



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

Методические указания
по выполнению Лабораторной работы №2
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Проектирование микропроцессорных систем (МП и МК)»

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания
по выполнению Лабораторной работы №2
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Проектирование микропроцессорных систем (МП и МК)»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2012

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018
И201

Методические указания по выполнению лабораторной работы №2 по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Проектирование микропроцессорных систем (МП и МК)» / Коллектив авторов – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 33 с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению лабораторной работы №2 по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Проектирование микропроцессорных систем (МП и МК)».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время требуются высококвалифицированные специалисты, знакомые с вычислительной техникой. Конструкторы-технологи электронной аппаратуры (ЭА), которых готовит кафедра ИУ4 должны иметь представление о схемотехнике разрабатываемой аппаратуры, о способах автоматизированного проектирования. Так как большинство современных устройств, строится на основе цифровых принципов обработки информации, то перспективной элементной базой ЭА являются микропроцессоры (МП).

Основным отличием МП от других видов электронных компонентов является тесная взаимосвязь программной и аппаратной частей микропроцессорных систем (МПС). Поэтому помимо знания особенностей схемотехнического проектирования систем на МП, студент должен овладеть навыками программирования МП.

Настоящие методические указания и задания к лабораторному практикуму являются продолжением методических указаний по данному курсу. Ранее приводились задания и описывались лабораторные установки, построенные на микропроцессорах серий К580 и К589.

Выпускаемые промышленностью однокристалльные микро-ЭВМ (ОЭВМ) в ряде случаев могут полностью заменить системы, построенные на МП. В достаточно простых системах целесообразно применять ОЭВМ, так как при этом снижаются габариты, масса и энергопотребление системы. В данных методических указаниях описываются построение системы и принципы программирования ОЭВМ на примере отладочной лабораторной установки, построенной на ОЭВМ серии КР1816.

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Микропроцессорный комплект серии КР1816 состоит из микросхем КР1816ВЕ35, КР1816ВЕ39, КМ1816ВЕ48 и КР1816ВЕ49, выполненных по *n*-МДП технологии. Каждая микросхема представляет собой однокристалльную 8-разрядную микро-ЭВМ, содержащую на едином кристалле центральный процессор, ОЗУ данных и ЗУ команд, многоканальный интерфейс ввода-вывода, 8-разрядный таймер-счетчик, векторную систему прерываний с приоритетом, тактовый генератор, устройство синхронизации, программную память, которые обеспечивают универсальность, автономность и гибкость применения. Микросхемы серии КР1816 имеют идентичную структуру, но отличаются друг от друга только наличием или отсутствием внутренней программной памяти, объемом внутреннего ОЗУ, типом и объемом ПЗУ или ППЗУ, максимальным быстродействием.

В данной работе исследуется ОЭВМ КМ1816ВЕ48, условное графическое изображение показано на рис.1.1., а структурная схема - на рис.1.2. Кратко рассмотрим основные составляющие ОЭВМ.

Арифметическо-логическое устройство (АЛУ) - параллельное 8-ми разрядное устройство, осуществляющее арифметические и логические операции и операции сдвига над данными, представленными в двоичном и двоично-десятичном кодах.

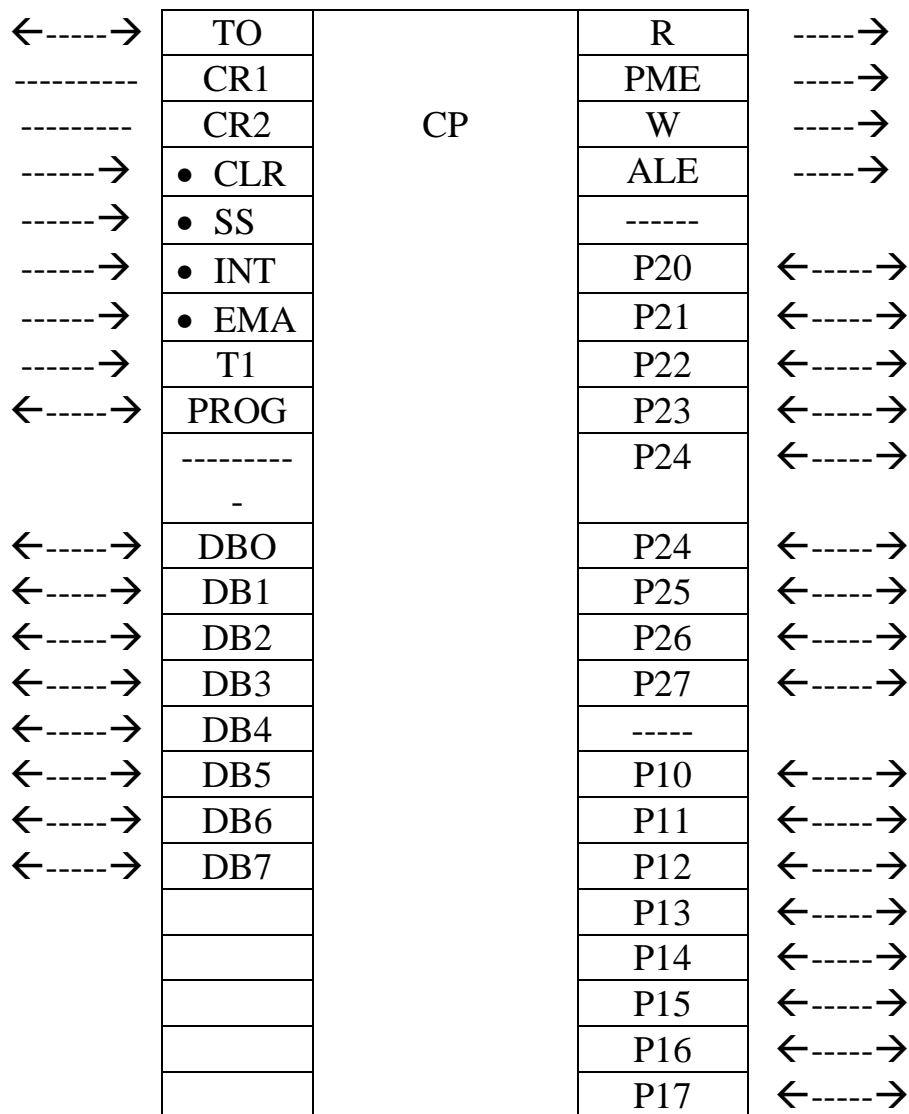


Рис.1.1. Условное графическое изображение КР1816.

1.1. Блок программной памяти

Блок программной памяти (БПП) состоит из ПЗУ (ППЗУ) команд, счетчика команд (РС), дешифраторов адреса и команд и предназначен для записи, хранения и считывания команд, которые поступают в процессор и управляют процессором обработки информации.

Память программ ОЭВМ, размещенная на кристалле, занимает адреса 0000H...03FFH. Кроме того, к ОЭВМ можно подсоединить дополнительные БИС ППЗУ общим объемом до 4 Кбайт. Внешняя память занимает адреса с 0400H...0FFFH. Карта распределения памяти программ приведена на рис. 1.3.

Вся память программ разделена на два блока (как говорят, два банка) - первый MB0 (адреса 0000H...07FFH) и второй MB1 (адреса 0800H...0FFFH). В каждый момент времени ОЭВМ оперирует с командами, расположенными внутри какого-либо одного банка (при начальной установке ОЭВМ автоматически выбирается банк MB0). Смену банка можно производить программно.

Счетчик команд (РС) предназначен для формирования текущего адреса местонахождения команды в программной памяти. Он имеет 12 разрядов. Старший бит РС изменяется только командами переключения банков. При расширении памяти программ внешними БИС для их адресации младший байт РС выводится по магистрали порта (DB0...DB7), а старший фиксируется в четырех младших разрядах порта P2(P20...P23).

Регистр <==>
состояния

Рис.1.2

Кроме деления памяти команд на банки существует еще деление ее на страницы по 256 байт. Некоторые команды переходов действуют только в пределах текущей страницы.

1
1
1

Рис.1.3.

Рис.1.4.

1.2. Память данных.

Ячейки ОЗУ разбиты на 2 банка регистров общего назначения (РОН) с адресами 00Н...07Н - банк РОН0 и с адресами 18Н...1FH - банк РОН1 (рис. 1.4.). Переключение банков осуществляется программным путем с помощью команд SEL RB0, SEL RB1. Восьмиуровневый 16-разрядный стек располагается по адресам 08Н...17Н, а ячейки ОЗУ 20Н... 3FH используются как ОЗУ данных. При необходимости пространство стека можно использовать как ячейки ОЗУ общего назначения.

