

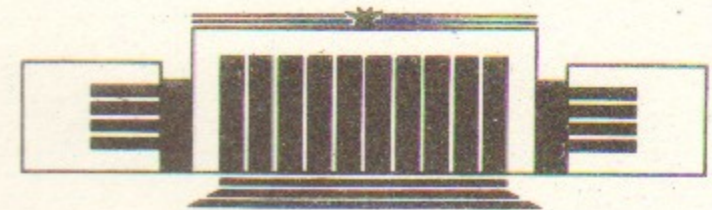


17
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

В.И. Нифонтов, Ю.И. Ощепков, С.В. Тарарышкин

**АППАРАТУРА ДЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ СВЯЗИ**

ПРЕПРИНТ 90-25



НОВОСИБИРСК

Аппаратура для последовательной
системы связи

В.И. Нифонтов, Ю.И. Ощепков, С.В. Тарарышкин

Институт ядерной физики
630090, Новосибирск 90, СССР

АННОТАЦИЯ

В препринте описывается иерархическая система связи, хорошо зарекомендовавшая себя в многолетней эксплуатации при круглосуточном режиме работы. По-прежнему остается привлекательной простота введения новых абонентов в работающую систему. Приводится описание устройств и полный протокол.

Системы управления крупными электрофизическими установками с использованием ЭВМ начали создаваться в Институте с конца шестидесятых годов. В это же время возникла и задача обмена информацией между ЭВМ и устройствами контроля и управления. Первоначальный опыт работы с управляющей ЭВМ [1, 2] привел к пониманию необходимости использования передачи информации в последовательном виде из-за территориальной разнесенности устройств контроля и управления. В Институте используется последовательная передача информации как по крученой паре [3, 4], так и по коаксиальным кабелям [5, 6].

По ряду причин иерархическая система связи, использующая коаксиальные кабели, получила в Институте широкое распространение.

Впервые она была реализована в системе управления УНК ВЭПП-3 на ЭВМ ОДРА-1304 коллективом авторов в составе В.И. Нифонтова, А.Д. Орешкова, Ю.И. Ощепкова, Г.С. Пискунова.

По топологии иерархическая система связи (рис. 1) представляет собой «дерево», каждая «ветвь» которого реализована двумя коаксиальными радиочастотными кабелями «от ЭВМ» и «к ЭВМ». В «корне дерева» находится «Блок связи» (или «Диспетчер связи»), выполняющий функции активного интерфейса с интеллектуальным устройством (ЭВМ, контроллер), с одной стороны, и периферийными устройствами, с другой. При использовании различных ЭВМ изменяется интерфейсная часть БС с сохранением остальной части системы связи. В Институте были разработаны и использо-

ваны БС для ЭВМ ОДРА-1304, М-6000 [7], ОДРА-1325, ОДРА-1305 и блоки связи в стандарте КАМАК, используемые при работе с интеллектуальными крейт-контроллерами [8].

Ветвление осуществляется в трех уровнях с помощью последовательных цифровых коммутаторов — «Магистральных станций» (МС), обеспечивающих переключение одного направления в восемь (с возможностью расширения до 64) в каждом уровне. На концах «ветвей» находятся оконечные устройства (ОУ), имеющие интерфейс системы связи. ОУ, имеющие один регистр, подключаются к МС третьей ступени; ОУ, содержащие до 64 регистров или ячеек памяти — к МС второй, и до 2048 — к МС первой ступени. ОУ являются и крейты КАМАК.

Механизм передачи прерываний в ЭВМ от устройств, находящихся на концах ветвей системы связи, отсутствует, поэтому система связи оборудована дополнительным устройством прерывания — регистром прерываний. В качестве сигнала прерывания используется положительный импульс («Pint» — peripheral interrupt), передаваемый от устройства по дополнительному коаксиальному кабелю в регистр прерываний.

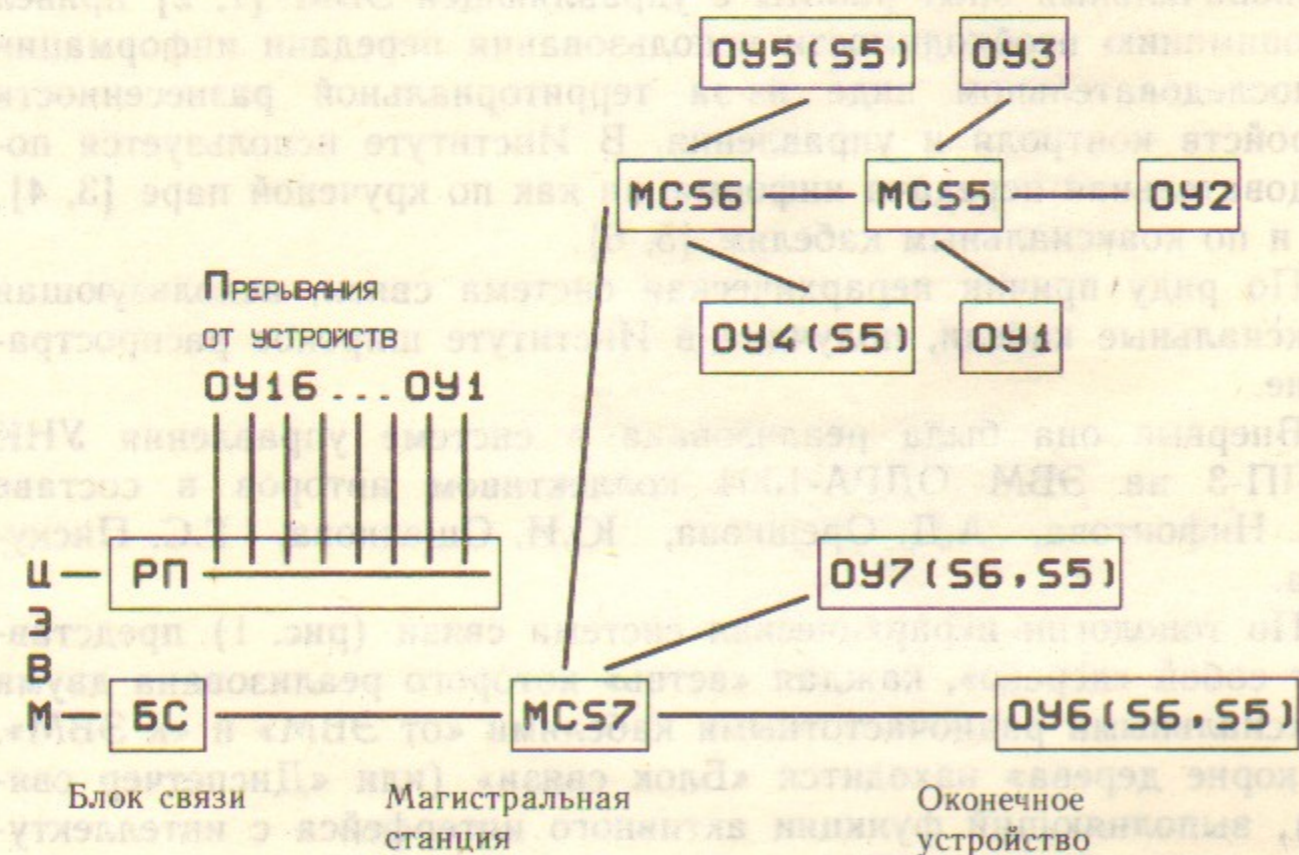


Рис. 1. Топология иерархической системы связи.

Для передачи информации используется двухполярный неуравновешенный самосинхронизирующийся код. Единственным актив-

ным устройством в системе связи является БС. С помощью генерируемой им последовательности импульсов производится как запись, так и считывание информации с устройства, находящегося на конце «ветви». Самосинхронизируемость кода (т. е. наличие синхроимпульсов в самой последовательности) позволила иметь всего одну времязадающую цепь на всю систему связи.

