



РАДИОЛЮБИТЕЛЮ О МИКРОПРОЦЕССОРАХ И МИКРО-ЭВМ

ДИСПЛЕЙНЫЙ МОДУЛЬ

счета при достижении максимального и минимального значений параметра. Начальные условия (например, необходимый уровень громкости при включении) зависят от подачи на соответствующие входы D1, D2, D4, D8 реверсивных счетчиков D16 и D17 уровней 0 и 1. Для этого их соединяют с выходом элемента D15.2 или подают напряжение +5 В через резистор R8. При соединениях, показанных на рис. 2, после подачи напряжения питания на выходы реверсивных счетчиков, а следовательно, всего регулятора появляются уровни, соответствующие коду 00001111.

Для плавной линейной регулировки, например громкости, к выходам устройства необходимо подключить регулирующийся каскад. Его схема для четырехразрядного варианта сенсорного устройства приведена на рис. 3. Параметр, в данном случае громкость, регулируется за счет изменения коэффициента отрицательной обратной связи операционного усилителя А1 по переменному току преобразователем код-сопротивление на инверторах микросхемы D1 и резисторах R4—R7. Для улучшения линейности регулировки резисторы R4—R7 в преобразователе желательно подобрать с высокой точностью. При использовании восьмиразрядного сенсорного регулятора расширяют преобразователь до восьми входов так, чтобы сопротивления соседних резисторов отличались в два раза, а наименьшее сопротивление было не менее 5 кОм.

Управлять сенсорным регулятором можно и так называемыми квазисенсорами — кнопочными переключателями, исключив элементы 1 и 2 микросхем D1—D5, а также элемент D6.4 и микросхемы D7, D9. Каждый вывод 9 и 12 микросхем D1—D5 через резисторы сопротивлением 1...3 кОм подключают к плюсовому выводу источника напряжения +5 В и к неподвижным контактам переключателей. Их подвижные контакты соединяют с общим проводом.

Двоичные реверсивные счетчики K155IE7 можно заменить счетчиками, собранными на более распространенных микросхемах серии K155. На рис. 4 изображена принципиальная схема двухразрядного реверсивного счетчика на D-триггерах. Для получения необходимого числа разрядов устанавливаются несколько таких счетчиков (в данном случае 4), соединив выходы «<0», «>3» каждого счетчика со входами «-1», «+1» следующего счетчика соответственно. Для установки начальных условий и ограничения счета используют входы «Уст. 0», «Уст. 1».

Требования к сенсорам указаны в статье автора «Сенсорные переключатели» («Радио», 1982, № 5, с. 33).

г. Москва

С. КОПЫЛОВ

В наше время основным средством общения человека с ЭВМ является дисплей. В предыдущей статье мы рассказали, каким образом дисплей может быть подключен к микро-ЭВМ. При этом под дисплеем мы подразумевали самостоятельное устройство, подчас даже более сложное, чем сама микро-ЭВМ. В этой статье мы опишем дисплейный модуль, который является составной частью нашей микро-ЭВМ и может быть подключен к любому телевизору для отображения информации на его экране в виде символов. Часть функций нашего дисплея будет реализована аппаратно, часть — программно. Разделение функций на технически и программно реализуемые позволяет значительно упростить конструкцию микропроцессорных устройств.

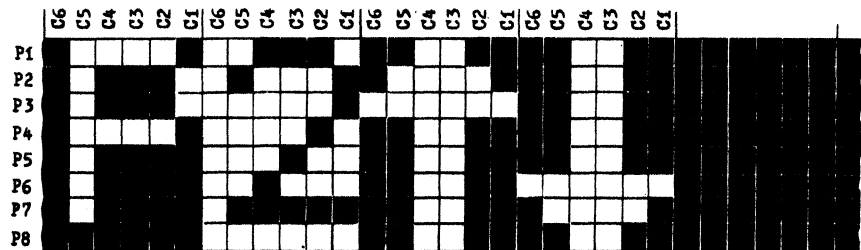
Основная задача дисплейного модуля — формировать на экране телевизора символы. Делают это засветкой отдельных точек телевизионного раstra. Символы на экране расположены на определенных позициях — знакоместах. На рис. 1 показан пример формирования символов. Каждое знакоместо занимает на экране 8 строк телевизионного раstra, а на каждой

