

**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

P10-87-125

**Д.Адам, А.А.Николина, К.Пишка, В.В.Токменин,
Н.Н.Хованский, О.Хорват**

"ЭЛЕКТРОНИКА ОЗУ-64К-01"

КАК ОПЕРАТИВНАЯ ПАМЯТЬ

ЕМКОСТЬЮ 2x64Кбайт

ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ

НА БАЗЕ КР580ИК80

1987

ВВЕДЕНИЕ

Трудно перечислить круг задач и области применений восьмиразрядных микропроцессоров. Все более развитым и разнообразным становится программное обеспечение, разрабатываемое профессиональными программистами и огромной армией владельцев персональных компьютеров. Несмотря на широкий выпуск зарубежными фирмами 16- и 32-разрядных микропроцессоров, на рынке все еще доминируют 8-разрядные микросистемы. Объясняется это, по-видимому, их низкой стоимостью и наличием средств поддержки языков высокого уровня, стандартных компиляторов, операционных систем, средств поддержки модульного программирования и сопроцессоров. Однако наиболее узким местом 8-разрядных микропроцессоров по-прежнему остается 16-разрядная адресная шина, ограничивающая объем прямоадресуемой памяти величиной 64Кбайт. К настоящему времени имеется большое число публикаций, в которых эта проблема рассматривается и решается как с теоретической стороны, так и в практическом плане расширения области памяти за пределы, ограниченные 16-разрядной адресной шиной^{/1-11/}.

Наметилось два метода расширения возможностей микропроцессорных систем (МПС): добавление к существующему ОЗУ нескольких дополнительных банков по 64Кбайт с различными вариантами их коммутации и размещение ПЗУ на одноименных адресах ОЗУ. При этом используется особенность ПЗУ — "только чтение", что позволяет безконфликтно производить запись в ОЗУ, а при чтении из ОЗУ соответствующая область ПЗУ на время этой операции автоматически отключается. На практике чаще используется комбинация обоих методов.

ВАРИАНТЫ РАЗРАБОТАННОГО УСТРОЙСТВА

С целью расширения возможностей МПС мы поставили перед собой следующие задачи:

- а) подключить к МПС блок промышленной динамической памяти "Электроника ОЗУ-64К-01", содержащий 64К x 16-разрядных слов;
- б) расширить область оперативной памяти до двух банков по 64Кбайт в связи с имеющейся возможностью побайтной адресации в блоке "Электроника ОЗУ-64К-01";
- в) создать программное обеспечение, решающее проблемы начальной инициализации банков и загрузки мониторной программы;

г) добиться по возможности простой схемной реализации поставленных задач.

Были разработаны и реализованы два варианта устройства для подключения к МПС блока "Электроника ОЗУ-64К-01" (в дальнейшем — блока ОЗУ). Основная идея обоих вариантов — расширение оперативной памяти МПС при помощи блока ОЗУ до двух банков по 64Кбайт с возможностью их коммутации командами ввода-вывода. Различие в вариантах состоит в способе подключения ПЗУ, содержащего мониторинговую программу. В первом варианте ПЗУ подключено к шинам МПС в течение 300 мс после его инициализации. За это время происходит копирование мониторинговой программы в любой банк ОЗУ и, после автоматического отключения ПЗУ, ее запуск. Во втором варианте часть адресного поля в начале каждого банка (0000H — 0FFFH) используется совместно с ПЗУ, и так как из него производится только чтение информации, то запись данных в любой банк ОЗУ разрешена по всему полю 16-разрядной адресной шины от 0000H до FFFFH. Для чтения же из области совместных адресов ОЗУ и ПЗУ последнее по команде ввода-вывода отключается, а при включенном ПЗУ чтение из этой зоны ОЗУ автоматически блокируется.

