроллера введен арбитр, осуществляющий распределение функции управления магистралью КАМАК между контроллерами в данном крейте. Захват управления магистралью осуществляется только на время цикла КАМАК. Приоритет определяется схемой внешней коммутации линии предоставления магистрали через разъемы на лицевой панели. Также в контроллер введен дополнительный разъем, на который выведены все линии запросов $L I \dots L 23, 5$ адресных шин дешифраторов N, сигналы занятости (RI) и требования магистрали (RQ).

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

Драйвер выполнен в виде стандартной платы ЭВМ "Электроника-60" одинарной ширины с 12 разъемами типа "Лемо", установленными на краю платы. Питается драйвер от магистрали ЭВМ (+5В и +12 В). Потребляемая мощность не превышает 8 Вт. Элементная база — микросхемы серии I55, I33, 53I, 589.

Контроллер выполнен в виде стандартного модуля КАМАК шириной 2М. На передней панели установлено 6 разъемов "Лемо":

- "ЭВМ" — для подключения информационного кабеля;
- "ПР" — для подключения кабеля передачи импульса запроса на прерывание;
- "J" — выведен сигнал "запрет" магистрали КАМАК;
- "R", "IN" и "OUT" — линии, обеспечивающие задание приоритета контроллерам в многокрейтовых системах.

Также имеется индикация на светодиодах:

- "ЭВМ" — включается во время обращения ЭВМ к контроллеру;
- ΣL — наличие хотя бы одного незамаскированного запроса в крейте КАМАК.

Контроллер потребляет от блока питания крейта не более 12 Вт от источников +6 В и +24 В (можно использовать 12 В вместо 24 В).

Элементная база — микросхемы серий I55, 53I, 589 и транзисторы, диоды и резисторы широкого применения.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ СВЯЗИ

Линия связи между драйвером и каждым контроллером выполнена в виде двух коаксиальных кабелей. По одному из них осуществляется передача данных и команд, а второй кабель служит только для передачи запроса на прерывание от контроллера к драйверу. Такое разделение оказалось удобным, так как во всех циклах, ВВОД, ВЫВОД, СЕРОС и прием адреса вектора прерывания, передачу в линии связи инициирует ЭВМ, а прием, асинхронно возникающих запросов на прерывание программы, выполняет в драйвере узел прерывания. Это позволило исключить конфликтные ситуации в линии связи. Применение приемо-передатчика, выполненного на одном импульсном трансформаторе, позволило сократить количество элементов драйвера и контроллера.

