

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

+

5179/2-81

19/4-81

10-81-528

В.А.Смирнов, Хоанг Као Зунг

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЕТВИ КАМАК НА ЛИНИИ
С МИКРО-ЭВМ LSI-11, "ЭЛЕКТРОНИКА-60"
И МERA-60

1981

1. ВВЕДЕНИЕ

Организация ветви КАМАК^{/1/} на линии с ЭВМ LSI-11^{/2/}, "Электроника-60"^{/3/} и МERA-80^{/4/} осуществляется при помощи драйвера ветви КАМАК, разработанного в ЛВЭ ОИЯИ. По классификации, принятой в ЛВЭ, блоку дано обозначение ИВМ-861. По функциональным возможностям ИВМ-861 является интерфейсом между магистралью ЭВМ и магистралью ветви КАМАК^{/1/}. При помощи этого блока осуществляется передача данных как по программному каналу /ПК/ со скоростью 50 К 16-разрядных слов в секунду, так и по каналу прямого доступа /КПД/ в память со скоростью 500 Кслов/с. Для формирования команд КАМАК, для передачи данных, для организации обмена данными по КПД и для определения текущего статуса блока в ИВМ-861 имеется восемь 16-разрядных регистров, адреса которых находятся в области адресов периферийных устройств ЭВМ. В драйвере ветви формируются и выдаются на магистраль ЭВМ коды двух векторов прерываний. Первое прерывание связано с появлением сигнала BRANCH DEMAND (BD), а второе - с выполнением определенных условий в процессе работы драйвера ветви и блоков КАМАК.

2. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ДРАЙВЕРА ВЕТВИ

На рис.1 приведена функциональная схема драйвера ветви КАМАК ИВМ-861. В схеме можно выделить три основных узла:

1. Узел сопряжения с магистралью ЭВМ.
2. Узел организации работы на магистрали ветви КАМАК.
3. Узел организации работы по КПД.

Узел сопряжения с магистралью ЭВМ ответственен за дешифрацию адресов рабочих регистров блока, за организацию обмена данными с ЭВМ и за обслуживание запросов на прерывание.

Узел организации работы на магистрали ветви КАМАК обеспечивает распознавание условий, необходимых для запуска цикла КАМАК. В этой части схемы выполняется определенная последовательность операций с регистрами 00, 02, 04 и 06 при командах управления, чтения и записи КАМАК.

Узел организации работы по КПД осуществляет подсчет числа переданных слов данных, выбор адреса ОЗУ и работу в режимах блочной передачи на магистрали ветви КАМАК. В этой части схемы используются регистры 10, 12, 14 и 16.

Объединенный институт

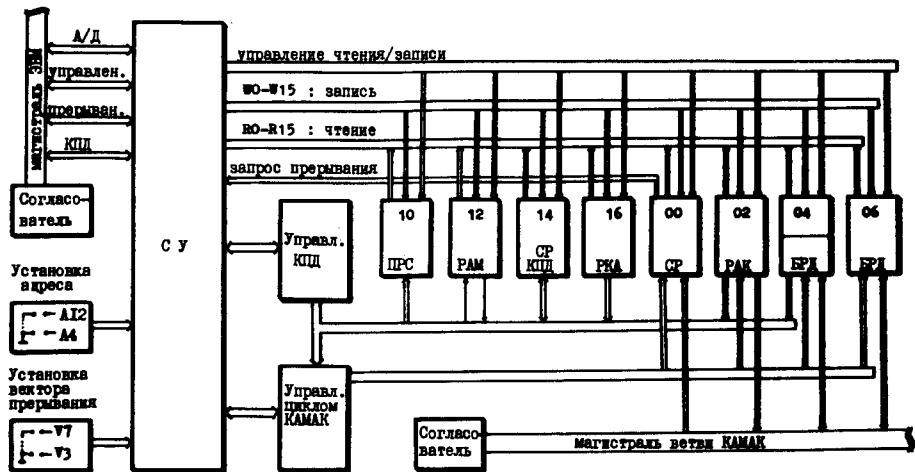


Рис.1. Функциональная схема драйвера ветви ИВМ-861.
СУ - узел сопряжения с магистралью ЭВМ.