В пределах банков RB0, RB1 для выборки данных используется прямая адресация: в коде команды 3 младших разряда указывают на номер регистра банка РОН (R0...R7 при выборе RB0, R0'...R7' при выборе банка RB1). Все 64 ячейки ОЗУ ОЭВМ можно адресовать косвенно, т.е. указывать адрес ячейки либо в аккумуляторе, либо в регистрах R0, R1 (R0', R1').

В ОЭВМ предусмотрена возможность расширения области ОЗУ путем подключения к ОЭВМ дополнительных схем памяти еще на 256 байт. Обращение к внешней памяти осуществляется командами косвенной адресации MOVX @R,A; MOVX A,@R.

1.3. Организация ввода-вывода.

В ОЭВМ имеется 27 линий ввода-вывода, 24 из которых объединены в 3 независимых порта P0, P1, P2.

Порт P0 - двунаправленный 8-разрядный порт с 3-мя состояниями может работать в нескольких режимах:

- двунаправленная мультиплексная магистраль адреса при выборке команд из внешнего ППЗУ в расширенных системах, а также при обращении к внешним ячейкам памяти и УВВ;

- двунаправленная магистраль данных при обмене с УВВ по командам стробируемого ввода-вывода OUTL, INS (возможно только при отсутствии внешней памяти команд).

- 8-разрядный входной порт с вводом данных по команде INS;

- 8-разрядный выходной порт с выводом данных по командам OULT, ORL, ANL.

Квазидвунаправленные порты P1, P2 могут быть использованы независимо друг от друга для ввода или вывода. Младшие 4 разряда порта P2(P20...P23) могут использоваться для адресации внешней памяти в расширенном варианте ОЭВМ.

В системе команд есть операторы, которые позволяют вводить или выводить отдельно 4 разряда через «половинки» портов P1, P2. В этом случае соответствующие половинки портов адресуются как дополнительные порты P4...P7.

Во время начальной установки по сигналу CLR все шины портов P1, P2 устанавливаются в состояние ввода (т.е. в них заносится - «лог.1»). Перед сменой направления передачи по ним с вывода на ввод все разряды также необходимо установить в «лог1» командой ORL или OUTL.

1.4. Синхронизация ОЭВМ.

ОЭВМ имеет встроенный генератор тактовых импульсов, к которому необходимо только подсоединить кварцевый резонатор с частотой 1...6 МГц. Генератор вырабатывает меандр с частотой F_{ср}. Она делится на 3 внутренним делителем (рис.1.5.). Полученная длительность называется машинным тактом ОЭВМ. Сигнал с данной частотой выдается по специальной команде на выход T0 для синхронизации.

Машинный цикл (т.е. минимальное время, за которое выполняется простейшая команда) состоит из 5 тактов (S1...S5). Еще один внутренний делитель делит эту частоту на 5 и на его выходе формируется сигнал ALE. Любая команда выполняется в ОЭВМ за 1 или 2 машинных цикла (рис. 1.6.).

1.5. Таймер-счетчик событий

Основу таймера составляет 8-разрядный счетчик, работающий на сложение. Режим работы таймера задается командами STRT T, STRT CNT, STOP TCNT, которые определяют источник тактовых импульсов для счетчика (рис. 1.7). Во время счета при переходе показаний счетчика с FFH на 00H устанавливается триггер переполнения таймера-счетчика.

1

Рис.1.5

1

Рис.1.6

1

Рис.1.7

Выход триггера переполнения опрашивается при выполнении некоторых условных переходов. Возможно осуществлять прерывания по переполнению счетчика (программа обработки этого прерывания должна обязательно начинаться с адреса 07H банка МВО). Прерывания по переполнению счетчика можно разрешить или запретить программными средствами.

Загрузка и чтение содержимого счетчика выполняется командами MOV T,A и MOV A,T соответственно. При начальной установке ОЭВМ сигналом CLR прерывания запрещаются и счетчик останавливается.

Данный узел может работать в двух режимах:

- счетчик событий: на вход ОЭВМ T1 поступает импульсная последовательность и каждый перепад напряжения вызывает увеличение содержимого счетчика на 1;
- режим таймера: на вход счетчика подаются импульсы с частотой $F_{cr}/480$ от предварительного делителя. Так как при $F_{cr} = 6$ МГц период этих импульсов составляет 80 мкс, то при работе таймера можно получать задержки от 80 мкс до 20 мс.

1.6. Система прерываний ОЭВМ

Система прерываний - одноуровневая (при обслуживании текущего запроса прерывания другой запрос игнорируется до выхода из подпрограммы обслуживания). Запросы могут поступать из внешних схем через контакт ОЭВМ INT и от таймера по его переполнению.

Оба прерывания запрещаются при начальной установке ОЭВМ, а для их программного запрещения или разрешения используются специальные команды.

Уровень «лог.0» на входе INT вызывает переход к подпрограмме обслуживания внешнего прерывания с начальным адресом 03H. При этом в стек записывается слово состояния (PSW), которое содержит основные флаги и содержимое счетчика команд.

Возврат из подпрограммы обслуживания прерываний осуществляется по команде RETR, которая вызывает загрузку из стека слова состояния (обычная команда возврата из подпрограммы хотя и осуществит переход в основную программу, но прерываний не разрешит и PSW не восстановит).

При одновременном поступлении запросов от обоих источников прерывания приоритет имеет источник внешних прерываний.

1.7. Регистр состояния (PSW)

Регистр состояния программы (PSW) предназначен для хранения данных о состоянии ОЭВМ. На рис.1.8 показан формат регистра, где каждый разряд имеет смысл:

C	AC	F0	RB	1	SP2	SP1	SP0
D7							D0

Рис.1.8

- D0...D2 - SP0...SP2 указатель стека показывает текущий адрес в области стека, куда записывается информация при операциях со стеком. При начальной установке указатель стека равен 08H;
- D3=1 - фиксированный разряд;
- D4 - RB0 или RB1 - бит, указывающий на используемый банк рабочих регистров;
- D5 - F0 - флаг пользователя, используемый в команде условного перехода;
- D6 - AC - бит вспомогательного переноса; используется при операциях с двоично-десятичными числами;
- D7 - C - бит переноса, указывающий на переполнение аккумулятора после предыдущей операции.

Регистр PSW может программно проверяться и его содержимое может модифицироваться. При прерываниях по входу INT и флагу таймера-счетчика содержимое четырех разрядов D7...D4 записывается в стек вместе с содержимым счетчика команд. При возврате по команде RETR эти разряды восстанавливаются.

1.8. Система команд ОЭВМ

Базовая система команд включает 96 команд, 68 их которых однобайтные. В двухбайтных командах первый байт содержит код операции, а второй - данные или адрес. 53 команды выполняются за 1 машинный цикл, а 43 (в том числе 15 однобайтных) - за 2 цикла. Все команды делятся на группы:

- группа команд аккумулятора - команды, в которых источником или приемником информации является регистр-аккумулятор. Эта группа включает логические команды, команды увеличения, уменьшения на 1, команды сдвига и другие;
- группа команд ввода-вывода осуществляет ввод-вывод данных через порты P0, P1, P2, а также дополнительные каналы P4...P7;
- команды изменения содержимого регистров включают операции увеличения и уменьшения содержимого регистров;

- группа команд переходов содержит условные и безусловные переходы по различным условиям: по содержимому разрядов флажков, по уровню внешних сигналов, по триггеру переполнения таймера-счетчика и т.д.;
- группа команд вызова и возврата из подпрограмм;
- группа команд влияния на индикаторы: биты C, F0, F1;
- группа команд пересылки данных;
- группа команд, связанная с таймером-счетчиком;
- группа специальных команд.

В табл.1.1. приведена система команд ОЭВМ, а в табл.1.2. - коды команд.

В первом столбце табл.1.1. приводится мнемоника команды и ее операнды, в четвертом - в символическом виде действие команды, а в пятом - описание условий, расшифровка обозначений и другая информация. В табл.1.1. приняты следующие обозначения:

- символ «@» - признак косвенной адресации, например, сочетание @R означает, что операндом является содержимое ячейки памяти, адрес которой указан в соответствующем регистре;
- сочетание « \blacklozenge D8» означает, что второй операнд представляет собой байт данных (он располагается после кода операции в двухбайтной команде);
- обозначение «ADR» показывает, что вторым байтом команды и операндом является адрес памяти команд (как правило в пределах текущей страницы);
- если в мнемонике операндом является символ «P», то в программе вместо него подставляется требуемый порт или канал: P1, P2, P4, P5, P6, P7. Остальные обозначения расшифровываются в таблице.

