

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ
Кафедра кибернетики

**УСТРОЙСТВА ИНДИКАЦИИ
СОСТОЯНИЯ РЕГИСТРОВЫХ
СТРУКТУР,
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ
МЕТОДЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ
ДИСПЛЕЯ
К МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ
СИСТЕМЕ**

**Методические указания
к лабораторному практикуму**

**Для студентов специальностей:
G 31 04 02 “Радиофизика”,
G 31 04 03 “Физическая электроника”**

**МИНСК
2003**

УДК 681.142-181.4(075.83)
ББК 32.973.26-04р

И82

А в т о р - с о с т а в и т е л ь:
И.А. Шалатонин

Р е ц е н з е н т
доктор физико-математических наук,
профессор *В.В.Апанасович*

Утверждено Ученым советом
факультета радиофизики и электроники
28 мая 2002 г., протокол № 12

Устройства индикации состояния регистровых структур,
И82 аппаратно-программные методы подключения дисплея к
микропроцессорной системе: Метод. указания к лабораторному
практикуму / Авт.-сост. И.А.Шалатонин. Мн.: БГУ, 2002. с.

Методические указания предназначены для студентов III–V курсов
факультета радиофизики и электроники.

УДК 681.142-181.4(075.83)
ББК 32.973.26-04р

© БГУ, 2003

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

1.1. УСТРОЙСТВА ИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ РЕГИСТРОВЫХ СТРУКТУР

Цифровые индикаторы часто являются единственными периферийными устройствами микроЭВМ. В них широко используются двоичные индикаторы для представления информации на магистральных адреса, данных, аккумулятора и т. п. и буквенно-цифровые индикаторы, например при вводе данных с клавиатуры.

Широкое распространение получили *двоичные индикаторы* с применением светодиодов. Часто вывод двоичных данных реализуется с помощью светодиодов, так как они совместимы со схемами ТТЛ-типа и имеют высокую надежность, достаточно дешевы и легко подключаются к микроконтроллеру, цифровому автомату. Светодиоды изготавливаются на основе полупроводниковых материалов (арсенида галлия, фосфида галлия, арсенид-фосфида галлия и др.), пропускание тока через которые вызывает их свечение. Яркость свечения светодиода непосредственно зависит от величины тока. Обычно достаточны токи от единиц до двадцати миллиампер при падении напряжения на диоде около 1...2 В. Как правило, последовательно со светодиодом включается резистор, задающий и стабилизирующий ток диода.

При проектировании цифровой аппаратуры необходимо знать основные статические, динамические, схемотехнические и конструктивные параметры используемых элементов. Отметим особенности построения выходных цепей логических элементов. Выходные цепи могут быть реализованы в трех модификациях:

- выход стандартного элемента;
- с открытым коллектором (эмиттером, стоком);
- с тремя состояниями.

На рис.1. приведена схема управления светодиодом схемы ТТЛ-КМОП типа со стандартным выходом. Диод зажигается, когда на выходе управляющего элемента напряжение равно $U_{\text{вых}} = 0$ (рис. 1а) или когда $U_{\text{вых}} = 1$ (рис. 1б).

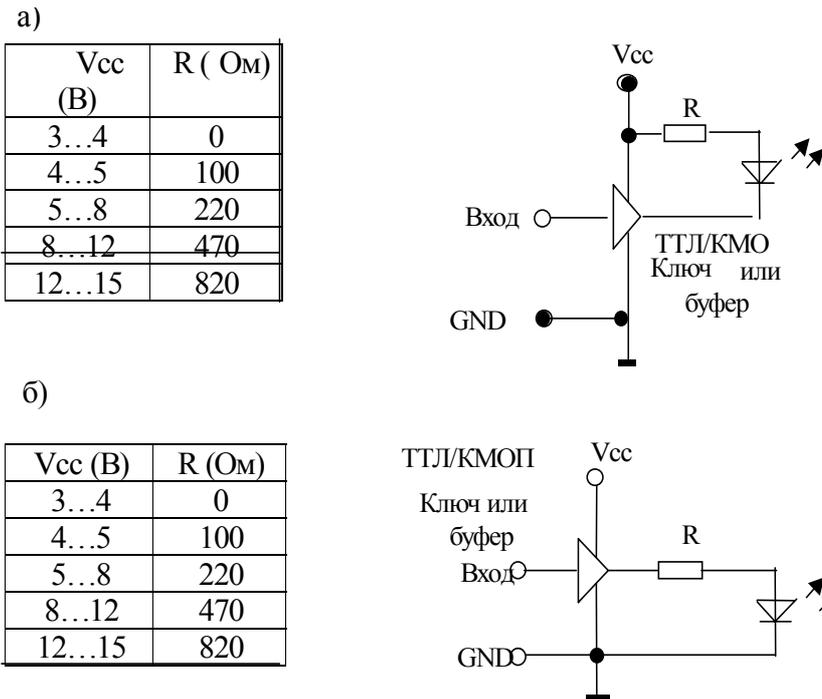


Рис. 1. Схемы управления светодиодами:
 а) светодиод горит, когда на входе 0;
 б) светодиод горит, когда на входе 1

Светодиоды излучают световые волны при прохождении в прямом направлении электрического тока 10—20 мА, обеспечивающего хорошую видимость при нормальном освещении. В данной схеме сопротивление

$$R = (U_{cc} - U_d - U_{вых}^0) / I_d. \quad (1)$$

Например, при $U_{cc} = 5\text{В}$, $U_d = 1,9\text{В}$, $U_{вых}^0 = 0,1\text{В}$, $I_d = 10\text{ мА}$ сопротивление $R = 300\text{ Ом}$.

Данная схема может быть использована при построении логического пробника на базе широко распространенных микросхем ТТЛ-КМОП логики при использовании светодиодов. Например, при использовании микросхем серии К155 можно воспользоваться тем, что $I_{вых}^0 \text{ max} = 16\text{ мА}$.

Маломощные светодиоды потребляют ток 2 мА при напряжении 1,8 В. Управление ими осуществляется с помощью схем, предназначенных для стандартных светодиодов (см. рис. 1). Однако величины последовательных сопротивлений должны быть другими. Соотношения между напряжением питания (V_{cc}) и величиной сопротивления (R) приведены ниже:

$V_{CC} = 3 - 4 \text{ В}$	$R = 600 \text{ Ом}$
$V_{CC} = 4 - 5 \text{ В}$	$R = 1,6 \text{ кОм}$
$V_{CC} = 5 - 8 \text{ В}$	$R = 3,1 \text{ кОм}$
$V_{CC} = 8 - 12 \text{ В}$	$R = 5,1 \text{ кОм}$
$V_{CC} = 12 - 15 \text{ В}$	$R = 6,6 \text{ кОм}$

Предназначенные для эксплуатации при больших токах корпусные выводы микроконтроллера MC68HC705J1A также могут управлять светодиодом напрямую, без использования внешнего усиливающего транзистора.

Микроконтроллер MC68HC705J1A имеет четыре линии ввода-вывода (input/output lines A4-A7), которые имеют пропускную способность по току $I_0=10\text{mA}$ при низком выходном напряжении ($V_{OL}=0.4\text{В}$). Таким образом, они могут управлять световым излучающим диодом LED (LED-light emitting diod) и другими слаботочными приборами. Пример управления LED представлен на следующем рисунке.

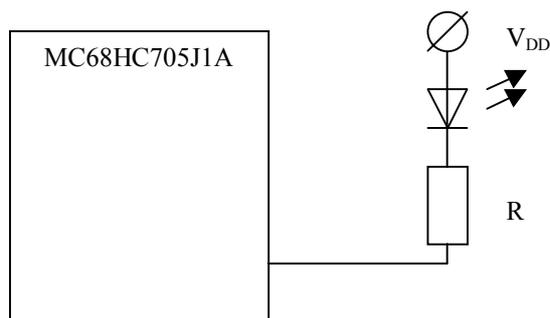


Рис. 2. Управление светодиодом линиями ввода-вывода микроконтроллера MC68HC705J1A

Основным критерием выбора управляющего элемента во всех вышерассмотренных случаях является то, что он должен обладать достаточно большим выходным током в нулевом состоянии ($I_{\text{вых.о max}} > I_d$).

В случае, если требуется повышенная нагрузочная способность от управляющего элемента, рекомендуется использовать схемы с открытым коллектором. Упрощенная схема двухвходового элемента И-НЕ с открытым коллектором (ОК) приведена на рис. 3.

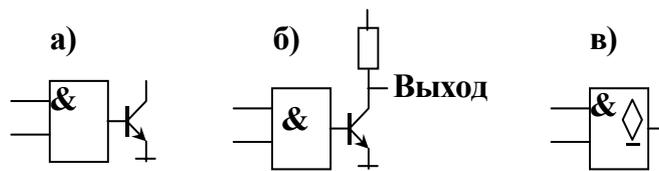


Рис. 3. Упрощенная схема двухвходового элемента И-НЕ с открытым коллектором (ОК)

Такой элемент на выходе формирует два состояния: логический 0 и обрыв. Для формирования стандартного сигнала 1 к открытому коллектору должен быть подключен внешний резистор R (рис. 3б), величина которого определяется требуемыми статическими и динамическими параметрами схемы. Вместо резистора могут быть включены элементы индикации. Выходной транзистор многих элементов с открытым коллектором имеет повышенный допустимый ток, а иногда и повышенное допустимое коллекторное напряжение. Выход с открытым коллектором имеют не только простейшие логические, но и сложные функциональные узлы.

Выход с открытым коллектором помечают специальным знаком – ромбиком с чертой внизу (рис. 3 в).

На рис. 4 а,б приведена схема управления светодиодом низким и высоким уровнем на выходе схемы ТТЛ-типа с

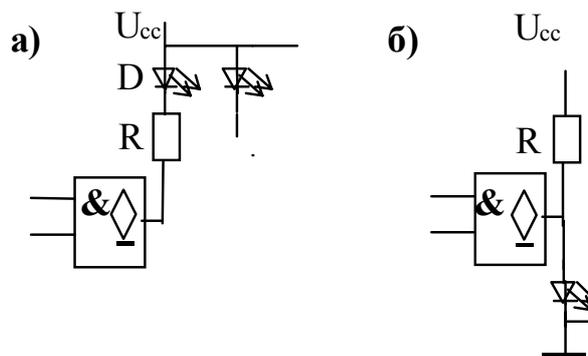


Рис. 4. Управление светодиодом

открытым коллектором. Для схемы на рис. 4 а сопротивление R определяется по формуле (1). Для схемы на рис.4 б

$$R = (U_{\text{ип}} - U_{\text{д}}) / I_{\text{д}} \quad (2)$$

Отечественная промышленность серийно выпускает цифровые и буквенные индикаторные лампы тлеющего разряда (серии ИН), которые широко применяют в аппаратуре отображения информации, вычислительной технике и различных измерительных приборах. Для управления ими разработаны специальные микросхемы. На рис. 5 приведена схема управления цифровым индикатором с помощью микросхемы К155ИД1.

В данной схеме сопротивление

$$R = (U_{ип} - U_{л} - U_{вых}) / I_{л} \quad (3)$$

где $U_{ип} \geq 200$ В; $U_{л}$ – напряжение поддержания заряда на лампе; $U_{вых}^0$ – уровень напряжения на активном выходе микросхемы; $I_{л}$ – ток индикации.

Например, при $U_{ип} = 200$ В, $U_{л} = 150$ В, $U_{вых}^0 = 2,5$ В, $I_{л} = 2$ мА сопротивление $R = 24$ кОм.

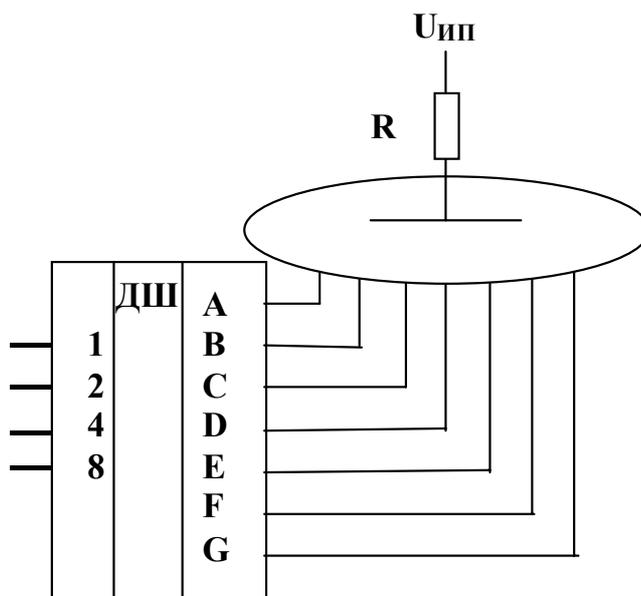


Рис. 5. Схема десятичного индикатора на газоразрядной лампе

Из нескольких диодов составляются и индикаторы, и матрицы, отображающие буквы и цифры. Широко применяются семисегментные индикаторы, в которых семь сегментов-диодов расположены так, что при зажигании определенной их комбинации высвечивается тот или иной символ (рис.6 а). Такие индикаторы были очень популярны в 70-е гг., но впоследствии их место заняли жидкокристаллические индикаторы. Но

светодиодные индикаторы до сих пор являются полезными приборами, которые могут быть включены в схему без больших усилий для создания программного обеспечения. Включая определенные светодиоды (зажигая сегменты), можно выводить десятичные числа.