строке раstra (в пределах одного знакоместа) в зависимости от отображаемого символа может высвечиваться до шести точек. По горизонтали знакоместа расположены вплотную одно к другому, образуя ряды знакомест, которые по вертикали отделены друг от друга двумя незасвеченными строками раstra.

Наш дисплейный модуль позволяет вывести на экран 32 строки символов по 64 символа в каждой, что соответствует примерно одной странице текста с обыкновенной пишущей машинки. Точки в столбцах С6 и строках Р8 каждого знакоместа в изображении алфавитно-цифровых символов не участвуют, поэтому на экране образуются промежутки между символами. В отображении графических символов участвуют все 48 точек знакоместа. На рис. 1 в качестве примера таких символов показаны стрелки, направленные вверх и вниз. Набирая мозаику из таких символов, на экране телевизора можно образовывать различные графические изображения.

При работе с дисплеем необходимо как-то помечать на экране то место, куда будет выведен очередной знак. Для этого служит специальный сим-

Рис. 1



вол — курсор. Обычно для курсора используют символ подчеркивания или же полностью засвеченное знакоместо. Именно так и сделано в нашем дисплее. Если курсор указывает на позицию, не занятую другим символом, то это просто светящийся прямоугольник, если же на этой позиции уже есть какой-либо символ, то он отображается в инверсном виде — в виде черных точек на светлом фоне знакоместа. На рис. 1 таким образом отображена цифра 2. При выведении нового знака курсор автоматически перемещается на очередное знакоместо.

На рис. 2 представлена структурная схема дисплейного модуля. Каждому знакоместу на экране телевизора здесь соответствует одна из 2048 7-разрядных ячеек ОЗУ страницы модуля. Содержимое всех ячеек ОЗУ страницы считывается в течение развертки каждого кадра телевизионного изображения для постоянного обновления изображения на экране. При этом одновременно считывается информация и из ОЗУ курсора, состоящего из 2048 однобитовых ячеек памяти. Наличие единицы в какой-либо ячейке ОЗУ курсора ведет к тому, что символ из соответствующей ячейки ОЗУ страницы будет отображен на экране в инверсном виде.

ОЗУ страницы и курсора являются частью памяти микро-ЭВМ (они расположены соответственно по адресам **E800N—EFFFFH** и **E000H—E7FFFH**). Микропроцессор может записывать данные (но не считывать) в эти области ОЗУ так же, как и в любые другие. Для вывода символа на экран на определенное знакоместо микропроцессор должен записать его код в соответствующую ячейку ОЗУ страницы. Затем в ОЗУ курсора микропроцессор помещает 1 в ячейку, соответствующую новому положению курсора и стирает ее в предыдущей.

Соответствие между адресами ячеек и положением символа на экране достигнуто тем, что адрес кода символа в ОЗУ страницы и курсора формируется дисплейным модулем в зависимости от текущего положения луча на экране, которое определяется работой генераторов строчной и кадровой разверток телевизора. Синхронизация этих генераторов происходит импульсами, вырабатываемыми синхрогенератором дисплейного модуля. Состояние счетчиков рядов знакомест и знакомест в ряду и определяют адреса соответствующих ячеек памяти ОЗУ страницы и курсора, формируемые дисплейным модулем. Эти адреса, а также адреса с адресной шины микро-ЭВМ поступают в ОЗУ страницы через мультиплексор, управляемый сигналами дешифраторов ДШ1 и ДШ2. Появление на адресной шине микро-ЭВМ любого адреса, лежащего между

E000H и **EFFFFH**, ведет к передаче его на адресные входы ОЗУ страницы или курсора. В любом другом случае на адресные входы поступают коды, формируемые счетчиками дисплейного модуля.