Основные параметры иерархической системы связи:

- разрядность числа: 6 битов $\cdot N$, где $N = 1, 2, 3, 4$;
- адресное пространство для оконечных устройств — 18 битов (3 уровня по 6 битов);
- максимальное расстояние между диспетчером и первой станцией, между первой — второй, второй — третьей, третьей и ОУ: по 1000 метров;
- эффективная скорость передачи около 240 кбит/с при тактовой частоте 1 МГц;
- импульсные сигналы в системе связи амплитудой ± 12 В на согласованную нагрузку 75 Ом, длительностью 0,1—1 мкс, с такими же паузами между импульсами;
- порог срабатывания приемника ± 5 В;
- селекция по времени сигнал — одиночная импульсная помеха в линии (разрешенное «окно» 2 мкс);
- проверка на нечетность адреса и передаваемого числа;
- гальваническая развязка линия — приемник (передатчик): 1500 В;
- флаговые операции с оконечными устройствами при записи, чтении;
- возможность работы с прерываниями ЭВМ;
- импульсы прерываний амплитудой 12—300 В на согласованную нагрузку 50 Ом, длительностью от 1 до 5 мкс.

Фрагменты передачи в линии показаны на рис. 2. Импульс $+12$ В в дальнейшем называется кодовым импульсом (КИ), импульс -12 В — синхроимпульсом (СИ).

Аппаратный протокол состоит из передачи групп последовательностей, в которых используются вышеприведенные фрагменты:

- 1) S7; 6 бит адреса (6И); бита нечетности (НЧ); S2; — адрес первой ступени
- 2) S6; 6И; НЧ; S2; — адрес второй ступени.
- 3) S5; 6И; НЧ; S2; — адрес третьей ступени.
- 5) S4; 6И $\cdot N$; НЧ; S2; ($N = 1, 2, 3, 4$) — чтение числа из ОУ.
- 4) S3; 6И $\cdot N$; НЧ; S2; ($N = 1, 2, 3, 4$) — запись числа в ОУ.

Флаговые операции с ОУ, определение работоспособности

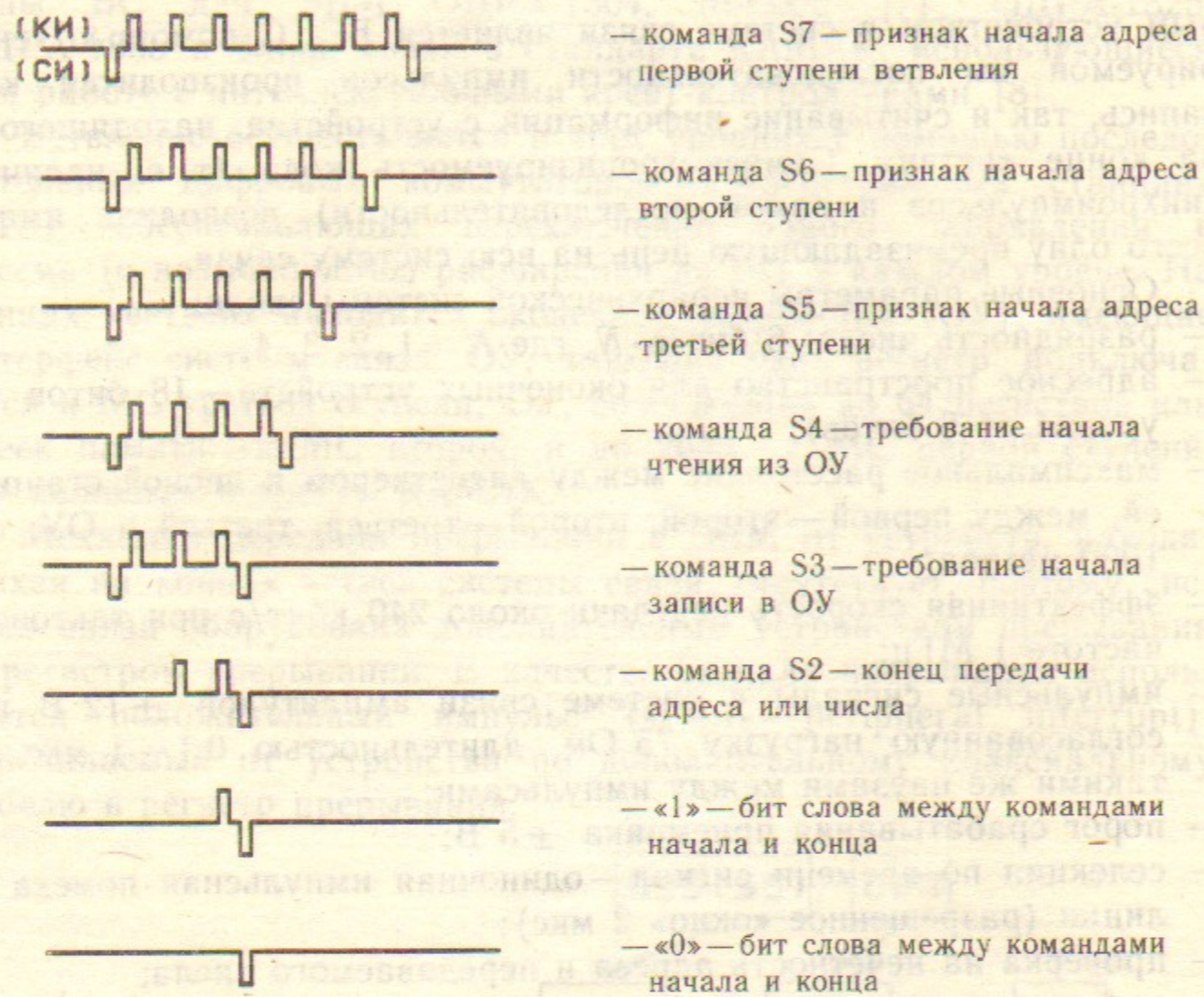


Рис. 2. Фрагменты передачи в линии.

устройств и линий связи осуществляется с помощью механизма ожидания ответов. После генерации в линию «от ЭВМ» любой команды S7, S6, S5, S4, S3, S2 БС приостанавливает передачу до получения ответа на команду (отрицательный импульс) по линии «к ЭВМ». Разрешенное время ожидания ответа — от 0,5 до 1 секунды. Если в течение этого времени ответ не был получен, передача прекращается, в регистре ошибок БС фиксируется код команды, на которую не получен ответ, и три ступени передаваемого адреса. В ЭВМ подается сигнал прерывания «сбой связи». ЭВМ может вывести сообщение на терминал о месте и виде сбоя и (или) повторить передачу.

Сигналы в линиях «от ЭВМ» и «к ЭВМ» при передаче адресной части показаны на рис. 3.

Сигналы в линиях «от ЭВМ» и «к ЭВМ» при записи числа #524271 в ОУ (здесь 18 битов) показаны на рис. 4.