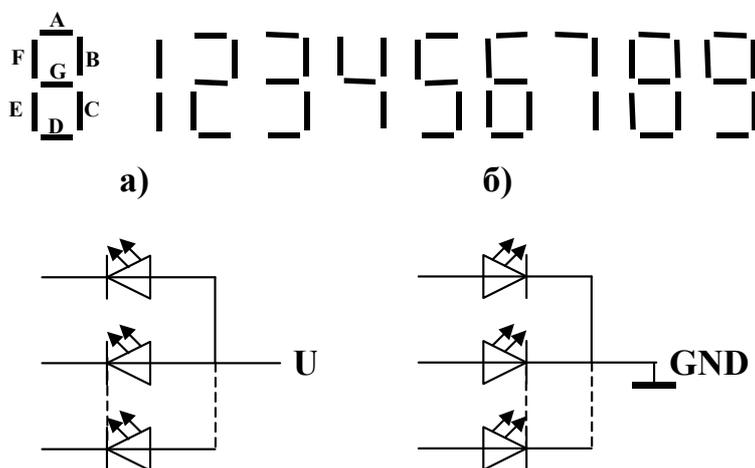


Рис. 6. Семисегментный индикатор и отображаемые им цифры (а), варианты индикатора с общим анодом (б) и общим катодом (в)

Выпускаются семисегментные индикаторы (ССИ) с общим анодом или общим катодом (рис. 6 б, в).

Для зажигания сегмента в схеме с общим анодом, подключенным к источнику питания U_{cc} , нужно снизить напряжение на его катоде (зажигание сигналом логического нуля).

Для зажигания сегмента в схеме с общим катодом, подключенным к общей точке схемы, необходимо повысить напряжение на его аноде (зажигание сигналом логической единицы).

Для управления сегментами удобны элементы с выходом типа ОК, поскольку при их использовании имеется внешняя цепочка с резистором, сопротивление которого можно задать с учетом характеристик применяемых светодиодов.

С помощью такого ССИ можно индцировать цифры от 0 до 9 и некоторые буквы русского и латинского алфавита. Индикатор может иметь дополнительный светодиод для индикации десятичной точки. Для представления десятичных цифр от 0 до 9 используются соответствующие комбинации сегментов, свечением которых управляет специально разработанная

микросхема – семисегментный дешифратор. На рис. 7 показана схема управления индикатором АЛ305 с помощью дешифратора К514ИД2.

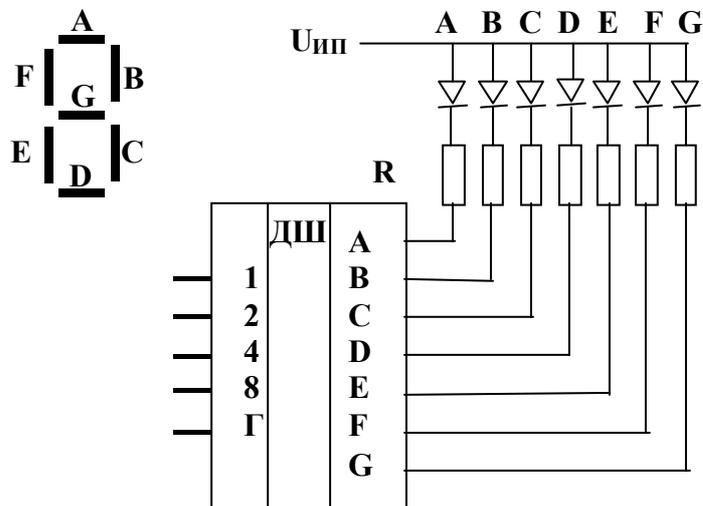


Рис. 7. Схема буквенно-цифрового семисегментного индикатора

Применение многоразрядных семисегментных индикаторов, показанных в последней схеме, имеет следующий недостаток: для каждого разряда необходим свой дешифратор, что приводит к большому количеству соединений с индикатором. Для устранения этого недостатка применяют мультиплексное управление многоразрядным индикатором, пример которого приведен на рис. 8.

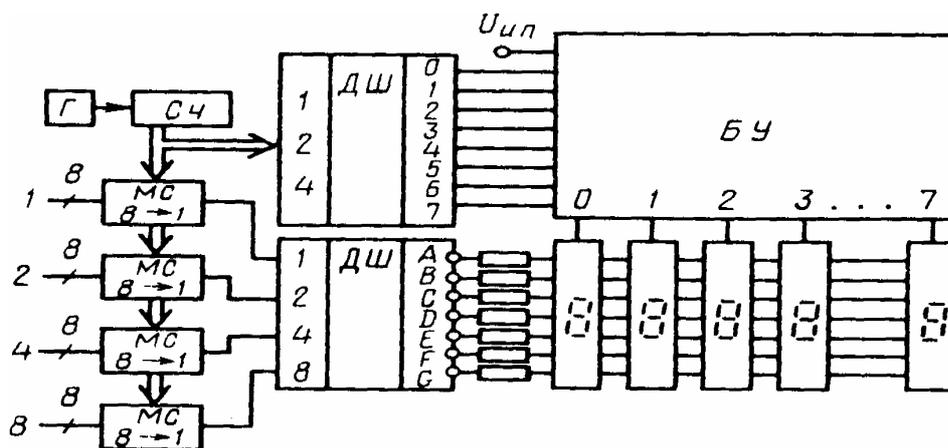


Рис. 8. Схема мультиплексорного управления 8-разрядным семисегментным индикатором

Схема содержит генератор, подключенный ко входу 3-разрядного двоичного счетчика Сч (для 8-разрядного цифрового индикатора), который циклически устанавливает адреса четырех мультиплексоров МС $8 \rightarrow 1$ и дешифратора ДШ 1 из 8. Последний через буферный усилитель БУ подключает источник питания к одному из восьми индикаторов (в точку соединения всех анодов сегментов). Все одноименные сегменты восьми индикаторов соединяются и подключаются к соответствующим выходам семисегментного дешифратора. На входы семисегментного индикатора через четыре мультиплексора МС подается один из восьми 4-разрядных двоичных кодов, индицируемых восьмью десятичными разрядами. При этом каждый индикатор возбуждается импульсно в течение времени $1/n$, где n – число индикаторов. Иллюзия постоянного свечения всех символов создается из-за инерционности человеческого зрения. Если частота возбуждения символов составляет десятки герц (современные средства визуальной индикации имеют частоты в 70...100 Гц), то мерцания изображений не ощутимы.

В большинстве современных микропроцессорных систем мультиплексное управление многоразрядным индикатором реализуется аппаратно-программным методом.

На рис. 9 показано подключение к микроконтроллеру четырех 7-сегментных индикаторов.

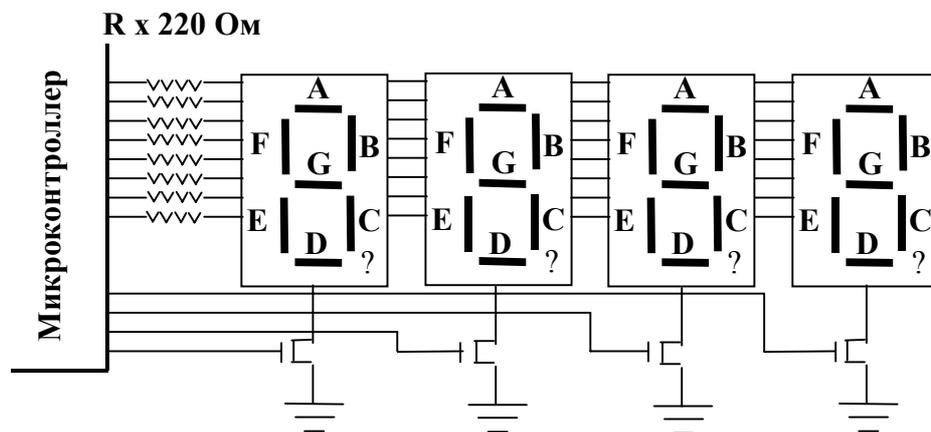


Рис. 9. Подключение к микроконтроллеру четырех 7-сегментных индикаторов

В этой схеме микроконтроллер выдает данные для индикации, последовательно переходя от одного индикатора к другому. Каждая цифра будет высвечиваться в течение очень

короткого интервала времени. Чтобы избежать мерцания изображения, подпрограмма должна выполняться со скоростью, обеспечивающей включение индикатора (свечение каждой цифры), по крайней мере, 50 раз в сек. Чем больше цифр, тем чаще должны следовать прерывания от таймера. Например, при восьми индикаторах цифры должны выводиться со скоростью 400 раз в секунду, т. е. в два раза быстрее, чем для четырех индикаторов.

В некоторых ситуациях может оказаться, что выделение каждому светодиоду индикатора отдельного вывода микроконтроллера слишком расточительно. Можно использовать демультимплексор с высоким выходным током, например TTL-микросхему типа 74S138, вместо дискретных транзисторов. Когда на выбранном выходе демультимплексора устанавливается низкий уровень, то он пропускает ток подключенного к нему индикатора, обеспечивая вывод цифры. При этом разводка монтажных соединений в устройстве оказывается более простой. Следует обратить внимание на то, чтобы используемый демультимплексор был способен пропускать максимальный ток 140мА, который протекает через общий катод индикатора.

Наряду с 7-сегментными индикаторами существуют 14 и 16-сегментные индикаторы, которые позволяют выводить символы алфавита (A-Z и 0-9). При подключении этих индикаторов необходимо следовать тем же правилам, что и для 7-сегментного индикатора.

Кроме рассмотренных типов индикаторов, широко применяются точечные матрицы светодиодов, линейчатые светодиодные индикаторы, электронно-лучевые трубки, электролюминесцентные индикаторы, вакуумные катодно-люминесцентные индикаторы, жидкокристаллические индикаторы, рассматриваемые в следующих разделах методических указаний.

1.2. ПРОГРАММНО - АППАРАТУРНЫЕ МЕТОДЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДИСПЛЕЯ К УЧЕБНОЙ МИКРОЭВМ УМК

1.2.1. Учебный микропроцессорный комплект

Учебный микропроцессорный комплект (УМК) представляет собой законченную микроЭВМ. Одно из ее предназначений – разработка и отладка алгоритмов управления технологическим оборудованием, алгоритмов первичной обработки информации датчиков. МикроЭВМ ‘УМК’ выполнена на базе микропроцессора КР580ВМ80. Программа пользователя заносится в УМК в машинных кодах микропроцессора.

В качестве устройства вывода информации, удобного для восприятия, часто используется дисплей. Рассмотрим метод подключения дисплея, состоящего из шести ячеек семисегментных индикаторов (ССИ). Каждый индикатор имеет семь светодиодов для отображения сегментов цифр, а восьмой светодиод отображает десятичную точку. Индикатор может отображать цифры от 0 до 9, а также некоторые буквы.

Для уменьшения схемотехнического обеспечения, необходимого для подключения дисплея к микроЭВМ, применен мультиплексный режим работы индикаторов. При этом для вывода на дисплей информации используют два выходных регистра: РгСг (порт В – программируемого параллельного интерфейса (ППИ) на базе К580ВВ55, адрес F9) для записи семисегментного кода отображаемого символа и РгСк (порт А ППИ, адрес F8) для записи номера индикатора (рис.10). Всего индикаторов шесть.

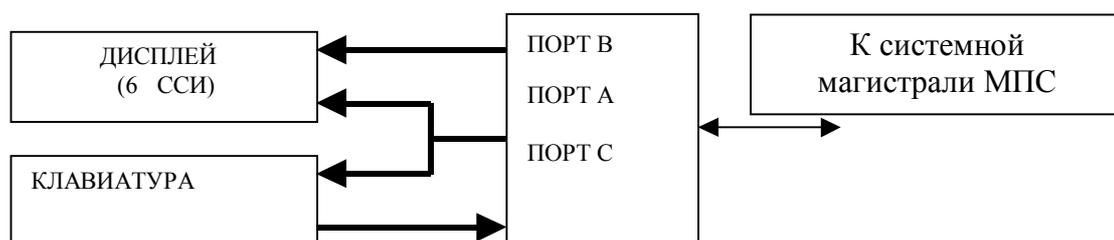


Рис. 10. Метод подключения дисплея на шести ССИ к МПС

Одинаковые сегменты каждой ячейки индикатора связаны общей шиной, которая соединена с одним из транзисторных ключей на выходе регистра РгСг. Общие аноды индикатора подключены к одному из транзисторных ключей на выходе

регистра сканирования PгСк. Включение индикатора и его сегментов при записи единицы в соответствующие разряды выглядит так.