Модуляция луча кинескопа (засветка точек на экране) происходит сигналами, поступающими с выхода сдвигового регистра, в который предварительно должен быть занесен код из ППЗУ знакогенератора. Каждому отображаемому символу в ППЗУ знакогенератора соответствует группа из восьми последовательно расположенных ячеек памяти. В них записана информация о том, какие точки восьми строк раstra внутри знакоместа необходимо высветить при отображении соответствующего знака. В табл. 1 приведено содержимое ППЗУ знакогенератора. Для примера можно указать, что в ячейках ППЗУ с 390H по 397H хранится информация для отображения буквы «Р».

Начальный адрес группы ячеек однозначно определен кодом отображаемого символа, поступающим на адресные линии **A3—A9** ППЗУ с выхода ОЗУ страницы. На адресные линии **A0—A2** поступает код со счетчика строк раstra внутри знакомест, определяющий, из какой ячейки ППЗУ в выбранной группе будет считан код для модуляции луча. В течение развертки одной строки раstra этот код остается неизменным, в то время как коды на адресных линиях **A3—A9** могут меняться в зависимости от отображаемых символов при достижении лучом каждого нового знакоместа.

Принципиальная электрическая схема дисплейного модуля изображена на рис. 3. На элементах D45.1, D45.2 собран тактовый генератор с частотой колебаний 8 МГц. Сигнал с выхода тактового генератора, предварительно поделенный счетчиками D37, D38 до частоты 250 кГц, поступает на вход

0000	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	C7	C7	C7	C7	FF	FF	FF	FF
0010	F8	F8	F8	F8	FF	FF	FF	FF	FF	C0	C0	C0	C0	FF	FF	FF	FF
0020	FF	FF	FF	FF	F8	F8	F8	F8	F8	C7	C7	C7	C7	F8	F8	F8	F8
0030	F8	F8	F8	F8	F8	F8	F8	F8	F8	C0	C0	C0	C0	F8	F8	F8	F8
0040	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	F3	F3	C0	D2	F3	F3	ED	DE
0050	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	F3	E1	C0	F3	F3	F3	F3	F3
0060	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0070	F7	F3	D1	C0	C0	D1	F3	F7	F3	F3	F3	F3	F3	C0	E1	F3	
0080	FF	FF	FF	FF	C7	C7	C7	C7	C7	C7	C7	C7	C7	C7	C7	C7	C7
0090	F8	F8	F8	F8	C7	C7	C7	C7	C7	C0	C0	C0	C0	C7	C7	C7	C7
00A0	FF	FF	FF	FF	C0	C0	C0	C0	C7	C7	C7	C7	C0	C0	C0	C0	C0
00B0	F8	F8	F8	F8	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0
00C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
00D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3
00E0	FF	FF	FF	C0	C0	FF	FF	FF	FF	F8	F3	E2	C0	C0	E2	F3	F8
00F0	C7	DF	DF	D8	C2	FA	FA	FA	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
0100	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	F8	F8	F8	F8	F8	FF	F8	FF
0110	F5	F5	F5	FF	FF	FF	FF	FF	FF	F5	F5	E0	F5	E0	F5	F5	FF
0120	F8	F0	EB	F1	FA	E1	F8	FF	FF	E7	E6	FD	F8	F7	EC	FC	FF
0130	F8	F5	F5	F3	EA	ED	F2	FF	FF	F9	F9	FD	F8	FF	FF	FF	FF
0140	FD	F8	F7	F7	F7	F8	FD	FF	FF	F7	F8	FD	FD	FD	F8	F7	FF
0150	FF	F8	EA	F1	EA	F8	FF	FF	FF	FF	F8	F8	E0	F8	F8	FF	FF
0160	FF	FF	FF	F3	F3	F8	F7	FF	FF	FF	FF	FF	E0	FF	FF	FF	FF
0170	FF	FF	FF	FF	FF	F3	F3	FF	FF	FE	FD	F8	F7	EF	FF	FF	FF
0180	F1	EE	EC	EA	E6	EE	F1	FF	FF	F8	F3	F8	F8	F8	F8	F1	FF
0190	F1	EE	FE	F9	F7	EF	E0	FF	FF	E0	FE	FD	F9	FE	EE	F1	FF
01A0	FD	F9	F5	ED	E0	FD	FD	FF	FF	E0	EF	E1	FE	FE	EE	F1	FF
01B0	F8	F7	EF	E1	EE	EE	F1	FF	FF	E0	FE	FD	F8	F7	F7	F7	FF
01C0	F1	EE	EE	F1	EE	EE	F1	FF	FF	F1	EE	EE	F0	FE	FD	E3	FF
01D0	FF	F3	F3	FF	FF	F3	F3	FF	FF	F3	F3	FF	F3	F3	F8	F7	FF
01E0	FD	F8	F7	EF	F7	F8	FD	FF	FF	FF	FF	E0	FF	E0	FF	FF	FF
01F0	F7	F8	FD	FE	FD	F8	F7	FF	FF	F1	EE	FE	FD	F8	FF	F8	FF