Таблица 1.1

СИСТЕМА КОМАНД ОЭВМ K1816BE48

Мнемоника	Число		Действие	Описание команды
	байт	цикл		
1	2	3	4	5

ADD A,R	1	1	$A \leftarrow (A) + (R_i)$ $i = 0..7$	Суммирование содержимого A и рабочего регистра
ADD A, @ R	1	1	$A \leftarrow (A) + M(R_i)$ $i = 0,1$	Суммирование содержимого A и ячейки, адресуемой битами 0...5 регистра
ADD A, ◆ D8	2	2	$A \leftarrow (A) + D8$	Суммирование содержимого A и второго байта команды
ADDC A,R	1	1	$A \leftarrow (A) + (R_i) + (C);$ $i = 0..7$	Суммирование с учетом переноса.
ADDC A,@ R	1	1	$A \leftarrow (A) + M(R_i) + (C)$; $i = 0,1$	То же, что и для предыдущей команды, с учетом переноса
ADDC A, ◆ R	2	2	$A \leftarrow (A) + D8 + (C);$	Суммирование, с учетом переноса.
1	2	3	4	5
ORL A,R	1	1	$A \leftarrow (A) \vee (R_i)$ $i=0..7$	Логическая операция "ИЛИ" над содержимым A и второго операнда (аналогично команде ADD)
ORL A,@R	1	1	$A \leftarrow (A) \vee M(R_i)$ $i = 0,1$	
ORL A, ◆ D8	2	2	$A \leftarrow (A) \vee D8$	
XRL A,R	1	1	$A \leftarrow (A) \blacklozenge (R_i)$ $i=0..7$	Логическая операция "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ" над содержимым A и второго операнда (аналогично команде ADD)
XRL A,@R	1	1	$A \leftarrow (A) \blacklozenge M(R_i)$ $i = 0,1$	
XRL A, ◆ D8	2	2	$A \leftarrow (A) \blacklozenge D8$	
INC A	1	1	$A \leftarrow (A) + 1$	Увеличение содержимого A на 1.
DEC A	1	1	$A \leftarrow (A) - 1$	Уменьшение содержимого A на 1.
CLR A	1	1	$A \leftarrow 0$	Обнуление A
CPL A	1	1	$A \leftarrow \text{NOT}(A)$	Инвертирование A
DAA	1	1		Десятичная коррекция
SWAP A	1	1	$(A4-A7) \leftrightarrow (A0-A3)$	Обмен полубайтами аккумулятора
RL A	1	1	$(A_{N+1}) \leftarrow (A_N)$	Циклический сдвиг вле-

			$(A0) \leftarrow (A7)$	во
RLC A	1	1	$(AN+1) \leftarrow (AN)$ $(A0) \leftarrow (C)$ $(C) \leftarrow (A7)$	Циклический сдвиг влево Через бит переноса
RR A	1	1	$(AN) \leftarrow (AN+1)$ $(A7) \leftarrow (A0)$	Циклический сдвиг вправо
RRC A	1	1	$(AN) \leftarrow (AN+1)$ $(A7) \leftarrow (C)$, $(C) \leftarrow (A0)$	Циклический сдвиг вправо через бит переноса
ГРУППА КОМАНД ВВОДА-ВЫВОДА				
IN A,P	1	2	$(A) \leftarrow (Pp)$, $p=1,2$	Ввод данных из канала P1 или P2 в A
OUTL P,A	1	2	$(Pp) \leftarrow (A)$, $p=1,2$	Вывод данных из A в каналы P1, P2 с защелкиванием
1	2	3	4	5
ORL P, \blacklozenge D8	2	2	$(Pp) \leftarrow (Pp) \vee$ D8, $p=1,2$	Логическое "ИЛИ" канала P1, P2 с маской
INS A,BUS	1	2	$A \leftarrow (P0)$	Чтение данных из канала P0
OUTL BUS,A	1	2	$(P0) \leftarrow (A)$,	Передача данных из A в P0 и защелкиваются
ANL US, \blacklozenge D8	2	2	$(P0) \leftarrow (P0) \wedge$ D8	Логическое "И" с маской
ORLBUS, \blacklozenge D8	2	2	$(P0) \leftarrow (P0) \vee$ D8	Логическое "ИЛИ" с маской
MOVD A, P	1	2	$(A0-A3) \leftarrow$ (Pp) , $p = 4...7$ $(A4-A7) \leftarrow 0$	Пересылка данных из каналов P4...P7
MOVD P, A	1	2	$(Pp) \leftarrow (A0-A3)$, $p = 4...7$	Пересылка данных в каналы P4...P7
ANLD P,A	1	2	$(Pp) \leftarrow (Pp) \wedge$ $(A0-A3)$, $p=4...7$	Логическое "И" каналов P4...P7 с маской в A
ORLD P,A	1	2	$(Pp) \leftarrow (Pp) \vee$ $(A0-A3)$, $p=4...7$	Логическое "ИЛИ" каналов P4...P7 с маской в A

ГРУППА КОМАНД ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖИМОГО РЕГИСТРОВ				
INC R	1	1	$(R_i) \leftarrow (R_i)+1$ $i=0...7$	Увеличение содержимого регистра на 1
INC @R	1	1	$M(R_i) \leftarrow M(R_i)+1$ $i=0,1$	Увеличение содержимого ячейки, адресуемой разрядами 0-5 регистра
DEC R	1	1	$(R_i) \leftarrow (R_i)-1$ $i=0...7$	Уменьшение содержимого регистра
ГРУППА КОМАНД ПЕРЕХОДОВ				
JMP ADR	2	2	$(PC8-PC10) \leftarrow ADR8-ADR10,$ $(PC0-PC7) \leftarrow ADR0-ADR7,$ $(PC11) \leftarrow MB0/1$	Прямой переход в пределах 2К. Формат: A10 A9 A8 КОП A7 A6 ... A2 A1 A0
1	2	3	4	5
DJNZ R,ADR	2	2	$(R_i) \leftarrow (R_i)-1,$ $i=0...7,$ если $(R_i) \neq 0,$ $(PC0-PC7) \leftarrow ADR$	Уменьшить содержимое регистра и проверка на нуль. Если не нуль, переход на ADR в пределах страницы
JC ADR	2	2	Если $(C)=1,$ то $(PC0-PC7) \leftarrow ADR$ иначе $(PC) \leftarrow (PC)+2$	Переход по переносу
JNC ADR	2	2	Если $(C)=0,$ то --//-- //--//--	Переход по не переносу
JZ ADR	2	2	Если $(A)=0,$ то --//-- //--//--	Переход по нулевому содержимому A
JNZ ADR	2	2	Если $(A) \neq 0,$ то --//-- //--//--	Переход по ненулевому содержимому A
JT0 ADR	2	2	Если $T0=1,$ --//--//--	Переход, если на входе T0 высокий уровень

			--//--	
JNT0 ADR	2	2	Если T0=0, то -- //-- //--//--	Переход, если на входе T0 низкий уровень
JT1 ADR	2	2	Если T1=1, то -- //-- //--//--	Переход, если на входе T1 высокий уровень
JNT1 ADR	2	2	Если T1=0, то -- //-- //--//--	Переход, если на входе T1 низкий уровень
JF0 ADR	2	2	Если F0=0, то -- //-- //--//--	Переход, если индикатор F0=1
JF1 ADR	2	2	Если F1=1, то -- //-- //--//--	Переход, если индикатор F1=1
1	2	3	4	5
JNI ADR	2	2	Если I=1, то -- //-- //--//--	Переход, если на входе INT низкий уровень
JBB ADR	2	2	Если Bb=1, то -- //-- //--//--	Переход, если бит b акку- мулятора =1 Формат 1-го байта b2 b1 b0 КОП b2-b0 -номер бита
ГРУППА КОМАНД ВЫЗОВА И ВОЗВРАТА ИЗ ПОДПРОГРАММ				
CALL ADR	2	2	$M(SP) \leftarrow$ (PC), PSW4- PSW7, PC \leftarrow ADR0- ADR10, PC11 \leftarrow MB0/1, $SP \leftarrow (SP)+1$	Вызов подпрограммы в пределах 2К сохраняются биты 0-2 PSW
RET	1	2	$SP \leftarrow (SP)-1$, $PC \leftarrow M(SP)$	Возврат из подпрограммы, биты 4-7 PSW не восста- навливаются
RETR	1	2	$SP \leftarrow (SP)-1$, $PC \leftarrow M(SP)$, PSW 4-7 $\leftarrow M(SP)$	Возврат из подпрограмм прерываний, восстано- вление битов PSW
ГРУППА КОМАНД ВЛИЯНИЯ НА ИНДИКАТОРЫ				