Для регистра PгСг:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Номер разряда регистра сегментов дисплея | 0 1 2 3 4 5 6 7 |
| 2. Включенный сегмент | a b c d e f g h |

Для регистра PгСк:

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Номер разряда регистра цифр дисплея | 0 1 2 3 4 5 6 7 |
| 2. Включаемая цифра дисплея | 0 1 2 3 4 5 - - |

Приведем программу включения сегментов пятой ячейки дисплея с помощью кода, задаваемого со входного устройства микроЭВМ (адрес 20h):

Программа 1

Адрес	Машинный код	Метка	Мнемокод	Комментарий
0800	3E		MVI A,20	Загрузить в аккумулятор число 0010 0000
0801	20			
0802	D3		OUT SCAN	Включить цифру 5
0803	F8			
0804	DB	CNT	IN 20	Считать данные из входного устройства
0805	20			
0806	D3		OUT DSP	Записать их в регистр сегментов дисплея
0807	F9			
0808	C3		JMP CNT	Продолжить
0809	04			
080A	08			

1.2.2. Организация мультиплексного режима работы дисплея.

При мультиплексном режиме работы вывод информации на каждый индикатор дисплея выводится микроЭВМ последовательно. Цифра или символ на индикаторе высвечиваются некоторый промежуток времени, задаваемый подпрограммой задержки. При большой частоте сканирования индикаторов на цифровом дисплее получается устойчивое изображение.

Программа 2 обеспечивает мультиплексный режим работы дисплея. Код цифр для вывода на каждую ячейку дисплея хранится в последовательных ячейках памяти с адресами 0900-0905. При этом полагается, что код цифры для вывода на 0 индикатора дисплея записан по адресу 0900. Начальный адрес подпрограммы временной задержки – 0430.

Программа 2

Адрес	Машинный код	Метка	Мнемокод	Комментарий
1	2	3	4	5
0800	01	DSO	LXI B,0400	Загрузить в регистры В,С длительность задержки
0801	00			
0802	04			
0803	AF		XRA A	Очистить аккумулятор
0804	21	CNT 1	LXI H,0905	Указать на адрес кода цифры 5
0805	05			
0806	09			
0807	16		MVI D,20	Загрузить указатель цифры в регистр D
0808	20			
0809	7E	CNT 2	MOV A,M	Получить из ОЗУ код очередной цифры
080A	D3		OUT DSP	Записать его в регистр сегментов дисплея
080B	F9			
080C	7A		MOV A,D	Загрузить в аккумулятор указатель цифры
080D	D3		OUT SCAN	Включить нужную цифру

080E	F8			
080F	1F		RAR	Указать на следующую цифру
0810	57		MOV D,A	Сохранить указатель цифры в регистре D
0811	CD		CALL DELB	Вызвать подпрограмму временной задержки
0812	30			
0813	04			
0814	AF		XRA A	Очистить аккумулятор
0815	D3		OUT SCAN	Выключить цифру
0816	F8			
0817	2D		DCR L	Уменьшить на 1 содержание регистра L
0818	B2		ORA D	Все ли сообщение выведено?
0819	C2		JNZ CNT 2	Если нет, продолжать
081A	09			
081B	08			
081C	C3		JNZ CNT 1	Если да, то начать сначала
081D	04			
081E	08			

1.3. ИНДИКАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДНОЙ МАТРИЦЫ

В составе УМК имеется макетное поле (ТЭЗ ПС) , которое подключается к УМК через разъем на лицевой панели. На макетный ТЭЗ ПС выведены: шина адреса, шина данных и управляющие сигналы, что позволяет подключать схемы пользователя к УМК.

1.3.1. Описание устройства и краткие сведения из теории

Приставка ПС предназначена для совместной работы с учебным микропроцессорным комплектом (УМК).

Приставка является набором аппаратных средств для расширения функциональных возможностей УМК:

- увеличение объема ПЗУ на 2кбайт;
- ввода/вывода информации в двоичном коде;
- отображение информации на светодиодной матрице.

Конкретное назначение приставки ПС определяется пользователем. Конструктивно ПС выполнено в виде ТЭЗа на двухсторонней печатной плате, имеет разъем х1 для подключения УМК и клавиатуру из 8 клавиш.

ПС состоит из следующих функциональных узлов:

- постоянного запоминающего устройства (ПЗУ);
- светодиодной матрицы с узлом управления отображения;
- клавиатуры с узлом приема информации.

Дешифратор адреса памяти выполнен на микросхеме К555ЛА3. Адреса постоянной памяти 8000Н...87FFН. Адреса ввода/вывода распределены согласно табл. 1. ПЗУ выполнено на микросхеме К573РФ2 и имеет объем 2 кбайта. Светодиодная матрица собрана на индикаторах единичных АЛ307БМ, узел управления отображением собран на элементах К155ЛА13, КР580ВВ55 и К155ЛП7. Для ограничения тока через светодиоды установлены резисторы R10, R17. Клавиатура состоит из 8 клавиш, подключенных ко входу узла приема вводимой информации, который представляет собой информационный регистр (PORT–А), запрограммированной для работы в режиме 0. Адреса регистров микросхемы КР580ВВ55А приведены в таблице 1.

Таблица 1

Назначение порта	Адрес
Регистр клавиатуры (PORT–А)	00
Управляющее слово строки (PORT–В)	01
Управляющее слово столбца (PORT–С)	02
Управляющее слово устройства (PORT–W)	03

1.3.2. Структурная схема приставки ПС:

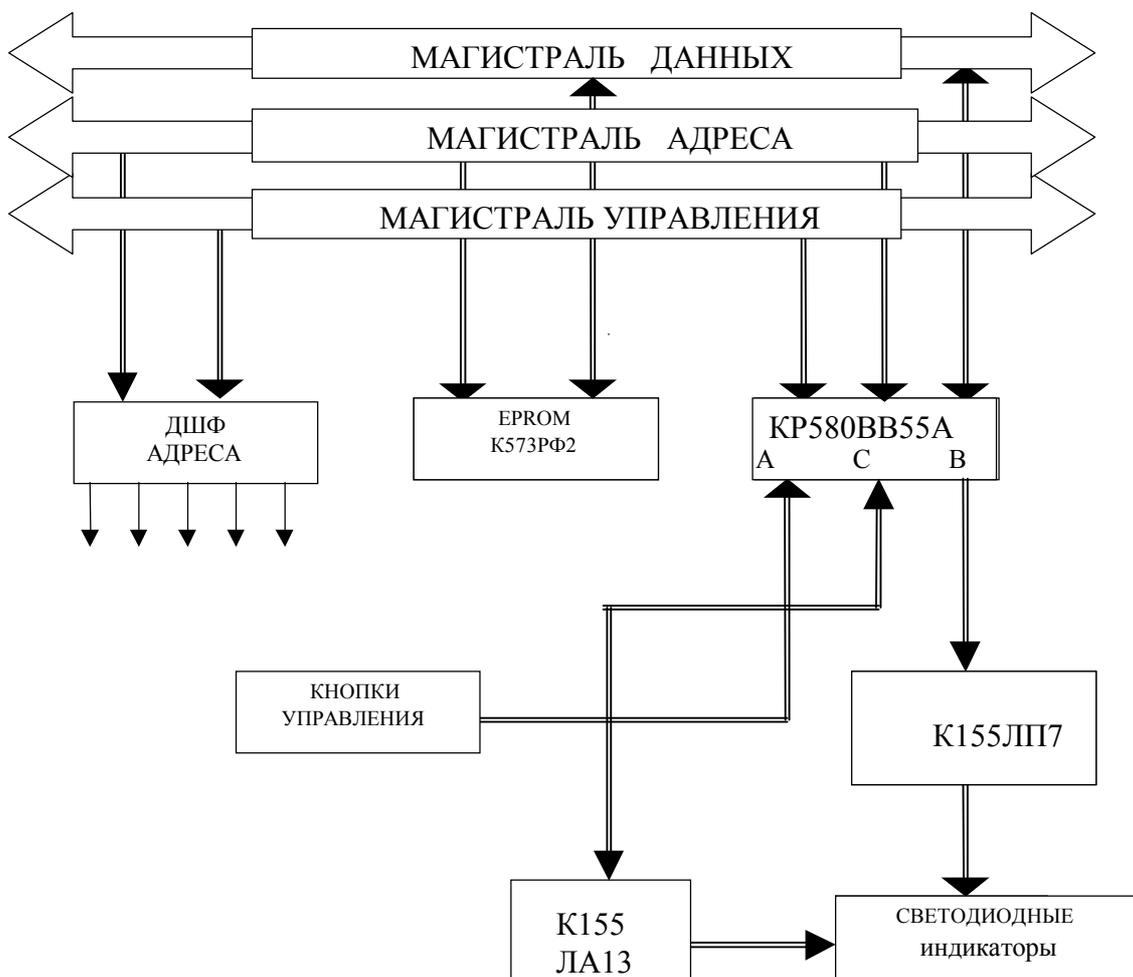


Рис. 11. Структурная схема приставки ПС

На рис. 12 приведена структура интегральной схемы (ИС) 155ЛП7 (7 – общ., 14 – +5В), предназначенной для управления мощной нагрузкой по малосигнальным цепям ТТЛ ($I_n=100\text{мА}$). В структуру ИС входят два элемента 2И-НЕ и два изолированных транзистора с открытыми коллекторами и эмиттерами. Последнее позволяет в конкретных условиях задавать схему включения транзисторов, подключая нагрузку в цепь коллектора или эмиттера. На приведенной схеме пунктирными линиями показаны оба варианта. При работе от сигналов ТТЛ выходы 11 и 4 (базы транзисторов) соединяют с выходами элементов 2И-НЕ, подавая управляющие сигналы на их входы. Вывод 1 при этом, как правило, используется в качестве стробирующего входа. Вывод 14

является выводом питания +5В, а вывод 8, соединенный с подложкой, следует подключить к общей шине.

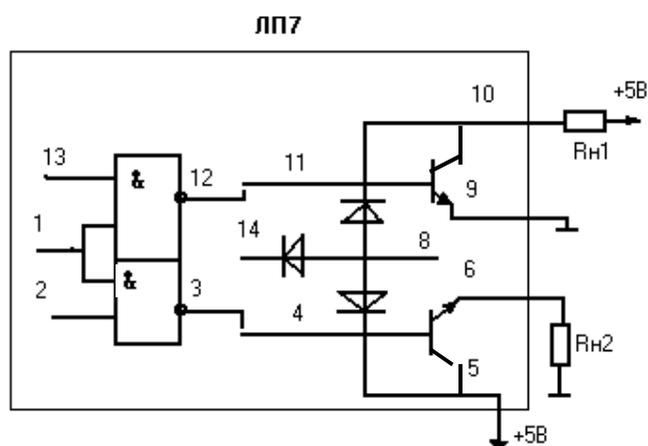


Рис. 12. Структура микросхемы К155ЛП7

Помимо показанного примера, транзисторы могут использоваться и отдельно без подключения к входной логике, а также для увеличения выходного тока соединяться параллельно.

На рис. 13 приведена структура интегральной схемы 155ЛА13. Четыре логических элемента 2И-НЕ с открытым коллекторным выходом и повышенной нагрузочной способностью.

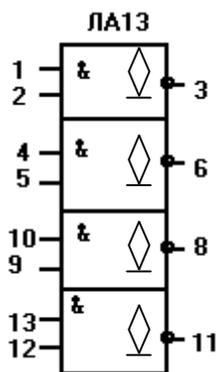


Рис. 13. Условное обозначение микросхемы Л155ЛА13

Тестовая программа, записанная в ПЗУ приставки ПС

Адрес	Машинный код	Метка	Мнемокод	Комментарий
1	2	3	4	5
8000	CD	CONTROL:	CALL INIT	Вызов подпрограммы из адреса 8054
8001	54			
8002	80			
8003	CD	LOOP	CALL LIGHT	Вызов подпрограммы из адреса 8065
8004	65			
8005	80			
8006	DB		IN PORT A	Загрузить аккумулятор из порта клавиатуры (00)
8007	00			
8008	2F		CMA	Инвентировать аккумулятор
8009	4F			
800A	00			
...	...			
8021	00			
8022	32		STA LINE 1	Послать аккумулятор в ячейку памяти 0801 (адрес линейки 1)
8023	01			
8024	08			
8025	32		STA LINE 2	Послать аккумулятор в ячейку памяти 0802 (адрес линейки 2)
8026	02			
8027	08			
...			STA LINE 3	Послать аккумулятор в ячейку памяти 0803 (адрес линейки 3)
...			...	
...			STA LINE 4	Послать аккумулятор в ячейку памяти 0804 (адрес линейки 4)
...			...	