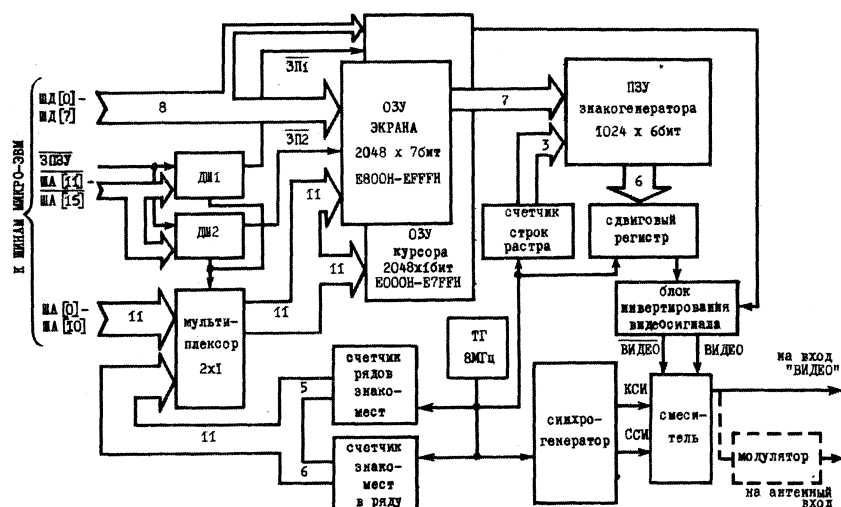


Рис. 2

Таблица 1

0200	F1	EE	EC	EA	EB	EF	F1	FF	FB	F5	EE	EE	E0	EE	EE	FF
0210	E1	EE	EE	E1	EE	EE	E1	FF	F1	EE	EF	EF	EF	EE	F1	FF
0220	E1	F6	F6	F6	F6	F6	E1	FF	E0	EF	EF	E1	EF	EF	E0	FF
0230	E0	EF	EF	E1	EF	EF	EF	FF	F1	EE	EF	EF	EC	EE	F0	FF
0240	EE	EE	EE	E0	EE	EE	EE	FF	F1	FB	FB	FB	FB	FB	F1	FF
0250	FE	FE	FE	FE	EE	EE	F1	FF	EE	ED	EB	E7	EB	ED	EE	FF
0260	EF	EF	EF	EF	EE	EE	E0	FF	EE	E4	EA	EA	EE	EE	EE	FF
0270	EE	EE	E6	EA	EC	EE	EE	FF	F1	EE	EE	EE	EE	EE	F1	FF
0280	E1	EE	EE	E1	EF	EF	EF	FF	F1	EE	EE	EE	EA	ED	F2	FF
0290	E1	EE	EE	E1	EB	ED	EE	FF	F1	EE	EF	F1	FE	EE	F1	FF
02A0	E0	FB	FB	FB	FB	FB	FB	FF	EE	EE	EE	EE	EE	EE	F1	FF
02B0	EE	EE	EE	F5	F5	FB	FB	FF	EE	EE	EE	EA	EA	EA	F5	FF
02C0	EE	EE	F5	FB	F5	EE	EE	FF	EE	EE	F5	FB	FB	FB	FB	FF
02D0	E0	FE	FD	F1	F7	EF	E0	FF	F1	F7	F7	F7	F7	F7	F1	FF
02E0	FF	EF	F7	FB	FD	FE	FF	FF	F1	FD	FD	FD	FD	FD	F1	FF
02F0	F1	EE	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	E0	FF
0300	ED	EA	EA	E2	EA	EA	ED	FF	FB	F5	EE	EE	E0	EE	EE	FF
0310	E0	EF	EF	E1	EE	EE	E1	FF	ED	ED	ED	ED	ED	E0	FE	FF
0320	F9	F5	F5	F5	F5	E0	EE	FF	E0	EF	EF	E1	EF	EF	E0	FF
0330	FB	E0	EA	EA	E0	FB	FB	FF	E0	EE	EF	EF	EF	EF	EF	FF
0340	EE	EE	F5	FB	F5	EE	EE	FF	EE	EE	EC	EA	E6	EE	EE	FF
0350	EA	EE	EC	EA	E6	EE	EE	FF	EE	ED	EB	E7	EB	ED	EE	FF
0360	F8	F6	F6	F6	F6	F6	E6	FF	EE	E4	EA	EA	EE	EE	EE	FF
0370	EE	EE	EE	E0	EE	EE	EE	FF	F1	EE	EE	EE	EE	EE	F1	FF
0380	E0	EE	EE	EE	EE	EE	EE	FF	F0	EE	EE	F0	FA	F6	EE	FF
0390	E1	EE	EE	E1	EF	EF	EF	FF	F1	EE	EF	EF	EF	EE	F1	FF
03A0	E0	FB	FB	FB	FB	FB	FB	FF	EE	EE	EE	F5	FB	F7	EF	FF
03B0	EE	EA	EA	F1	EA	EA	EE	FF	E1	EE	EE	E1	EE	EE	E1	FF
03C0	EF	EF	EF	E1	EE	EE	E1	FF	EE	EE	EE	E6	EA	EA	E6	FF
03D0	F1	EE	FE	F9	FE	EE	F1	FF	EE	EA	EA	EA	EA	EA	E0	FF
03E0	F1	EE	FE	F8	FE	EE	F1	FF	EA	EA	EA	EA	EA	EA	E0	FF
03F0	EE	EE	EE	E0	FE	FE	FE	FF	C0	C0	C0	C0	C0	C0	C0	FF

двоичного счетчика D39. Через каждые 4 мкс на его выходе меняется кодовая комбинация, последовательно принимаемая 16 значений от 0000 до 1111. При кодовых комбинациях от 0100 до 1111 включительно на выводе 8 элемента D43 будет присутствовать нулевой уровень. Этот сигнал, длительность которого равна 48 мкс, разрешает прохождение видеосигналов (то есть сигналов, «ответственных» за модуляцию луча) через элемент D44. Каждая телевизионная строка длительностью 64 мкс делится на следующие интервалы: строчный синхросигнал — 4 мкс, запрет прохода видеосигналов — 8 мкс, разрешение отображения — 48 мкс и в конце строки снова запрет — 8 мкс.