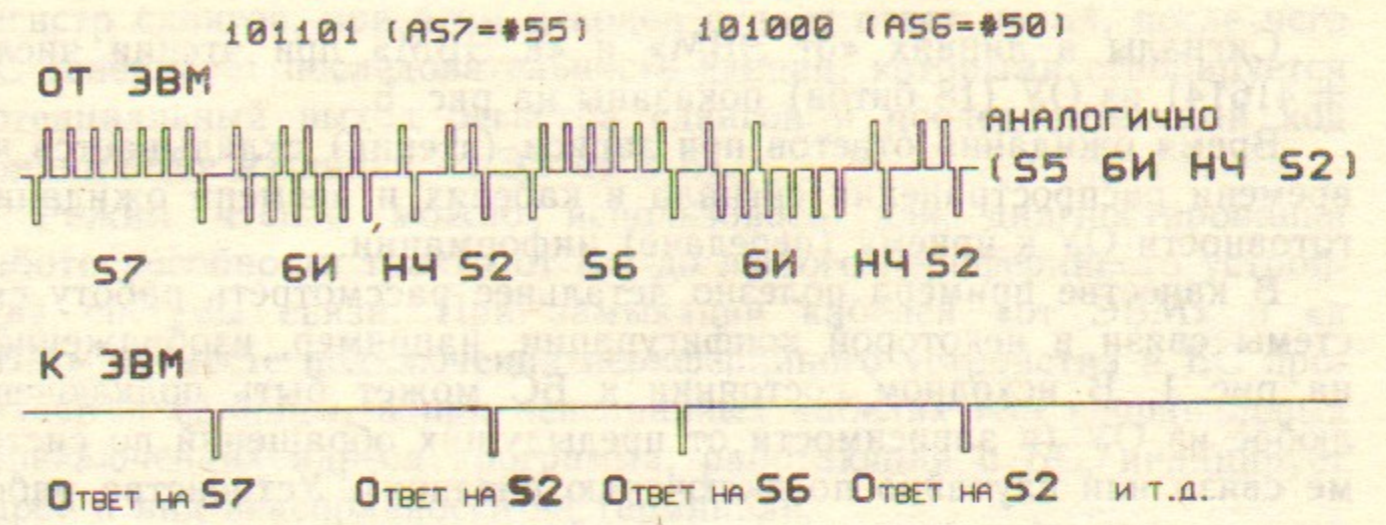


Рис. 3. Передача адреса.

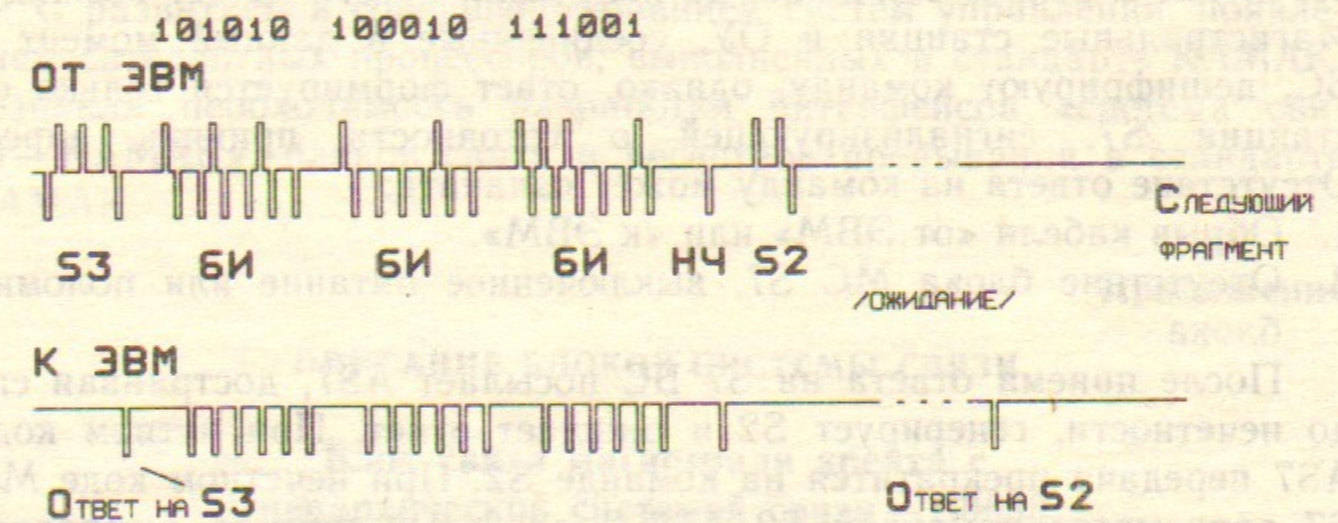


Рис. 4. Запись числа.

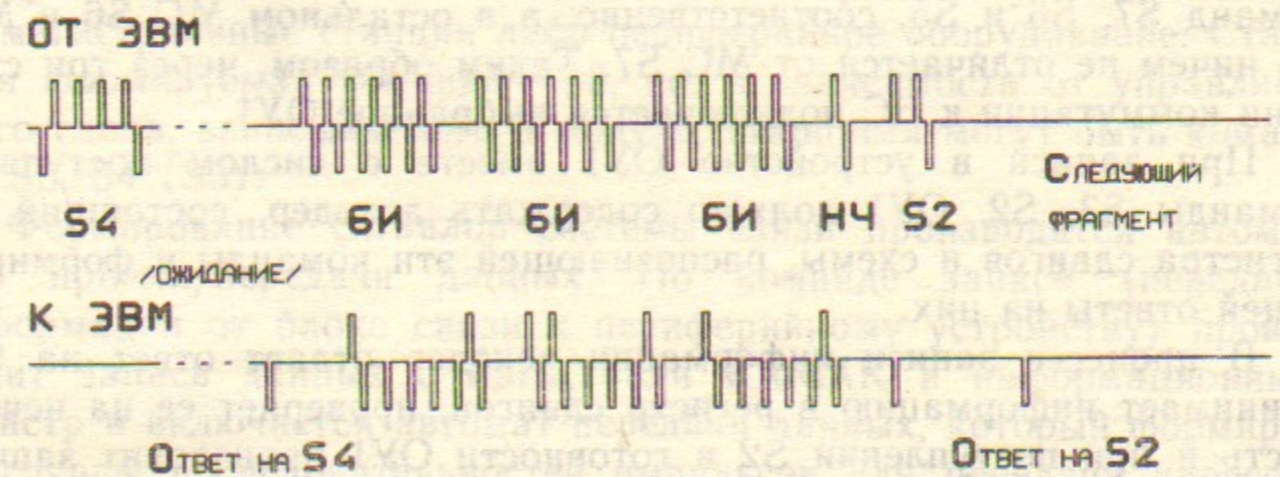


Рис. 5. Чтение числа.

Сигналы в линиях «от ЭВМ» и «к ЭВМ» при чтении числа #416141 из ОУ (18 битов) показаны на рис. 5.

Время ожидания ответов при записи (чтении) складывается из времени распространения сигнала в кабелях и времени ожидания готовности ОУ к приему (передаче) информации.

В качестве примера полезно детальнее рассмотреть работу системы связи в некоторой конфигурации, например, изображенной на рис. 1. В исходном состоянии к БС может быть подключено любое из ОУ (в зависимости от предыдущих обращений по системе связи или случайно по включению питания). Устройства работают в режиме «слежения за линией» и повторителями сигналов для младших ступеней. При записи (чтении) информации в устройство ОУ1 БС формирует в линию «от ЭВМ» команду S7 и переходит в режим ожидания до получения ответа на эту команду. Магистральные станции и ОУ, соединенные в данный момент с БС, дешифрируют команду, однако, ответ формируется только от станции S7, сигнализирующей о готовности принять адрес. Отсутствие ответа на команду может означать:

1. Обрыв кабеля «от ЭВМ» или «к ЭВМ».
2. Отсутствие блока МС S7, выключенное питание или поломка блока.

После приема ответа на S7 БС посылает AS7, достраивая его до нечетности, генерирует S2 и ожидает ответ. При четном коде AS7 передача прекратится на команде S2. При нечетном коде МС S7 записывает командой S2 AS7 в адресный регистр цифрового коммутатора и формирует ответ. БС передает через выбранный канал коммутатора S7 очередные фрагменты передачи.

Каждая из МС S7, S6 и S5 настроена на распознавание команд S7, S6 и S5, соответственно, а в остальном МС S6 и МС S5 ничем не отличается от МС S7. Таким образом, через три ступени коммутации к БС подключается выбранное ОУ1.

При записи в устройство ОУ1 вместе с числом поступают команды S3, S2. ОУ1 должно содержать декодер, состоящий из регистра сдвигов и схемы, распознающей эти команды и формирующей ответы на них.

В процессе записи информации декодер отдает ответ на S3, принимает информацию в регистр сдвигов, проверяет ее на нечетность и при поступлении S2 и готовности ОУ1 производит запись информации в ОУ1, после чего формирует ответ на S2.

