

\*  
*Сделай  
сам*

В.Г. Бартенев    Б.Е. Алгинин  
**ОТ САМОДЕЛОК  
НА ЛОГИЧЕСКИХ  
ЭЛЕМЕНТАХ  
ДО микро ЭВМ**

В.Г Бартенев  
Б.Е.Алгинин

**ОТ САМОДЕЛОК НА  
ЛОГИЧЕСКИХ  
ЭЛЕМЕНТАХ ДО  
МИКРОЭВМ**

Книга для учащихся  
среднего и старшего  
школьного возраста

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1993

ББК 74. 200. 585. 01  
Б26

Рецензент: заведующий кафедрой АСУ Московского института связи доктор технических наук И.А. Мамзелев.

**Бартенев В. Г., Алгинин Б. Е.**

Б26    От самоделок на логических элементах до микроЭВМ: Кн. для учащихся сред. и ст. шк. возраста.— М.: Просвещение, 1993.— 189 с: ил.—  
ISBN 5-09-002655-6.

Современная микроЭВМ — сложное устройство. Сделать ее своими руками совсем не просто. Но работа эта становится посильной даже школьникам, если сначала они познакомятся с простейшими устройствами на логических элементах и потренируются в их монтаже и наладке. В соответствии с этим авторским замыслом и построена книга.

Книга, продолжающая внутрииздательскую серию «Сделай сам», предназначена ребятам среднего и старшего школьного возраста. Руководители технических вузов, Домов технического творчества молодежи и станций юных техников могут использовать ее в работе с детьми.

**Б 4306020000—271**

**103(03)—93**

**ISBN 5-09-002655-6**

**209—91, инф. письмо —92**

© Бартенев В. Г., Алгинин Б. Е., 1993

**ББК 74.200.585.01**

## К ЧИТАТЕЛЮ

Дорогие друзья!

Эта книга для тех из вас, кто хотел бы на практике познакомиться с одной из наиболее перспективных областей электроники — цифровой электроникой. Относительно недавно применявшаяся только в вычислительных устройствах, теперь она широко используется в промышленности и быту. Станки с числовым программным управлением обрабатывают разнообразные детали, электронные часы и таймеры сообщают точное время и следят за технологическими процессами, кодовые замки надежно охраняют вход в помещения, электронные звонки извещают о приходе посетителей, электронные весы определяют цену покупки... И, конечно, компьютеры. Мини- и микро-, бытовые и профессиональные — они все уверенней входят в нашу жизнь.

Основу всех этих и многих других устройств составляют цифровые схемы — логические, триггеры, счетчики, шифраторы, коммутаторы и др.

Понимание работы этих схем и умение конструировать на их базе различные устройства являются залогом того, что кодовый замок не

откажется отпираться, электронный звонок будет проигрывать мелодию только в нужный момент, а микроЭВМ не будет грудой электронных компонентов, заключенных в красивый пластмассовый чехол.

В этой книге вы найдете описание самых различных конструкций цифровой электроники — от простейшего генератора звуковой частоты до достаточно сложной микроЭВМ. Все эти устройства каждый из вас может собрать самостоятельно. Однако прежде чем приступить к работе, надо познакомиться с основными требованиями, предъявляемыми к принципу работы, электрическим параметрам и качеству монтажа электронных схем.

Практическое знакомство со схемами конкретных устройств, приведенных в первом разделе, не только поможет понять, как из отдельных элементарных узлов цифровой электроники создаются сложные устройства, но и даст возможность проявить себя в творчестве, конечной целью которого может быть создание микроЭВМ, описанной во втором разделе книги.

# ЧАСТЬ I. 27 УСТРОЙСТВ НА ЭЛЕМЕНТАХ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

## ГЛАВА 1. НЕСКОЛЬКО СЛОВ О ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

Знаете ли вы, что объединяет станок с числовым программным управлением, электронно-вычислительную машину (ЭВМ) и современный магнитофон или телевизионный приемник последних моделей? Ну, конечно, электронная начинка, задающая цифровой способ обработки информации.

В электронике информация передается в виде изменяющихся электрических сигналов. Различают два вида сигналов — аналоговые и дискретные (цифровые).

Подобно тому как на фотографии информация фиксируется различной степенью почернения фотобумаги, аналоговые сигналы могут принимать любое значение в пределах минимального и максимального значений напряжения или силы тока.

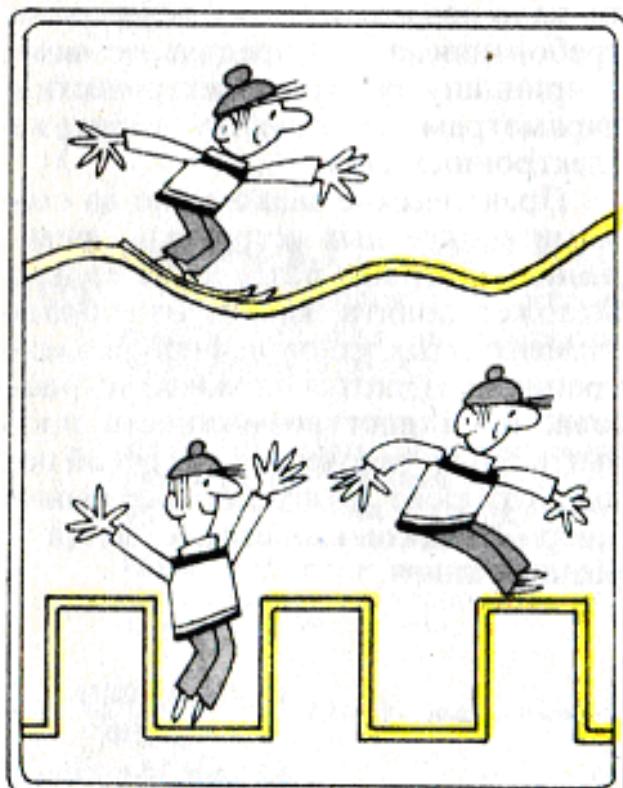
Цифровые сигналы могут принимать только два значения — минимальное (близкое к нулю) или максимальное значение напряжения или силы тока. Это все равно, как если бы на черно-белой фотографии были только чисто-белые или плотно-черные участки.