CLR C	1	1	$(C) \leftarrow 0$	Очистка бита переноса
CPL C	1	1	$(C) \leftarrow \neg (C)$	Инвертирование переноса
CLR F0	1	1	$(F0) \leftarrow 0$	Очистка F0
CPL F0	1	1	$(F0) \leftarrow \neg (F0)$	Инвертирование F0
CLR F1	1	1	$(F1) \leftarrow 0$	Очистка F1
CPL F1	1	1	$(F1) \leftarrow \neg (F1)$	Инвертирование F1
ГРУППА КОМАНД ПЕРЕСЫЛКИ ДАННЫХ				
MOV A,R	1	1	$A \leftarrow (R_i),$ $i = 0...7$	Пересылка содержимого R_i в A
MOV A, @R	1	1	$A \leftarrow M(R_i),$ $i = 0,1$	Пересылка содержимого ячейки, адресуемой разрядами 0 - 5 регистра
MOV A, D8	2	2	$A \leftarrow D8$	Непосредственная загрузка A
1	2	3	4	5
MOV @R, A	1	1	$M(R_i) \leftarrow A,$ $i = 0,1$	Пересылка содержимого A в ячейку адресуемую разрядами 0-5 регистра
MOV R, \blacklozenge D8	2	2	$R_i \leftarrow D8$ $i = 0,1$	Непосредственная загрузка регистра
MOV @R, \blacklozenge D8	2	2	$M(R_i) \leftarrow D8$ $i = 0,1$	Непосредственная загрузка ячейки, адресуемой разрядами 0-5 регистра
MOV A, PSW	1	1	$A \leftarrow PSW$	Чтение слова состояния
MOV PSW, A	1	1	$PSW \leftarrow A$	Загрузка слова состояния
XCH A,R	1	1	$(A) \leftrightarrow (R_i),$ $i = 0...7$	Обмен содержимым A и регистра
XCH A,@A	1	1	$(A) \leftrightarrow M(R_i),$ $i = 0,1$	Обмен содержимым A и ячейки, адресуемой разрядами 0-5 регистра
XCHD A,@R	1	1	$(A0-A3) \leftrightarrow$ $M(R_{i0}-R_{i3}),$ $i = 0,1$	Обмен младшими полубайтами A и ячейки, адресуемой разрядами 0-5 регистра
MOVX A,@R	1	2	$A \leftarrow M(R_i),$ $i = 0,1$	Пересылка содержимого ячейки, адресуемой разрядами 0-7 регистра, в A

MOVX @R,A	1	2	$M(R_i) \leftarrow A$ $i = 0,1$	пересылка содержимого A в ячейку, адресуемую разрядами 0-7 регистра
MOVP A,@A	1	2	$A \leftarrow M(A)$,	Пересылка содержимого ячейки, адресуемой A (т.е. в пределах текущей страницы), в A
MOV P3 A,@A	1	2	$PC0-PC7 \leftarrow (A)$, $PC8-PC10 \leftarrow 03H$ $A \leftarrow M(PC)$	Содержание ячейки памяти программ из 3-й страницы, адресованной A, пересылается в A. Содержимое PC восстанавливается
ГРУППА КОМАНД ТАЙМЕРА-СЧЕТЧИКА				
1	2	3	4	5
MOV T,A	1	1	$(T) \leftarrow (A)$	Загрузка регистра таймера-счетчика
STRT T	1	1		Запуск таймера
STRT CNT	1	1		Запуск счетчика
STOP TCNT	1	1		Останов таймера-счетчика
EN TCNTI	1	1		Разрешение прерывания от таймера-счетчика
DIS TCNTI	1	1		Запрещение прерывания от таймера-счетчика
СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОМАНДЫ				
EN I	1	1		Разрешение внешнего прерывания
DIS I	1	1		Запрещение внешнего прерывания
SEL RB0	1	1		Выбор банка регистров 0
SEL RB1	1	1		Выбор банка регистров 1
SEL MB0	1	1		Выбор банка памяти 0
SEL MB1	1	1		Выбор банка памяти 1
ENTO CLC	1	1		Разрешение вывода синхроимпульса на вывод T0
NOP	1	1		Пустая операция

Обозначения: 1. \blacklozenge - Операция «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ»;
2. AN-N -ый разряд аккумулятора;

3. КОП – часть 1–го байта команды , являющейся кодом операции ,
4. $b_0 – b_2$ – трехразрядный двоичный номер проверяемого бита;
5. бит переноса устанавливается после выполнения следующих операций: суммирования, десятичной коррекции, циклических сдвигов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ УМПК-48

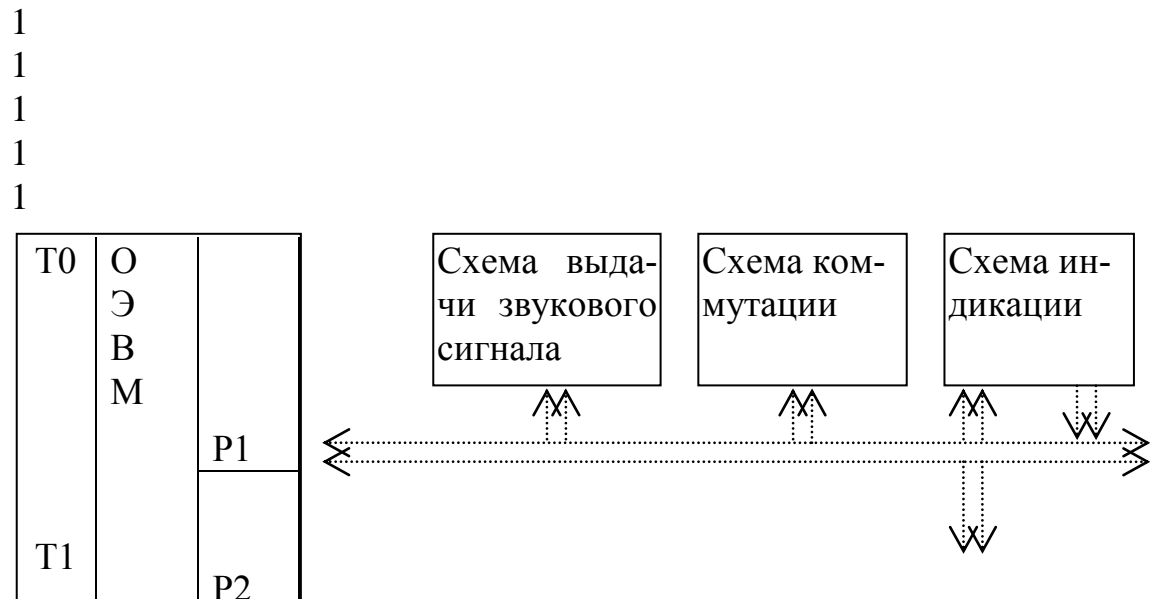
2.1 Назначение лабораторной установки УМПК-48

Лабораторной установки УМПК-48 предназначена для изучения принципа функционирования систем, построенных на базе ОЭВМ серии К1816 и для отладки программ в машинных кодах.

2.2. Структура УМПК-48

Установка УМПК-48 состоит из двух частей: базового модуля УМПК-48/ВМ и расширительного модуля УМПК-48/МР1.

Базовый модуль (БМ) УМПК-48/ВМ включает в себя ОЭВМ типа К1816ВЕ48 (или РВЕ-035), схему пошагового выполнения программ, схемы коммутации и индикации для демонстрации работы УВВ ОЭВМ и ее внутренних узлов, схему формирования магистрали адреса ФМА (КР580ИР82), БИС интерфейса клавиатуры и индикации типа КР580ВВ79, клавиатуру и шестизначный дисплей на семисегментных светодиодных индикаторах, схему выдачи звукового сигнала. Структурная схема БМ показана на рис.2.1. На нем не показаны буферные элементы и некоторые схемы управления.