В процессе приема информации из устройства ОУ1 по команде S4 ОУ1 готовит информацию, и при ее готовности переписывает в

регистр сдвигов, при этом декодер отдает ответ на S4, после чего БС генерирует последовательность единиц, которыми стробируется потенциальный выход регистра сдвигов и последовательный код принимается из линии «к ЭВМ» в БС.

Режим чтения можно использовать для диагностирования работоспособности тракта от БС до любого периферийного устройства системы связи. При замыкании кабелей «от ЭВМ» и «к ЭВМ» на месте подключения периферийного устройства в БС прочитаются единицы, а при неисправных кабелях или неправильных переключениях адреса программа, работающая с БС, индицирует адрес и вид неисправности на терминале.

Первые устройства, реализующие протокол иерархической системы связи, использовались в системах управления НАП, ВЭПП-3, ВЭПП-4 и др.

С развитием и совершенствованием систем управления, появлением сателлитных процессоров, выполненных в стандарте КАМАК, возникла необходимость разработки интерфейсов «система связи—КАМАК», блоков связи и регистров прерываний в стандарте КАМАК.

Приложение

ОПИСАНИЕ БЛОКОВ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Блок связи магистрали крейта с иерархической системой связи—Б0633

Описываемый модуль представляет собой устройство, формирующее сигналы и поддерживающее протокол системы связи. Модуль имеет четыре канала связи, к которым могут подключаться магистральные станции либо периферийное оборудование. Старшая формируемая команда—S6, но, в зависимости от управляющего слова, записываемого в модуль, старшими могут быть команды S5, S4 (S3).

Формирование сигналов системы связи производится автоматом приема/передачи данных. По команде записи (передача информации от блока связи к периферийному устройству) происходит запись данных с магистрали КАМАК в информационный регистр и включается автомат передачи данных, который формирует группы последовательностей импульсов для передачи адресов, проводит ожидание ответов на команды и передает информацию, записанную в информационный регистр. Для чтения информации

из периферийного устройства последовательность работы следующая: сначала стартуется автомат приема данных, который после передачи необходимых адресов подготовит прочитанное слово в информационном регистре, и только после этого слово данных можно будет прочитать контроллером крейта. Модуль занимает 2 позиции в КАМАК-крейте (2M) и имеет два N (N и N-1) и два L (L и L-1).

Если в процессе работы автомата приема/передачи данных в течение 0,5 с. не приходит ответ на сформированную им команду, автомат останавливается, вид ошибки фиксируется в регистре ошибок и зажигается L-1. Если автомат приема/передачи данных заканчивает работу нормальным образом (без ошибки), то зажигается L.

При работе с модулем используются следующие команды КАМАК:

NA(0)F(0)	чтение информационного регистра;
NA(0)F(8)	проверка запроса L;
NA(0)F(10)	сброс запроса L;
NA(i)F(16)	запись данных в информационный регистр и передача по i-му (i=0, 1, 2, 3) каналу;
NA(0)F(17)	запись управляющего слова;
NA(0)F(24)	блокировка запроса L;
NA(i)F(25)	пуск автомата для приема данных по i-му каналу с периферии в информационный регистр;
NA(0)F(26)	разблокировка запроса L;
N-1 A(0)F(0)	чтение слова ошибки;
N-1 A(0)F(8)	проверка запроса L-1;
N-1 A(0)F(10)	сброс запроса L-1;
N-1 A(0)F(24)	блокировка запроса L-1;
N-1 A(0)F(26)	разблокировка запроса L-1.

Ответ X=1 дается на все используемые модулем команды.

Ответ Q=1 дается при выключенном автомате передачи данных и свидетельствует о достоверности принятой/переданной информации.

Структура управляющего слова:

W17, W16, W15, W14, W13, W12, W11, W10, W9, W8, W7, W6, W5, W4, W3, W2, W1, W0
Ст. Мл.

W17, W16 — указатель типа массива:

- | | | |
|---|---|---|
| 0 | 0 | — старшие команды высылаются с неизменной адресной частью. |
| 1 | 0 | — по первому, после записи управляющего слова, запуску автомата передачи данных высылаются обе старшие команды с адресными частями, указанными в управляющем слове. По каждому запуску автомата передачи данных происходит инкремент адресной части S5 и передача ее в канал. Передача S6 происходит только по инкременту ее адресной части (после S5 = #77). |
| 0 | 1 | — передача старших команд происходит только по первому, после записи управляющего слова, запуску автомата передачи данных. |

W15, W14 — исключение старших команд:

W15=0 — исключение S6;

W14=0 — исключение S5.

W13, W12 — указатель разрядности принимаемого/передаваемого слова:

0 0 — 6 разрядов;

0 1 — 12 разрядов;

1 0 — 18 разрядов;

1 1 — 24 разрядов;

W11 — W6 — адрес S6;

W5 — W0 — адрес S5.

Для приема/передачи массива информации по системе связи следует:

1. Перед работой после включения блока, **либо, если** ранее были проведены блокировки, **разблокировать** L и L-1 (NA(0)F(26); N-1 A(0)F(26)).
2. Записать управляющее слово (NA(0)F(17)).
3. В зависимости от типа операции (чтение/запись):

При приеме информации:

3.1. Пустить автомат для приема данных (NA(i)F(25)).

3.2. Прочитать информационный регистр (о том, что информация готова, можно узнать по L или Q (на F(8) или F(0)) и т. д. п.3.

При передаче:

3.1. Записать данные в информационный регистр (NA(i)F(16)) и т. д. п.3.

4. По окончании работы сбросить L.

После включения питания L сброшена. Зажигание L свидетельствует о готовности автомата к приему/передаче данных. При блокировке L возможна работа по Q.

Зажигание L—1 свидетельствует об ошибке при приеме/передаче. При чтении слова ошибки L—1 сбрасывается. Если L—1 заблокирована, работа ведется без ожидания ответов (режим для настройки устройств, подключаемых к системе связи).

Структура слова ошибки

R15,R14,R13,R12,R11,R10,R9,R8,R7,R6,R5,R4,R3,R2,R1,R0

R15—R12 — нет ответа на:
0 0 0 1 — S6
0 1 0 0 — S2 после S6
0 1 0 1 — S5
0 1 1 1 — S2 после S5
1 0 0 1 — S4 или S3
0 0 1 0 — S2 после S4 или S3
R11—R6 — текущий адрес S6;
R5—R0 — текущий адрес S5.

Если БС установлен в крейт с ОДРЕНКОМ и описан в CRDF, то работать с ним можно через #ODOS пакетами INDS, KRATER.

Если БС не заявлен как системная вставка, работать с ним можно пакетом KRATE.

Для последнего случая есть тестовая программа #PRSS для проверки и тестирования подключаемой к БС аппаратуры.

Блок связи магистрали крейта с иерархической системой связи — Б0634

В отличие от модуля Б0633, модуль Б0634 умеет формировать команду S7, имеет буферную память с организацией 1К 6-разрядных слов на ввод/вывод и некоторые дополнительные возможности по оперативной проверке работоспособности своих основных элементов.

При разработке Б0634 приняты меры по обеспечению достаточно малых времен обмена 24-разрядной информацией магистрали КАМАК с буферной памятью (около 3 мкс. на слово, т. е. удовлетворяют максимальной скорости передачи массива Одренком) и минимизации потерь времени в системе связи (можно программно менять скорость передачи в зависимости от расстояния до периферийного устройства).

Характер работы и адреса системы связи определяются двумя управляющими словами, записываемыми в блок связи. Во всех режимах работы блока связи обмен информацией с системой связи ведется через буферное ЗУ.