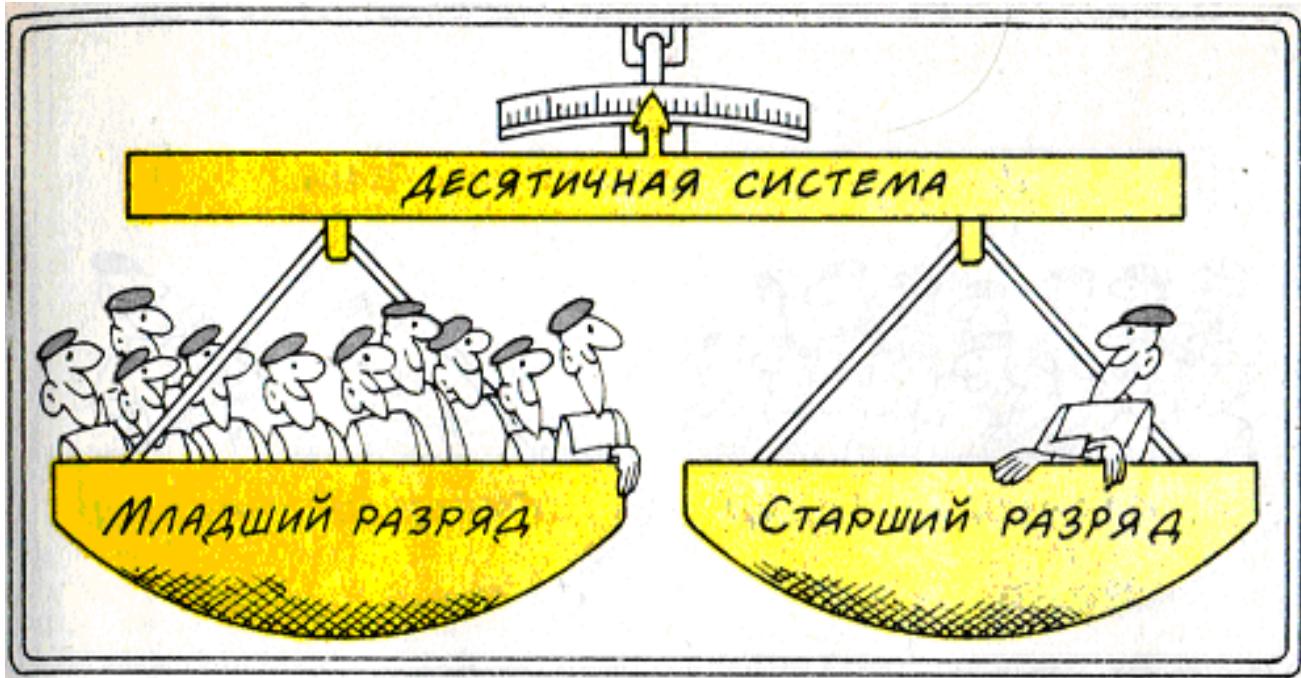
При обработке цифровых сигналов требуется различать всего две их величины (два состояния), поэтому сами сигналы удобно описать математически: есть напряжение (ток) — 1, нет — 0. Для анализа последовательности цифровых сигналов применяют двоичные коды — числа в двоичной системе счисления.

$$1 + 1 = ?$$

Из школьного курса арифметики вы знаете, что  $1 + 1 = 2$ . Всегда ли это верно? Этот вопрос, очевидно, вызовет у вас недоумение. Но не будем спешить с выводами.

Вы никогда не задумывались, почему в одном килограмме тысяча граммов, а в одной минуте шестьдесят секунд? Секрет же здесь





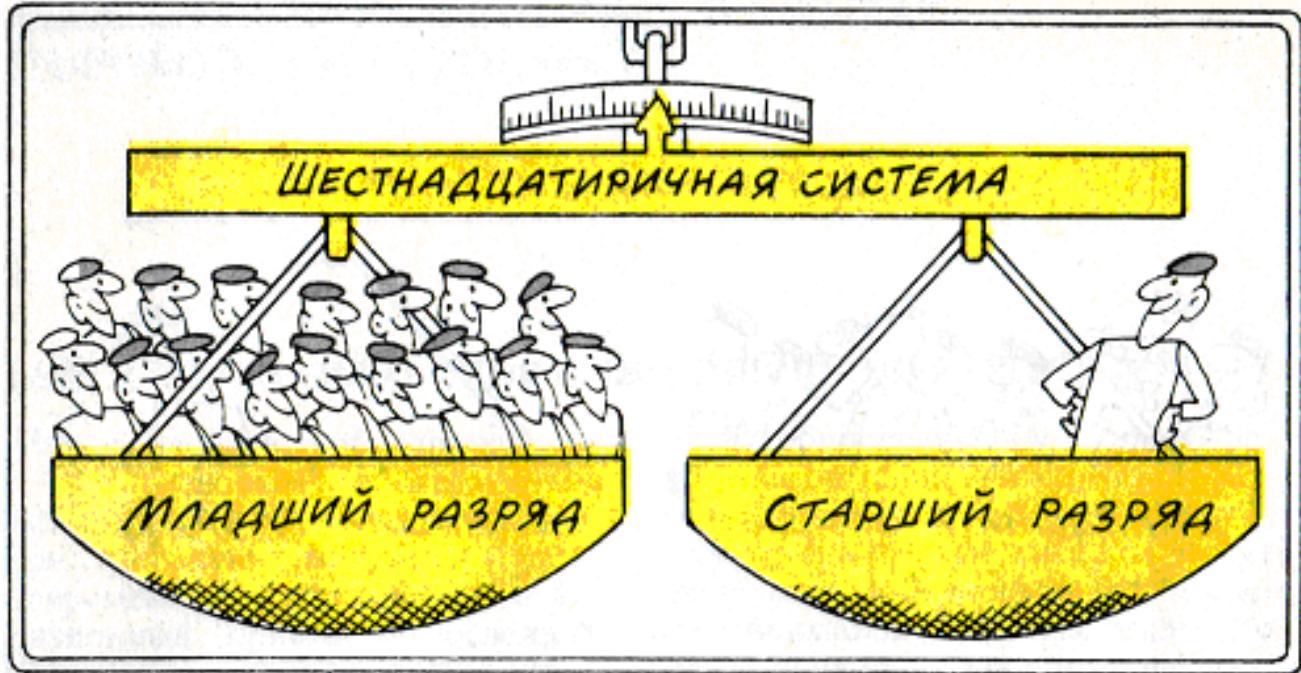
заключается в использовании различных систем счисления. В подавляющем большинстве случаев мы пользуемся привычной десятичной системой счисления, а при отсчете времени — шестидесятеричной.

Любое положительное число может являться основанием системы счисления. Например, в привычной нам десятичной системе счисления используются десять символов(цифр): 0...9.

Десятичная система счисления является позиционной. Так, единица, стоящая крайней справа в десятичном числе 1111, означает «один», а стоящая слева от нее — «десять». Иначе говоря, значение цифры зависит от ее места (номера разряда) в числе. Счет разрядов ведут с 0. Крайний справа, так называемый младший значащий разряд — нулевой, следующий — первый и т.д. Крайний слева разряд (в нашем примере — третий) называют старшим значащим разрядом. Каждый разряд имеет в числе свою значимость или, как принято говорить, вес. Так, в десятичном числе вес первого разряда больше веса нулевого в 10раз, второго — в 100 и т. д.

Итак, сколько же будет  $1 + 1$ ? Если мы имеем дело с десятичной системой счисления, то, конечно, два! И в троичной, пятеричной и т. д. ... ичной тоже два. А в двоичной? В этой системе счисления, как вы знаете, используются два символа: 0, 1. Значит,  $1 + 1$  не может быть равно 2, так как такого символа в данной системе счисления простонет. Как поступают в десятичной системе, когда один разряд числа «заполнен»? Добавляют к следующему по старшинству разряду единицу. Поступим так же и в этом случае. Оказывается, в двоичной системе счисления  $1 + 0 = 1$ , а  $1 + 1 = 10!$

В цифровой электронике используется двоичная система счисления, а для выдачи информации в цифровых электронно-вычислительных машинах (цифровых ЭВМ), в числе прочих, — шестнадцатеричная. Почему используются именно эти системы, мы расскажем позже, а пока научимся переводить числа из одной системы в другую и производить над



ними арифметические действия.