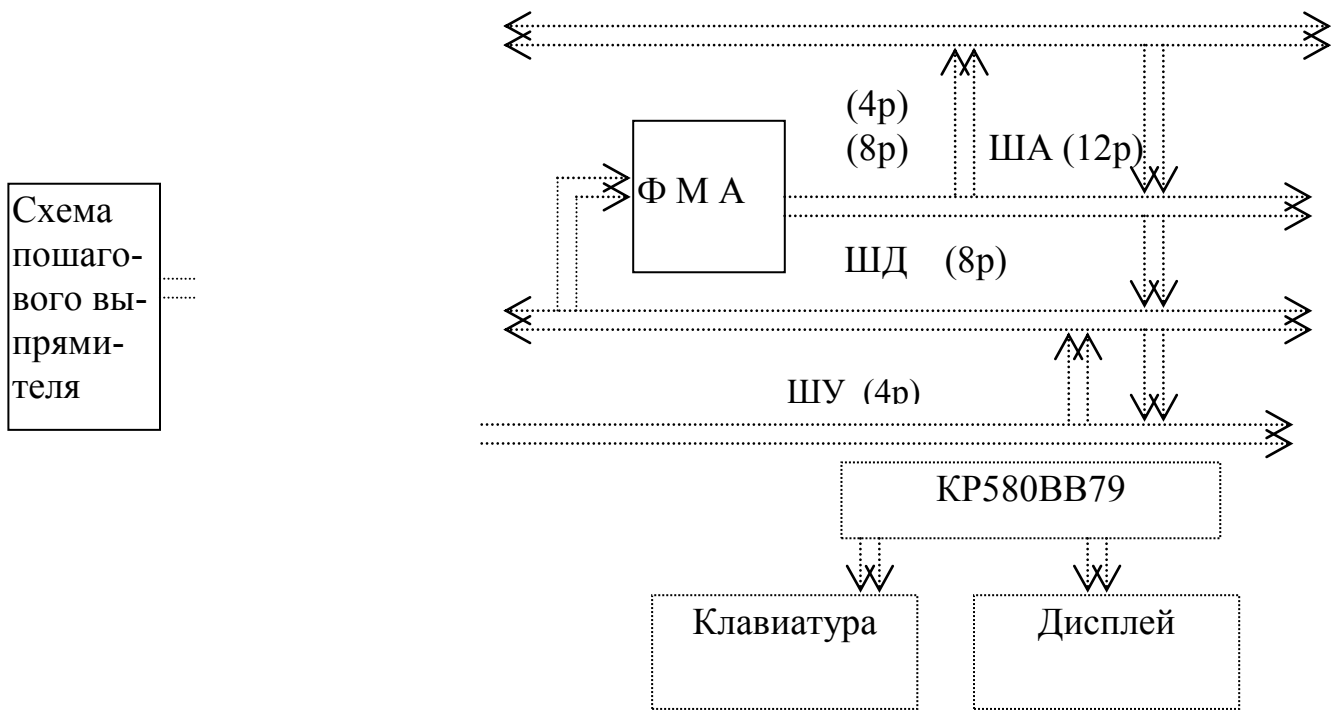
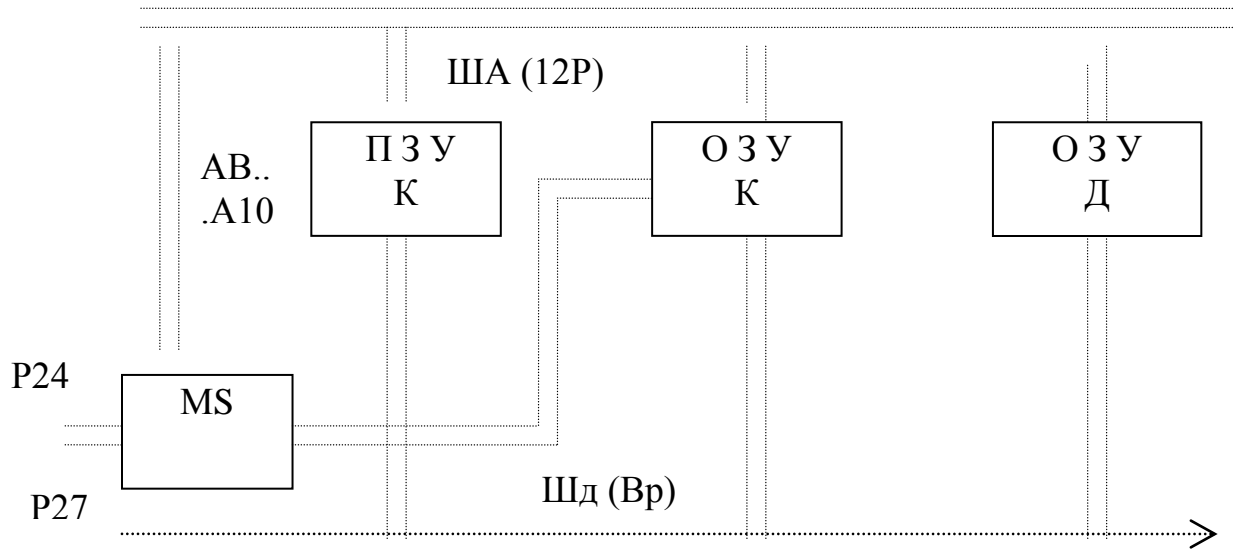


Рис.2.1

Расширительный модуль УМПК-48/MP1 предназначен для изучения режимов работы ОЭВМ при отключенной внутренней памяти команд и проведения отладки в машинных кодах.

Он содержит ОЗУ команд (ОЗУ К), имитирующее внешнее ПЗУ программ, ППЗУ команд (ПЗУ К) с программой Монитор, ОЗУ, играющее роль внешней памяти данных (ОЗУ Д), мультиплексор MS для организации процесса записи в ОЗУ К кодов команд при наборе программы, схему управления. Структурная схема модуля УМПК-48/MP1 показана на рис.2.2.



→

СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Рис.2.2

Работа УМПК-48/ВМ осуществляется в режиме отключенной внутренней памяти программ и выборке команд из ПЗУ К модуля УМПК-48/МР1. В этом режиме ФМА запоминает по сигналу ALE младший байт адреса, передаваемый по шине DB0...DB7. Старшие 4 бита адреса передаются через выходы P20...P23 порта P2. В ПЗУ К (нулевой банк МВО, адреса 000...7FF) хранится управляющая программа Монитор, которая начинает работать после нажатия клавиши «R» (сброс) или включения питания.

ОЗУ К может работать в двух режимах: как первый банк памяти команд при выполнении программы пользователя или как внешняя память данных со страничной адресацией (через мультиплексор MS по шинам P24...P27 передается номер страницы памяти данных (0...7) объемом 256 байт каждая. Таким образом, в режиме записи/чтения внешней ПД можно записать/считать информацию в/из 2 Кбайт памяти). ОЗУ Д имеет 2 страницы по 256 байт каждая, первая из которых может использоваться как внешняя память данных пользователя, а во второй сохраняется содержимое внутренней памяти и регистров ОЭВМ при останове программы пользователя и передаче управления Монитору. На рис.2.3 показано распределение памяти команд и данных модуля УМПК-48/МР1 в различных режимах.

Клавиатура УМПК-48 состоит из 16-ти шестнадцатиричных клавиш, с помощью которых вводятся данные, адреса и т.д. и ряда функциональных клавиш, которые задают режимы работы. Схемотехнически клавиатура представляет собой матрицу горизонтальных и вертикальных шин, в узлах которой располагаются нормально разомкнутые клавиши. На вертикальные шины KP580BB79 подает «бегущий ноль» (т.е. поочередно на одной шине будет подаваться уровень лог.0, а на всех других - лог.1), а горизонтальные опрашиваются этой же БИС. Если ни одна из клавиш не нажата, то считываются единицы, если какая-либо клавиша нажата, то во время определенного цикла считывания на какой-то горизонтальной шине будет уровень лог.0. БИС фиксирует его и выдает на ШД УМПК код нажатой клавиши. Расположение клавиш в матрице сделано таким, чтобы код точно совпадал с номером узла матрицы, что позволяет исключить специальное формирование кода.

Дисплей содержит 6 семисегментных светодиодных индикаторов, работающих в мультиплексном режиме. Управление выводом информации и сканирование дисплея осуществляется той же БИС KP580BB79.

2.3. Режимы работы УМПК-48

При включении питания или нажатии клавиши «R» монитор начинает работу с тестирования ОЗУ, настройки БИС КР580ВВ79 и служебных областей памяти.



Рис.2.3

Таблица 2.1.