На выходе элемента D46.2 формируются строчные синхросигналы, а на выходе элемента D46.4 — полный синхросигнал из строчных и кадровых импульсов. Элементы V1, V2, R6, R7, R8 играют роль смесителя синхросигнала и видеосигнала, сформированных элементами D43 и D44. Сигнал с выхода смесителя может быть подан непосредственно на вход видеосуилителя телевизора черно-белого изображения или через модулятор на его антенный вход. Можно, например, использовать модулятор из статьи в предыдущем номере журнала.

Рассмотрим теперь особенности формирования видеосигнала в дисплейном модуле. Видеосигнал формируется из 6-разрядных кодов, поступающих из ППЗУ (D25) на информационные входы сдвиговых регистров D26 и D27. На тактовые входы сдвиговых регистров поступает сигнал частотой 8 МГц, вызывая появление видеосигнала на выходе 8 элемента D27. Этот видеосигнал может быть инвертирован блоком инвертирования изображения на элементах D8.2, D45.5, D45.6. Двоично-десятичный счетчик D41 (на его вход поступает сигнал с частотой строчной развертки 15 625 Гц с вывода 8 элемента D39) подсчитывает сроки растра ряда знакомест и формирует коды трех младших разрядов адресных входов ППЗУ. Кроме того, на выводе 11 счетчика формируется сигнал запрета модуляции для создания промежутков в две телевизионные строки между рядами знакомест на экране.

На микросхемах D37, D40 выполнен счетчик рядов знакомест с коэффициентом пересчета 32. Отрицательный перепад на выводе 11 микросхемы D40 запускает одновибратор D42, который формирует на выходе (вывод 6) импульс запрета отображения на время обратного хода кадровой развертки. Кадровый синхросигнал формируется дифференцирующей цепью из сигнала с вывода 1 одновибратора. Резистором R1 устанавливают требуемую длительность импульса гашения обрат-