Для управления работой блока связи используются следующие команды КАМАК:

NA(0)F(16)	запись в буферную память;
NA(1)F(16)	запись в регистры 1804BC1 (для тестирования);
NA(0)F(0)	чтение информации из буферной памяти; первое слово—служебное, поэтому нужно читать на одно больше;
NA(1)F(0)	чтение регистров 1804BC1; первое слово—служебное, поэтому нужно читать на одно больше;
NA(0)F(6)	чтение идентификатора; идентификатор = #34;
NA(0)F(17)	запись первого управляющего слова;
NA(1)F(17)	запись второго управляющего слова;
NA(i)F(25)	пуск автомата для приема/передачи данных по i-му каналу (i=0, 1, 2, 3);
NA(0)F(8)	проверка запроса L;
NA(0)F(24)	блокировка запроса L;
NA(0)F(26)	разблокировка запроса L;
N—1 A(1)F(0)	чтение слова ошибки; первым чтением читается код ошибки, вторым—остаток счетчика байтов буфера.
N—1 A(0)F(8)	проверка запроса L—1;
N—1 A(0)F(10)	сброс запроса L—1;
N—1 A(0)F(24)	блокировка запроса L—1;
N—1 A(0)F(26)	разблокировка запроса L—1.

Ответ X отдается на все перечисленные выше команды.

Ответ Q отдается всегда на команды F24, F26, F6; на команды F(8), F(10) ответ Q зависит от состояния запроса; на остальные команды есть ответ Q, если автомат приема/передачи в этот момент не работает.

Формат первого управляющего слова:

W13,W12,W11,W10,W9,W8,W7,W6,W5,W4,W3,W2,W1,W0

Ст. Мл.

W13, W12 — скорость передачи:

- | | | |
|---|---|---|
| 0 | 0 | — максимальная скорость. При этой скорости время, затрачиваемое на передачу 24 битов информации, 60 мкс, со всеми адресами — 120 мкс. |
| 0 | 1 | 75 мкс — 170 мкс. |
| 1 | 0 | 90 мкс, — 200 мкс. |
| 1 | 1 | 110 мкс, — 260 мкс. |

W11, W10 — режим по передаче адресов:

- | | | |
|---|---|---|
| 0 | 0 | — адреса команд не меняются, передаются на каждое слово; |
| 0 | 1 | — инкремент адресов. Адреса передаются на каждое слово, при этом после каждой передачи делается +1 к адресу S5, при переполнении AS5 (+1 к #77) происходит инкремент AS6, при переполнении AS6 происходит инкремент AS7. |
| 1 | 0 | — «массив» или «ускоренная передача». Адреса высылаются один раз в начале массива информации. |
| 1 | 1 | — «управление из буферного ЗУ». В этом режиме в буферное ЗУ перед каждым информационным словом записывается второе управляющее слово, что позволяет за один пуск блока связи произвести обмен информацией с устройствами, находящимися по самым разным адресам системы связи. |

W9 — W0 — общее количество байтов (по 6 битов), записанных в буферное ЗУ. В случае режима «управление из буферного ЗУ» в это количество должна входить и сумма байтов управления.

Формат второго управляющего слова:

W23, W22, W21, W20, W19, W18, W17 — W12, W11 — W6, W5 — W0

Ст. Мл.

W23 — «исключение передачи». Используется в режиме «управление из буферного ЗУ». Если в этом режиме W23 = 1, то управляющее слово игнорируется и передача слова информации не обслуживается.

W22 — направление: W22 = 0 — чтение, W22 = 1 — запись.

W21, W20 — исключение старших команд:

- | | | |
|---|---|---------------------------------|
| 0 | 0 | — команды S7, S6, S5 исключены; |
| 0 | 1 | — команды S7, S6 исключены; |
| 1 | 0 | — команда S7 исключена; |
| 1 | 1 | — нет исключенных команд. |

W19, W18 — длина принимаемого/передаваемого слова:

- | | | |
|---|---|-------------------------|
| 0 | 0 | — длина слова 6 битов; |
| 0 | 1 | — длина слова 12 битов; |
| 1 | 0 | — длина слова 18 битов; |
| 1 | 1 | — длина слова 24 бита. |

W17 — W12 — адрес S7.

W11 — W6 — адрес S6.

W5 — W0 — адрес S5.

Работа с блоком связи.

1. Разблокируются L и L-1. (Если L-1 блокирована, то работа будет вестись без ожидания ответов.)
2. Записывается первое управляющее слово (по A(0)F(17)).
3. Записывается второе управляющее слово (по A(1)F(17)).
4. В зависимости от типа операции (запись/чтение):

При передаче:

- 4.1. Записывается информация в буферное ЗУ (по A(0)F(16)).
- 4.2. Дается пуск автомата на передачу (по A(i)F(25)). По окончании передачи зажжется L.

При приеме:

- 4.1. Дается пуск автомата на прием (по A(i)F(25)). По окончании приема зажжется L.
- 4.2. Записывается первое управляющее слово (по A(0)F(17)).
- 4.3. Читается информация из буферного ЗУ (по A(0)F(0)).

Если в процессе работы автомата приема/передачи данных нет ответа на команду — зажигается L-1. Нужно прочитать регистр ошибок (по N-1 A(0)F(1)) и остаток счетчика (второе чтение по N-1 A(0)F(1)).

Кодировка регистра ошибок:

- #7NA7A6A5 — нет ответа на S7, N — номер канала, A7, A6, A5 — адреса по S7, S6, S5, соответственно.
- #6NA7A6A5 — нет ответа на S6, N — номер канала, A7, A6, A5 — адреса по S7, S6, S5, соответственно.
- и т. д.

Если нет ответа на S2, то к N канала добавляется 4.

Для тестирования Б0634 и проверки работоспособности подключенных к нему устройств имеется программа #PTBS.

Магистральная станция

Магистральная станция функционально состоит из двух узлов: интерфейса, реализующего протокол последовательной системы связи, и коммутатора линий связи.

Интерфейс содержит: приемник с линии, передатчик в линию, счетчик цуга кодовых импульсов с дешифратором команд, схемы проверки на нечетность кодовых и синхроимпульсов адреса, схему отбраковки одиночных ложных импульсов из линии (временной селектор), адресный регистр сдвигов с регистром памяти, переключатель последовательного кода в адресный регистр или в коммутатор линий связи.

Коммутатор линий связи содержит: дешифратор адреса станции, к импульсным выходам которого подключены трансформаторные формирователи сигналов в линию, и мультиплексор. К импульсным входам мультиплексора подключены трансформаторные приемники сигналов из линий.

К одной магистральной станции могут быть подсоединены от 8 до 64 территориально разнесенных оконечных устройств (или младших станций). Подсоединение осуществляется кабелями длиной до 1000 м, по которым могут протекать большие импульсные уравнительные токи, источниками которых являются физические установки с различными условиями заземления. Так как уравнительные токи создают помехи работе системы связи, то для повышения помехоустойчивости ее работы применены трансформаторные развязки выходов блока от кабеля без заземления оплетки кабеля на корпус. Оплетка кабеля землится на приемном конце. Согласованный с 75-омной линией приемник с трансформаторным входом выполняет функции разделения полярности импульсов и, кроме того, выполняет роль порогового элемента на ± 5 В при сигналах в линии, нагруженной на 75 Ом, ± 12 В. Из-за применяемого в передатчике ключа и дисперсии сигнала в длинной линии в приемник поступают «развалившиеся» импульсы, которые укорачиваются до стандартной длительности пассивной схемой.

Трансформаторные приемники и формирователи станции и коммутатора выполнены унифицированными для всей системы связи.

Каждый кодовый импульс запускает одновибратор с перезапуском, который обнуляется синхроимпульсами, приходящими через известный интервал после КИ. В случае прихода КИ без подтверждающего СИ, импульс квалифицируется как помеха, и схема приводится в исходное состояние ожидания. Для увеличения поме-

хозащищенности монтажные соединения внешних разъемов с печатными платами внутри блока выполнены кручеными парами.

Принятые меры позволяют говорить о высокой надежности передач. Был проведен количественный опыт, не претендующий на особую точность, но позволивший оценить степень помехозащищенности системы связи. Было задействовано три ступени станций и оконечное устройство, кабели обмотаны или проведены среди мощных импульсных элементов и генераторов. На 10^9 записей с чтением и сравнением не было зарегистрировано ни одного сбоя.