1	2	3	4	5
...			STA LINE 5	Послать аккумулятор в ячейку памяти 0805 (адрес линейки 5)
8031	C3		JMP LOOP	Безусловный переход на адрес 8003
8032	03			
8033	80			

Подпрограмма начальной инициализации

Адрес	Машинный код	Метка	Мнемокод	Комментарий
8054	21	INIT	LXI H,LINE 1	Загрузить регистровую пару HL адресом 0801.
8055	01			
8056	08			
8057	1E		<i>MVI E,05</i>	Загрузить константу в регистр E.
8058	05			
8059	36	I1	MVI M,00	Загрузить константу в регистр M.
805A	00			
805B	23		INX H	Прибавить 1 к рег. паре HL
805C	1D		DCR E	Отнять 1 от рег. E.
805D	C2		JNZ I1	Переход по флагу Z на адрес 8059
805E	59			
805F	80			
8060	3E		MVI A,90	Программирование БИС
8061	90			
8062	D3		OUT PORTW	Послать в PORTW (управляющее слово устройства)
8063	03			
8064	C9		RET	Возврат из подпрограммы по адресу, взятому из стека

Замечание. Здесь и далее используются обозначения:

LINE1 EQU 0801 : Адрес линейки # 1
 LINE2 EQU 0802 : Адрес линейки # 2
 LINE3 EQU 0803 : Адрес линейки # 3
 LINE4 EQU 0804 : Адрес линейки # 4
 LINE5 EQU 0805 : Адрес линейки # 5
 PORTA EQU 00 : Адрес регистра клавиатуры
 PORTB EQU 01 : Адрес управляющего слова строки
 PORTC EQU 02 : Адрес управляющего слова столбца
 PORTW EQU 03 : Адрес управляющего слова устройства

Подпрограмма индикации линеек

Адрес	Машинный код	Метка	Мнемокод	Комментарий
1	2	3	4	5
8065	21	LIGHT	LXI H,LINE 1	Загрузить регистровую пару HL адресом 0801.
8066	01			
8067	08			
8068	06		MVI B,FE	Загрузить константу в регистр B.
8069	FE			
806A	CD	LIGHT 1	CALL LGHT	Вызов подпрограммы из адреса
806B	75			
806C	80			
806D	23		INX H	HL + 1
806E	7D		MOV A,L	Загрузить A (аккумулятор) из регистра L
806F	FE		CPI 06	Сравнить A с данными
8070	06			
8071	C2		JNZ LIGHT 1	Переход по флагу Z на адрес 806A
8072	6A			
8073	80			
8074	C9		RET	Конец подпрограммы
8075	AF		XRA A	A + A по мод. 2
8076	2F		CMA	Инвертировать A

1	2	3	4	5
8077	D3		OUT PORTC	Вывести в PORTC (управляющее слово столбца)
8078	02			
8079	78		MOV A,B	Загрузить A из рег. B
807A	D3		OUT PORTB	Вывести в PORTB (управляющее слово строки)
807B	01			
807C	07		RLC	Сдвиг A влево
807D	47		MOV B,A	Загрузить рег. B из A
807E	7E		MOV A,M	Загрузить A из рег. B
807F	2F		CMA	Инвертировать A
8080	D3		OUT PORTC	Вывести в PORTC (управляющее слово столбца)
8081	02			
8082	3E		MVI A,FF	Загрузить константу в A
8083	FF			
8084	3D		DCR A	A – 1
8085	C2		JNZ 8084	Переход по флагу Z на адрес 8084
8086	84			
8087	80			
8088	C9		RNT	Возврат из подпрограммы по адресу, взятому из стека

1.4. СИСТЕМЫ ИНДИКАЦИИ НА БАЗЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ

1.4.1. Управление жидкокристаллическим индикатором

Светодиодные индикаторы способны отображать простую информацию, но они не обладают тем диапазоном возможностей, которые реализуют жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ). Эти индикаторы позволяют выводить очень специфичные сообщения, делая интерфейс с пользователем более дружелюбным. ЖКИ также весьма полезны для вывода сообщений о состоянии устройства и другой необходимой информации в процессе отладки приложения.

ЖКИ, реализующие вывод алфавитно-цифровых символов, обладают репутацией устройств, с которыми трудно работать. Чтобы показать, что это не так, в этом разделе будет рассказано, как работают ЖКИ и как их подключать к микроконтроллеру.

Большинство алфавитно-цифровых ЖКИ используют для управления контроллер Hitachi 44780 и реализуют общий интерфейс подключения. Благодаря этим обстоятельствам ЖКИ, обеспечивающие вывод от 8 до 80 символов (организованных в виде 2 строк по 40 символов или 4 строк по 20 символов), являются полностью взаимозаменяемыми, так как их применение не требует какого-либо изменения программного обеспечения или аппаратных средств.

Чаще всего ЖКИ, использующие контроллер Hitachi 44780, имеют 14-выводные разъемы с шагом 2,54 мм. Выводы ЖКИ имеют следующее назначение:

1. Вывод 1 – «Земля».
2. Вывод 2 – Напряжение питания V_{cc} .
3. Вывод 3 – Вход регулировки контрастности изображения.
4. Вывод 4 – Сигнал выбора регистра данных или команд (R/S).
5. Вывод 5 – Сигнал выбора режима чтение/запись (R/W).
6. Вывод 6 – Синхросигнал E.
7. Выводы 7–14 – Линии передачи данных.

Из данного описания видно, что интерфейс микроконтроллера с ЖКИ представляет собой параллельную шину, которая позволяет просто и быстро осуществлять чтение и запись данных в ЖКИ. Временные диаграммы сигналов на рис. 14 иллюстрируют процесс выдачи байта, содержащего ASCII-код символа, на экран ЖКИ. ASCII-код содержит 8 бит, которые посылаются в ЖКИ по четыре или по восемь за один цикл обмена.

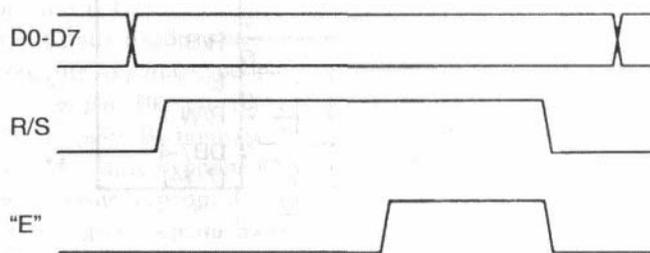


Рис. 14. Временные диаграммы сигналов при выводе символа на ЖКИ

Если используется 4-битный режим обмена, то полный 8-битный код символа передается в виде двух 4-битных «ниблов» (полубайтов): сначала 4 старших бита, затем 4 младших. Каждая посылка сопровождается синхросигналом E, который инициирует прием данных в ЖКИ.

Передача 4 или 8 бит данных – это два основных режима параллельного обмена. Рассмотрим некоторые соображения по поводу выбора того или иного режима. Восьмибитный режим передачи целесообразно использовать, когда требуется высокая скорость обмена и есть не менее 10 доступных линий для ввода-вывода данных. Четырехбитный режим передачи требует, как минимум, 6 линий ввода-вывода. Чтобы подсоединить микроконтроллер к ЖКИ при четырехбитном режиме, используются только 4 старших разряда линии данных DB7-4 (рис. 15).

Дальнейшее сокращение числа требуемых линий ввода-вывода может быть обеспечено путем использования сдвигового регистра: в этом случае потребуется всего 3 линии (рис. 16). В качестве сдвигового регистра обычно используется микросхема 74x174 (где «x» – или HC, или LS). Восьмибитный режим также можно реализовать с помощью сдвигового регистра, но требуется передавать девятый бит, который используется, чтобы обеспечить выдачу сигнала R/S. Бит R/S указывает, какая информация передается – команда или данные. Если этот бит установлен в 1, то передаются данные, которые могут быть считаны или записаны в текущей позиции ЖКИ, определяемой положением курсора. Когда бит сброшен в 0, то при записи в ЖКИ передается команда, при чтении – считывается состояние ЖКИ после выполнения последней команды.

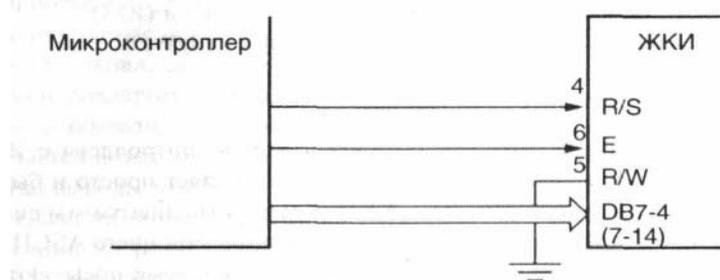


Рис. 15. Подключение ЖКИ к микроконтроллеру при четырехбитном режиме передачи



Рис. 16. Использование сдвигового регистра для подключения ЖКИ

Набор символов, которые выводятся ЖКИ под управлением контроллера 44780, в основном аналогичен символам, представляемым в ASCII-коде. Некоторые символы ЖКИ не совпадают с ASCII: самое важное отличие – это отсутствие символа «\», который имеет ASCII-код 0x05 В. Управляющие ASCII-коды с 0x008 по 0x01 F не воспринимаются ЖКИ как символы управления и могут отображаться, как японские иероглифы. Имеется восемь программируемых символов, которые выводятся с помощью кодов с 0x000 по 0x007. Эти символы программируются с помощью команд, которые устанавливают курсор ЖКИ на область памяти генератора символов (CGRAM) и задают восемь значений адреса для построчной записи изображения символа. Следующие восемь байтов, записанные в память, представляют собой изображение каждой строки программируемого символа, начиная сверху.

Приведенная ниже табл. 2 содержит набор команд, реализуемых ЖКИ.

Таблица 2

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Команда / Описание
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Очистить индикатор
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Вернуть курсор в начальную позицию Home
0	0	0	0	0	0	0	1	ID	S	Установить направление движения курсора
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Разрешить экран / курсор
0	0	0	0	0	1	SC	RL	*	*	Переместить курсор / сдвинуть экран

0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Установить размерность интерфейса
0	0	0	1	A	A	A	A	A	A	Переместить курсор на область CGRAM
0	0	1	A	A	A	A	A	A	A	Переместить курсор на экран
0	0	BF	*	*	*	*	*	*	*	Прочитать флаг «Занято»
1	1	D	D	D	D	D	D	D	D	Вывести ASCII-символ на экран
1	1	D	D	D	D	D	D	D	D	Прочитать ASCII-символ с экрана

Назначение отдельных битов команд

Указание направления движения курсора:

ID – перемещение курсора после записи каждого байта, если бит установлен в 1;

S – сдвиг изображения на экране после записи байта; включение экрана/курсора;

D – экран Включить(1)/Выключить(0);

C – курсор Включить(1)/Выключить(0);

B – мигание курсора Включить(1)/Выключить(0); перемещение курсора/Сдвиг экрана;

SC – сдвиг экрана Включить(1)/Выключить(0);

RL – направление сдвига Вправо(1)/Влево(0);

установка размерности интерфейса;

DL – разрядность данных 8(1)/4(0);

N – число строк на экране 1(0)/2(1);

F – размер шрифта 5x10(1)/5x7(0);

установка курсора на CGRAM;

A – адрес;

чтение /запись ASCII- символов;

D – данные.

Обратите внимание, что тип команды определяется числом старших нулей.

Флаг “Занято” (busy) устанавливается на время выполнения команды. Для написания приложений, которые работают с максимально возможной скоростью, необходимо опрашивать этот флаг, чтобы исключить необходимость реализации задержки, рассчитанной на наихудший случай выполнения команд ЖКИ. Обычно скорость обмена с ЖКИ не очень важна, и целесообразно

использовать программную задержку, которую несложно реализовать. Выполнение всех команд занимает не более 160 мкс, кроме команд “Очистить индикатор” и “Вернуть курсор в начальную позицию”, которые требуют максимум 4,1мс. Для наихудшего случая можно установить задержку в 5 мс, чтобы обеспечить некоторый запас для надежного функционирования.

Различные типы ЖКИ выполняют команды с разной скоростью. Выше указаны максимальные значения задержек, но некоторые индикаторы требуют меньшее время для выполнения команд. Однако если не используется опрос флага “Занято”, то рекомендуется всегда использовать максимальные задержки.

В большинстве применений линию R/W подсоединяют к земле, так как чтение состояния ЖКИ не требуется. Это значительно упрощает приложение, поскольку для считывания данных необходимо менять режим работы выводов – с записи на чтение. В некоторых случаях возможность чтения состояния ЖКИ бывает полезна, например при прокручивании данных на экране. Подключение линии R/W к земле также освобождает один вывод микроконтроллера.