Номер сообщения	Номер знакоместа						
	1	2	3	4	5	6	
1		О	З	У			
2	Н	А	Ч	А	Л	О	
3		-	-	-			
4		0	-	1			
5	Е	-	-	-			
6	І	-	-	-			

При обнаружении ошибки записи/считывания ОЗУ на дисплей выдается сообщение 1 (см.табл.2.1). При нормальном завершении проверки выдается сообщение 2. УМПК-48 готова к приему директивы. Директива начинает работать при нажатии одной из функциональных клавиш. Функции отдельных клавиш приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Клавиша	Назначение клавиши	Действие оператора	Отображение на дисплее
1	2	3	4
АПК	«Адрес памяти команд». Для ввода адреса программы пользователя	Ввести 3 цифры адреса начала программы. После ввода 3-х цифр на 5 и 6 индикаторах появляется содержимое данной ячейки. Просмотр с увеличением адресов при нажатии клавиши «ЗпУв», а в сторону уменьшения - «Ум»	Сообщение 3
АПД	«Адрес памяти данных». Для просмотра и изменения содержимого внешн. и внутр. памяти данных (ПД).	Выбор типа отображаемой памяти запрашивается сообщением 4: если затем ввести «1», то 2 последующих нажатия клавиш на цифровой клавиатуре интерпретируется как адрес внешней ПД, если «0» - то как внутренней ПД. Просмотр содержимого аналогичен режиму «АПД»	Сообщение 4. После выбора типа памяти - сообщение 5 для внешней ПД, и сообщение 6 для внутренней ПД.
ПрСч	Обращение к программному счетчику	-	Вывод на дисплей адреса последней точки останова программы пользователя.
1	2	3	4
ОтРг	«Отыскание регистра». Для просмотра и изменения содержимого А, Т R0...R7 нуле-	Просмотр осуществляется клавишей «ЗпУв», «Ум». Запись в нужный регистр производится набором двух	PSW на дисплее отображается в виде «F» регистры, нулевого бан-

	вого и первого банков	цифр и нажатием «ЗПУВ»	ка - B0R0...B0R7 B1R0...B1R7
ЗПУВ	«Запись увеличить»	Просмотр содержимого в сторону увеличения адресов (без предварительного набора нового байта) или запись нового байта по адресу (с предварительным набором на цифровой клавиатуре двух цифр и последующим нажатием клавиши «ЗПУВ»)	Запятая в 6-м индикаторе - признак набранных данных для записи
Ум	«Уменьшить»	Просмотр содержимого в сторону уменьшения адресов	
П	«Пуск» - запуск программы пользователя в реальном масштабе времени или в пошаговом режиме	Режим запуска выбирается последующим нажатием кл. «1» - выполнение в пошаговом режиме по машинным циклам, «0» - выполнение в реальном времени	
Ст	«Стоп» - останов работы программы пользователя	Останов и передача управления Монитору	На дисплее - адрес останова
1	2	3	4
Шк	«Шаг команды»	В режиме пошагового выполнения каждое нажатие вызывает выполнение одной команды	

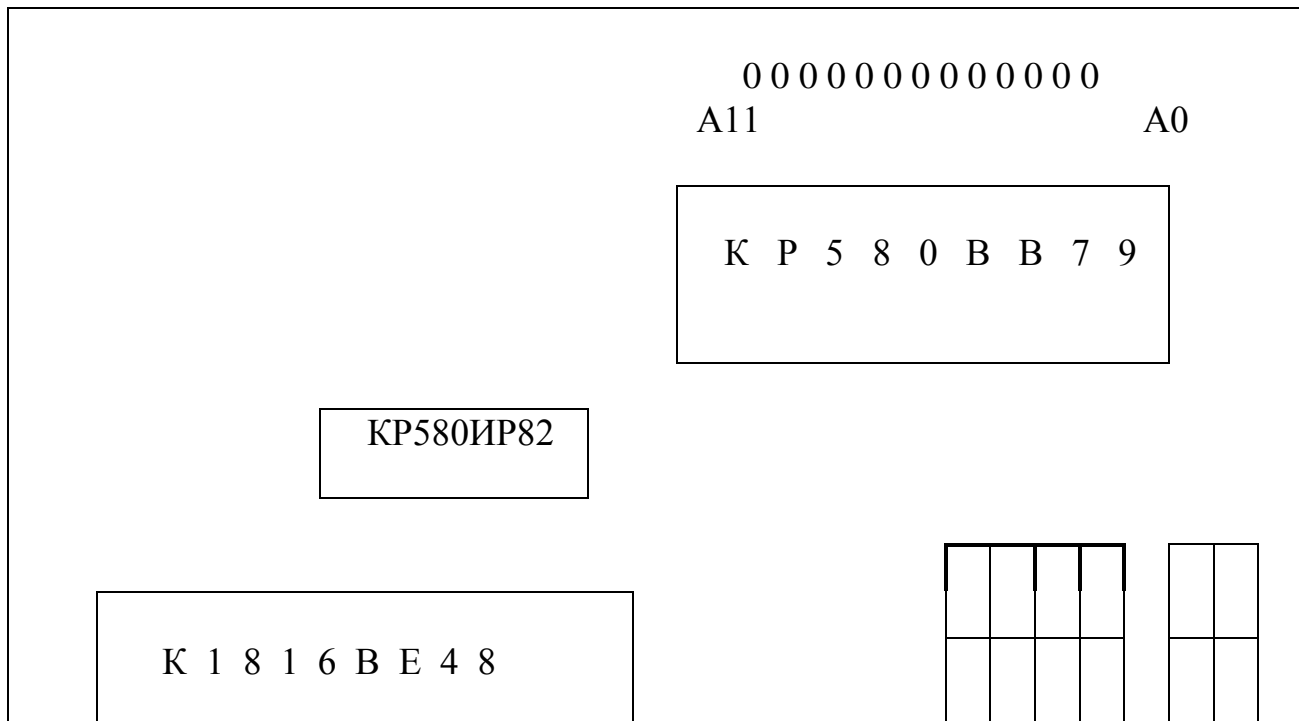
2.4 Конструкция лабораторной установки

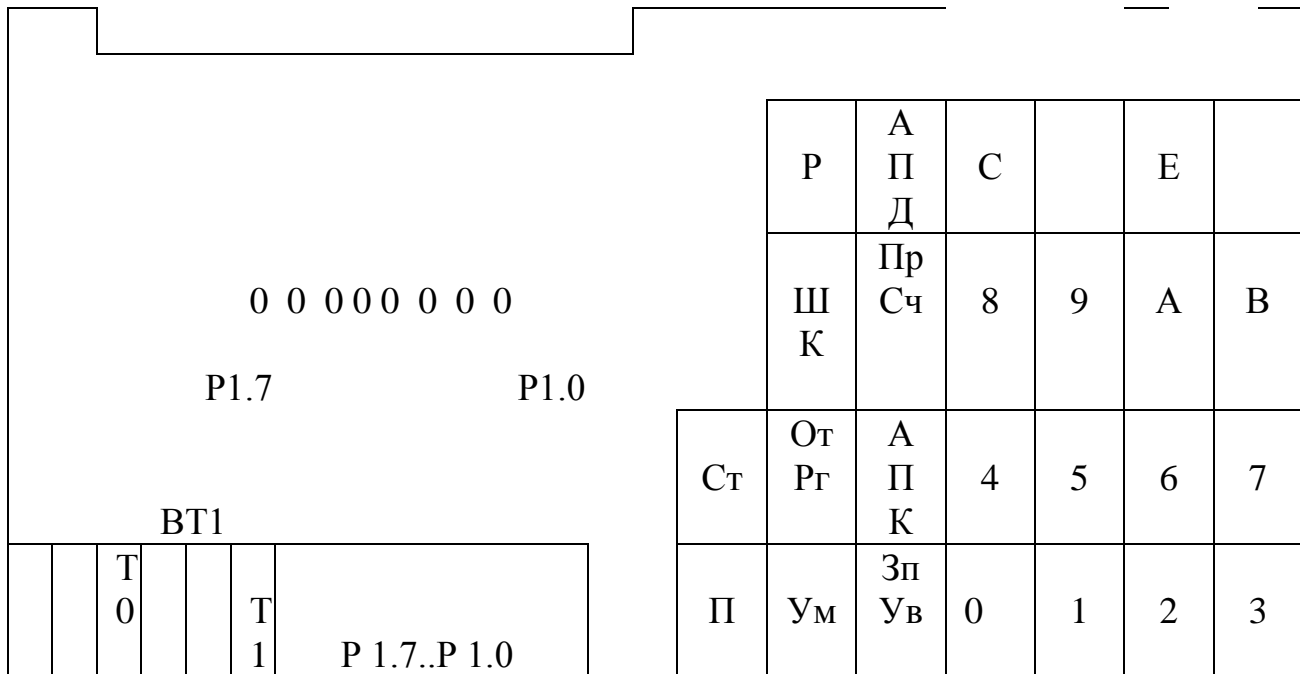
Лабораторная установка представляет из себя корпус, верхняя панель которого закрыта прозрачной крышкой. Микро-ЭВМ собрана на двух печатных платах: УМПК-48/ВМ - на плате размерами 240x240 мм (расположена справа), УМПК-48/МР1 - на плате размерами 90x240 мм (слева). Внешний вид печатной платы УМПК-48/ВМ показан на рис.2.4.