За предварительно обработанными после линии сигналами следит схема выборки команд. При соответствии принимаемой команды (S7, либо S6, либо S5) ее назначению в иерархии отдается ответ к ЭВМ, производится подключение адресного регистра сдвигов к линиям с сигналами КИ и СИ; по команде S2 производится запись адреса в регистр, управляющий коммутатором линий, и переключение линий с КИ и СИ к коммутатору. Выбранный канал работает в дальнейшем повторителем сигналов в обоих направлениях (от ЭВМ и к ЭВМ).

Магистральная станция выполнена в стандарте «Вишня» в блоке шириной 160 мм. На задней панели размещена пара разъемов СР-50-73ф, имеющих надписи «от ЭВМ» и «к ЭВМ», к которым подключаются соответствующие кабели БС или старшей станции. Там же расположены 8 пар разъемов с надписями «вых,вх 0»...«вых,вх 7», к которым подключаются парами кабелей соответственно «от ЭВМ» и «к ЭВМ» младшие станции или оконечные устройства. На передней панели расположены светодиоды адреса, хранимого в станции. Внутри блока расположены 3 переключателя выбора ступени станции с надписями «S7, S6, S5» и 3 переключателя набора трех старших битов адреса, позволяющих каждому из восьми блоков станций, соединяемых параллельно по адресной шине, переключать только «свою» группу из восьми каналов коммутатора. При этом «ведущая» станция, диктующая адрес на шину, должна иметь перемычку 2с-9с на ответном разъеме (ШР1 левый, при виде сзади) стойки. Питание подводится крученой парой: на 9а разъемов ШР1,2 напряжение +5 В, на 9с ШР1,2—обратный провод; на 3с ШР1—напряжение +12 В, на 5с—обратный.

Как показала длительная эксплуатация, сбои в передачах и зависания системы связи, как правило, вызываются плохой затяжкой разъемов на кабелях, несоответствием отверстия разъема диаметру кабеля, в результате чего разрушенная центральная жила

кабеля имеет контакт в месте излома, зависящий от тряски и температуры. Одной из причин является также выход из строя источника питания +5 В, либо увеличение пульсаций из-за «высыхания» в нем электролитических конденсаторов при длительной круглосуточной эксплуатации.

«Станции не ломаются!» — этим следует руководствоваться при поиске неисправностей в системе связи.

Интерфейс «Система связи — КАМАК» — У0604.

Интерфейс У0604 используется для подсоединения к системе связи крейтов, управляемых, в основном, программируемыми крейт-контроллерами (ПКК), либо для информационного обмена между системой связи и другими системами управления и регистрации, имеющими периферийное КАМАК-оборудование. Например, модули У0604 использовались для построения системы информационного обмена между различными ЭВМ ОДРА комплекса ВЭПП-4 (система «Паук») [9], а также между ЭВМ управления комплексом ВЭПП-4 и системой регистрации детектора МД-1 на ЭВМ М6000.

Интерфейс У0604 по месту в системе связи представляет собой периферийное устройство, имеющее статусный регистр, в который записывается адрес S5, и информационный регистр; подключается к выходу МС S6 и поддерживает протокол системы связи по ответам на S5, S2 после S5 и остальным командам. Со стороны магистрали крейта статусный регистр доступен только для чтения, а информационный — для чтения и записи. Для передачи запроса предусмотрена схема формирования импульса прерывания системы связи.

Состояние статусного регистра (AS5)	Направление передачи информации	КАМАК-функция
0 0 X X X 1	Система связи — КАМАК	NA(0)F(0)
0 1 X X X 1	Система связи — КАМАК	NA(1)F(0)
0 0 X X X 0	КАМАК — система связи	NA(0)F(16)
0 1 X X X 0	КАМАК — система связи	NA(1)F(16)
NA(0)F(24)	блокировка L;	
NA(0)F(26)	разблокировка L;	
NA(1)F(22)	формирование импульса прерывания системы связи;	
NA(2)F(0)	чтение статусного регистра.	

Ответ X отдается на все используемые в модуле команды.

Ответ Q отдается на A(0)F(22); A(0)F(24); A(0)F(26) всегда, а на A(0)F(0); A(1)F(0); A(0)F(16); A(1)F(16); A(2)F(0) только после обращения к информационному регистру по системе связи и свидетельствует о достоверности — принятой/переданной информации.

При обращении по системе связи модуль выставляет L и задерживает ответ на S2 после S3 (при записи) или на S4 (при чтении) до обслуживания L соответствующим NAFом. Статусный регистр доступен для чтения только при выставленном L. При чтении статусного регистра L не гасится.

Для организации прямого доступа в память ПКК-02 задействованы дополнительные шины P1 и P2 магистрали крейта. При работе в режиме прямого доступа статусы по AS5:

$$AS5 = \begin{matrix} X & X & X & X & X & X \\ 6. & 5. & 4. & 3. & 2. & 1. \end{matrix}$$

- 1. = 1 — Запись, 0 — Чтение
- 2. = 1 — Адрес
- 3. = 1 — Пуск
- 4. = 1 — Стоп
- 5. = 0
- 6. = 1

Соответственно: запись начального адреса со стопом — #53, без стопа — #43, запись информации со стопом — #51, без стопа — #41, чтение информации со стопом — #50, без стопа — #40, пуск — #45.

Сигналы «Пуск» и «Стоп» используются для управления микроЭВМ ПКК-02.

ИНТЕРФЕЙС «СИСТЕМА СВЯЗИ — КАМАК» — У0605

Интерфейс У0605 был разработан для обеспечения взаимодействия с микроЭВМ Одренок по программному каналу и каналу прямого доступа (ПД). В отличие от У0604 в нем кроме 6-разрядного статусного (RS) и 24-разрядного информационного (RD) регистров содержится счетчик адреса ПД (CNT). Управление «программный режим»/«прямой доступ» осуществляется старшим битом в RS. В RS записывается адрес S5.

Программный режим. AS5 = 0XX XXX

В этом режиме для взаимодействия с крейт-контроллером используются L и N.

Задействованы следующие функции КАМАК:

- F(26)A(0) разблокировка L;
- F(24)A(0) блокировка L;
- F(22)A(1) генерирование импульса прерывания;
- F(10)A(0) проверка L по ответу Q и сброс L;
- F(8)A(0) проверка L по ответу Q;
- F(0)A(1) чтение RS и CNT; CNT — младшие 16 разрядов, RS — старшие 6;
- F(4)A(0) чтение RS; при этом отдается только RS в младших разрядах.
- F(0)A(0) чтение регистра данных (направление передачи информации: система связи - контроллер). Сбрасывает L; L устанавливается по S2 после S3 из системы связи;
- F(16)A(0) запись в регистр данных (направление передачи информации: контроллер — система связи); Сбрасывает L; L устанавливается по S4 из системы связи.

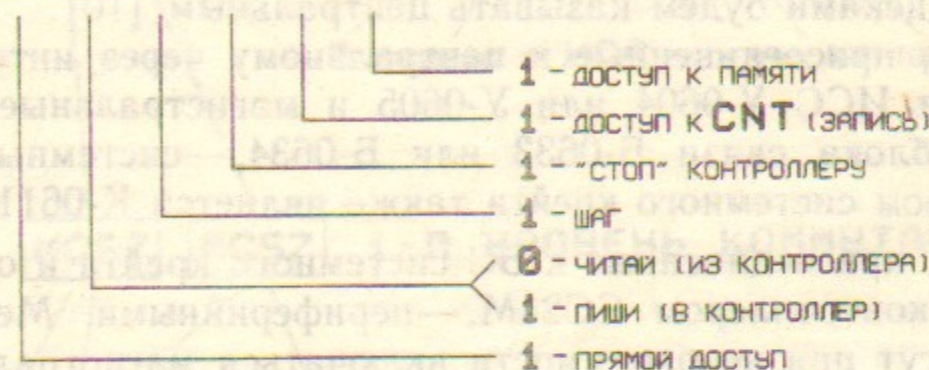
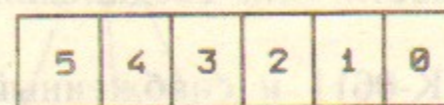
Работа в режиме прямого доступа. AS5 = #1XX XXX

В этом режиме вместо LAM и N используются дополнительные КАМАК-шины: P1 и P2, соответственно. Используются те же регистры.