ЖКИ с размером символов 5x10 точек практически не выпускаются, поэтому бит F в команде “Установка размерности интерфейса” должен всегда быть равен 0.

Перед тем, как вводить в ЖКИ команды или данные, его необходимо инициализировать. Это делается при помощи следующей последовательности действий:

Для 8-битного режима:

1. Подождать более 15мс после подачи питания.
2. Записать код 0x30 в ЖКИ и ждать 5мс до завершения выполнения команды.
3. Записать код 0x30 в ЖКИ и ждать 160мкс до завершения выполнения команды.
4. Снова записать код 0x30 в ЖКИ и ждать 160мкс до завершения выполнения команды или опрашивать флаг “Занято”.
5. Установить рабочие характеристики ЖКИ.
 - Ввести команду “Установка размерности интерфейса”.
 - Ввести код 0x10, чтобы выключить экран.
 - Ввести код 0x01, чтобы очистить экран.
 - Ввести команду “Установка направления движения курсора”, чтобы установить поведение курсора.

- Ввести команду “Включение экрана/курсора”, чтобы включить экран и, если требуется, курсор.

Для инициализации индикатора в 4-битном режиме используется пересылка двух отдельных полубайтов (ниблов), а не полных байтов, составляющих команду. Как было отмечено выше, при посылке байта сначала посылается старший полубайт, затем младший. При этом каждая посылка четырех бит сопровождается переключением линии E.

1. Подождать более 15мс после подачи питания.

Записать код 0x3 в ЖКИ и ждать 5мс до завершения выполнения команды.

Записать код 0x3 в ЖКИ и ждать 160 мкс до завершения выполнения команды.

4. Снова записать код 0x3 в ЖКИ и ждать 160 мкс до завершения выполнения команды или опрашивать флаг “Занято”.

5. Установить рабочие характеристики ЖКИ.

- Ввести код 0x02 в ЖКИ, чтобы разрешить 4-битный режим.
- Все следующие команды/данные требуют пересылки двух полубайт.
- Ввести команду “Установка размерности интерфейса”.
- Ввести код 0x1, 0x0, чтобы выключить экран.
- Ввести код 0x0, 0x1, чтобы очистить экран.
- Ввести команду ”Установка направления движения курсора”, чтобы установить поведение курсора.
- Ввести команду “Включение экрана/курсора”, чтобы включить экран и, если требуется, курсор.

После того, как инициализация завершена, ЖКИ готов к приему команд и данных.

Последний вопрос, касающийся ЖКИ, – как установить контрастность изображения. Обычно для этого используется потенциометр, включенный как делитель напряжения (рис. 17). Таким образом, легко получается изменяющееся напряжение в диапазоне от “земли” до V_{cc} , которое обеспечивает регулировку контрастности изображения символов на экране ЖКИ.

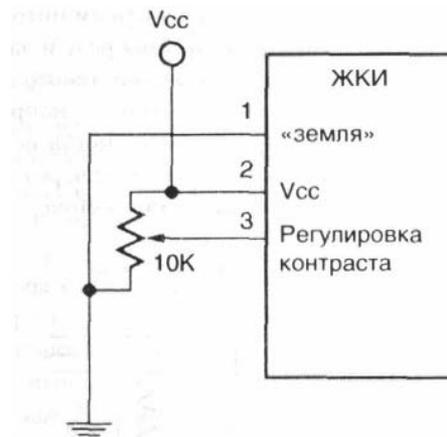


Рис. 17. Управление контрастностью изображения ЖКИ

В начале раздела было сказано, что ЖКИ имеют плохую репутацию из-за трудностей, возникающих при работе с ними. Самая большая проблема с ЖКИ заключается в том, чтобы правильно его инициализировать. Если следовать приведенным выше инструкциям, то проблем не должно возникнуть. Также следует помнить, что минимальная длительность импульса на входе E должна составлять 450 нс. Если длительность импульса меньше, то работа ЖКИ будет неустойчивой.

Данного в этом разделе описания работы алфавитно-цифрового ЖКИ, управляемого контроллером Hitachi 44780, достаточно для того, чтобы начать эксперименты с подключением ЖКИ к микроконтроллеру. Имеется много интересных возможностей применения ЖКИ, особенно если использовать вывод программируемых символов. Множество различных приложений, описанных в этой книге, используют ЖКИ, и данные в соответствующих разделах примеры программ можно использовать в разработках. Однако в действительности не так трудно самостоятельно спроектировать и запрограммировать устройство, использующее ЖКИ.

1.4.2. Особенности использования для вывода информации символьно-числового дисплея фирмы Hewlett Packard HDSP-2502

Выбор устройства для системы отображения информации непосредственно связан с требованиями, налагаемыми на устройство в целом и на каждую его часть в отдельности. С одной

стороны, устройство индикации должно выводить информацию в наглядном, доступном для восприятия виде. С другой стороны, микродисплей должен программироваться с использованием как можно меньшего количества инструкций.

Рассмотрим символьно-числовой дисплей фирмы Hewlett Packard HDSP-2502.

Характеристики:

- HDSP-2502 включает в себя декодер ASCII кода, содержащий 128 знаков ASCII или 128 знаков Katakana;
- возможно программирование функции;
- 16 знаков, определяемых пользователем;
- многоуровневая яркость и гашение.

HDSP-2502 является ТТЛ-совместимой интегральной схемой КМОП.

HDSP-2502 представляет собой восьмизначный (один знак – матрица 5 x 7) символьно-числовой дисплей. Индикатор установлен в стандартный DIP корпус с 28 выводами. Встроенная интегральная схема позволяет декодировать 128 символов ASCII или Katana кода, который записан в ROM дисплея. Кроме них, в ОЗУ дисплея могут быть записаны 16 символов, определяемых пользователем. Для программиста при работе с HDSP-2502 доступны семь уровней яркости, изменяемых программно. От яркости свечения индикатора зависит энергия, потребляемая устройством.

Описание контактов и сигналов

Контакт	Описание
RESET (pin 1)	Инициализация дисплея
FLASH (pin 2)	Низкий уровень открывает доступ к Flash RAM, не зависит от уровней на линиях A ₃ - A ₄ .
ADDRES INPUTS (pins 3–6,10)	Каждой позиции в памяти соответствует определенное значение адреса. Адресные линии A ₀ -A ₂ устанавливают позицию в символьной памяти, Flash-памяти либо в ряду символов, определяемых пользователем (UDC User-Defined Character). В табл.3 описаны логические уровни, необходимые для доступа к каждой области памяти.

Таблица 3

	FLASH	A ₄	A ₃	A ₂ A ₁ A ₀
Flash RAM	0	X	X	Адрес символа
UDC адресный регистр	1	0	0	-
UDC RAM	1	0	1	Адрес ряда
Регистр контрольного слова	1	1	0	-
Символьная память	1	1	1	Адрес символа

CLOCK SELECT (pin 11)	Используется для выбора внутреннего либо внешнего сигнала Clock.
CLOCK INPUT/OUTPUT (pin 12)	Посылает основной (CLOCK SELECT=1) либо принимает (CLOCK SELECT =0) сигнал Clock.
WRITE (pin 13)	Данные записываются в дисплей в случае, если WRITE и CHIP ENABLE низкого уровня.
CHIP ENABLE (pin 17)	Для чтения или записи должен быть низкого уровня во время цикла и высокого уровня между циклами.
READ (pin 18)	Данные читаются из дисплея в случае, если READ и CHIP ENABLE низкого уровня.
DATA BUS (pins 19, 20, 23-28)	Шина данных. Используется для чтения и записи в дисплей.
GND (SUPPLY) (pin 15)	Аналоговая земля для устройств индикации.
GND (LOGIC) (pin 16)	Логическая земля устройств внешней логики.
V _{DD} (pin 14)	Положительное напряжение (+5В).

Для программирования дисплея необходимо обеспечить определенные условия, т. е. во время цикла записи и чтения необходимо обеспечить соответствие между сигналами на различных контактах, а также время и порядок следования управляющих сигналов. Диаграммы, иллюстрирующие эти особенности, представлены на рис. 18 и 19.

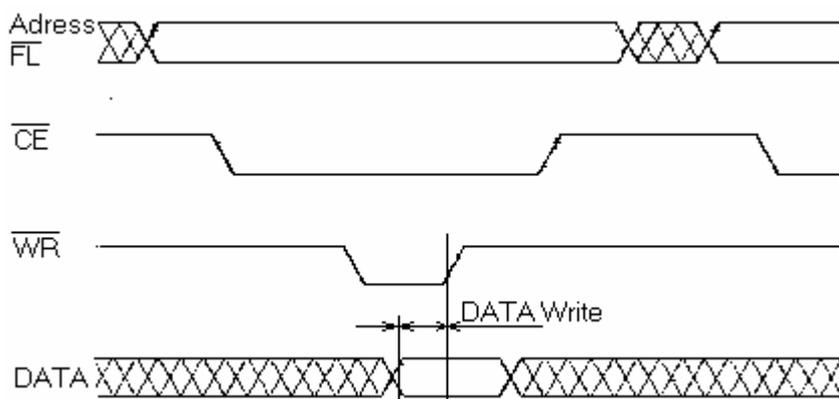


Рис. 18. Цикл записи

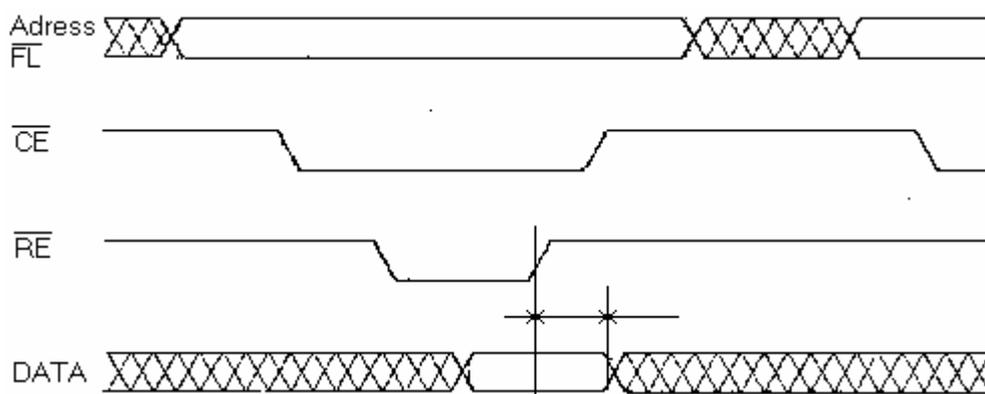


Рис. 19. Цикл чтения

Для вывода символа на индикаторе на его управляющих входах необходимо установить значения, показанные в табл. 4–7.

Таблица 4

Контрольные сигналы

RESET	CHIP ENABLET	WRITE	READ	
1	0	0	0	-
		0	1	Запись в дисплей
		1	0	Чтение дисплея
		1	1	-

Таблица 5

Адрес символьной памяти

FLASH	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	
1	1	1	Адрес символа			000- левый 111- правый

Таблица 6

Адрес символьной памяти

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
128 символов ASCII							
1	X	X	X	UDC код			

Таблица 7

Дисплей

DIG7	DIG6	DIG5	DIG4	DIG3	DIG2	DIG1	DIG0
000	001	010	011	100	101	110	111
Положение символа, который будет записан, определяется адресной линией							

Ошибочные данные могут быть записаны в символьную память в том случае, если неиспользуемый сигнал CHIP ENABLET остается сигналом низкого уровня, когда уровни сигналов READ и WRITE изменяются.

Для вывода информации в символьном виде используется дисплей компании Hewlett Packard HDSP-2502 (рис. 20,21.)