На этой плате в правом нижнем углу расположены основные органы управления микро-ЭВМ: клавиши цифровой 16-ричной клавиатуры и функциональные клавиши, 6 семисегментных индикатора, на которые выводятся адреса ячеек памяти (на 4 левых) и содержимое этих ячеек (на 2 правых). В верхней половине платы расположено 12 точечных светодиодов, отображающих состояние ША при поцикловом выполнении программы. Слева от основной клавиатуры располагаются 8 светодиодов и переключателей, с помощью которых можно наблюдать и задавать состояние шин P1.0...P1.7 порта P1 ОЭВМ.

Слева внизу платы расположены клавиши и переключатели для управления состоянием микро-ЭВМ:

T1- клавиша для демонстрации работы внутреннего таймера ОЭВМ,
 BT1- переключатель, позволяющий подключать к выходу T1 ОЭВМ узел формирования внешних импульсов для таймера (включение производится переводом этого переключателя в верхнее положение),
 TO- переключатель, который позволяет подавать на вход T0 ОЭВМ высокий или низкий логические уровни для исследования выполнения команд JTO, JNTO.





Выключатель питания сети расположен на правой боковой стенке поверхности корпуса, а вверху на передней панели установлены 2 светодиода: один зеленого цвета, сигнализирующий о включении питания, другой красного цвета, загорающийся при перегрузке источника питания установки.

3. Задание для домашней подготовки.

1. Ознакомиться по описанию и рекомендованной литературе с принципом работы и программированием ОЭВМ серии K1816.
2. Ознакомиться принципом работы отладочного устройства УМПК-48, расположением элементов на платах УМПК-48/MP1.
3. Изучить правила составления программ для ОЭВМ на языке Ассемблера и в машинных кодах (см. примеры в п.4 и [1, 3]).
4. Рассмотреть правила выполнения следующих команд:
 OUTL P1, A; MOVD P, A; RLC A; ORL A, R7. При выполнении задания в лаборатории эти команды вставляются на место выделенной горизонтальными линиями команды в программе 1 в п. 4.3.

5. Составить программы на языке Ассемблера и в машинных кодах по форме, приведенной в п. 4.3:
 - суммирование двух 8- разрядных чисел, одно из которых находится в А. Результат должен размещаться в А (учесть вероятность переполнения при суммировании и сохранить значение переноса) (программа 6),
 - сравнения двух чисел, записанных во внутреннем ОЗУ ОЭВМ по адресам 3А и 3В, и записи большего из них в регистр R0 (программа 7).

4. ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАНЯТИЮ.

4.1. Проверить находится ли выключатель питания в положении «выкл». Включить штепсель сетевого шнура в сеть питания. Перевести выключатель питания в положение «вкл». На передней панели должен загореться зеленый светодиод «Сеть». Если загорается красный светодиод «Перегрузка», выключить установку и обратиться к преподавателю.

4.2. Исследовать режимы работы отладочного устройства:

- нажать клавишу «R». При этом на индикаторе появится сообщение 2 (см. табл. 2.1). Установка готова к работе;
- нажать клавишу «АПК», на дисплее должно высветиться сообщение 3, означающее готовность принять 3 16-ричные цифры адреса памяти команд. После ввода всех трех цифр на двух крайних правых индикаторах должно появиться содержимое этой ячейки ПК;
- просмотреть содержимое нескольких ячеек ПК и убедиться, что нажимая клавиши «ЗпУв» или «УМ» можно передвигаться в направлении увеличения или уменьшения адресов соответственно. Записать какие-либо коды в ПК, для чего перед нажатием клавиши «ЗпУв» набрать на цифровой клавиатуре 2 цифры. Режим ввода подтверждается свечением запятой на крайнем правом индикаторе. Проверить правильность записи.
- Ввести микро-ЭВМ в режим просмотра содержимого регистров, для чего нажать на клавишу «ОтРг». С помощью клавиш «ЗпУв» и «УМ» просмотреть весь ряд внутренних регистров ОЭВМ. Записать в них информацию, пользуясь клавишей «ЗпУв».
- просмотреть содержимое внутреннего ОЗУ ОЭВМ. Для этого нажать клавишу «АПД». На дисплее должно появиться сообщение 4, которое запрашивает ввод вида памяти данных: если ввести 0, то после ввода адреса (2-х цифр) на правых индикаторах появится соответствующей ячейки внутренней памяти данных ОЭВМ (учесть, что максимально возможный вводимый адрес внутренней ПД равен 3FH). При нажатии «1» в ответ на сообщение 4

отображается содержимое внешней ПД. Проверить режимы ввода и просмотра содержимого соответствующего вида ПД.

4.3. Набрать в ОЗУ пользователя программу 1, коды и мнемоники команд которой указаны в таблице.

Программа 1

Адрес	Код	Метка	Мнемоника	Комментарий
800	75		ENTO CLC	; ВЫВОД НА T0 ТАКТОВЫХ ; ИМПУЛЬСОВ
801	8E 00		MOV R6,*0	
803	8FFF		MOV R7,*0FFH	
805	FF	LOOP:	MOV A, R7	
806	39		OUTL P1, A	; ВЫВОД В ПОРТ P1
807	90		MOVX 0R0, A	;ИССЛЕДУЕМАЯ ОПЕРАЦИЯ
808	FE		MOV A, R6	
809	39		OUTL P1, A	
80A	04 05		JMP LOOP	; ЗАЦИКЛИВАНИЕ

Запустить программу 1 на счет в режиме пошагового выполнения. Для этого с помощью клавиши «АПК» установить начальный адрес запуска и нажать клавишу «П». Выбрать пошаговый режим выполнения программы и нажимая на клавишу «ШК» по шагам проверить выполнение. Просмотреть содержимое регистров после выполнения каждой команды (после просмотра содержимого регистров вернуться к выполнению программы можно, нажав клавишу «ПрСч»). Запустить эту же программу в реальном масштабе времени, выбрав соответствующий режим после нажатия клавиши «П». Установить начальный адрес запуска программы и запустить ее набором цифры «0» после нажатия «П». Убедиться, что программа выполняется непрерывно. Остановить выполнение нажатием клавиши «Ст». Проверить содержимое регистров в данной точке останова.

Исследовать выполнение других команд, указанных в первом пункте домашнего задания. Для этого запустить на счет программу 1, заменив в ней выделенную команду на операторы, приведенные в домашнем задании.

4.4. Исследование таймера-счетчика событий. Набрать программу 2

Программа 2

Адрес	Код	Метка	Мнемоника	Комментарий
800	23 F0	PROGR2	MOV A 0F0H	;НАЧАЛЬНОЕ СОС-
802	62		MOV TA	;ТОЯНИЕ ТАЙМЕРА
803	45		STRT CNT	;ЗАПУСК СЧЕТЧИКА
804	42	DISP	MOV AT	

805	39		OUTL P1 A	;ВЫВОД СОСТОЯНИЯ ;СЧЕТЧИКА
806	16 0A		JTF EXIT	; ВЫВОД ПО ПЕРЕПОЛН
808	04 04		JMP DISP	;ЗАЦИКЛИВАНИЕ
80A	16 11	EXIT	JTF ERR	; ПРОВЕРКА СБРОСА ;ФЛАГА TF
80C	23 55		MOV A, *55H	;
80E	39		OUTL P1, A	; ВЫВОД «55» ИНДИКАЦИЯ
80F	04 00		JMP PROG 2	;ПЕРЕПОЛНЕНИЯ ПЕРЕХОД ;К НАЧАЛУ
811	23 EE		MOV A, *0EEN	
813	39		OUTL P1,A	;ВЫХОД «ЕЕ» -
814	04 00		JMP PROG 2	;TF НЕ СБРОСИЛСЯ

Запустить программу 2 на счет, используют узел таймера в режиме счетчика событий, подавая на вход T1 импульсы с клавиши «T1», расположенной слева от клавиатуры. Нужно следить за увеличением показаний счетчика по точечным индикаторам P1.0...P1.7. Зафиксировать момент переполнения счетчика. Прodelать те же операции в пошаговом режиме. Необходимо проследить следующие особенности счетчика-таймера:

- увеличение показателей счетчика происходит при поступлении заданного фронта сигнала на вход T1,
- счет не прекращается в пошаговом режиме,
- флаг TF устанавливается при изменении состояния таймера от FFH к 0,
- флаг TF сбрасывается при выполнении команды JTF и при начальной установке ОЭВМ.

Исследовать в процессе выполнения программы 2 все указанные особенности работы таймера-счетчика. В отчете указать последовательность необходимых действий и полученный результат по каждому пункту.

4.5. Исследовать систему прерываний ОЭВМ. В ПЗУ к (Мониторе) уже записана программа 3, которая демонстрирует порядок обслуживания прерываний. Запрос прерывания на вход ОЭВМ подаются клавишей «Ст» клавиатуры (при этом управление передается Монитору), а импульсы на вход таймера-счетчика T1 - клавишей «T1». Изменение адреса (переход к подпрограмме обслуживания прерываний) фиксируется в пошаговом режиме.