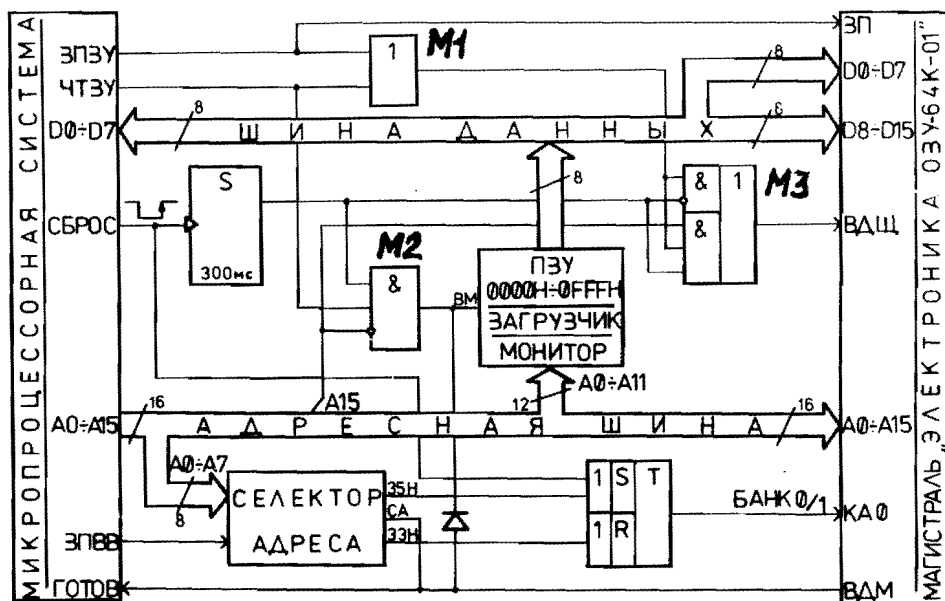


Рис. 1

На рис. 1 приведена блок-схема первого варианта. Здесь управляющие сигналы от МПС: "ЗПУ" — запись данных в ОЗУ; "ЧТЗУ" — чтение данных из ОЗУ и "ЗПВВ" — запись данных в устройство ввода-вывода. Сигналы блока ОЗУ: "ЗП" — запись данных в блок; "ВДЩ" — сигнал

ведущего, инициализирующий работу с блоком; "ВДМ" — сигнал ведомого, подтверждающий исполнение команды ведущего блоком; "КАВ" — адресная линия побайтной адресации к 16-разрядному слову данных.

Сигнал начальной инициализации МПС "Сброс" переводит триггер Т в состояние, которое определяет выбор нулевого банка по адресной линии КАВ в блоке ОЗУ. Задним фронтом сигнала "Сброс" запускается одновибратор S. Его выходной импульс, в отсутствие 15-го разряда адресной шины (A15) МПС, разрешает совместно с сигналом "ЧТЗУ" через ворота М2 чтение данных из ПЗУ, а в присутствии A15 — обращение через М3 к верхним 32Кбайт любого банка. Тем самым возникает конфигурация МПС, в которой из внешнего ПЗУ программное обеспечение может быть перегружено в ОЗУ каждого банка. Длительность активного состояния одновибратора S, выбранная равной 300 мс, намного превышает время перегрузки программного обеспечения из ПЗУ в каждый банк. По истечении этого времени обращение к ПЗУ становится невозможным, и все адресное поле, определяемое 16-разрядной шиной, занимает ОЗУ в виде двух банков по 64Кбайт. Коммутация банков осуществляется программно через селектор адреса командами "OUT 35H" (банк 0) и "OUT 33H" (банк 1), изменяющими состояние триггера Т. Все операции с блоком ОЗУ инициализируются сигналом по линии ВДЩ через ворота М3, а исполнение подтверждается сигналом от блока по линии ВДМ.

В программном обеспечении различаются четыре части (см. табл.1): в первой происходит копирование из ПЗУ в верхнюю часть ОЗУ нулевого банка программ загрузчика и монитора; во второй — инициализация второго банка, для чего по адресу FFFFH записываются команды "MOV A, M" и "OUT 33H". Этих команд достаточно для загрузки во второй банк любой новой программы и возвращения в первый банк. В третьей части проверяется окончание активного состояния одновибратора S, то есть проверяется, отключилось ли ПЗУ или нет. В последней, четвертой части объявляется область стека, загружается и запускается мониторинговая программа, которая в нашей МПС располагается с нулевого адреса. 1, 2 и 3 части программы после этого становятся ненужными и могут быть уничтожены. Затем при помощи монитора с внешнего носителя загружается программа пользователя, которая может располагаться в любом из двух банков ОЗУ или одновременно в обоих. При этом возможен вариант, когда программа пользователя полностью затирает монитор и использует целиком оба банка. Время пересылки 32Кбайт информации из одного банка в другой составляет 2,23 с.

На рис. 2 приведена принципиальная схема второго варианта устройства сопряжения микропроцессорной системы с двумя банками памяти по 64Кбайт блока "Электроника ОЗУ-64К-01".