Задействованы следующие функции КАМАК:

- F(22)A(1) генерирование импульса прерывания;
- F(0)A(0) чтение регистра данных (направление передачи информации: система связи — контроллер); сбрасывает P1; P1 устанавливается по S2 после S3 из системы связи. При сбросе P1 делает +1 к CNT;
- F(16)A(0) запись в регистр данных (направление передачи информации: контроллер — система связи); сбрасывает P1; P1 устанавливается по S4 из системы связи; при сбросе P1 делает +1 к CNT;
- F(0)A(1) чтение RS и CNT, если P1 установлен (CNT — младшие 16 разрядов, RS — старшие 6); если P1 сброшен, то читается нуль.

Адрес AS5 при прямом доступе в Одренок содержит следующую информацию:



Если стоит «стоп», то при обращениях P2A(0)F(0) и P2A(0)F(16) P1 не сбрасывается, но при последующих обращениях P2A(1)F(0) читается нуль и контроллер зацикливается на проверке RS. Если есть «шаг» и «стоп», то после первого обращения триггер «шаг» сбрасывается и остается «стоп». Таким образом выполняется одна команда. Прямой доступ может выполняться и в режиме «стоп». При включении питания взводится режим «стоп, ПД».

Замечание, касающееся внутреннего состояния Одренка:

«Шаг» при CNT = 0 делается с прежним состоянием триггеров V, C, S; если CNT .NE. 0 — то состояние этих триггеров восстанавливается из 8-го слова контроллера.

AS5 в режиме прямого доступа:

- #46 — запись адреса со стопом;
- #65 — запись в память со стопом;
- #50 — GO (см. замечание выше);
- #54 — шаг (GO на стопе, при этом см. замечание выше);
- #42 — запись адреса без стопа;
- #41 — чтение памяти без стопа;
- #45 — чтение памяти со стопом.

Для работы с Одренком через У0605 в мониторинг режиме имеются программы #ODMO (для БС Б0633) и #MODM (для БС Б0634).

Регистр прерываний (РП-16М, Р0609; РП-16Н, Р0605)

Регистр прерываний является дополнением к иерархической системе связи, применяемой, в частности, для соединения крейтов КАМАК (рис. 6).

Крейт, содержащий контроллер К-0611 и снабженный винчестерскими дисками будем называть центральным [10].

Крейты, присоединенные к центральному через интерфейс системы связи ИСС У-0604 или У-0605 и магистральные станции с помощью блока связи Б-0633 или Б-0634, — системными. Крейт-контроллером системного крейта также является К-0611.

Крейты, присоединенные к БС системного крейта и оборудованные крейт-контроллером СС24М, — периферийными. Между БС и СС24М могут при необходимости включаться магистральные станции. Если число присоединяемых периферийных крейтов не превышает четырех, чаще используется пара: драйвер DS24S и крейт-контроллер СС24S [6], имеющие протокол связи, отличающийся от протокола иерархической системы связи, описываемой в этом препринте.

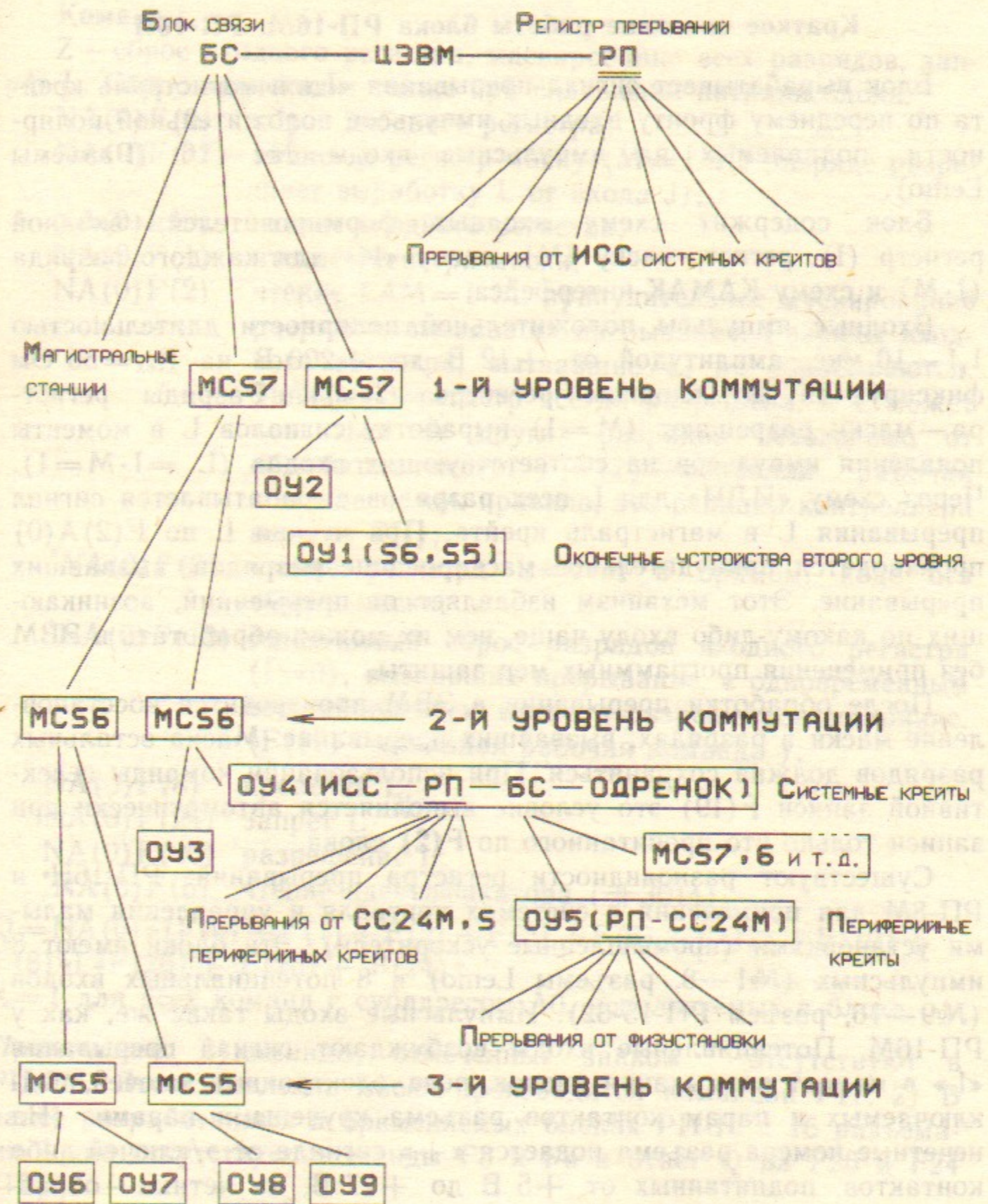
Регистр прерываний устанавливается обязательно в центральный крейт как системный блок, (т. е. описанный в операционной системе) и, по мере надобности, в системные и периферийные крейты.

Регистр прерываний центрального крейта принимает запросы на межмашинный обмен от блоков ИСС системных крейтов (до 16).

РП системного крейта принимает запросы от СС24М, S на обслуживание периферийных крейтов.