4.6. Программа 3

Адрес	Код	Метка	Мнемоника	Комментарий
660	D4 70	DEM7:	CALL LDT	; ЗАГРУЗИТЬ ТАЙМЕР-СЧЕТЧИК

662	05		EN I	
663	25		EN TCNTI	
664	16 67	LBL:	JTF OUT	;УСТАНОВЛЕН ФЛАГ ПЕРЕПОЛНИЯ- ПЕРЕХОД
666	C4 64		JMP LBL	;ЗАЦИКЛИВАНИЕ И ОЖИДАНИЕ ;ПРЕРЫВАНИЯ
667	23 CC	OUT:	MOVA,*0CCH	;ВЫВОД"CC", ЕСЛИ TF
669	39		OUTL P1, A	;УСТАНОВЛЕН
66A	C4 64		JMP LBL	
66C	00	TCSUB	NOP	;ПОДПРОГРАММА ОБСЛУЖИВАНИЯ
66D	23 77	:	MOV A, *77H	;ЗАПРОСА ТАЙМЕРА
66F	39		OUTL P1, A	;ВЫВОД «77»- ПРИЗНАК ПРЕРЫВАНИЯ ;ОТ ТАЙМЕРА
670	23 FE	LDT	MOV A,*0FEH	;ЗАГРУЗКА ТАЙМЕРА
672	62		MOV T, A	
673	45		STRT CNT	
674	93		RETR	;ВОЗВРАТ В ТОЧКУ ВЫЗОВА
			ORG 7	
007	C4 6C		JMP TCSUB	;ВЕКТОР ПРЕРЫВАНИЯ ТАЙМЕРА

Необходимо зафиксировать следующие особенности системы прерываний ОЭВМ:

- при подаче запроса на вход INT передача управления происходит по адресу 03H (т.е. к Монитору), причем на повторные запросы ОЭВМ реагирует только после выполнения команды RETR,
- запрос прерывания от таймера-счетчика формируется при переходе его состояния от 0H к 0 и вызывает переход по адресу 07H,
- если до выполнения команды RETR подпрограммы обслуживания прерывания (внешнего или от таймера) поступает и снимается запрос внешнего прерывания, то он не запоминается. Переполнение таймера фиксируется сразу же после выполнения команды RETR и начинается обработка прерывания от таймера,
- при одновременном поступлении запросов прерывания от таймера и внешнего, первым обслуживается внешнее прерывание,
- прерывания после начальной установки ОЭВМ запрещается,
- переход к подпрограмме обработки прерывания от таймера и ее выполнение не сбрасывают флаг TF (команда условного перехода по этому флагу в программе 2 выполняется как в теле обслуживающей программы, так и вне ее).

Исследовать в процессе выполнения программы 3 все указанные особенности системы прерываний ОЭВМ. В отчете указать последовательность необходимых действий и полученные результаты по каждому пункту.

4.6. Исследование особенностей построения памяти программ.

Рассмотреть действия, выполняемые программой 4. Коды программы с адреса 7F0H по 7F6H уже записаны в ПЗУ К, так что требуется занести коды второй части программы.

Программа 4

7F0	00	M44:	NOP
7F1	F5		SEL MB1
7F2	00		NOP
7F3	00		NOP
7F4	00		NOP
7F5	04 00		JMP M4
800	E5	M4:	SEL MB0
801	00		NOP
802	00		NOP
803	00		NOP
804	E4 F0		JMP M44

Необходимо убедиться, что существуют следующие особенности выполнения переходов и вызовов в пределах банков памяти программ:

- передача управления командами условных и косвенных переходов осуществляется в пределах одной страницы (см. программы 1 и 2),
- команды JMP и CALL вызывают переход по любому адресу в пределах текущего банка памяти команд. При начальной установке выбирается банк MB0,
- переключение банков осуществляется командами SEL MB0 SEL MB1, однако сам переход осуществляется только после выполнения команд CALL и JMP.

Все эти особенности необходимо зафиксировать в отчете, указав последовательность проверки каждой из них.

4.7. Исследование построения памяти данных.

Как указывалось в п. 1.2, память данных, размещенная на кристалле ОЭВМ, содержит 2 банка RB0 и RB1 по 8 байт в каждом. Переключение банков происходит по командам SEL RB0, SEL RB1 (при начальной установке выбирается банк RB0).

Кроме того, в PSW четвертый разряд указывает текущий номер банка рабочих регистров. Состояние признака BS можно считать командой MOV A, PSW и затем проанализировать командой условного перехода JB4. При возврате из подпрограммы по команде RETR банк регистров восстанавливается, а по команде RET - не восстанавливается.

Для исследования действия команд переключения банков используется программа 5, позволяющая с помощью изменения состояния входа TO (т.е. переключателя «ТО») выбрать банк RB0 или RB1.

				Программа 5
Адрес	Код	Метка	Мнемоника	Комментарий
800	B8 01		MOV R0,*0	0→ R0 RB0
802	D5		SEL RB1	
803	B8 FF		MOV R0,*0FFH	FF→ R0 RB1
805	C5	M5:	SEL RB0	КАКОЙ БАНК ВКЛЮЧИТЬ?
806	26 09		JNTO M50	TO=0→RB0
808	D5		SEL RB1	TO=0→RB1
809	00	M50:	NOP	
80A	14 10		CALL SUB	ВЫЗВАТЬ ПОДПРОГ-
80C	F0		MOV A, R0	РАММУ
80D	39		OUTL P1, A	ВЫВОД СОДЕРЖИМОГО
80E	04 05		JMP M5	0, ЗАЦИКЛИВАНИЕ
				ПРОГРАММА РАБОТАЕТ С
				ДРУГИМИ БАНКАМИ
810	C5	SUB:	SEL RB0	КАКОЙ БАНК ВКЛЮЧИТЬ?
811	36 14		JNT1 MSUB	T1=0--> RB0
813	B5		SEL RB1	T1=1→ RB1
814	93	MSUB:	RETR	

Проследить следующие особенности программы (в пошаговом режиме):

- при начальной установке автоматически включается банк RB0,
- переключение банков осуществляется сразу после выполнения команды SEL RB,
- при возврате из подпрограммы по команде RETR восстанавливается прежний банк регистров.

4.8. Исследование программ 6 и 7, разработанных в процессе домашней подготовки.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.

Отчет должен содержать:

1. Структурную схему отладочного устройства УМПК-48.
2. Кату распределения памяти программ и данных ОЭВМ.
3. Таблицу с программой 1, в которую вставлены операторы, заданные при домашней подготовке с расшифровкой каждой команды.
4. Протокол (листинг программы и действия пользователя при исследовании) программ 2...5.
5. Программы 6 и 7, разработанные в домашнем задании.

6. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Нарисовать структуру ОЭВМ К1816ВЕ48 и рассказать о назначении ее отдельных частей.
2. Изобразить карту памяти программ и данных ОЭВМ и пояснить особенности распределения памяти.
3. Какие возможности существуют в ОЭВМ для ввода/вывода данных? Каковы особенности портов ввода/вывода ОЭВМ в различных конфигурациях системы?
4. Рассказать о системе прерываний ОЭВМ.
5. Особенности построения таймера-счетчика ОЭВМ.
6. Какие временные соотношения соблюдаются при выполнении различных команд (однобайтовые, двухбайтовые, одноцикловые, двухцикловые) ?
7. Какие группы команд существуют в системе команд ОЭВМ?
8. Какие способы адресации используются в командах пересылки и ввода/вывода ОЭВМ ?
9. Нарисовать структурную схему УМПК-48 и объяснить назначение основных частей ?
10. Объяснить назначение регистра ФМА.
11. Указать назначение дисплея. Что выводится на конкретные знакоместа в различных режимах ?
12. Режимы работы УМПК-48. Какие клавиши осуществляют переход к этим режимам, что отображается на индикаторе ?

13. Каким образом можно просмотреть и модифицировать содержимое регистров и регистра состояния ОЭВМ ?
14. Какими командами можно осуществить операцию вычитания двух чисел без знака?
15. Составить программу суммирования двух чисел (числа принимаются из портов P1 и P2 соответственно и сумма выводится в порт P0).
16. Составить программу, аналогичную п.15, но предусмотреть возможность переполнения регистров при суммировании.
17. Составить программу задержки выдачи кода FFH через порт P1 на 20 мс (считать, что частота кварцевого резонатора равна 6 МГц) .
Осуществить эту задержку программно.
18. Составить программу, аналогичную п.17, но с использованием внутреннего таймера-счетчика.