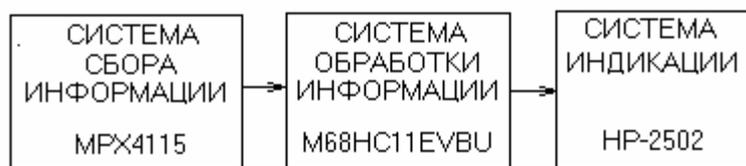


Рис. 20. Структурная схема измерения давления с отображением информации на символьно-числовом дисплее

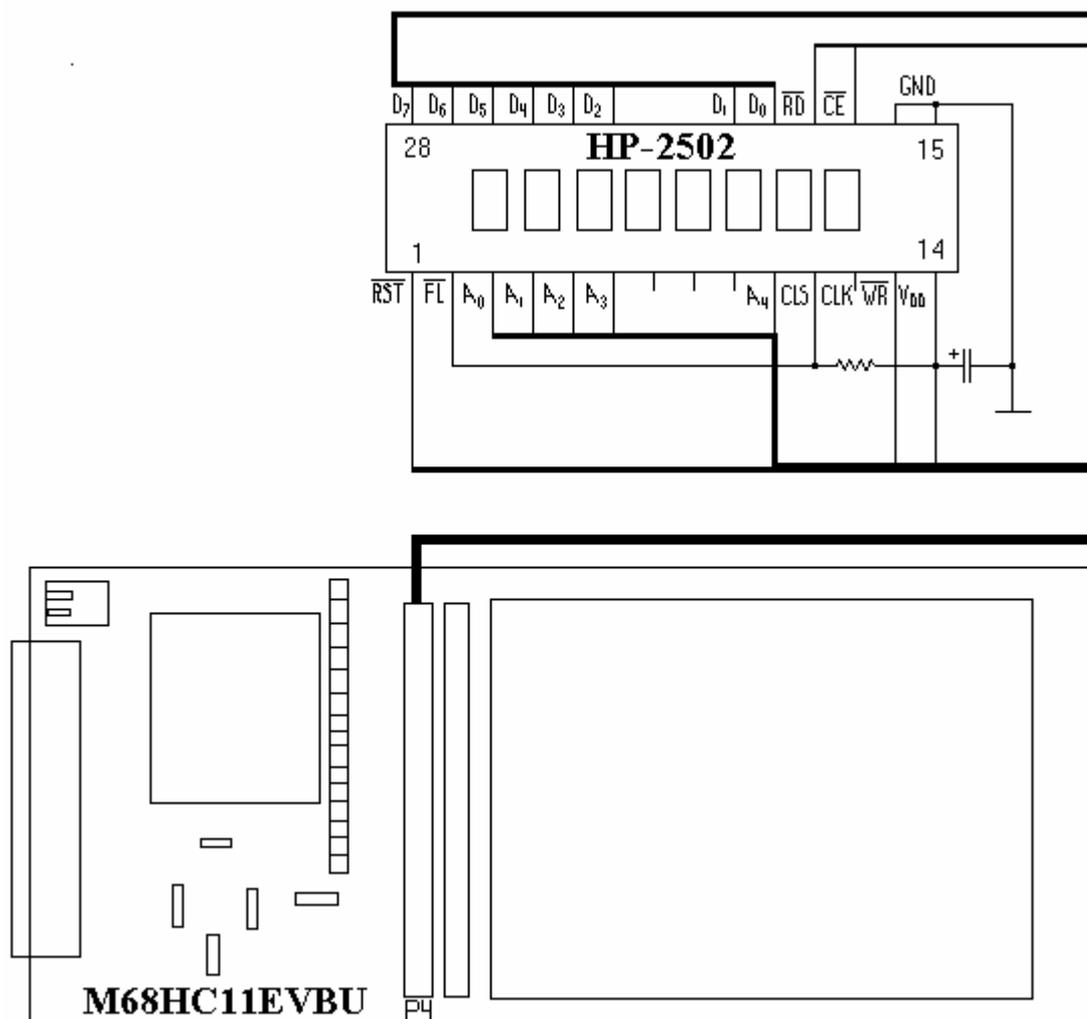


Рис. 21. Структурная схема сопряжения символьно-числового дисплея с отладочной платой

1.4.3. Подключение ЖКИ–индикатора фирмы Winstar WH1602 к микроконтроллерам фирмы Motorola

Структурная схема индикатора WH1602 и схема его подключения к микроконтроллеру приведена на рис. 22. Назначение выводов модуля индикатора приведено на рис. 23. Полное описание контроллера индикатора (HD44780) приведено в разделе 4.1.

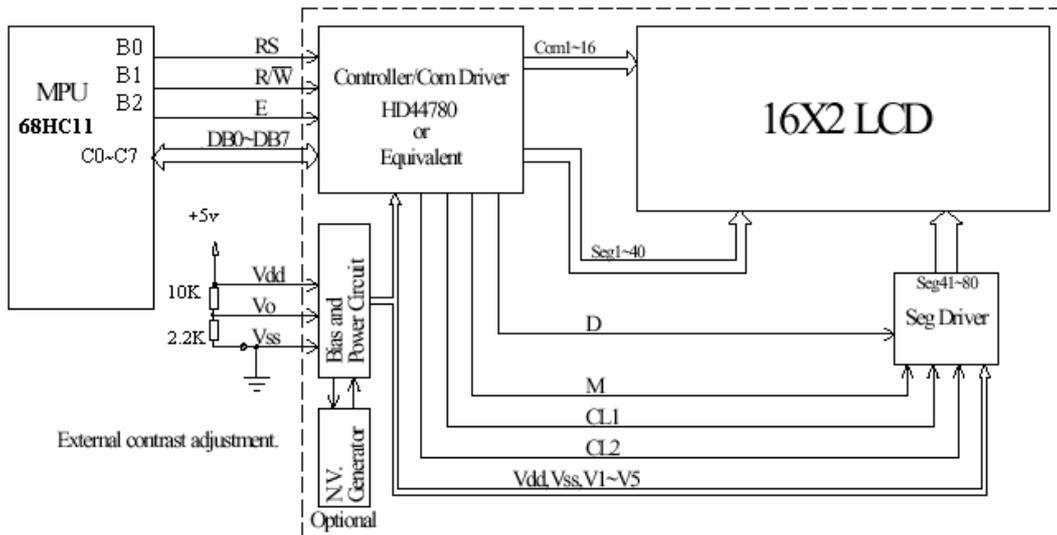


Рис. 22. Структурная схема и схема включения индикатора

PIN NO.	SYMBOL
1	Vdd
2	Vss
3	V0
4	RS
5	R/W
6	E
7	DB0
8	DB1
9	DB2
10	DB3
11	DB4
12	DB5
13	DB6
14	DB7

Рис. 23. Назначение выводов WH1602

Пример программы, выводящей на экран индикатора сообщения пользователя.

```
PIOC EQU $1002
PORTC EQU $1003
PORTB EQU $1004
DDRC EQU $1007
    ORG $0000
START: LDAA #$D0
    LDS #$0f7
    TAP ; запретить прерывания и инструкцию STOP
    LDAA #$0
    STAA PIOC ; настройка порта C
    LDAA #$FF
    STAA DDRC ; настройка направления порта C
    LDAA #0
    STAA PORTB
; инициализация режима работы индикатора
    LDAB #$38
    BSR C_OUT ; заслать команду
    LDAB #$0C
    BSR C_OUT
    LDAB #$06
    BSR C_OUT
    LDAB #$01 ; очистка индикатора
    BSR C_OUT
    BSR PRINT ; выводим строку
THIS BRA THIS ; и зависаем ...
*****
PRINT LDX #STRING1 ; подпрограмма вывода строк
;на экран
LOOP LDAB 0,X
    CMPB #0 ; до тех пор, пока не 0
    BEQ NEXT
    BSR D_OUT
    INX
    BRA LOOP
NEXT LDAB #$C0 ; переводим строку
    BSR C_OUT
    LDX #STRING2
```

```

LOOP2 LDAB 0,X
      CMPB #0
      BEQ EXIT
      BSR D_OUT
      INX
      BRA LOOP2
EXIT  RTS
BUSY  PSHB ; подпрограмма анализа состояния "Занято"
      LDAA #$0 ; установить порт C на ввод
      STAA DDRC
      LDAA #$02 ; установить R/W в 1
      STAA PORTB
WAIT  LDAA #$06 ; E = 1
      STAA PORTB
      LDAB PORTC ; прочитать состояние
      LDAA #$02 ; E = 0
      STAA PORTB
      ANDB #$80 ; бит занятости
      BNE WAIT ; ждем
      LDAA #$FF ; порт C на вывод
      STAA DDRC
      PULB
      RTS
C_OUT LDAA #$00 ; подпрограмма засылки команды
      STAA PORTB ; засылает байт в регистр
                        ; команд индикатора
      STAB PORTC ; из регистра B микроконтроллера
      LDAA #$4
      STAA PORTB
      LDAA #$00
      STAA rPORTB
      BSR BUSY ; анализ состояния "Занято"
      RTS
D_OUT LDAA #$01 ; подпрограмма засылки
                        ; байта данных в индикатор
      STAA PORTB ; из регистра B
      STAB PORTC
      LDAA #$5
      STAA PORTB

```

```
LDAA #$01
STAA PORTB
BSR BUSY ; анализ состояния "Занято"
RTS
STRING1 EQU *
FCC 'Motorola-'
FCB 0
STRING2 EQU *
FCC 'BSU'
FCB 0
```

1.4.4. Использование алфавитно-цифрового ЖКИ-модуля HD44780 фирмы PHILIPS на отладочной плате EB-552

Отладочная плата EB-552 предназначена для макетирования устройств на базе микроЭВМ семейства MCS-51. Плата содержит микроконтроллер PCF80C552 фирмы Philips, установленный в панельку, и имеет возможность установки других микроЭВМ семейства MCS-51 в корпусах DIP-40 со стандартным расположением выводов. Непосредственно на плате располагается эмулятор ПЗУ, позволяющий с помощью входящей в комплект программы-загрузчика загружать из компьютера отлаживаемую программу в формате Intel HEX через интерфейс RS-232 (рис. 24,25).

Помимо этого, плата содержит алфавитно-цифровой ЖКИ-модуль 24 x 2 или 20 x 4, энергонезависимые часы реального времени с интерфейсом I²C на базе микросхемы PCF8583, микросхему EEPROM AT24C64, а также разъем RJ-11 для подключения внешних устройств с шиной I²C. Все сигналы внутренней шины выведены вблизи макетного поля платы.

EB-552 – недорогое отладочное средство, позволяющее макетировать и отлаживать устройства на базе стандартных микроЭВМ семейства MCS-51 и усовершенствованного члена семейства MCS-51 80C552 фирмы Philips. Эта микроЭВМ программно и аппаратно совместима с 80C31 и в дополнение предоставляет 10-разрядный 8-канальный АЦП, аппаратную поддержку шины PC (режимы Slave и Master), Watchdog-таймер и дополнительные линии ввода/вывода.

Основной особенностью платы EB-552, обуславливающей удобство ее применения, является наличие непосредственно на плате эмулятора ПЗУ, позволяющего загружать отлаживаемую программу из компьютера и запускать на исполнение, а с помощью встроенного ЖКИ-модуля производить контроль результатов.

В состав платы входят: установленная в панельку микроЭВМ PCF80C552, панелька под установку микроЭВМ семейства MCS-51 в стандартных корпусах DIP-40 (для использования микроЭВМ в DIP-корпусах необходимо изъять из платы PCF80C552, и наоборот), 32 К ОЗУ, 32 К ОЗУ эмулятора, панелька под установку микросхем ПЗУ типа 27C256 (при поставке в нее установлена микросхема, содержащая программу-загрузчик для работы платы в режиме отладки), ЖКИ-модуль 24 x 2 или 40 x 4 на базе контроллера HD44780, подключенный к системной шине микроЭВМ с отображением портов управления в область ОЗУ, часы/календарь PCF8583 и EEPROM AT24C64, подключенные через шину PC с возможностью управления с помощью встроенного в PCF80C552 контроллера или характерным для большинства микроЭВМ семейства MCS-51 чисто программным способом. Помимо этого, плата содержит ряд логических микросхем, выполняющих функции дешифрации и формирования управляющих сигналов для работы основных элементов, а также формирования сигналов выборки для подключаемых к системной шине устройств пользователя.

Область ПЗУ располагается по адресам \$0000... \$7FFF (знак \$ обозначает шестнадцатеричное основание), область эмулятора ПЗУ по адресам \$8000... \$FFFF, область ОЗУ \$0000... \$7DFF. Область адресов \$7E00... \$7FFF предназначена для операций ввода/вывода. Обращение к области ввода/вывода строится соответствующими сигналами CS0... CS7, причем первые 7 выведены вблизи макетного поля для подключения дополнительных устройств, а последний зарезервирован для управления ЖКИ-модулем. Вся область ввода/вывода \$200 адресов поделена на 8 областей по \$40 адресов. Сигнал CS0 строит обращение по адресам \$7E00... \$7E3F, CS1 по адресам \$7E40... \$7E7F и т. д.

Для управления ЖКИ-модулем имеется одна адресная линия (RS), выбирающая внутренний регистр, и линия выбора операции

чтения/записи (R/W). Линия RS подключена к адресной линии A1, а R/W к АО, стробирующий сигнал ЖКИ-модуля CSLCD активизируется при обращении к области \$7FC0... \$7FFF. Таким образом, для управления ЖКИ-модулем определены следующие адреса: \$7FC0 – запись в регистр IR ЖКИ-модуля, \$7FC1 – чтение регистра IR (BF и AC), \$7FC2 – запись в регистр DR, \$7FC3 – чтение регистра DR. Чтобы избежать шинных конфликтов и выхода компонентов из строя, не производите операции чтения по адресам \$7FC0 и \$7FC2, и операции записи по адресам \$7FC1 и \$7FC3.