На этом рисунке PROM (М2) является адресным селектором команд ввода-вывода, управляющих коммутацией банков и включением-отключением ПЗУ монитора (М7) посредством триггеров М5. По сигналу

Таблица 1

1 часть	<pre> ORG 0000H NEWAD EQU 8000H LXI H, ADR1 ; откуда в ПЗУ? LXI D, NEWAD ; куда в ОЗУ? MVI B, LENGT ; длина массива? CYKL: MOV A, M STAX D INX H ; пересылка массива INX D DCR B JNZ CYKL </pre>	
2 часть	<pre> OUT 35H ; переключение во второй банк LXI H, 33D3H MVI A, 77H ; запись по адресу FFFCH STA 0FFFCB ; MOV M, A и OUT 33H SHLD 0FFFDH OUT 33H ; возврат в первый банк JMP NEWAD ; запуск программы в ОЗУ </pre>	
3 часть	<pre> ORG NEWAD ADR1: LXI H, 0H ; проверка по адресу 0000H ОЗУ N1: MVI M, 0AAH ; или ПЗУ MOV A, M CPI 0AAH JNZ N1 MVI M, 55H MOV A, M CPI 55H JNZ N1 </pre>	
4 часть	<pre> LXI SP, ADR2 ; объявление области стека JMP 0000H ; загрузка монитора </pre>	

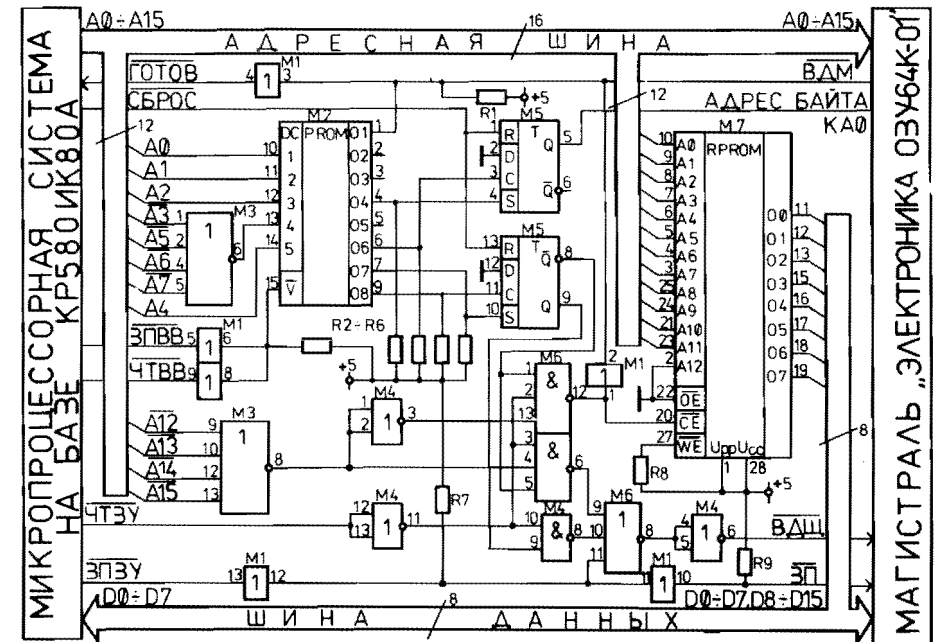


Рис. 2.

"Сброс" от МПС триггер М5-5 по входу КА0 блока ОЗУ выбирает нулевой банк, а нижний триггер М5-8 разрешает чтение ("ЧТЗУ") данных из ПЗУ через ворота М6-12 и вход М7-20 и только на адресах 0000H-0FFFH, что контролируется воротами М3-8 и М4-3. Если же будет обращение МПС для чтения данных по адресу 1000H и выше, то есть из ОЗУ, обращение к ПЗУ-М7 через ворота М4-3 блокируется и разрешается через М6-6, М6-8, М4-6 чтение данных по сигналу "ВДЩ" из блока ОЗУ. Командой МПС "OUT 16H", которая декодируется селектором адреса М2-7, ПЗУ отключается от шины данных и адреса, а операции чтения или записи данных в этом случае могут осуществляться только с блоком ОЗУ. Командами "OUT 13H" через М2-4 включается первый банк, "OUT 15H" через М2-6 — нулевой банк и "OUT 17H" через М2-9 — ПЗУ. Таким образом, в этом варианте сопряжения имеется возможность командами ввода-вывода управлять конфигурацией МПС. Это предоставляет пользователю возможность работы с любым из двух банков ОЗУ по 64Кбайт. В случае, если ПЗУ подключено к шине данных, то нижние 4Кбайт (0000H — 0FFFH) занимают ПЗУ и ОЗУ совместно. Но запись данных разрешена и в эту область ОЗУ (так как из ПЗУ производится только чтение). После загрузки программного обеспечения ПЗУ может быть отключено и ограничения на чтение из этой области ОЗУ снимаются.