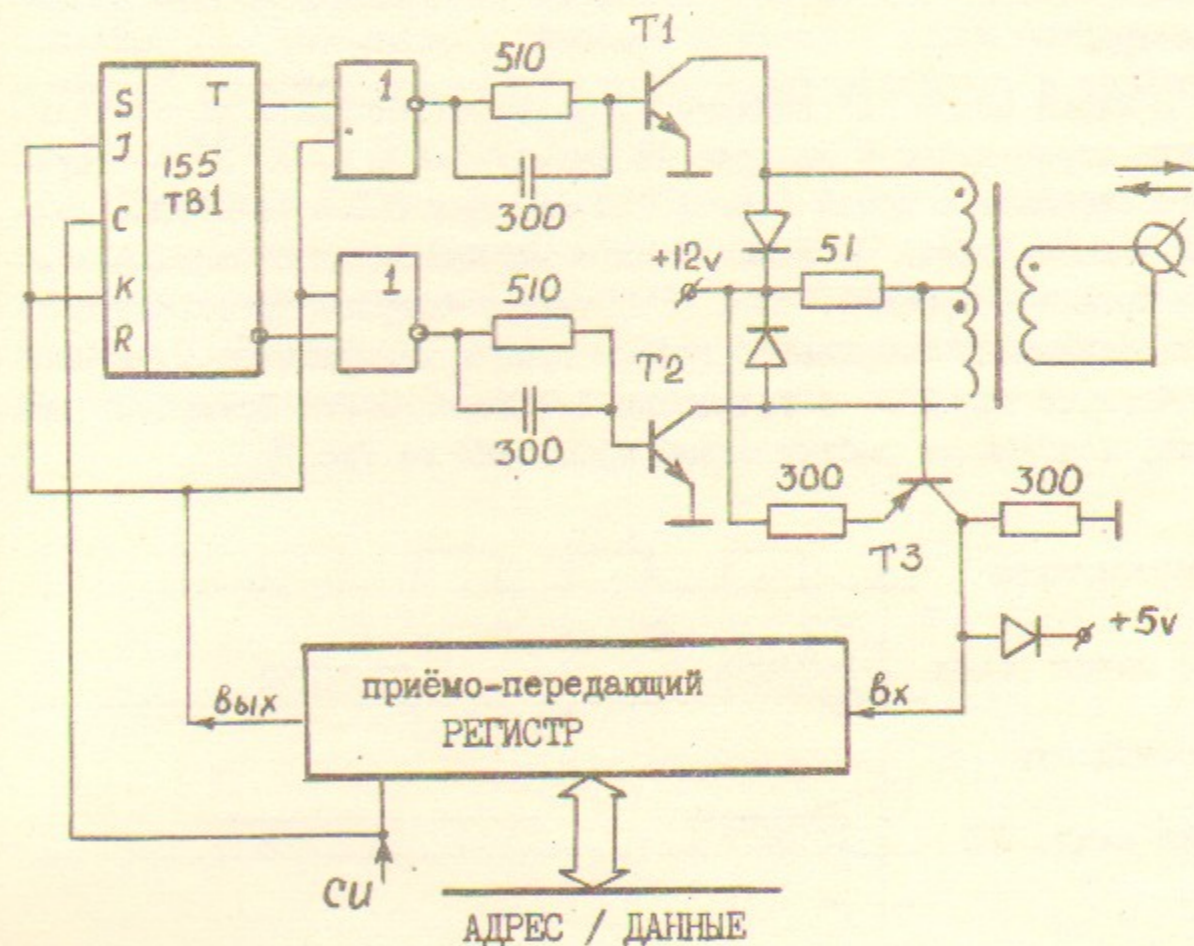


Рис. 7. Схема приемо-передатчика последовательной линии связи.

Принципиальная схема приемо-передатчика, приведенная на Рис.7 включает в себя следующие элементы:

- приемо-передающий регистр (ППР);
- $J-K$ триггер и вентили, обеспечивающие управление транзисторными ключами $T1$ и $T2$ при передаче информации;
- развязывающий трансформатор;
- резистор и диоды, обеспечивающие согласование приемо-передатчика с волновым сопротивлением коаксиального кабеля.
- приемный каскад на транзисторе $T3$.

$J-K$ - триггер и вентили позволяют преобразовывать код с уровнями TTL, который подается с выхода ППР, в трехуровневый код в линии связи. Особенностью кода является его симметричность, обуславливающая отсутствие замагничивания развязывающего трансформатора.

В линии связи "1" кодируется наличием импульса положительной или отрицательной полярности амплитудой 6 В, а "0" - отсутствием сигналов в линии связи. Так как при такой кодировке сигналов в линии связи не передаются синхронизирующие импульсы, во время приема стартового бита на приемной стороне производится подсинхронизация кварцевого генератора, генерирующего сдвигающие импульсы для ППР, с точностью $1/4$ периода СИ. Временные диаграммы, поясняющие работу схемы приведены на Рис.8.