3. ОПИСАНИЕ УЗЛА СОПРЯЖЕНИЯ С МАГИСТРАЛЬЮ ЭВМ

Блок ИВМ-861 связан с магистралью ЭВМ шинами, перечисленными в табл.1. Наименование шин приведено как для LSI-11, так и для "Электроники-60" и МERA-80. Обмен сигналами по шинам магистрали ЭВМ осуществляется через шинные формирователи типа K589АП26, K559ИП1.

Узел сопряжения с магистралью ЭВМ /см. рис.2/ выполняет следующие функции:

1. Распознавание восьми адресов, относящихся к регистрам ИВМ-861. Адреса регистров могут быть изменены перепайкой 9 перемычек A4 ÷ A12, находящихся на печатной плате. В качестве нормы приняты адреса 166000, 166002, 166004, 166006, 166010, 166012, 166014 и 166016 /в восьмеричном коде/.

2. Дешифрацию команды чтения или записи, относящейся к выбранному регистру.

3. Обслуживание двух запросов на прерывание и генерацию соответствующих векторов прерывания. Величина векторов прерывания определяется пятью перемычками V3 ÷ V7, находящимися на печатной плате. Первый вектор /в качестве нормы выбран 170/ генерируется при появлении сигнала "BD" с магистрали ветви КАМАК и при наличии разрешения в статусном регистре. Второй вектор /174/ вырабатывается при появлении одного из трех разрешенных ранее в статусном регистре сигналов: "Отсутствие сигнала Q в цикле КАМАК", "Отсутствие сигнала X в цикле КАМАК", "Отсутствие

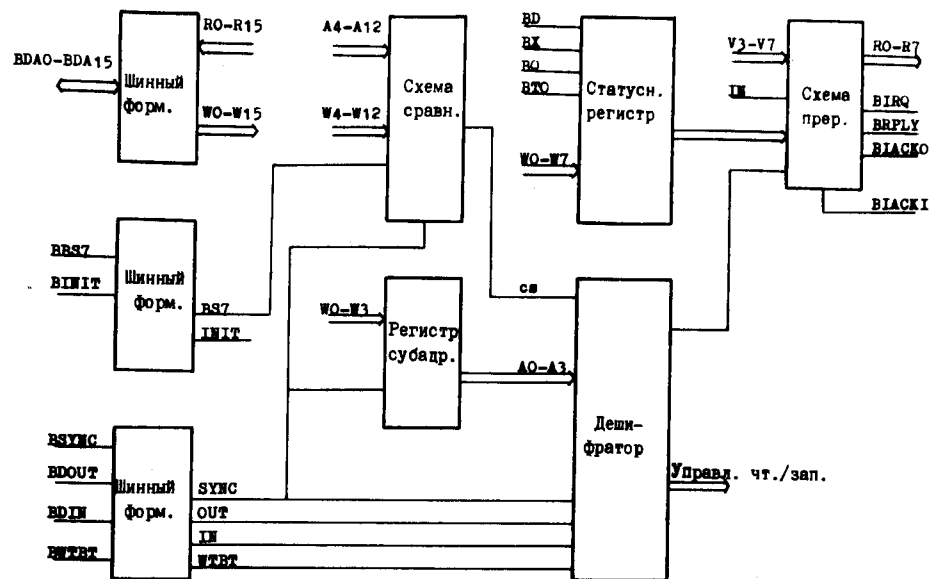


Рис.2. Блок-схема узла сопряжения с магистралью ЭВМ.

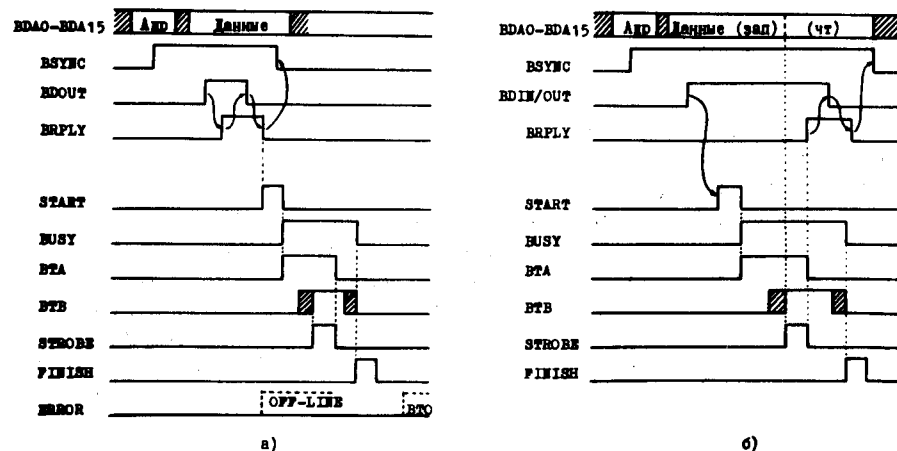


Рис.3. Временная диаграмма работы драйвера на магистрали ЭВМ и ветви КАМАК: а/ при передаче команд управления КАМАК; б/ при передаче данных.