Таблица 2

Продолжение таблицы 2

0001	0000		ПРОГРАММА TWOBAN	
0002	0000		ПРЕДОСТАВЛЯЕТ В РАСПОЯЖЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ	
0003	0000		НАБОР ПОДПРОГРАММ ДЛЯ РАБОТЫ	
0004	0000		С ДВУХБАНКОВОЙ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТЬЮ.	
0005	0000		ORG 0000H	
0006	0000	R1	EOU 15H	ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ В ПЕРВЫЙ БАНК
0007	0000	R2	EOU 13H	ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ВО ВТОРОЙ БАНК
0008	0000	R3	EOU 01603H	ОТКЛЮЧЕНИЕ ПЗУ
0009	0000	R4	EOU 01703H	ВКЛЮЧЕНИЕ ПЗУ
0010	0000	MEND	EOU 0FFFFH	КОНЕЧНЫЙ АДРЕС ОЗУ
0011	0000	REND	EOU 0FFFFH	КОНЕЧНЫЙ АДРЕС ПЗУ МОНИТОРА
0012	0000	EXIT	EOU 0H	ОСТАНОВ
0013	0000	R16:	OUT R1	ПЕРЕХОД В ПЕРВЫЙ БАНК И ЗАПЫСК
0014	0002	PCHL		ПО АДРЕСУ (CH)
0015	0003	R26:	OUT R2	ПЕРЕХОД ВО ВТОРОЙ БАНК И ЗАПЫСК
0016	0005	PCHL		ПО АДРЕСУ (CH)
0017	0006	R1RET:	OUT R1	ВОЗВРАТ В ПРОГРАММУ ПЕРВОГО БАНКА
0018	0008	RET		ИЗ ПОДПРОГРАММЫ ВТОРОГО БАНКА
0019	0009	R2RET:	OUT R2	ВОЗВРАТ В ПРОГРАММУ ВТОРОГО БАНКА
0020	000B	RET		ИЗ ПОДПРОГРАММЫ ПЕРВОГО БАНКА
0021	000C	S1B:	OUT R1	
0022	000E	ES	PUSH H	ВЫЗОВ ПОДПРОГРАММЫ
0023	000F	LXI H, R2RET		В ПЕРВОМ БАНКЕ
0024	0012	E3	STHL	ИЗ ВТОРОГО БАНКА
0025	0013	ES	PCHL	
0026	0014	D313	OUT R2	
0027	0016	ES	PUSH H	ВЫЗОВ ПОДПРОГРАММЫ
0028	0017	LXI H, R1RET		ВО ВТОРОМ БАНКЕ
0029	001A	E3	STHL	ИЗ ПЕРВОГО БАНКА
0030	001B	ES	PCHL	
0031	001C	D315	OUT R1	ПЕРЕГРУЗКА МАССИВА ДАННЫХ
0032	001E	1A	LDAH D	ИЗ ПЕРВОГО БАНКА ВО ВТОРОЙ.
0033	001F	D313	OUT R2	ОСТАТЬСЯ В ПЕРВОМ БАНКЕ.
0034	0021	77	MOU M, A	С АДРЕСА (CH) НА АДРЕС (DE)
0035	0022	D315	OUT R1	КОЛИЧЕСТВО (BC)
0036	0024	13	INX D	
0037	0025	23	INX H	
0038	0026	0B	DCX B	
0039	0027	78	MOU A, B	
0040	0028	B1	ORA C	
0041	0029	C2100C	JNZ M121	
0042	002C	C9	RET	
0043	002D	D313	OUT R2	ПЕРЕГРУЗКА МАССИВА ДАННЫХ
0044	002F	7E	MOU A, M	ИЗ ВТОРОГО БАНКА В ПЕРВЫЙ.
0045	0030	D315	OUT R1	ОСТАТЬСЯ ВО ВТОРОМ БАНКЕ.
0046	0032	12	STAX D	С АДРЕСА (CH) НА АДРЕС (DE)
0047	0033	D313	OUT R2	КОЛИЧЕСТВО (BC)
0048	0035	13	INX D	
0049	0036	23	INX H	
0050	0037	0B	DCX B	
0051	0038	78	MOU A, B	
0052	0039	B1	ORA C	
0053	003A	C2200C	JNZ M212	
0054	003D	C9	RET	
0055	003E	D315	OUT R1	СРАВНЕНИЕ МАССИВА ДАННЫХ
0056	0040	1A	LDAH D	ПЕРВОГО И ВТОРОГО БАНКОВ.
0057	0041	D313	OUT R2	ОСТАТЬСЯ ВО ВТОРОМ.
0058	0043	0E	CMR M	ПЕРВЫЙ БАНК - НАЧАЛО МАССИВА (DE).
0059	0044	0B	RNZ	ВТОРОЙ БАНК - НАЧАЛО МАССИВА (CH).
0060	0045	13	INX D	КОЛИЧЕСТВО (BC).
0061	0046	23	INX H	ЕСЛИ Z=1 - ОДИНКАТ СОДЕРЖИМОЕ
0062	0047	0B	DCX B	РЕГИСТРА A И РЕГИСТРА H
0063	0048	78	MOU A, B	НЕ РАВНЫ.
0064	0049	B1	ORA C	ЕСЛИ Z=0 - ПРАВИЛЬНО.
0065	004A	C23E0C	JNZ C122	
0066	004D	C9	RET	