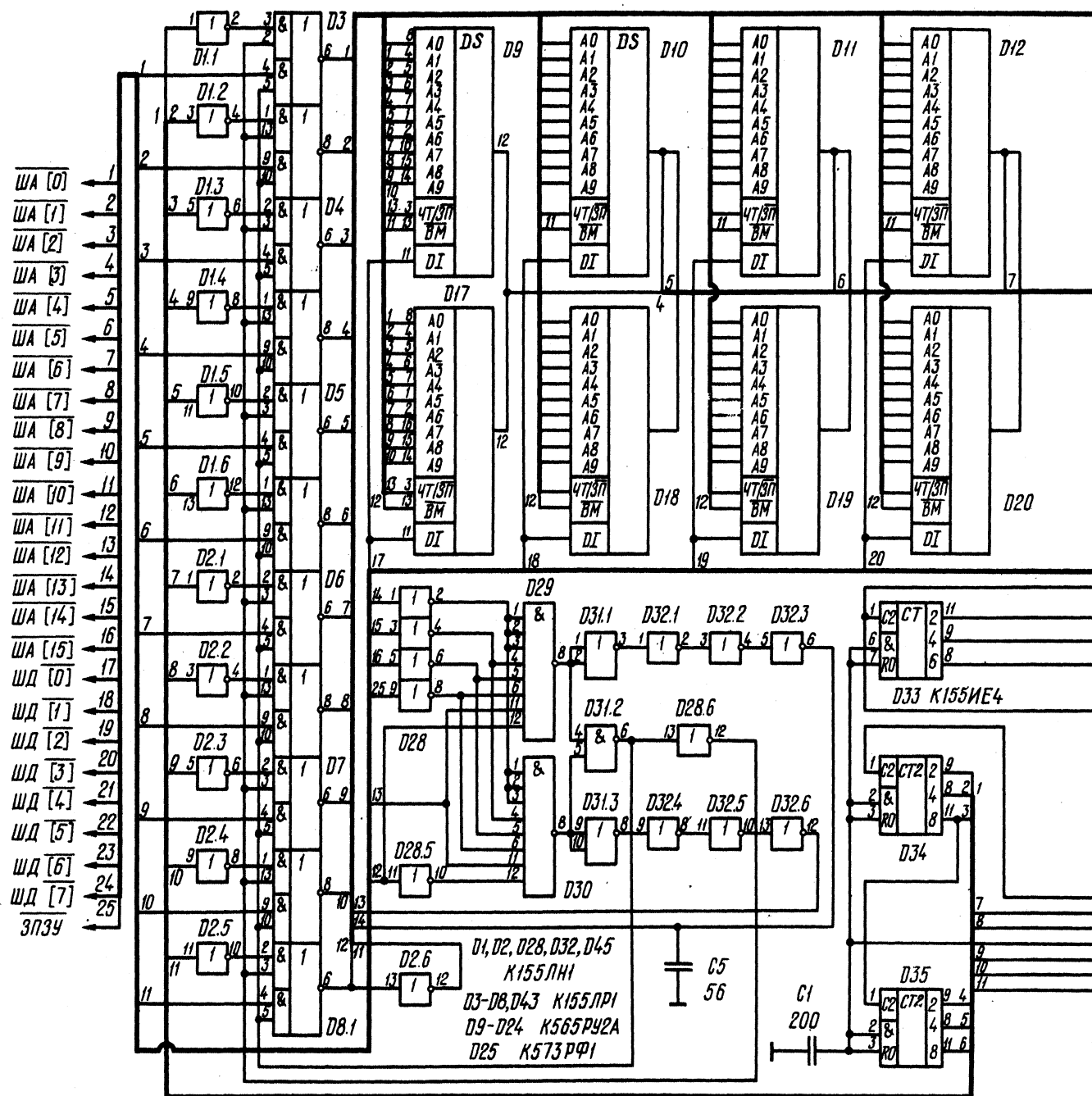