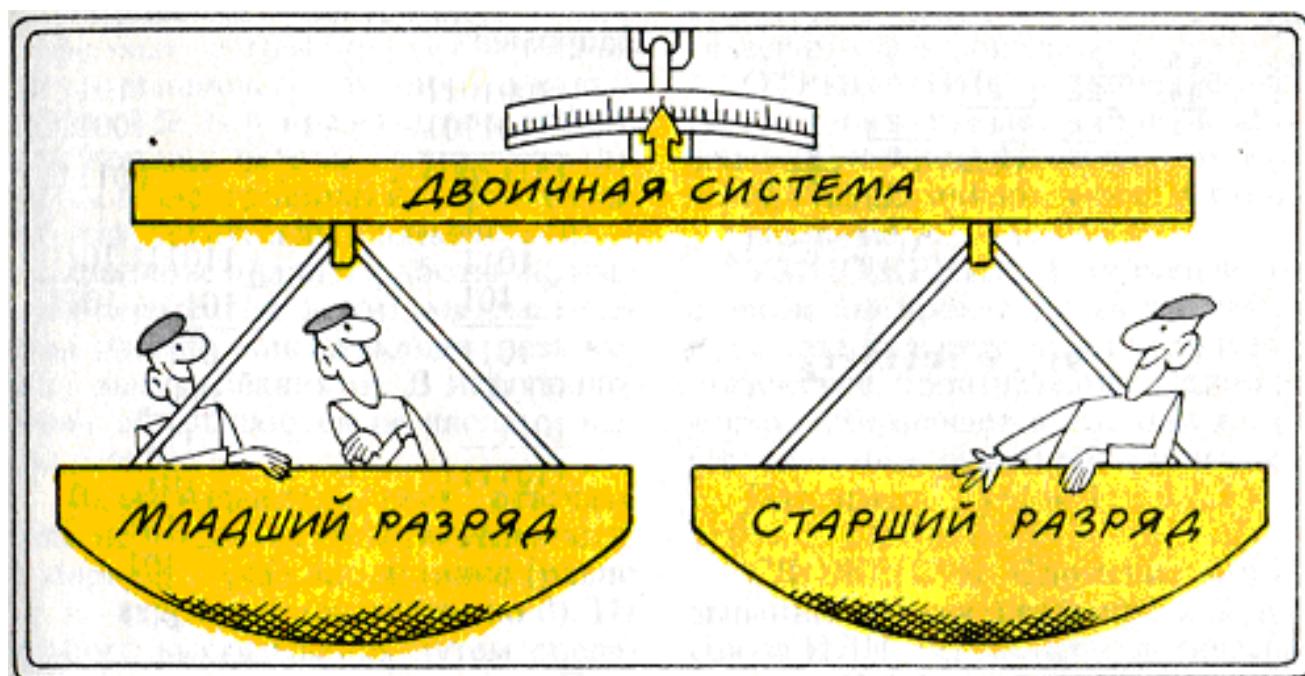
Как уже говорилось, для записи чисел в двоичной системе используются два символа: цифры 0 и 1. Следовательно, в каждом разряде двоичного числа могут быть записаны либо 1, либо 0. В двоичном числе вес каждого последующего (по старшинству) разряда увеличивается относительно предыдущего в два раза. Так, в двоичном числе 1011011 единица в нулевом разряде эквивалентна десятичному числу «один». В первом разряде единица эквивалентна десятичному числу «два», в третьем — «восемь», четвертом — «шестнадцать» и т. д. Иначе говоря, десятичный эквивалент единицы какого-то разряда двоичного числа равен двойке, возведенной в степень, показатель которой равен порядковому номеру указанного разряда. Таким образом, чтобы перевести двоичное число 1011011 в десятичное, необходимо сложить  $64(2^6)$ ,  $16(2^4)$ ,  $8(2^3)$ ,  $2(2^1)$ ,  $1(2^0)$ . Десятичные эквиваленты разрядов, в которых записаны 0, в сложении не участвуют, так как 0 показывает, что значение этого

разряда в состав числа не входит. В итоге получим, что  $1011011_2 = 91_{10}$ .

Существует еще один способ перевода числа из двоичной системы счисления в десятичную, называемый методом удвоения. Данный способ хорош тем, что не требует знаний степени числа 2. Предлагаем вам самим разобраться с действиями по этому методу, используя пример на следующей странице.

Для того чтобы перевести десятичное число в двоичное, можно воспользоваться способом, при котором десятичное число последовательно делят на 2 до тех пор, пока частное не станет меньше делителя. Полученная при этом последовательность, состоящая из нулей и единиц, читаемая от последнего частного, и есть искомое двоичное число.

Арифметические операции с двоичными числами производятся так же, как и с десятичными, нужно только не забывать, что в том разряде, где складываются две единицы,



двоичное число  
1011011

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 \downarrow \\
 1 \times 2 = 2 \\
 + 0 \\
 \hline
 2 \\
 \downarrow \\
 2 \times 2 = 4 \\
 + 1 \\
 \hline
 5 \\
 \downarrow \\
 5 \times 2 = 10 \\
 + 1 \\
 \hline
 11 \\
 \downarrow \\
 11 \times 2 = 22 \\
 + 0 \\
 \hline
 22 \\
 \downarrow \\
 22 \times 2 = 44 \\
 + 1 \\
 \hline
 45 \\
 \downarrow \\
 45 \times 2 = 90 \\
 + 1 \\
 \hline
 91 \text{ (десятичное число)}
 \end{array}$$

$1011011_2 = 91_{10}$

$$\begin{array}{r}
 91 : 2 \\
 -90 \quad \cancel{1} \\
 \hline
 1 \quad 45 \\
 -44 \quad \cancel{1} \\
 \hline
 1 \quad 22 \\
 -22 \quad \cancel{0} \\
 \hline
 1 \quad 10 \\
 -10 \quad \cancel{1} \\
 \hline
 1 \quad 5 \\
 -4 \quad \cancel{1} \\
 \hline
 1 \quad 2 \\
 -2 \quad \cancel{0} \\
 \hline
 1 \quad 1 \\
 -1 \quad \cancel{0} \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

$91_{10} = 1011011_2$

появляется единица переноса в следующий разряд, а текущий разряд обнуляется:

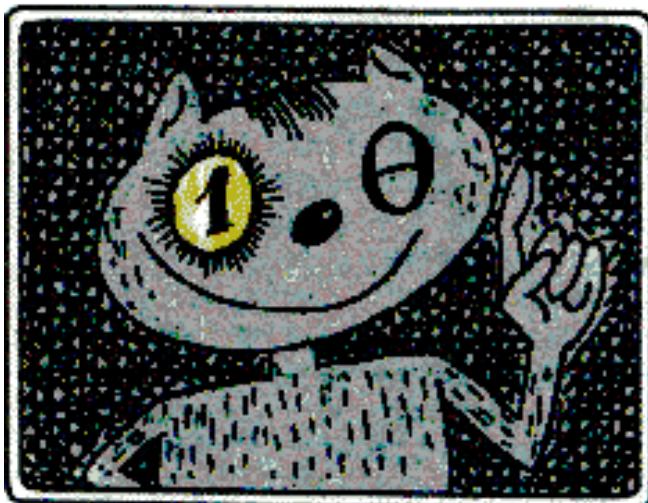
$0+0=0$	$0-0=0$
$1+0=1$	$1-0=1$
$0+1=1$	$1-1=0$
$1+1=10$	$10-1=1$
$0 \times 0 = 0$	$0 : 0 = 0$
$1 \times 0 = 0$	$1 : 1 = 1$
$0 \times 1 = 0$	
$1 \times 1 = 1$	

Например:

$$\begin{array}{r}
 + 1001011 \\
 + 1101101 \\
 \hline
 10111000
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 - 1101110 \\
 - 1001111 \\
 \hline
 0011111
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \times 1011 \\
 \times 101 \\
 \hline
 1011 \\
 0000 \\
 \hline
 1011 \\
 110111
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 | 101 \\
 101 \\
 \hline
 011 \\
 000 \\
 \hline
 111 \\
 101 \\
 \hline
 101 \\
 101 \\
 \hline
 000
 \end{array}$$

## ЛОГИКА — ОСНОВА ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ



Применительно к электронно-вычислительной технике каждый разряд двоичного числа является минимальной единицей информации и называется «бит» (сокращенное от английского binary digit — двоичная цифра). Забегая вперед, заметим, что 8-разрядное (8-битное) число в ЭВТ называют байтом, а совокупность некоторого числа байтов (обычно 1 — 8) составляет машинное слово.