0067	004E	D315	M122:	OUT R1	ПЕРЕГРУЗКА МАССИВА ДАННЫХ
0068	0050	C01C0C		CALL M121	ИЗ ПЕРВОГО БАНКА ВО ВТОРОЙ.
0069	0053	C3090C		JMP R2RET	ОСТАТЬСЯ ВО ВТОРОМ БАНКЕ.
0070	0056	D313	M211:	OUT R2	ПЕРЕГРУЗКА МАССИВА ДАННЫХ
0071	0058	C0200C		CALL M212	ИЗ ВТОРОГО БАНКА В ПЕРВЫЙ.
0072	005B	C3060C		JMP R1RET	ОСТАТЬСЯ В ПЕРВОМ БАНКЕ.
0073	005E	D313	C121:	OUT R2	СРАВНЕНИЕ МАССИВА ДАННЫХ
0074	0060	C03E0C		CALL C122	ПЕРВОГО И ВТОРОГО БАНКОВ.
0075	0063	C3060C		JMP R1RET	ОСТАТЬСЯ В ПЕРВОМ БАНКЕ.
0076	0066	D313	R2R:	OUT R2	ПЕРЕХОД ВО ВТОРОЙ БАНК
0077	0068	C30000		JMP EXIT	С ОСТАНОВИ.
0078	006B	D315	R1R:	OUT R1	ПЕРЕХОД В ПЕРВЫЙ БАНК
0079	006D	C30000		JMP EXIT	С ОСТАНОВИ.
0080	0070	21FF0B	J00:	LXI H, REND	КОПИРОВАНИЕ ПЗУ НА ЭТИХ ЖЕ
0081	0073	7E	C00:	MOU A, M	АДРЕСАХ В ОЗУ.
0082	0074	77		MOU M, A	
0083	0075	2B		DCX H	
0084	0076	7C		MOU A, H	
0085	0077	05		ORA L	
0086	0078	C2730C		JNZ C00	
0087	007B	7E		MOU A, M	
0088	007C	77		MOU M, A	
0089	007D	21D316	R0R:	LXI H, R3	ЗАПЫСК ПРОГРАММЫ В ПЗУ
0090	0080	22FEFF		SHLD MEND	С АДРЕСА (CH).
0091	0083	C2FEFF		JMP MEND	
0092	0086			END	

В табл. 2 приведена распечатка программы TWOBAN, входящей в состав монитора, которая предоставляет в распоряжение пользователя набор подпрограмм для работы с двухбанковой оперативной памятью и мониторной программой в ПЗУ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны и изготовлены два варианта сопряжения промышленного блока динамической памяти "Электроника ОЗУ-64К-01" с любой микропроцессорной системой на базе КР580ИК80. Мы остановили свой выбор на втором варианте устройства, который уже в течение длительного времени находится в постоянной эксплуатации. Первый вариант устройства проще в реализации, но некоторое усложнение второго варианта окупается появляющимися дополнительными возможностями и большей гибкостью системы. Например, в первом варианте для того, чтобы вновь загрузить монитор, необходимо сделать начальную установку МПС (RESET), что не всегда удобно.