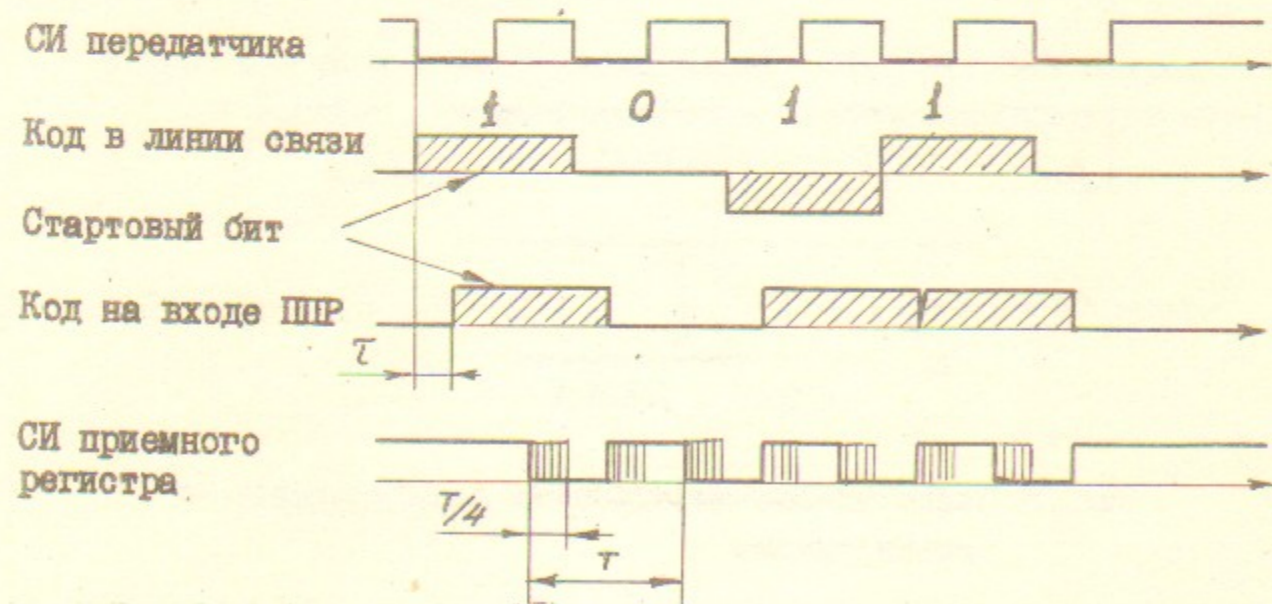


Рис.8 Временная диаграмма сигналов последовательного канала связи при передаче ответной посылки

Разность частот Δf генераторов приемника и передатчика приводит к набегу фазы в длинных посылках, равной:

$$M \cdot \frac{\Delta f}{f_0}, \text{ где } M - \text{длина посылки в битах};$$

$$f_0 - \text{частота передатчика.}$$

Набег фазы, для самой длинной посылки ($M = 28$) при относительном разбросе частот генераторов меньше 10^{-4} , не превышает $2,8 \cdot 10^{-3}$, поэтому им можно пренебречь.

Частота генераторов передатчиков и приемника выбрана 10 МГц, что позволило при выбранном способе кодировки обеспечить скорость передачи сигналов в линии связи, равной 10 Мбит в сек. Такой способ передачи позволяет, на коаксиальных кабелях широкого применения, без специальных способов коррекции формы сигналов на приемной стороне, обеспечить связь между контролем и драйвером на расстояниях до 200÷250 метров.

Временная диаграмма цикла ВВОД-ПАУЗА-ВЫВОД и временная диаграмма прерывания программы изображены на Рис.9. и 10. Из них видно, что время выполнения обмена в данном контроллере по сравнению с СС-II или его аналогами возрастает незначительно, всего на величину порядка 3,2 мкс.