РП периферийного крейта принимает импульсы прерывания в реальном времени от р/э аппаратуры установок (например, от генераторов, тактирующих работу ускорителя) и вырабатывает сигналы «L» в контроллер периферийного крейта. Контроллеры вырабатывают импульсы прерывания в крейт старшего уровня. В периферийных крейтах содержатся р/э блоки контроля и управления конкретной физической установкой.

В Институте применяется также альтернативный способ присоединения системных крейтов с Одрятами к центральному крейту с помощью пар блоков ИЛС («интерфейсов локальной сети») [11]. В этом случае РП, как системный блок, не используется.



Примечания:

1) при использовании контроллера СС24S в периферийных крейтах в роли БС используется DS24S;

2) допускается подключение интерфейсного блока ИСС к S6, S7 и непосредственно к блоку связи БС.

Рис. 6. Соединение крейтов с иерархической системой связи.

Краткое описание работы блока РП-16М, РП-16Н

Блок вырабатывает сигнал прерывания «L» в магистраль крейта по переднему фронту входных импульсов положительной полярности, подаваемых на импульсные входы №1—16 (Разъемы Lemo).

Блок содержит схему входных формирователей, входной регистр (I), регистр-маску (M), схему «И» для каждого разряда (I·M) и схему КАМАК-интерфейса.

Входные импульсы положительной полярности длительностью 1,1—10 мкс, амплитудой от +12 В до +200 В на $R_{вх}=50$ Ом фиксируются во входном регистре ($I=1$). Разряды регистра—маски разрешают ($M=1$) выработку сигналов L в моменты появления импульсов на соответствующих входах ($L=I·M=1$). Через схему «ИЛИ» для L всех разрядов вырабатывается сигнал прерывания L в магистраль крейта. При чтении L по F(2)A(0) производится принудительное маскирование разрядов, вызвавших прерывание. Этот механизм избавляет от прерываний, возникающих по какому-либо входу чаще, чем их можно обработать в ЭВМ без применения программных мер защиты.

После обработки прерывания в ЭВМ производится восстановление маски в разрядах, вызвавших прерывание. Маска остальных разрядов должна сохраняться. При использовании команды селективной записи F(19) это условие выполняется автоматически при записи только что прочитанного по F(2) слова.

Существуют разновидности регистра прерываний: РП-16Н и РП-8М для применения в системах контроля и управления малыми установками (промышленные ускорители). Эти блоки имеют 8 импульсных (№1—8, разъемы Lemo) и 8 потенциальных входов (№9—16, разъем РП-15-32). Импульсные входы такие же, как у РП-16М. Потенциальные входы возбуждают сигнал прерывания «L» в момент размыкания кнопок, реле, электронных ключей, подключаемых к парам контактов разъема кручеными парами. (На нечетные номера разъема подается «+» сигнала от э/ключей либо контактов, подпитанных от +5 В до +27 В, на четные—обратные провода. Подпитка контакта не обязательна.) Для лучшей помехозащищенности потенциальные входы изолированы от «земли» блока с помощью оптопар и имеют отдельные подвешенные источники питания для зондирования контактов токовым сигналом по 10 мА на канал.

Команды.

Z—сброс входного регистра, маскирование всех разрядов, запрет L. Сброс происходит также при включении питания блока.

NA(0)F(9) сброс входного регистра;

NA(0)F(17) запись в регистр-маску ($M=1$ в J-разряде разрешает выработку L от входа J);

NA(0)F(0) чтение входного регистра;

NA(0)F(1) чтение регистра-маски;

NA(0)F(2) чтение $LAM=I·M$, принудительное маскирование разрядов, вызвавших прерывание. Разряды входного регистра, вызвавшие L, не сбрасываются. Запись в I-регистр всегда разрешена, и L может появиться от других разрядов независимо от обрабатываемого. (F(2)—основная рабочая команда и, как правило, это реакция контроллера на L от РП);

*NA(0)F(3) чтение регистра $L=I·M$ в прямом! коде без сброса маски;

*NA(0)F(19) селективный сброс разрядов входного регистра ($I=0$), вызвавших прерывание, с одновременным восстановлением маски в разрешенное состояние. (F(19)—основная рабочая команда);

NA(0)F(8) проверка L;

NA(0)F(24) запрет L

NA(0)F(26) разрешение L;

*NA(0)F(6) чтение идентификатора (#3014)

$Q = NA(0) * (F(0) + F(1) + F(2) + F(3) + F(6) + F(17) + F(19) + F(8) * L * F(26) + *F(26) + *F(24))$

X=1 для всех команд с субадресом A0, используемых в блоке.

Примечания: 1) команды, отмеченные знаком * отсутствуют в РП-8М. Восстановление маски производится командой F17. 2) В ранее разработанных и применяемых блоках РП-16 с 16 разъемами Lemo отсутствуют команды F3 и F6 и ответ Q на F26 и F24 [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Баклаков Б.А., Веремеенко В.Ф., Карлинер М.М., Купер Э.А., Нифонтов В.И., Орешков А.Д., Ощепков Ю.И., Петров С.П., Протопопов И.Я. Система питания электромагнита и линз накопителя ВЭПП-3, управляемая с помощью ЭВМ. — Препринт ИЯФ СО АН СССР 67-72. Новосибирск, 1972.
2. Карлинер М.М., Купер Э.А., Нифонтов В.И., Орешков А.Д., Ощепков Ю.И. Система для управления с помощью ЭВМ установкой встречных пучков ВЭПП-3. — Автометрия, 1972, №2.
3. Неханевич Э.Л., Томсонс Я.Я. Некоторые вопросы построения интерфейсов последовательной передачи данных. — В сб.: Алгоритмические и аппаратурные средства переработки информации. — ИТФ СО АН СССР, Новосибирск, 1981, с.54—66.
4. Неханевич Э.Л., Яснев М.В. Интерфейсы для простой локальной сети. — Препринт ИЯФ СО АН СССР 88-160. Новосибирск, 1988.
5. Нифонтов В.И. Радиоэлектронная аппаратура для управления ускорительно-накопительными установками при помощи ЭВМ. — Автореферат диссертации, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук. Новосибирск, 1975.
6. Козак В.Р. Драйвер и контроллер для ЭВМ Одренок. — Препринт ИЯФ СО АН СССР 88-24. Новосибирск, 1988.
7. Ауслендер В.Л., Неханевич Э.Л., Ощепков Ю.И., Факторович Б.Л. Система управления синхротроном Б-5. — Препринт ИЯФ СО АН СССР 78-89. Новосибирск, 1978.
8. Пискунов Г.С., Тарарышкин С.В. Двадцатичетырехразрядная ЭВМ в стандарте КАМАК. — Автометрия, 1986, №4, с.32—38.
9. Купер Э.А., Левичев Б.В., Тарарышкин С.В., Темных А.Б. Использование программируемых контроллеров в системах автоматического управления комплекса ВЭПП-4. — В сб. Тезисы докладов Второго Всесоюзного семинара по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях. Новосибирск, 1982, с.103.
10. Алешаев А.Н., Козак В.Р. Программное обеспечение для микроЭВМ Одренок. Центральная ЭВМ. — Препринт ИЯФ СО АН СССР 88-48. Новосибирск, 1988.
11. Каргальцев В.В., Репков А.В. Интерфейс локальной сети. — Препринт ИЯФ СО АН СССР 88-104. Новосибирск, 1988.
12. Нифонтов В.И., Орешков А.Д., Ощепков Ю.И. Выводные и вводные регистры в стандарте КАМАК. — Препринт ИЯФ СО АН СССР 82-77. Новосибирск, 1982.

В.И. Нифонтов, Ю.И. Ощепков, С.В. Тарарышкин

Аппаратура для последовательной системы связи

Ответственный за выпуск С.Г. Попов

Работа поступила 21 февраля 1990 г.
Подписано в печать 2.03. 1990 г. МН 02133
Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 1,9 печ.л., 1,6 уч.-изд.л.
Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ № 25

*Набрано в автоматизированной системе на базе фото-наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и отпечатано на ротапинтере Института ядерной физики СО АН СССР,
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.*