Таблица 1

Обозначение или LSI-11	Э-60/М-60	№ разряда	(продолжение)		№
BDA 0	КДА00	1	BSYNC	КСНА	20
BDA 1	КДА01	2	BDIN	КВВОД	21
BDA 2	КДА02	3	BDOUT	КВВОД	22
BDA 3	КДА03	4	BMTBT	КБАЙТ	23
BDA 4	КДА04	5	BBS7	КБУ	24
BDA 5	КДА05	6	BRPLY	КСМ	25
BDA 6	КДА06	7	BIRQ	КПР	26
BDA 7	КДА07	8	BIAKI	КПРГ	27
BDA 8	КДА08	9	BIAKO	КПРФ	28
BDA 9	КДА09	10	BINIT	КСЕРОС	29
BDA10	КДА10	11	BDNR	КПД	40
BDA11	КДА11	12	BDNB1	КПД	41
BDA12	КДА12	13	BDNGO	КПД	42
BDA13	КДА13	14	BSACK	КВ	43
BDA14	КДА14	15	-	КПСК ЗУ	45
BDA15	КДА15	16	BRD	КОВН	50

Таблица 2

Разряд	РЕГИСТР (1600)									
	00	02	04	06	10	12	14	16		
15	BTB7	BZ	CR7	RW16	MC15	--	SER	C7		
14	BTB6	BG	CR6	RW15	MC14	CA15	TO	C6		
13	BTB5	BF14	CR5	RW14	MC13	CA14	ERR	C5		
12	BTB4	BF8	CR4	RW13	MC12	CA13	-	C4		
11	BTB3	BF4	CR3	RW12	MC11	CA12	-	C3		
10	BTB2	BF2	CR2	RW11	MC10	CA11	SH	C2		
9	BTB1	BF1	CR1	RW10	MC9	CA10	RM	C1		
8	--	BN16	--	RW9	MC8	CA9	ABM	M16		
7	Q	BN8	RW24	RW8	MC7	CA8	END	N8		
6	Q EN	BN4	RW23	RW7	MC6	CA7	EN	N4		
5	TER	BN2	RW22	RW6	MC5	CA6	-	N2		
4	TER EN	BN1	RW21	RW5	MC4	CA5	-	N1		
3	BD	BA8	RW20	RW4	MC3	CA4	-	AB		
2	BD EN	BA4	RW19	RW3	MC2	CA3	2B1	A4		
1	X	BA2	RW18	RW2	MC1	CA2	CYC	A2		
0	X EN	BA1	RW17	RW1	MC0	CA1	ST	A1		

адресуемого крейта на ветви КАМАК" /или длительность цикла превышает 10 мкс/. В процессе обработки прерываний ЭВМ получает информацию о запросе по появлению сигнала "BIRQ" и выставляет в ответ вначале сигнал "BDIN", а затем сигнал "BIAKI". Это приводит к выдаче вектора прерывания на шину BDA0÷BDA7 и сигнала "BRPLY".

4. Организацию обмена данными с магистралью синхронно с циклом ЭВМ. Временные соотношения сигналов приведены на рис.3. Основными сигналами, участвующими в обмене данными, являются "BSYNC", "BDOUT", "BDIN", "BRPLY". По переднему фронту сигнала "BSYNC" осуществляется выборка с шин BDA0÷BDA15 адреса одного из регистров. Появление сигнала "BDOUT" означает наличие данных на шинах BDA0÷BDA15 и стимулирует выдачу сигнала "BRPLY", а также появление сигнала записи информации в выбранный регистр. Появление сигнала "BDIN" сообщает драйверу ветви о готовности ЭВМ к приему данных и вызывает выдачу данных из выбранного регистра на шины BDA0÷BDA15, а также генерацию сигнала "BRPLY". При появлении сигнала "BRPLY" ЭВМ сбрасывает сигнал "BDOUT" ("BDIN") и завершает цикл на магистрали.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ НА МАГИСТРАЛИ ВЕТВИ КАМАК

В табл.2 приведена структура всех регистров блока ИВМ-861. Организация работы на магистрали ветви КАМАК определяется содержанием регистров с адресами 00, 02, 04 и 06.