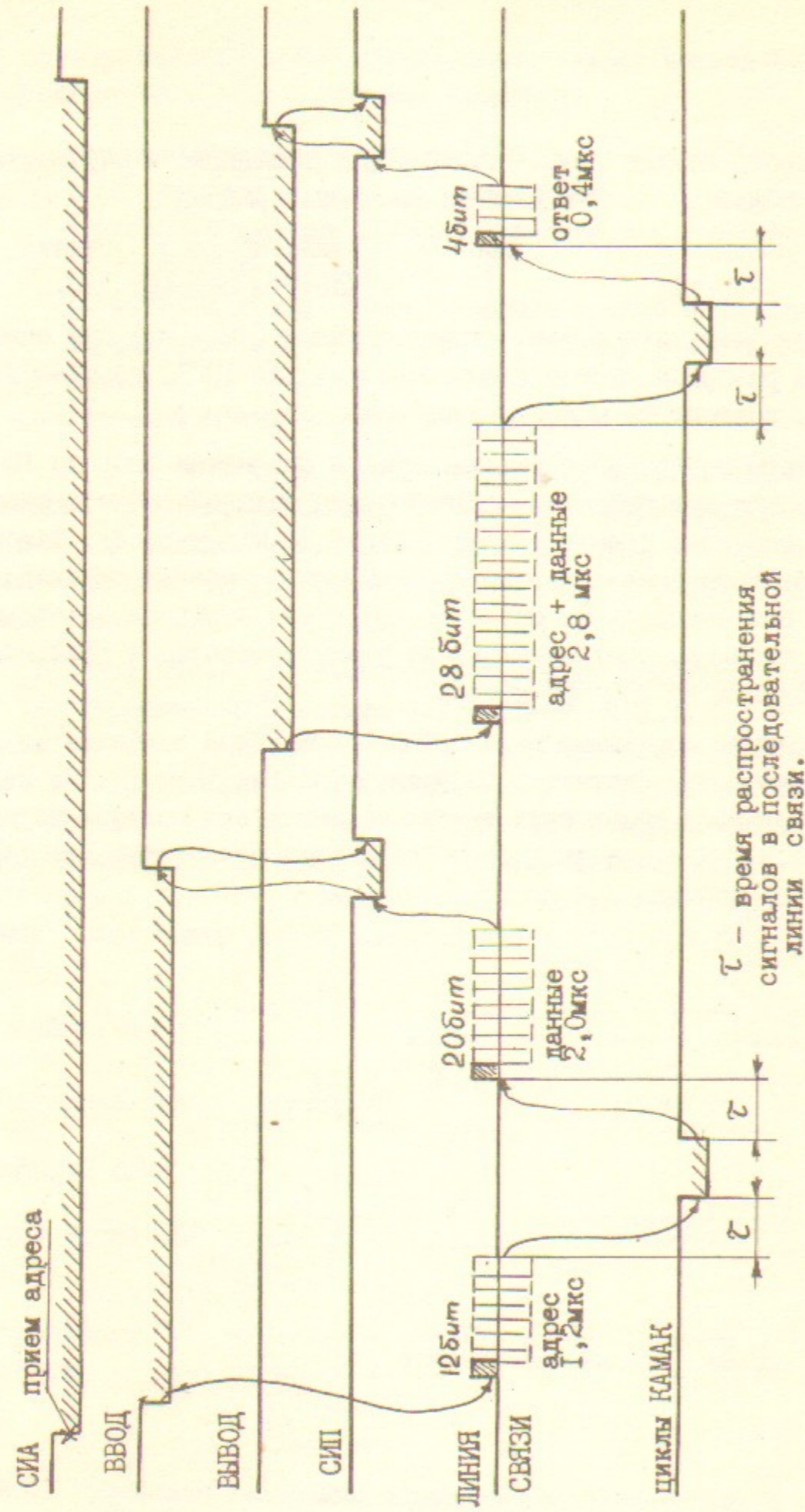


Рис. 9. Временная диаграмма цикла ВВОД-ПАУЗА-ВЫВОД.