Для запуска отлаживаемой программы ее необходимо откомпилировать, начиная с адреса \$8000, в том числе и точки входов прерываний, которые соответствующим образом переносятся монитором-загрузчиком из области \$0000 в \$8000 командами JMP, и получить стандартный Intel HEX-файл.

После подачи на EB-552 напряжения питания или нажатия кнопки RES на экране отображается адрес E-mail фирмы КТЦ-МК, при этом плата находится в режиме ожидания получения HEX-файла через RS-232. HEX-файл передается из компьютера командой COPY в режиме 9600 бод с 1 старт-битом и 8 битами данных. Для того чтобы установить этот режим COM-порта, нужно выполнить команду MS-DOS MODE COM2 9600,n,8,1.

Когда HEX-файл полностью принят, программа автоматически запускается.

Если в режиме ожидания HEX-файла, не передавая HEX-файл, нажать на кнопку INTO/TO, то появляются дополнительные возможности.

Кнопка INTO перебирает возможные альтернативы, а TO позволяет выбрать необходимую.

- Load Hex to Buffer – загружает HEX-файл без автоматического запуска;
- Jump to 8000h – запускает выполнение программы с адреса \$8000,
- View RAM, from 0000 – просмотр содержимого ОЗУ;
- View eROM, from 8000 – просмотр содержимого эмулятора ПЗУ;

- Check hardware – производит тестирование микросхем ОЗУ и эмулятора ПЗУ, а также сканирует адреса шины РС, выводя адреса, по которым получен ответ.

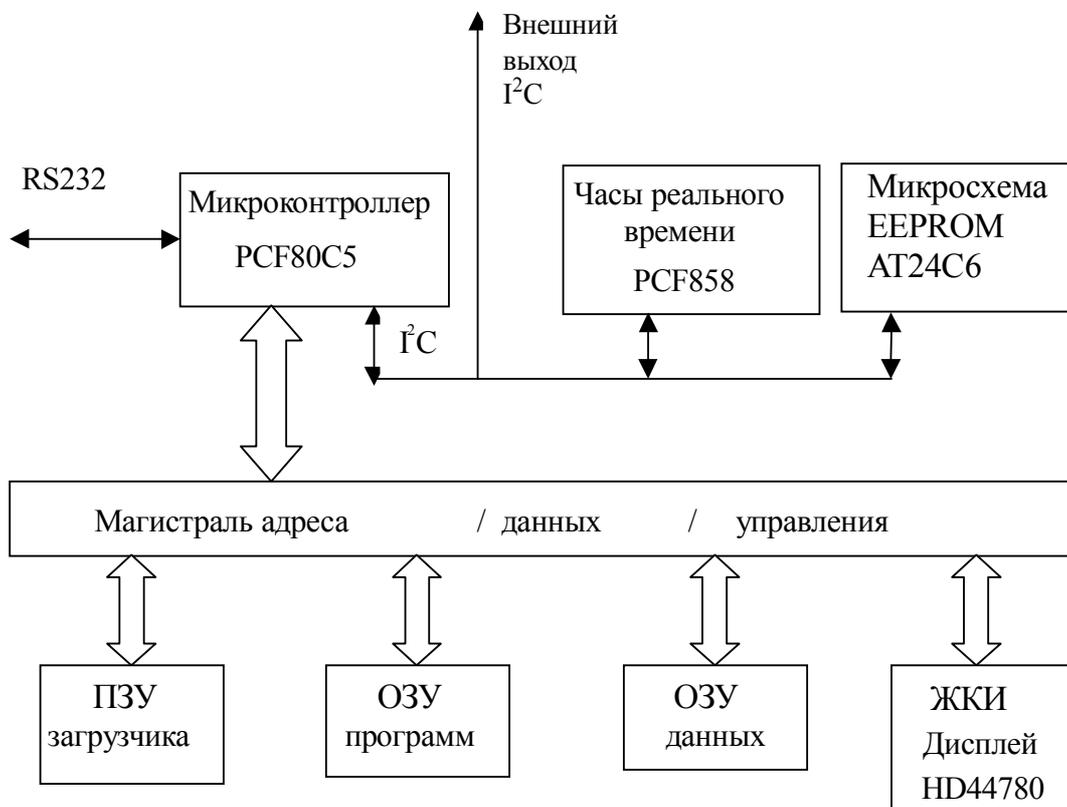


Рис.24. Структурная схема лабораторного стенда EB-522

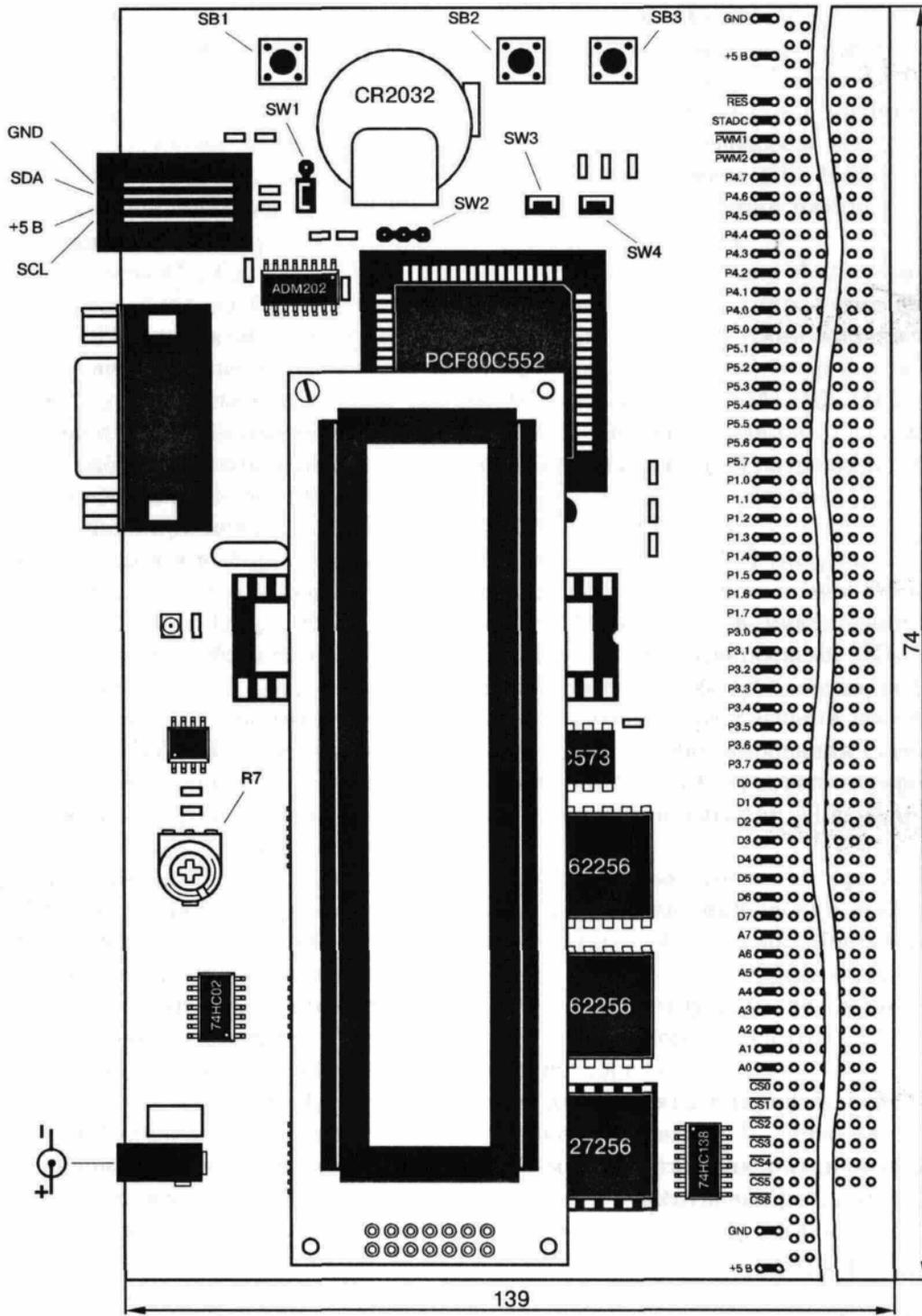


Рис. 25. Расположение элементов EB-552

Подстроечный резистор R7 позволяет плавно изменять напряжение питания драйвера ЖК-панели путем изменения потенциала на входе V0. Это необходимо для правильной установки режима работы модуля, так как различные ЖК-материалы и конструкции ЖК-панелей могут иметь существенно различающиеся характеристики, что, к примеру, может привести к полному отсутствию изображения на одном ЖКИ-модуле, включенном в схему с настройкой резистора R7 для другого.

Кроме того, ЖКИ, предназначенные для работы при отрицательных температурах, требуют повышенного напряжения питания драйвера, для чего на вход V0 необходимо подать отрицательное напряжение (-1... -3 В). Для реализации этой возможности на плате EB-552 установлен маломощный преобразователь напряжения на основе микросхемы MAX660 (DA1).

В общем случае для активизации работы ЖКИ-модуля можно рекомендовать следующую последовательность действий. Подайте напряжение питания на плату EB-552 и поворачивайте движок резистора R7. После подачи напряжения питания модуль включается в режим развертки одной верхней строки. Сегменты этой строки должны менять свое состояние от прозрачного до непрозрачного, что является свидетельством работоспособности драйверов ЖКИ. Установите движок в такое положение, при котором изображение сегментов в верхней строке едва проступает на основном фоне ЖКИ. Теперь ЖКИ-модуль готов к приему и отображению информации. После того, как вы добьетесь отображения на индикаторе какого-либо текста, вы сможете более точно отрегулировать изображение в соответствии с необходимой контрастностью и требуемым углом наблюдения.

2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.

2.1. Лабораторная работа № 1.

ЭЛЕМЕНТЫ ИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ РЕГИСТРОВЫХ СТРУКТУР

Задания к лабораторной работе

1. Получить задание преподавателя и синтезировать цифровой автомат управления включением освещения лестничной площадки многоэтажного дома (рекомендуется использовать микросхемы К155ЛП5).
2. Собрать синтезированный цифровой автомат, спаять один из трех вариантов схем логических пробников (рис. 1, 4), отладить с помощью логических пробников цифровой автомат и продемонстрировать преподавателю.
3. Используя дешифратор К514ИД2 и семисегментный индикатор АЛС 324, спаять систему отображения информации на ССИ (см. рис.7).
4. Составить таблицу соответствия кодов числа, поступающего на ССИ, и типом высвечиваемого символа.
5. Изучить схему мультиплексного управления 8-разрядным семисегментным индикатором (см. рис. 8).

2.2. Лабораторная работа № 2.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДИСПЛЕЯ НА ССИ И СВЕТОДИОДНОЙ МАТРИЦЕ К МПС. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕЖИМА ДИНАМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ

Задания к лабораторной работе

1. Изучить программу включения сегментов пятой ячейки дисплея с помощью кода, задаваемого со входного устройства микроЭВМ (см. программу 1).
2. Изучить программу, обеспечивающую мультиплексный режим работы дисплея (см. программу 2).
3. Вывести на экран дисплея заданное преподавателем сообщение (фамилию студента) в статическом режиме.

4. Вывести на экран дисплея заданное преподавателем сообщение в динамическом режиме (изображение должно равномерно перемещаться).
5. Изучить назначение, устройство и перечень сигналов, выведенных на ТЭЗ ПС.
6. Разобрать структурную и принципиальную электрическую схемы подключения светодиодной матрицы к МПС в приставке ПС. Особое внимание уделить анализу функций, выполняемых в схеме микросхемами К580ВВ55, К155ЛП7, К155ЛА13, К155ЛА3.
7. Разобрать работу тестовой программы, записанной в ППЗУ приставки ПС, по адресам 8000h – 8088h.
8. Получить задание у преподавателя и вывести на светодиодную матрицу приставки ПС заданный узор.

2.3. Лабораторная работа № 3.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЖКИ И СИМВОЛЬНО-ЧИСЛОВЫХ ДИСПЛЕЕВ К МИКРОКОНТРОЛЛЕРУ И МПС

Задания к лабораторной работе

1. Ознакомиться с управлением ЖКИ на базе контроллера Hitachi 44780.
2. Изучить возможности малого символьно-числового дисплея фирмы Hewlett Packard HDSP-2502.
3. Подключить символьно-числовой дисплей к плате EVBU фирмы Motorola в соответствии с рис. 21.
4. Написать программу вывода на символьно-числовой дисплей:
 - а) ФИО;
 - б) номер курса и группы.
5. Подключить к плате EVBU фирмы Motorola ЖКИ WH1602 в соответствии с рис. 22:
 - а) написать программу, выводящую на ЖКИ ФИО студента (статический режим);
 - б) вывести ФИО студента в режиме бегущей строки;
 - в) выяснить, какой набор символов используется в данном варианте индикатора.