Регистр 00 является статусным /CP/. В разрядах 9÷15 содержится информация о статусе семи крейтов КАМАК /крейт подключен к ветви или отключен от нее/. В разрядах 1 и 7 запоминается состояние шин ВХ и ВС в последнем цикле КАМАК. В разряде 5 фиксируется ошибка (TER) при адресации к отсутствующему крейту или при нарушении ограничения на длительность цикла КАМАК /более 10 мкс/. Разряд 3 соответствует состоянию шины BD. В разрядах 0, 2, 4 и 6 записывается условие разрешения на прерывание при появлении "1" в одном из разрядов 1, 3, 5 и 7 соответственно.

Регистр 02 является регистром адреса и команды КАМАК /PAK/. Разряды 0÷3 определяют значение субадреса BA, 4÷8 - значение адреса BN и 9÷13 - код команды BF. Запись "1" в разряд 14 вызывает выполнение операции BG на ветви КАМАК. При записи "1" в разряд 15 генерируется сигнал "BZ".

Старший байт /разряды 9÷15/ регистра 04 является регистром номера крейта (CR1÷CR7). Младший байт этого регистра вместе с регистром 06 образует 24-разрядный буферный регистр данных КАМАК /БРД/. Причем регистр 06 является буфером младших разрядов слова данных.

Работа на магистрали ветви КАМАК организуется в нескольких режимах:

1. Выработка сигнала подготовки "BZ", которая осуществляется:

- при появлении сигнала "BINIT" на магистрали ЭВМ,
- при нажатии кнопки CLR на передней панели блока,
- при записи единицы в разряд 15 регистра 02.

Длительность сигнала "BZ" равна 10 мкс.

2. Выработка циклов управления модулями КАМАК при значении BF8=1 /см. рис.3а/. В этом случае выполняется следующая последовательность операций:

- запись в регистр 00 разрешений на прерывание, если это необходимо,
- запись в регистр 04 номера крейта,
- запись в регистр 02 кода NAF (F8=1), что вызывает пуск цикла КАМАК.

3. Выработка циклов передачи данных по магистрали ветви КАМАК осуществляется при выполнении условия BF8=0 /см. рис.3б/. В этом случае выполняется следующая последовательность операций:

- запись информации в статусный регистр 00,
- запись в регистр 02 кода NAF (F8=0),
- запись в регистр 04 номера крейта, а также старших разрядов слова данных в случае передачи 24-разрядного слова данных в выбранный адрес КАМАК (F16=1).

- запись /чтения/ 16 младших разрядов слова данных в /из/ регистр/регистра/ 06. При этом запускается цикл КАМАК. По окончании сигнала "STROBE" выдается сигнал "BRPLY" на магистраль ЭВМ.

4. Выработка сигнала "BG" - чтения суммы GL-информаций из всех крейтов, находящихся на линии с магистралью ветви. Генерация сигнала "BG" осуществляется при записи единицы в разряд 14 регистра 02 при сохранении условия $F8.F16=1$. При этом вырабатывается цикл чтения с обращением ко всем крейтам, находящимся на линии с ветвью.

В течение любого цикла КАМАК вначале появляются сигналы "CR", "BN", "BA", "BF" /на рис.3 они обозначены сигналом "BUSY" /. Затем вырабатывается сигнал "BTA" и ожидается появление сигналов "BTB" от адресуемых крейтов. При отсутствии любого из ожидаемых "BTB", что может быть при адресации к не находящемуся на линии с ветвью крейту, вырабатывается сигнал ошибки "ERROR"(OFF-LINE) и заносится единица в разряд 5 (TER) регистра 00. В этом случае загорается лампочка индикации ошибки ERR BR, расположенная на передней панели блока. Приход всех "BTB" вызывает генерацию сигнала "STROBE" и сбрасывает "BTA". Далее драйвер ветви ожидает сброса всех сигналов "BTB" и при выполнении этого условия завершает цикл КАМАК. В случае, когда длительность цикла КАМАК превышает 10 мкс, возникает сигнал ошибки "ERROR"("BTO").