Разработанные устройства совместно с программным обеспечением открывают возможность адаптации для МПС новинок программного обеспечения, языков высокого уровня и целых операционных систем, загрузка которых в оперативную память может быть осуществлена с любого периферийного носителя информации (магнитной ленты, диска, перфоленты и т.п.).

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность В.И.Петрухину за постоянный интерес и поддержку в работе, В.Н.Матафонову и Ю.П.Мерекову за полезные советы и обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Riahi H.A. — *Microprocessors and microsystems*, 1985, v.9, 1, p.21.
2. Зеленко Г.В., Панов В.В., Попов С.Н. — *Микропроцессорные средства и системы*, 1984, №4, с.79.
3. Спарлинг Б.Дж. — *Электроника*, 1983, т.56, №5, с.77.
4. Fielland G., Oishi K. — *Electronic Design*, 1978, v.26, No.9, p.91.
5. Holland S. — *Electronic Design*, 1977, v.25, No.23, p.82.
6. Успенский В.Д., Попик Г.И. — *Приборы и системы управления*, 1984, №2, с.28.
7. Adams J.H. — *Electronics and Wireless World*, May 1984, p.37.
8. Помелова Г.Н. — *Вопросы РЭ, сер. ЭВТ*, 1981, вып.4, с.36.
9. Рафаэль Г. — *Электроника*, 1976, №26, с.39.
10. Мовсесян А.Г., Толчан Р.Х. — *Вопросы РЭ, сер. ЭВТ*, 1985, вып.6, с.50.
11. Ролофф Джефри — *Электроника*, 1980, №8, с.53.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 февраля 1987 года.

Адам Д. и др.

P10-87-125

"Электроника ОЗУ-64К-01" как оперативная память емкостью 2 x 64Кбайт для микропроцессорной системы на базе КР580ИК80

Приводится описание двух вариантов устройств сопряжения блока "Электроника ОЗУ-64К-01" с 8-разрядной микропроцессорной системой (МПС) на базе КР580ИК80 и адекватного программного обеспечения. Оперативная память (ОЗУ) микропроцессора расширена до двух банков по 64Кбайт. Используя команды ввода-вывода, имеем возможность оперативно осуществлять коммутацию банков. Основное различие вариантов сопряжения состоит в способе подключения постоянного запоминающего устройства (ПЗУ), содержащего мониторинговую программу. В одном из них ПЗУ подключено к шинам МПС в течение 300 мс после его инициализации. За это время происходит копирование мониторинговой программы в любой банк ОЗУ и, после отключения ПЗУ, ее запуск. Во втором варианте часть адресного поля в начале каждого банка используется совместно с ПЗУ, и так как из него производится только чтение информации, то запись данных в ОЗУ разрешена по всему адресному полю. Для чтения же из области совместных адресов оперативной памяти и ПЗУ последнее по команде ввода-вывода отключается, а при включенном ПЗУ чтение из этой зоны ОЗУ автоматически блокируется. Полученные результаты могут быть использованы при разработке новых и модернизации существующих МПС.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Adam D. et al.

P10-87-125

"Electronika OZY-65K-01" Unit as 2 x 64KByte Operative Memory
K580IK80 Based Microprocessor System

Two versions of interface between dynamic RAM "Electronika-64K-01" and 8-bit KR580IK80-chip based microprocessor system (MPS) together with relevant software are described. Random access memory of microprocessor was extended to two banks of 64Kbytes each. Bank commutation is performed by means of input-output (I/O) commands. Versions differ mainly in the connection of read-only memory (ROM) containing the monitoring program. In the first version ROM is connected to the MPS-bus during 300 ms after MPS initialization. In this time monitoring program is copied into any RAM bank and started after ROM disconnection. In the second version lower part of address space for each bank and ROM addresses are in common use. Because of read-only property of ROM data store into RAM is permitted along all the address space, whereas reading from RAM-addresses common with those for ROM is performed by disconnection of ROM via I/O commands. Reading from this range of address is automatically locked out if ROM is connected. The presented results may be used in development of new MPS's and in modernization of existing ones.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1987