2.4. Лабораторная работа № 4.

ОТОБРАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЕ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА 80C552

Задания к лабораторной работе

1. Подключить оценочную плату EV-552 к ПЭВМ.
2. Написать программу, выводящую на встроенный ЖКИ платы ФИО студента.
3. Написать программу опроса встроенных на плату кнопок INT0 и T0. Осуществить вывод названия нажатой кнопки на индикатор.

Контрольные вопросы к лабораторным работам

1. Сколько доступных элементов структуры имеет контроллер ЖКИ?
2. Построить программную модель контроллеров рассмотренных индикаторов.
3. Описать режимы работы индикаторов.
4. Какой набор символов используется в рассмотренных индикаторах?
5. Описать назначение внешних выводов панели индикаторов.
6. Описать процедуру инициализации индикаторов. В каком режиме индикатор находится после включения питания?

ЛИТЕРАТУРА

1. Микропроцессоры. Том 1-3 / Под ред. Л. Н. Преснухина. Мн.: Вышэйш. шк., 1987.
2. Шалатонин И. Методические указания к учебному практикуму по разделу “Функционирование и программирование на языке ассемблера микропроцессорных систем обработки информации”. Мн., 1992.
3. CD Hewlett Packard. Eight Character 5mm and 7mm Intelligent Alphanumeric Displays. Technical Data.
4. Семейство 80C51. 8x552, 1997 КТЦ-МК.
5. Алфавитно-цифровые ЖКИ-модули: Руководство по применению. 1-е изд. 1998. КТЦ-МК.
6. 80C552. Single-chip 8-bit microcontroller © Philips Electronics North America Corporation 1995.
7. Общие положения и введение в логику работы шины I²C. Практические рекомендации. 1-е изд. © 1997. КТЦ-МК.
8. The I²C-bus and how to use it. © 1997. Philips.
9. Микросхемы серии 24Cxx фирмы Atmel: Руководство по применению. 2-е изд. © 1997. КТЦ-МК.
10. Микросхема часов PCF8583: Руководство по применению. 1-е изд. © 1997. КТЦ-МК.
11. Алфавитно-цифровые ЖКИ-модули: Руководство по применению. 1-е изд. © 1998. КТЦ-МК.
12. Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Том. 1. М.: Постмаркет, 2001.
13. Угрюмов Е. Цифровая схемотехника. СПб.: БХВ-Петербург, 2001.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
ПРИМЕРЫ ПРОГРАММ ФОРМИРОВАНИЯ
БЕГУЩЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СТРОКИ

Результаты Трансляции		Программа на языке АССЕМБЛЕР			
Адрес ЯП	Содержимое ЯП	Метка	Мнемоника операций	Операнды	Комментарии
Головная программа					
0800	16	MAIN :	MVI	D, 00	Номер буквы в 6-ом индикаторе
0801	00				
0802	26		MVI	H, 09	Старший байт адреса буквы
0803	09				
0804	06	M1:	MVI	B, 10	Количество повторов цикла
0805	10				
0806	6A	LOOP:	MOV	L, D	Младший байт адреса буквы
0807	0E		MVI	C, 40	(0100 0000)
0808	40				
0809	CD		CALL	PROC:	Вызов процедуры PROC
080A	20				
080B	08				
080C	05		DCR	B	Уменьшение счетчика цикла

Продолжение

080D	C2		JNZ	LOOP:	На начало цикла
080E	06				
080F	08				На номер следующей буквы в 6-ом индикаторе
0810	14		INC	D	A< - D
0811	7A		MOV	A, D	Сравниваем с 11
0812	FE		CPI	0B	(колич. букв + 5 пробелов)
0813	0B				Если не предел,
0814	C2		JNZ	M1:	То переход на M1:
0815	04				
0816	08				
0817	C3		JMP	MAIN:	Безусловный переход на MAIN:
0818	00				
0819	08				
Процедура PROC					
0820	7E	PROC:	MOV	A, M	A< - букву по адресу HL
0821	D3		OUT	Cт	Вывод кода буквы в регистр сегментов
0822	F9				
0823	79		MOV	A, C	

Продолжение

0824	D2		JNC	MC:	Если $c=0$, то
0825	28				следующую команду
0826	08				не выполнять
0827	3F		CMC		Инвертируем C
0828	1F	MC:	RAR		Сдвинуть вправо
0829	D3		OUT	Ск	Вывод номера индикатора
082A	F8				
082B	4F		MOV	C, A	$C \leq A$
082C	CD		CALL	DELAY:	Вызов задержки
082D	29				
082E	04				
082F	AF		XRA	A	Очистить A
0830	D3		OUT	Сг	Погасить букву
0831	F9				
0832	D3		OUT	Ск	
0833	F8				
0834	2D		DCR	L	Уменьшить адрес кода буквы
0835	7D		MOV	A, L	$L \leq A$
0836	FE		CPI	FF	Если $A=0$, то
0837	FF				пропустить

Окончание

0838	C2		JNZ	M2:	следующую команду
0839	3D				
083A	08				
083B	2E		MVI	L, 0A	L:=0A
083C	0A				
083D	79	M2:	MOV	A, C	A<= C
083E	FE		CPI	00	Сравнить с 0
083F	00				
0840	C2		JNZ	PROC:	Если все 6 индикаторов
0841	20				прошли, то выход из PROC
0842	08				
0843	C9		RET		

Инструкция для программиста

Длина бегущей строки может быть любой, не превышающей 256 символов. Под длиной строки подразумевается число символов фразы и пяти пробелов в конце строки. Пробелы нужны для того, чтобы конец строки не сливался с ее началом при повторе.

Число, характеризующее длину строки, вводится при программировании микропроцессора по адресу 0813h.

В программе длина строки равна 0Bh.

Слово вводится, начиная с адреса 0900, а потом пять пробелов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
ПРИМЕРЫ ПРОГРАММ ФОРМИРОВАНИЯ
ДИНАМИЧЕСКИХ УЗОРОВ, ЗАПИСАННЫХ В ПЗУ
ПРИСТАВКИ ПС.

Адрес	Машиный код	Метка	Мнемокод	Комментарии
8100	3E		MVI A, 90	A ← 90 Формирование кода
8101	90			управляющего слова (УС) для ППИ
8102	D3		OUT PORTW	Вывести в порт по адресу PORTW
8103	03			управляющее слово
8104	DB	SCAN:	IN PORTA	Опросить регистр клавиатуры
8105	00			
8106	FE	SCAN1:	CPI FE	Сравнить регистр клавиатуры с
8107	FE			числом FE
8108	CA		JZ BUT1:	Если была нажата первая кнопка,
8109	54			то переход на процедуру обработки
810A	81			события (нажатия кнопки)
...				Переход по нажатию второй кнопки
8110	FE		CPI FB	Сравнить регистр клавиатуры с
8111	FB			числом FB
8112	CA		JZ BUT3:	Если была нажата третья кнопка, то переход на процедуру обработ-
8113	7D			
8114	82			

				ки события. Аналогично осуществляются переходы по нажатиям 4–8 кнопок
--	--	--	--	---

Продолжение

812E	C3		JMP SCAN:	Переход на начало цикла опроса
812F	04			
8130	81			
Программа изображения кадра узора				
8131	0E	FRAME:	MVI C,05	C ← 05
8132	05			
8133	06		MVI B,FE	B ← FE
8134	FE			
8135	AF	NEXT:	XRA A	Обнулить аккумулятор
8136	2F		CMA	Инвертировать аккумулятор
8137	D3		OUT PORTC	Вывести в PORTC
8138	02			
8139	78		MOV A,B	A ← B
813A	D3		OUT PORTB	Вывести в PORTB
813B	01			
813C	07		RLC	Сдвиг аккумулятора влево
813D	47		MOV B,A	B ← A
813E	7E		MOV A,M	A ← M
813F	D3		OUT PORTC	Вывести в PORTC
8140	02			
8141	3E		MVI A,FF	A ← FF
8142	FF			
8143	3D	M:	DCR A	A – 1
8144	C2		JNZ M:	Переход на метку M1:
8145	43			
8146	81			
8147	23		INX H	HL +1
8148	0D		DCR C	C – 1

Продолжение

8149	C2		JNZ NEXT:	Переход на метку NEXT:
814A	35			
814B	81			
814C	DB		IN PORTA	Опросить регистр клавиатуры
814D	00			
814E	FE		CPI FF	Сравнить регистр клавиатуры с
814F	FF			числом FF
8150	C2		JNZ SCAN1:	Переход на метку SCAN1:
8151	06			
8152	81			
8153	C9		RET	Возврат из подпрограммы

Начало подпрограммы формирования третьего узора				
827D	16	BEG3:	MVI D,10	D ← 10
827E	10			
827F	21	LP31:	LXI HL,82A4	HL ← 82A4
8280	A4			
8281	82			

Продолжение

8282	CD		CALL FRAME:	Вызов программы изображения
8283	31			Кадра узора
8284	81			
8285	15		DCR D	D – 1
8286	C2		JNZ LP31:	Переход на начало цикла
8287	7F			
8288	82			
8289	16		MVI D,10	D ← 10
828A	10			
828B	21	LP32:	LXI HL,82A9	HL ← 82A9
828C	A9			
828D	82			
828E	CD		CALL FRAME:	Вызов программы изображения
828F	31			кадра узора
8290	81			
8291	15		DCR D	D – 1
8292	C2		JNZ LP32:	Переход на начало цикла
8293	8B			
8294	82			
8295	16		MVI D,10	D ← 10
8296	10			
8297	21	LP33:	LXI HL,82AE	HL ← 82AE
8298	AE			
8299	82			
829A	CD		CALL FRAME:	Вызов программы изображения
829B	31			кадра узора
829C	81			
829D	15		DCR D	D – 1
829E	C2		JNZ LP33:	Переход на начало цикла
829F	97			
82A0	82			

Окончание

82A1	C3		JMP BEG3:	Начало подпрограммы обработки
82A2	7D			третьего узора
82A3	82			
В ячейках 82A4-82B3 записаны коды кадров третьего узора.				

Инструкция для программиста .

Начиная с адреса 8254, записаны подпрограммы обработки узоров (см. пример подпрограммы обработки узора).

Образцы узоров:

1. Слово КИБЕРНЕТИКА.
2. Гармонические колебания.
3. Косые линии.
4. Расходящиеся уголки.
5. Расходящиеся столбцы.
6. Взрыв.
7. Вращение по часовой стрелке.
8. Вращение против часовой стрелки.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ	3
1.1. УСТРОЙСТВА ИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ РЕГИСТРОВЫХ СТРУКТУР	3
1.2. ПРОГРАММНО - АППАРАТУРНЫЕ МЕТОДЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДИСПЛЕЯ К УЧЕБНОЙ МИКРОЭВМ УМК	12
1.2.1. Учебный микропроцессорный комплект.....	12
1.2.2. Организация мультиплексного режима работы дисплея.....	14
1.3. ИНДИКАЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДНОЙ МАТРИЦЫ	15
1.3.1. Описание устройства и краткие сведения из теории	15
1.3.2. Структурная схема приставки ПС:.....	17
1.4. СИСТЕМЫ ИНДИКАЦИИ НА БАЗЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ	22
1.4.1. Управление жидкокристаллическим индикатором.....	22
1.4.2. Особенности использования для вывода информации символьно-числового дисплея фирмы Hewlett Packard HDSP-2502	29
1.4.3. Подключение ЖКИ–индикатора фирмы Winstar WH1602 к микрононтролерам фирмы Motorola	35
1.4.4. Использование алфавитно-цифрового ЖКИ-модуля HD44780 фирмы PHILIPS на отладочной плате EB-552	38
2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.....	44
2.1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.	44
2.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.	44
2.3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.	45
2.4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.	46
Литература.....	47
Приложение 1	48
Приложение 2	52

Учебное издание

**УСТРОЙСТВА ИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ
РЕГИСТРОВЫХ СТРУКТУР,
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ МЕТОДЫ
ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДИСПЛЕЯ
К МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ
СИСТЕМЕ**

**Методические указания
к лабораторному практикуму**

**Для студентов специальностей
G 31 04 02 “Радиофизика”,
G 31 04 03 “Физическая электроника”**

**Автор - составитель
Шалатонин Иван Алексеевич**

**В авторской редакции
Технический редактор *Т.К. Раманович*
Корректор *Р.П. Кадырко***

Ответственный за выпуск *И.А.Шалатонин*

Подписано в печать 16.01.2003. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 3,37. Уч.- изд. л. 3,08. Тираж 30 экз. Зак.

Белорусский государственный университет.
Лицензия ЛВ №315 от 14.07.98.
220050, Минск, проспект Франциска Скорины, 4.

Отпечатано на копировально-множительной технике
факультета радиофизики и электроники
Белорусского государственного университета.
220064, Минск, ул. Курчатова, 5.