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО КАНАЛУ ПРЯМОГО ДОСТУПА /КПД/ В ПАМЯТЬ ЭВМ

Работа по КПД определяется содержимым регистров с адресами 10, 12, 14 и 16 /см. табл.2/.

Регистр 10 является пересчетным регистром слов /ПРС/, предназначенным для счета числа переданных по КПД слов. Перед запуском в регистр заносится со знаком минус их число, запланированное для передачи по КПД.

Регистр 12 является регистром текущего адреса ОЗУ ЭВМ /РАМ/. Перед запуском в регистр заносится адрес первой ячейки той области ОЗУ, в которую или из которой будут передаваться данные.

Регистр 14 является статусным регистром КПД /СР КПД/. Назначение каждого его разряда следующее:

разряд 0 - запись в него единицы ; если есть разрешение работы по КПД, запускает КПД;

разряд 1 - "0" означает выполнение единичного цикла КПД, а "1" - многократное повторение циклов КПД при передаче массива данных;

- разряд 2 - "0" означает выполнение одного цикла КПД при передаче 16-разрядного слова КАМАК, а "1" - двух циклов КПД при передаче 24-разрядного слова КАМАК;
- разряд 6 - "1" разрешает работу по КПД;
- разряд 7 - "1" означает завершение передачи по КПД массива данных;
- разряд 8 - режим сканирования по адресам КАМАК (ASM);
- разряд 9 - режим повторного обращения по фиксированному адресу КАМАК (RM);
- разряд 10 - режим повторного обращения по фиксированному адресу КАМАК с завершением работы при $Q=0$ (SM). /это режимы блочной передачи данных, разрешаемой в стандарте КАМАК^{5/}, которые в ИВМ-861 организуются с помощью КПД/;
- разряд 13 - "1" указывает на ошибку (ERR) при попытке выполнить цикл КПД после его завершения;
- разряд 14 - "1" указывает на временную ошибку /T0/, когда длительность цикла обращения к ОЗУ превышает 15 мкс;
- разряд 15 - "1" указывает на наличие ошибки ERR или T0, состояние этого разряда индицируется с помощью лампочки ERR DMA, расположенной на передней панели блока.

Регистр 16 является регистром конечного адреса КАМАК /РКА/ и необходим для организации режима сканирования по адресам КАМАК. В разрядах 0÷3 регистра записывается код субадреса, в 4÷8 - код номера станции, а в 9÷15 - номер крейта.

На рис.4 приведены временные диаграммы основных сигналов, участвующих в организации передачи данных по КПД. Процесс передачи данных из ОЗУ на магистраль ветви /см. рис.4а/ можно разделить на три стадии:

1. Драйвер ветви запрашивает КПД установкой сигнала "BDMR" на магистрали ЭВМ. Процессор дает разрешение, вырабатывая сигнал "BDMGI", при котором драйвер ветви сбрасывает сигнал "BDMR", затем выдает сигнал "BSACK" и начинает цикл КПД. В ответ процессор снимает с магистрали сигнал "BDMGI".

2. Данные из ОЗУ записываются в буферный регистр данных /БРД/. При передаче 24-разрядного слова КАМАК выполняются подряд два цикла КПД. В течение первого цикла из ячейки ОЗУ в БРД 04 заносятся 8 старших разрядов слова данных, а в течение второго цикла из следующей ячейки ОЗУ в БРД 06 заносятся 16 младших разрядов /на временной диаграмме показан только второй цикл КПД/.

3. Драйвер ветви запускает цикл КАМАК и передает данные по соответствующему адресу.

Процесс передачи данных в ОЗУ с магистрали ветви /см.рис.4б/ тоже можно разделить на три стадии:

1. Драйвер ветви инициирует цикл КАМАК для чтения 24-разрядного слова из адреса КАМАК в БРД 04,06.

2. Драйвер ветви запрашивает КПД.

3. Данные передаются в ОЗУ ЭВМ. При передаче 16-разрядного слова данных из БРД 06 выполняется один цикл КПД, а при передаче 24-разрядного слова - два цикла КПД. В течение первого цикла из БРД 04 передаются 8 старших разрядов, а в течение второго - из БРД 06 - 16 младших разрядов.