Двоичная система счисления соответствует двум состояниям электронных элементов — включено/выключено. По этому принципу работают реле, тиристор, в таком режиме легче работать транзистору (открыт/закрыт) и т. д. Такое кодирование электрических сигналов обеспечивает простоту, надежность и значительную скорость обработки информации.

Именно такой принцип обработки информации лежит в основе

узлов цифровых устройств — от простейших выключателей до сложных ЭВМ. Все они представляют собой комбинации базовых элементов цифровой электроники, которые называются логическими элементами.

В основе анализа работы логических элементов лежит математическая логика, описывающая связь между высказываниями. В ней символами обозначаются не числа, а высказывания.

Высказывание может отвечать или не отвечать действительности. В первом случае оно истинно (равно 1), во втором — ложно (равно 0). Из любого высказывания путем операций в соответствии с законами алгебры логики можно получить новое высказывание.

Подробней о законах и теоремах алгебры логики вы можете узнать из книг по основам цифровой электроники (список наиболее доступных из них приведен на с. 184), а пока познакомьтесь с тремя ее основными логическими функциями.

### ТРИ КИТА ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Можно сказать, что вся схемотехника цифровых устройств стоит на трех китах — трех логических элементах, на базе которых можно изготовить практически любое цифровое устройство. Эти элементы реализуют три основные логические функции: И, ИЛИ, НЕ.

Попробуем смоделировать работу логического элемента при помощи простейшей электрической цепи, а результаты анализа этой работы запишем в таблицу, называемую таблицей истинности.

Составим последовательную электрическую цепь из двух кнопочных выключателей, лампы накаливания и источника питания (рис. 1, а). Если мы не нажимаем на кнопки (т. е. имитируем подачу 0), то в связи с тем, что их

#### ОТРИЦАНИЕ.

Отрицание высказывания получается при использовании частицы НЕ. Обозначается чертой над символом высказывания.

Например:  $\overline{1} = 0$ ,  $\overline{0} = 1$ .

#### УМНОЖЕНИЕ.

Умножение высказываний производится при помощи союза И, в результате получается логическое произведение. Наиболее часто обозначается знаками «•» (точка — знак умножения) или «&».

Например:  $1 \cdot 1 = 1$ ,  $1 \& 1 = 1$ ,

$1 \cdot 0 = 0$ ,  $1 \& 0 = 0$ .

#### СЛОЖЕНИЕ.

Сложение высказываний производится при помощи союза ИЛИ. Результат — логическая сумма. Обозначается знаком «+».

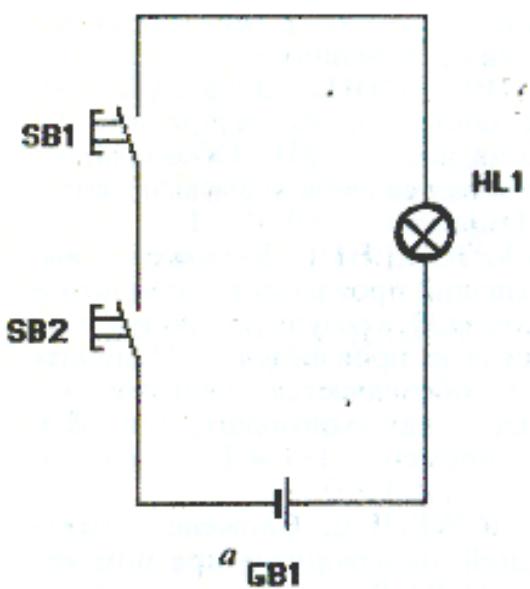
Например:  $1 + 1 = 10$ ,  $1 + 0 = 1$ ,

$0 + 0 = 0$ .

Используя три основных логических элемента цифровой электроники, реализующих указанные функции, можно создать практически любое цифровое устройство.

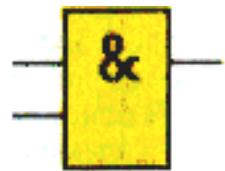
контакты разомкнуты, тока в цепи нет и лампа не горит (выходной сигнал 0). При нажатии на кнопку  $SB1$  (подается сигнал 1) ее контакты замыкаются, но тока в цепи по-прежнему нет, так как разомкнуты контакты кнопки  $SB2$ , и поэтому лампа не горит (сигнал 0). То же самое произойдет, если отпустить кнопку  $SB1$  и нажать кнопку  $SB2$ . Если же одновременно нажать обе кнопки (подать сигнал 1), то ток, появившийся в цепи, вызовет свечение лампы (сигнал 1).

Записав в таблицу истинности (в цифровой форме) указанные действия и реакцию на них лампы, вы увидите, что сигнал 1 на выходе



SB1	SB2	HL1
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

б



в

Рис. 1. Логический элемент И:

а — электрическая модель; б — таблица истинности; в — УГО.

(лампа горит) появляется только тогда, когда и на первом, и на втором входах одновременно присутствуют сигналы 1 (рис. 1, б). Именно поэтому логический элемент И иногда называют элементом типа «все или ничего». Условное графическое обозначение этого элемента (УГО) приведено на рисунке 1, в.

Хотя у логического элемента И (рис. 1, в) может быть любое число входов, в интегральном исполнении они выпускаются 2-, 3-, 4- или 8- входовыми и имеют функциональное обозначение ЛИ (например, K155ЛИ1).

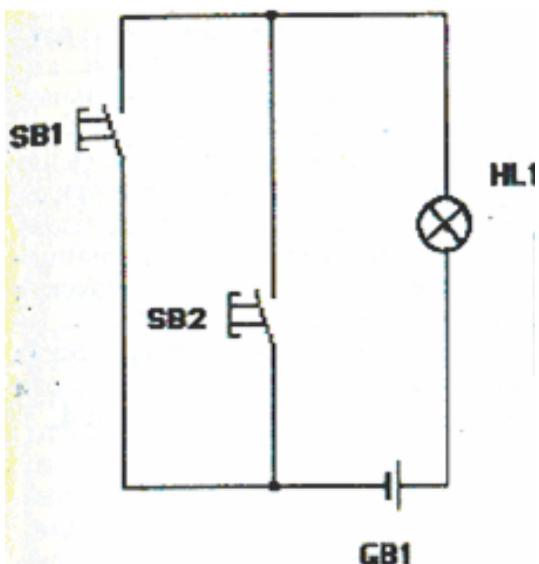
А теперь таким же образом смоделируем работу элемента ИЛИ (рис. 2, а). Даже беглого взгляда на схему будет достаточно, чтобы понять, что для зажигания лампы необходимо нажать или одну кнопку, или другую, или обе вместе. Иначе говоря, сигнал 1 на выходе элемента ИЛИ будет тогда, когда или на

одном, или на другом, или на обоих входах этого элемента присутствуют сигналы 1 (рис. 2, б). Поэтому логический элемент или часто называют элементом типа «что-нибудь или все».

У логического элемента ИЛИ (рис. 2, в) в интегральном исполнении, как правило, 2 или 4 входа, а их функциональное назначение обозначается буквами ЛЛ (например, K155ЛЛ1).

И последний, третий «кит» цифровой электроники — логический элемент НЕ. Для моделирования его работы используем схему, приведенную на рисунке 3, а.