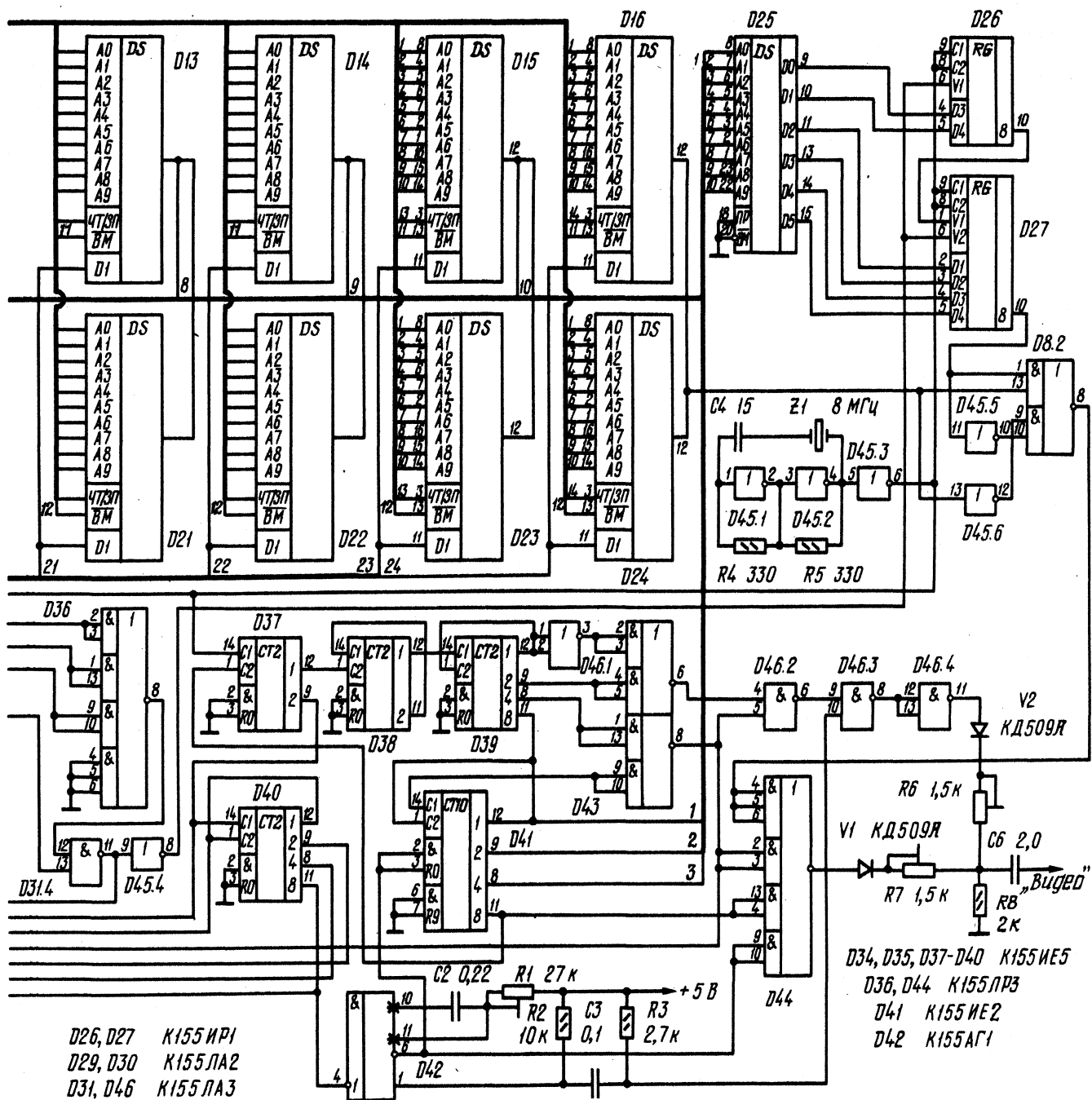