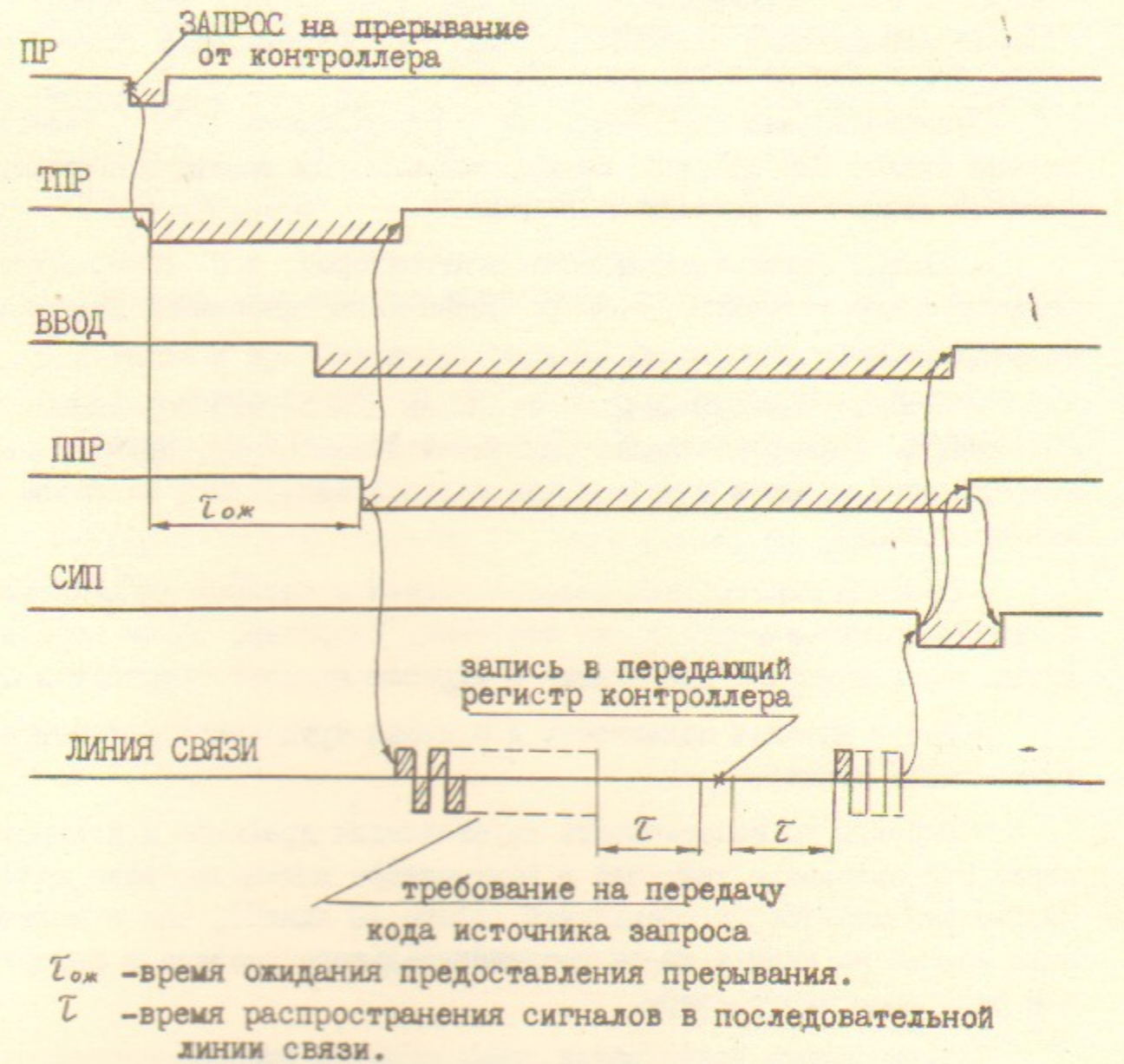


Рис. 10. ВРЕМЕННАЯ ДИАГРАММА ПРЕРЫВАНИЯ ПРОГРАММЫ.

ВЫВОДЫ ПО ПРОДЕЛАННОЙ РАБОТЕ

Описанный способ сопряжения ЭВМ и аппаратуры КАМАК, на наш взгляд, обладает следующими достоинствами:

- Возможность удаления крейтов от ЭВМ на расстояние до 250 метров, при достаточно высокой скорости обмена (всего на 15-20% ниже, чем в контроллерах типа СС-II);

- Функциональная совместимость с контроллером К-16 (отечественный аналог СС-II), позволяющая производить замену контроллеров без изменения рабочих программ;

- Полная взаимозаменяемость контроллеров, т.к. номер контроллера и адрес базового вектора прерывания однозначно определены в драйвере;

- Высокая помехозащищенность линии связи. Это определяется применением трансформаторной развязкой линий связи, применением коаксиальных кабелей и достаточно большой амплитудой сигналов в линиях связи;

- Простая диагностика неисправностей в сложных управляющих и информационно-измерительных системах. Например, обрыв кабеля линии связи вызывает прерывание с адресом вектора прерывания 4.

- Более высокая надежность и меньшая трудоемкость изготовления линии связи;

- Высокая технологичность изготовления драйвера и контроллера. Это связано с тем, что в контроллере минимизировано количество как межплатных соединений (всего 10 линий), так и количество связей на платах из-за последовательного доступа к внутренним регистрам контроллера.

Перечисленные достоинства предложенного способа сопряжения магистралей ЭВМ и КАМАК, с учетом опыта эксплуатации первых систем, построенных на базе данной разработки, позволяют нам утверждать перспективность разработки подобных драйверов для других ЭВМ. Это позволит оснащать систему из разных ЭВМ всего одним типом контроллеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Iselin F. et. CC-11 CAMAC Crate PDP-11 Interface Type 116, CERN-NP CAMAC Note, No. 43-00, Geneva, 1972.
2. Ю.В. Ёлкин. Основные и дополнительные контроллеры крейтов КАМАК для сопряжения с ЭВМ СМЗ и "Электроника-60", препринт № 629, декабрь 1980 г., ЛИЯФ АН СССР им. Б.П. Константинова.
3. Техническое описание "Сопряжение КАМАК с ЭВМ Электроника-60".
4. Specification of the CAMAC serial highway and serial controller type L2, ECSC, EEC, EAEC, Luxembourg 1977.
5. В.А. Фотеев. Последовательная магистраль КАМАК. ПТЭ, № 5, 1979.
6. С.Д. Белов и др. Структура системы автоматизированного управления и контроля накопителя ВЭП-4. Труды пятого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, т. II, Москва, 1976, М., с. 291-294.
7. Multiple Controllers In A CAMAC Crate, EUR 6500e, ESONE, 1978.