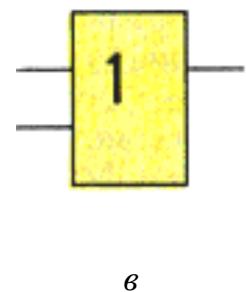
Обратите внимание, что, хотя сигнал 1 на входе отсутствует (кнопка не нажата), лампа горит (выходной сигнал 1). Но как только на вход поступает сигнал 1 (нажимается кнопка), лампа гаснет.



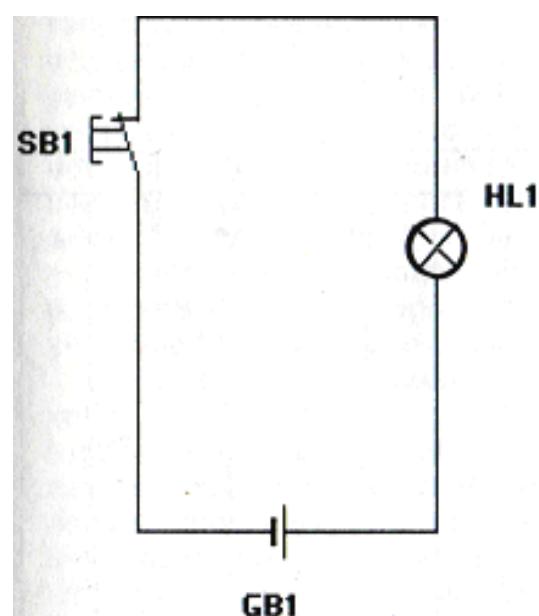
*a*

SB1	SB2	HL1
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

*б*



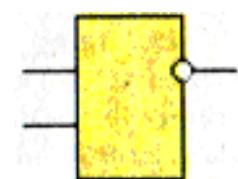
*в*



*a*

SB1	HL1
0	1
1	0

*б*



*в*

**Рис. 2. Логический элемент ИЛИ:**

*а* — электрическая модель; *б* — таблица истинности; *в* — УГО.

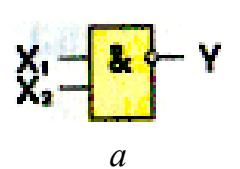
**Рис. 3. Логический элемент НЕ:**

*а* — электрическая модель; *б* — таблица истинности; *в* — УГО.

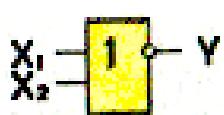
Довольно непривычно, но такова логика работы инвертора (элемента НЕ): на выходе схемы всегда существует сигнал, обратный входному (рис. 3, б). В отличие от описанных выше логических элементов инвертор имеет только один выход и один вход (рис. 3, б). Их функциональное назначение кодируется буквами ЛН (например, K155ЛН1).

Эти три элемента — «кирпичики», из которых можно построить любое цифровое электронное устройство. Но

точно так же, как часть зданий строят из отдельных кирпичей, а часть — из целых блоков, и эти устройства могут быть построены с использованием логических элементов или их различных комбинаций. Такими комбинациями, например, являются логические элементы И-НЕ, ИЛИ-НЕ, И-ИЛИ-НЕ, условные графические обозначения и таблицы истинности которых приведены на рисунке 4.

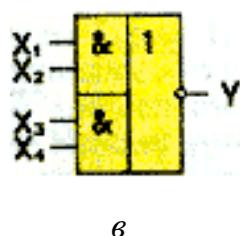


X1	X2	Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0



X1	X2	Y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

б



X1	X2	X3	X4	Y
0	0	0	0	1
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1
1	1	0	0	0
0	0	1	0	1
1	0	1	0	1
0	1	1	0	1
1	1	1	0	0
0	0	0	1	1
1	0	0	1	1
0	1	0	1	1
1	1	0	1	0
0	0	1	1	0
1	0	1	1	1
0	1	1	1	1
1	1	1	1	0
0	1	1	1	0
1	1	1	1	1

Рис. 4. Сложные логические элементы:

а — УГО и таблица истинности элемента И — НЕ; б — УГО и таблица истинности элемента ИЛИ — НЕ;  
в — УГО и таблица истинности элемента И — ИЛИ — НЕ.

## ПРАВНУЧКА ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАМПЫ

В 50-х годах устройства цифровой электроники изготавливались на лампах и реле. Каждый функциональный узел (группа элементов, выполняющая определенную функцию и конструктивно объединенная в сборочную единицу) такого устройства состоял из определенного числа активных элементов (радиоламп) и пассивных (резисторов, конденсаторов, реле и т.д.). Так называемые ЭВМ первого поколения, основанные на этих устройствах, занимали огромные площади, потребляли большие мощности, имели низкую надежность и малое быстродействие.

Зарождение и развитие полупроводниковой электроники в 60-х годах позволило отказаться от электронных ламп. Хотя конструктивные особенности функциональных узлов остались такими же (сборка из отдельных радиоэлементов), внедрение полупроводников не только уменьшило габариты устройств и потребляемую ими мощность, но и повысило их быстродействие и надежность. ЭВМ, элементной базой которых служили отдельные полупроводниковые транзисторы, получили название ЭВМ второго поколения.

Бурное развитие полупроводниковой электроники способствовало зарождению интегральной технологии, которая позволила изготавливать в одном кристалле полупроводника несколько транзисторов, объединенных в электрическую схему. Так появились функциональные узлы, ставшие элементной базой цифровых устройств третьего поколения — интегральные схемы малой степени интеграции.

Дальнейшее развитие интегральной технологии привело к появлению больших (БИС) и сверхбольших (СБИС)

интегральных схем, на базе которых создаются цифровые устройства четвертого поколения. Теперь в одном кристалле полупроводника размещается несколько функциональных узлов, объединенных в схему — функциональный блок. Использование в устройствах БИС и СБИС способствовало дальнейшему уменьшению габаритов и энергопотребления, повышению быстродействия и надежности цифровых устройств.

Современная ЭВМ меньше своей «прабабушки» в сотни тысяч раз, потребляет в десятки тысяч раз меньше энергии, зато работает в тысячи раз быстрее и во столько же раз надежней.

Так как же выглядит интегральная схема? Большинство интегральных схем, используемых в электронной аппаратуре широкого применения, заключены в пластмассовый корпус (корпус типа DIP), который может иметь 8, 14, 16 и т. д. выводов, расположенных в два ряда (рис. 5). В одном корпусе может размещаться до шести однотипных функциональных элементов цифровой электроники.

Нумерация выводов интегральной схемы ведется против часовой стрелки, начиная от первой ножки, находящейся под ключом, который может иметь вид засечки, углубления и т.п. На поверхности корпуса краской наносится ее условное обозначение, по которому можно определить «имя» интегральной схемы: сферу — применения, принадлежность к определенной серии,



Рис. 5. Конструктивное исполнение интегральной схемы.

функциональное назначение и функциональную принадлежность (или условный номер разработки).

Например, интегральная схема К155ЛА1 предназначена для использования в электронной аппаратуре широкого применения (на это указывает буква К), относится к серии 155,

содержит элементы, реализующие логическую функцию И-НЕ, имеет порядковый номер разработки по функциональному признаку 1 (два 4-входовых элемента). Более подробно с назначением, типами серий и другой информацией, касающейся интегральных схем, можно познакомиться в [6, 7, 14].