Рис. 3

ного хода луча кадровой развертки. На микросхемах D34, D35 выполнен счетчик знакомест в ряду с коэффициентом пересчета 64. Счетчик D33 делит частоту 8 МГц на 6 и совместно с микросхемами D36, D31.4, D45.4 формирует сигнал записи данных, поступающих от знакогенератора в сдвиговый регистр.

На микросхемах D3—D7, D8.1 собран мультиплексор (2 в 1), который передает в ОЗУ страницы и курсора адрес со счетчиков D34, D35, D37, D40 или адресной шины микро-ЭВМ. На элементах D8.1 и D2.6 собран формирователь сигнала **ВМ** для БИС ОЗУ D9—D16 и D17—D24. Переключение мультиплексора на передачу адре-

сов от адресной шины микро-ЭВМ происходит по выходному сигналу дешифраторов состояния адресной шины, выполненных на микросхемах D28—D31.2. Мультиплексор подключает к ОЗУ дисплея шины микро-ЭВМ только в те моменты времени, когда микропроцессор записывает информацию в ячейки памяти по адресам от **E000H** до



ЕФФН (в ОЗУ страницы или курсора). Таким образом, микропроцессору отдается безусловный приоритет при обращении к памяти ОЗУ страницы и курсора.

ОЗУ страницы выполнено на БИС D9—D15, D17—D23, а ОЗУ курсора — на БИС D16, D24. Формирователи сигнала ЗП для ОЗУ страницы собра-

ны на элементах D31.3, D32.4—D32.6, а для ОЗУ курсора — на D31.1, D32.1—D32.3. Они служат для задержки прихода сигнала ЗП относительного сигнала ВМ. Для этой же цели включен и конденсатор С5. Входы БИС ОЗУ подключены к соответствующим линиям шины данных микро-ЭВМ. Выходы БИС ОЗУ страницы подклю-

чены к семи старшим адресным входам БИС ППЗУ знакогенератора. Выходы БИС ОЗУ курсора управляют блоком инвертирования видеосигнала.

О программном обеспечении и клавиатуре дисплея мы расскажем в следующем номере журнала.

Г. ЗЕЛЕНКО,
В. ПАНОВ, С. ПОПОВ