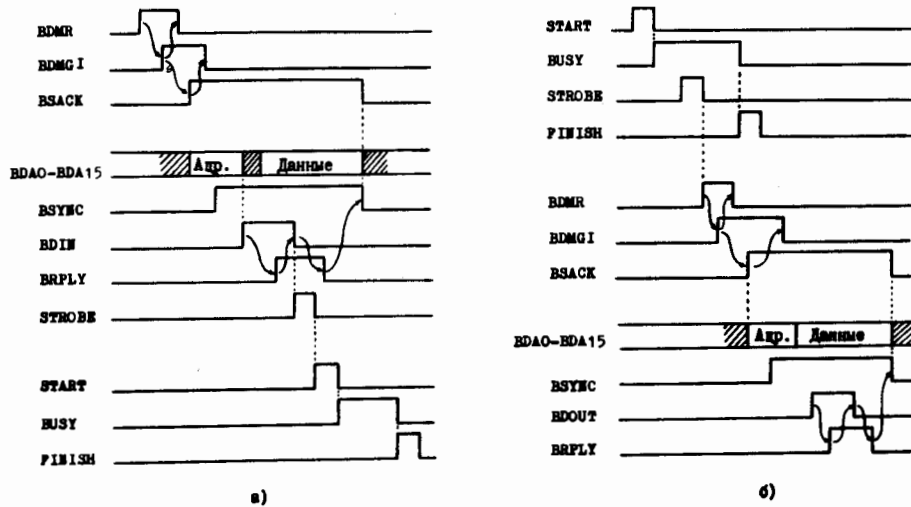


Рис.4. Временная диаграмма работы драйвера по КПД:
а/ при передаче данных из ОЗУ; б/ при передаче данных в ОЗУ.

6. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРАЙВЕРА ВЕТВИ ИВМ-861

Драйвер ветви выполнен на трех платах КАМАК. Первая плата содержит узел сопряжения с магистралью ЭВМ, узел организации работы на магистрали ветви КАМАК и младший байт регистра 00. На второй плате драйвера имеются старший байт регистра 00, регистры 02, 04 и 06, а также схема сопряжения с магистралью ветви КАМАК. Регистры 10, 12, 14, 16 и схема организации работы драйвера по КПД находятся на третьей плате. Такая структура блока позволяет выполнить драйвер ветви в упрощенном варианте, без КПД.

Блок ИВМ-861 имеет ширину 3М и использует только шину +6В магистрали крейта КАМАК. Первая плата блока содержит 54 микро-

схемы /средний потребляемый ток равен 1,5 А/. На второй и третьей плате имеется 62 /1,8 А/ и 79 /2,4 А/ микросхем соответственно.

На передней панели блока расположены:

- 50-контактный разъем для подключения драйвера к магистрали ЭВМ,
- 132-контактный разъем ветви КАМАК,
- кнопка CLR,
- лампочки для индикации ошибок ERR(BR, DMA) и режимов работы драйвера ветви по КПД (ASM, SM, RM).

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка драйвера ветви КАМАК для ЭВМ LSI-11, "Электроника-60" и MERA-60 обеспечивает их широкое использование в качестве элемента управления в системах автоматизации экспериментальных установок научно-исследовательских лабораторий. Драйвер ветви ИВМ-861 предоставляет экспериментатору широкие возможности мультиплексирования различных типов электронной аппаратуры /максимум около 2500 адресов/: счетчиков, регистров, преобразователей, индикаторов, интерфейсов и т.п. При этом возможно достичь передачи данных со скоростью до 1 Мбайт/с при сканировании адресов и при обращении к фиксированному адресу и до 100 Кбайт/с при обращении к произвольному адресу. Время перехода к программе обслуживания запроса на прерывание от блока КАМАК составляет от 35 мкс /случай единственного источника прерывания/ до 350 мкс /случай нескольких источников прерывания/.

ЛИТЕРАТУРА

1. CAMAC Organization of the Multi-Crate Systems (Parallel Branch Highway). ESONE COMMITTEE, EUR 4600e, 1973.
2. DIGITAL Microcomputer Handbook. Digital Equipment Corporation. Maynard, Massachusetts, 1976.
3. Электронная вычислительная машина "Электроника-60", Эксплуатационная документация. Производственно-издательский отдел ЦНИИ "Электроника", 1978.
4. System Mikrokomputerowy MERA-60. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa. Centrum Naukowa-Produkcyjne Systemow Sterowania "MERA-STEP", Katowice, 1979.
5. Block Transfers in the CAMAC Systems. ESONE Committee, EUR 4100e, Suppl., 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 июля 1981 года.