### ЗНАКОМЬТЕСЬ — ТТЛ

Хотя цифровые микросхемы построены по-разному, в их составе, как правило, лежат схемы, реализующие логические функции И, ИЛИ, НЕ. Эти схемы выполняются на различных электронных элементах — резисторах, диодах, транзисторах и т.д., изготовленных в одном кристалле полупроводника. В зависимости от использования тех или иных элементов различают несколько типов логики. Например, ДТЛ — диодно-транзисторная логика, РТЛ — резистивно-транзисторная логика и т.д.

В настоящее время наиболее функционально полными, распространенными и дешевыми являются интегральные схемы ТТЛ (транзисторно-транзисторной логики) и, в частности, серии К155. Именно на базе интегральных схем этой серии собираются устройства, описание которых приведено далее.

Для этих и других интегральных схем цифровой электроники строго нормируются уровни напряжения питания, входных и выходных сигналов.

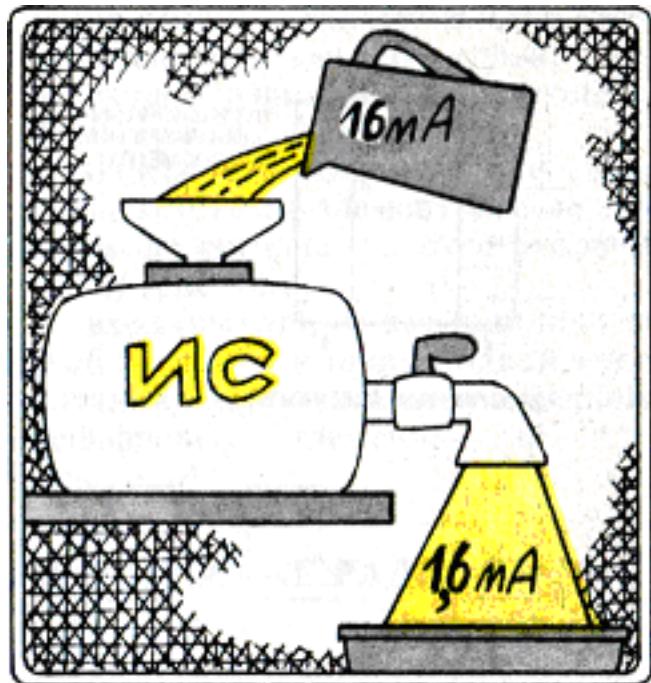
Так как единица любой информации в математической логике означает только истинное или ложное высказывание, то и электрические сигналы, отражающие суть этой информации, могут принимать значения уровня логической 1 (напряжение  $\approx 4$  В) или уровня логического 0 (величина сигнала близка к нулю).

Если интегральные схемы ТТЛ исправны и электрическая схема, в которой они установлены, рассчитана правильно, то уровень 1 находится в пределах +2,4...+5 В, уровень 0 — в пределах 0...+0,4 В. Обратите внимание, что между нижней границей уровня 1 и верхней уровня 0 разница напряжений составляет 2 В. Этот диапазон напряжений

служит для защиты интегральных схем от ложных срабатываний при помехах, амплитуда которых лежит в указанных пределах. Если бы эта защита не была предусмотрена, то любая помеха соответствующей амплитуды приводила бы к ложному срабатыванию цифрового элемента, т. е. к искажению передаваемой им информации. Этот диапазон напряжение сигнала «проскаивает» в момент переключения с одного уровня напряжений на другой за очень малое время.

В диапазоне напряжений, соответствующих уровню логической 1, один вход ТТЛ потребляет от источника сигнала ток силой не более 0,1 мА, в диапазоне, соответствующем уровню логического 0,— не более 1,6 мА. Эти параметры определяют максимальное количество входов элементов ТТЛ, которое можно подключить к одному источнику сигнала. Вход с такими характеристиками называется стандартным ТТЛ входом или стандартной ТТЛ нагрузкой.

Стандартный ТТЛ выход обеспечивает уровень логической 1 при выходном токе силой 1,6 мА, а уровень логического 0 при входном токе силой 16 мА. Сравнив характеристики входов и выходов, нетрудно заметить, что к одному стандартному ТТЛ выходу можно подключить до 10 стандартных



ТТЛ входов. Этот параметр характеризует нагрузочную способность ТТЛ выхода. Конечно, к выходу можно подключать не только ТТЛ входы, но и другие нагрузки, но указанные параметры должны обязательно соблюдаться.

При сборке микроЭВМ вы встретитесь с интегральными схемами и другого типа — КМОП и р-МОП, которые имеют такой же принцип обработки информации, как и ТТЛ, но отличаются от них по функциональному назначению и электрическим параметрам. С ними вы познакомитесь далее, при сборке микроЭВМ.

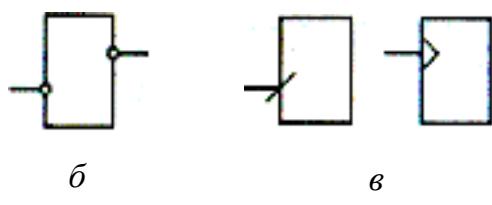
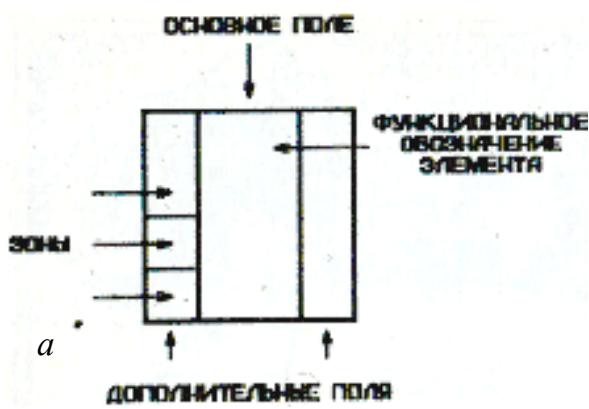
## ЧИТАЕМ СХЕМЫ

На схемах все элементы цифровой электроники обозначаются прямоугольником, который имеет основное поле и при необходимости левое и (или) правое дополнительные поля (рис. 6, а), которые могут быть разделены на зоны.

Внутри прямоугольника в основном поле проставляется условное

обозначение выполняемой элементом функции, в дополнительных полях — метки, показывающие назначения выводов или их характеристики.

Многообразие указателей и меток, используемых в обозначении элементов цифровой электроники, не позволяет привести их здесь полностью.



Поэтому в качестве примеров приводим основные указатели и метки, с которыми вы встретитесь в этой книге.

Указатели функционального назначения цифровых элементов (проставляются вверху основного поля):

1 — логический элемент, реализующий функцию ИЛИ;

& — логический элемент, реализующий функцию И;

=1 — логический элемент, реализующий ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ;

DC — дешифратор;

CD — шифратор;

MUX — мультиплексор;

DMX — демультиплексор;

T — триггер;

RG — регистр;

CT2 — двоичный счетчик;

CT2/10 — двоично-десятичный счетчик;

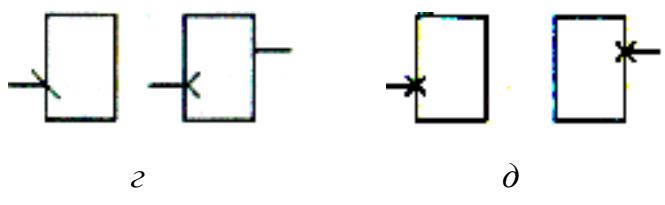
G — генератор;

CPU — центральный процессорный элемент;

RAM — оперативное запоминающее устройство с произвольной выборкой;

**Рис. 6. Условные графические обозначения:**

*а* — элемента цифровой электроники (общее);  
*б* — инвертирующего входа/выхода; *в* — прямого динамического входа; *г* — инверсного динамического входа; *д* — выводов, не выполняющих логических функций.



PROM

— однократно программируемое постоянное запоминающее устройство;

EEPROM

— многократно программируемое постоянное запоминающее устройство с электрической перезаписью;

EPROM

— многократно программируемое постоянное запоминающее устройство с ультрафиолетовым стиранием и электрической записью информации.

Метки функционального назначения выводов цифровых элементов (проставляются в дополнительных полях):

S — установка элемента в «1»;

R — установка элемента в «0»;

C — тактовый вход;

T — счетный вход;

D — информационный вход или выход;

Q — прямой информационный выход (триггеры, счетчики и т. п.);

& — все входы данной зоны являются входами элемента И;

1 — все входы данной зоны являются

входами элемента ИЛИ. Указанные метки могут быть дополнены знаком отрицания (горизонтальная черта над символом). Применительно к меткам входа это означает, что активным уровнем сигнала для этого входа является уровень 0. Если этого знака нет, то активным является уровень 1.

Кроме того, на условном графическом обозначении цифровых элементов могут присутствовать дополнительные графические метки:

инверсия сигнала на входе (выходе) элемента (рис. 6, б);

прямой динамический вход (воздействие на элемент только при переходе сигнала на этом входе из 0 в 1) (рис. 6, в);

инверсный динамический вход (воздействие на элемент только при переходе сигнала на этом входе из 1 в 0) (рис. 6, г);

вход (выход), не несущий логической нагрузки (выводы подключения питания, дополнительных внешних нецифровых элементов и т.п.) (рис. 6, д).

## ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПО СБОРКЕ РАДИОСХЕМ

### ОБОРУДОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Успех вашей работы во многом зависит от правильной организации рабочего места. Хорошо, если у вас дома есть такой уголок, где вы можете мастерить, не мешая взрослым. Ну а если условий для этого нет, в качестве рабочего места можно использовать письменный стол, покрыв его предварительно листом оргалита или фанеры.

Для работы вам понадобится: пинцет, бокорезы, плоскогубцы (с длинными узкими губками), скальпель, шило, паяльник мощностью 25...40 Вт, подставка под паяльник с баночкой для канифоли и припоя. Лучше, если в конструкции паяльника будет предусмотрена возможность заземления жала и использования сменных жал диаметрами 2,5...3 мм, 3,5...4мм и 5...6мм.

Кроме того, для изготовления плат, да и для других работ, понадобятся миниатюрная ручная или электрическая дрель и набор сверл диаметром 0,5...3 мм.

Из самых необходимых материалов сразу же постараитесь запастись:

одножильными и многожильными монтажными проводами небольшого сечения в виниловой изоляции, припоеи марки ПОС-61 или ПОС-40 (желательно трубчатым, диаметром до 2 мм, с канифолью внутри), гетинаксом, текстолитом, стеклотекстолитом фольгированным и нефольгированным, листовой пластмассой разных толщин и цвета.

Для налаживания электронных устройств вам понадобятся стабилизированный источник питания и контрольно-измерительные приборы: осциллограф, частотомер, генератор импульсов и авометр. Для начала можно обойтись только авометром, но тем из вас, кто всерьез увлечется конструированием устройств на цифровых микросхемах, советуем при первой же возможности купить осциллограф. Он значительно облегчит налаживание описанной далее микроЭВМ. Что касается остальных приборов, то их можно собрать из специальных наборов конструкторов,

приобретя их в магазинах, торгующих радиотоварами.

предприятиями и частными лицами наложенным платежом. (Их адреса публикуются в различной литературе для радиолюбителей.) Среди этих наборов следует отметить набор для изготовления частотомера — «Электроника ЦЩ-01», плата преобразователя напряжения в частоту, превращающего частотомер в мультиметр,— «Электроника ЦЩ-03» и комплект деталей для изготовления

Кроме того, аналогичные наборы высылаются многими кооперативами, корпуса этого прибора — «Электроника ЦЩ-04».

В дальнейшем, получив достаточную практику в сборке простых устройств, вы сможете изготовить все эти приборы самостоятельно, пользуясь описаниями, публикуемыми в специальных журналах («Радио», выпуски «В помощь радиолюбителю» и др.).

## МОНТАЖ — ДЕЛО СЕРЬЕЗНОЕ

Теперь несколько слов о технике монтажа электронных устройств с использованием интегральных схем. Интегральные схемы, как и большинство полупроводниковых приборов, могут легко быть выведены из строя потенциалом относительно высокого напряжения или статического электричества, попавшего на их выводы. Чтобы этого не произошло, надо пользоваться низковольтным (36 В) паяльником с заземленным жалом. При пайке микросхем и транзисторов обязательно пользуйтесь антистатическим браслетом из меди. Его надевают на запястье и соединяют через токоограничивающий резистор мощностью 1...2Вт и сопротивлением 2,5...5МОм длинным и гибким изолированным проводником с «землей». Заземлять браслет без токоограничивающего резистора нельзя, так как это может привести к поражению электрическим током.

Интегральные схемы могут выйти из строя и при тепловом пробое. Причины его: неверное подключение к цепям питания и нагрузки или перегрев корпуса микросхем при монтаже. И если первое может быть результатом вашей невнимательности и непонимания

работы электронной схемы, то второе — слабых практических навыков сборки электронных устройств. В связи с этим обратите внимание на следующие рекомендации.

1. Жало разогретого паяльника должно быть покрыто тонким светлым слоем припоя. Окалина и каверны на жале резко удлиняют время пайки и ухудшают ее качество.

2. Припой должен плавиться от температуры спаиваемых поверхностей, а не жала паяльника.

3. Не охлаждайте искусственно место пайки, при этом ухудшаются его механические и электрические свойства.

4. Показателем качественной пайки является гладкая блестящая поверхность места пайки после его остывания.

5. При монтаже схем не пользуйтесь флюсами, содержащими кислоту. Они разрушают место пайки.

6. Перед установкой в схему облудите все используемые выводы элемента.

7. Длительность пайки одной ножки интегральной схемы не должна превышать 5 с.

8. Распайка выводов интегральной схемы на плате должна вестись в шахматном порядке.

## САМОДЕЛЬНЫЕ ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

При окончательной сборке устройств радиолюбители пользуются в основном двумя способами монтажа: навесным («проволочным») и печатным. При навесном монтаже все детали устройства соединяются на монтажной плате согласно принципиальной схеме отрезками изолированного провода. Этот способ монтажа используется при макетировании устройств, изготовлении сложных устройств или недостатке опыта проектирования плат.

Если монтаж ведется печатным способом, то все детали устанавливаются на плату, на которой заранее вытравлены токоведущие дорожки. Этот способ используется радиолюбителями чаще всего.

А теперь познакомьтесь с проектированием и изготовлением печатных плат в домашних условиях.

Прежде всего надо сделать чертеж печатной платы в масштабе 2:1. На координатной бумаге с шагом 5 мм (например, развороте тетрадного листа) выполняют чертеж размещения деталей и схему их соединения со стороны расположения элементов. При этом рекомендуется обозначать черным цветом центры отверстий, красным — проводники, проходящие по обращенной к работающему поверхности платы, синим — находящиеся на невидимой стороне, простым карандашом проставляют условные изображения элементов в местах их расположения. Если на плате устанавливают перемычки, то их обозначают пунктиром, используя те же цвета. Затем лист переворачивают и на обратной стороне делают аналогичную разметку. Это поможет легко ориентироваться при разработке двусторонних печатных плат.

При изготовлении чертежа платы необходимо придерживаться следующих основных рекомендаций:

1. Соединительные проводники должны иметь минимально возможную длину.
2. Если на чертеже получается более 10 перемычек, переходите на проектирование двусторонней платы.
3. Шины питания должны иметь максимально возможную ширину.
4. Страйтесь не проводить на небольшом расстоянии несколько параллельных проводников.

Итак, чертеж готов, размеры платы известны. По этим размерам из фольгированного материала вырезают заготовку платы и на нее силикатным kleem наклеивают координатную бумагу с шагом 2,5 мм. Если плата односторонняя, то бумагу наклеивают со стороны фольги, если двусторонняя — с любой. Затем на нее переносят центры отверстий и кернят их. После этого бумагу смывают теплой водой и просверливают отверстия.

Следующий этап — подготовка поверхности платы к нанесению рисунка. Для этого заготовку помещают на 3...5 мин в слабый раствор хлорного железа (10 г хлорного железа на 100 см<sup>3</sup> воды). Затем, взяв плату за торцы, тщательно промывают ее в проточной воде и высушивают. Прикасаться после этого к поверхности фольги нельзя, так как на эти места не ляжет краска.

Когда плата просохнет, рейсфедером или пером наносят рисунок проводников, обозначенных на чертеже красным цветом. Для этого лучше всего использовать несмываемую тушь. Можно, конечно, взять и нитро- или масляные краски, но

рисунок из первых легко «скалывается», а вторые долго сохнут.

После высыхания краски рисунок ретушируют (удаляют подтеки, капли, случайные перемычки и т. п.) скальпелем или остро заточенным ножом.

Затем плату погружают (фольгированной стороной вниз) в раствор хлорного железа (75 г хлорного железа на 100 см<sup>3</sup> воды). Нижняя поверхность платы должна находиться в 10...15 мм от дна сосуда. Для этого в отверстия (лучше всего в те из них, которые предназначены для крепления платы в устройстве) вставляют 4 — 6

спичек так, чтобы они образовывали стойки высотой 10... 15мм.

Травление платы длится в зависимости от насыщенности раствора от 30 мин до 2,5 ч. Если на поверхности раствора появится белесая пленка, пользоваться раствором нельзя.

После окончания травления тщательно промывают плату в проточной воде, высушивают и покрывают спирто-канифольным флюсом. Затем облучивают контактные площадки и только после этого приступают к установке деталей.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СБОРКЕ РАДИОСХЕМ

Вот несколько практических советов, неоднократно проверенных многими радиолюбителями.

1. Не приступайте к сборке устройства, не приготовив все используемые в нем элементы, иначе порядок сборки может быть нарушен.

2. Инструмент на рабочем месте кладите всегда в одном и том же порядке и на одно и то же место; все ненужное для работы убирайте со стола.

3. Если вы устали или чем-то раздражены, немедленно прекратите работу. И, конечно, не приступайте к ней в таком состоянии.

Думаем, что со временем вы дополните этот список своими практическими наблюдениями.

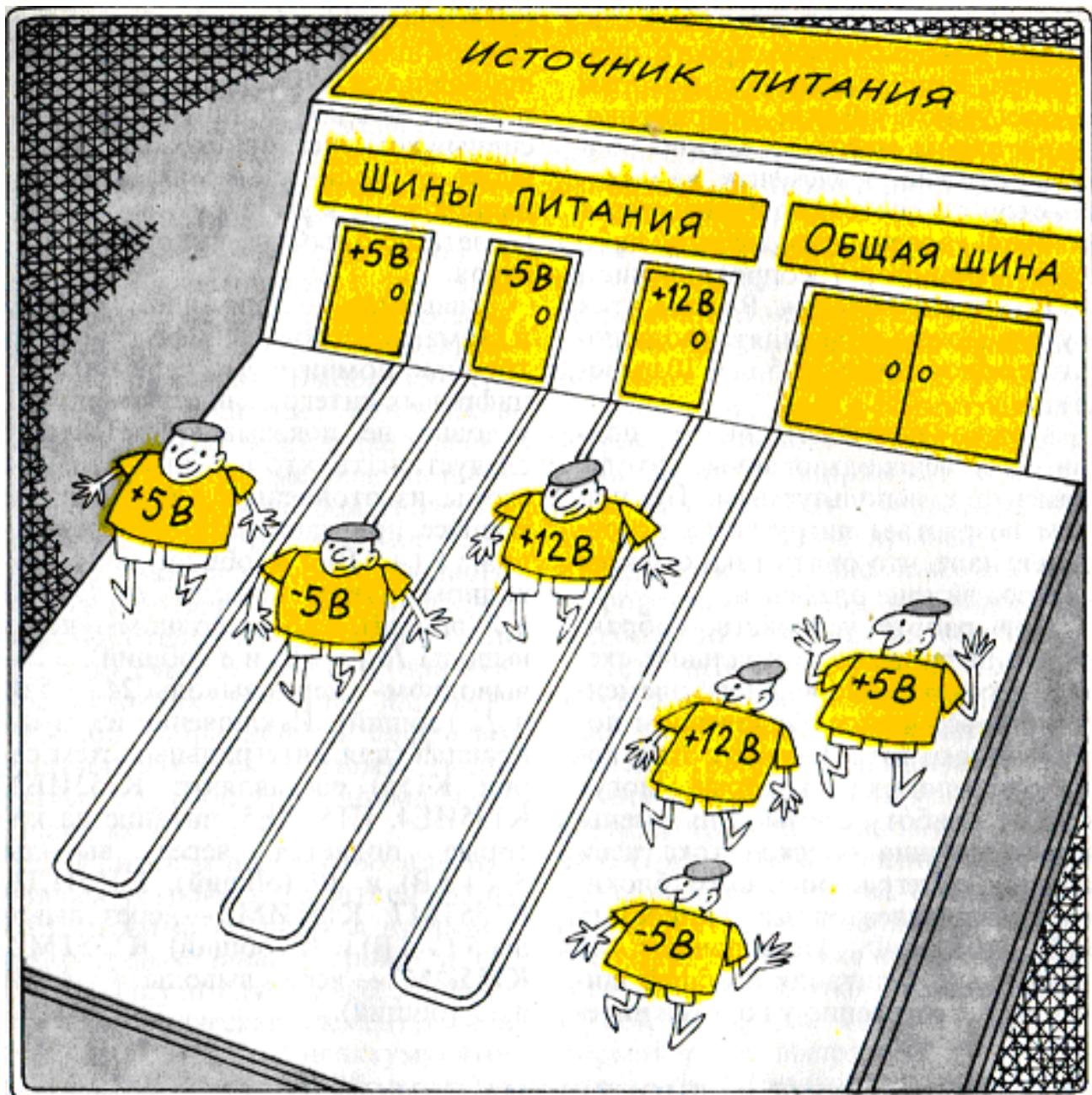
Начинающие радиолюбители часто испытывают затруднения при чтении инструкций по сборке и наладке электронных устройств из-за неправильного толкования отдельных терминов. Поэтому постараемся разъяснить наиболее употребимые из них.

В литературе, при описании цифровых сигналов, используются раз-

личные выражения: «высокий (низкий) уровень напряжения», «сигнал высокого (низкого) уровня», «уровень логической 1 (0)», «уровень 1 (0)» и т. п. Все они означают одно и то же — уровень напряжения + 2,4...+ 5 В (0... + 0,4В).

Знакомясь с описанием работы схемы какой-то конструкции, имейте в виду, что *общей шиной* обычно называют проводник, являющийся общим для входных и выходных сигналов. Относительно этой шины на схемах и в тексте указывают напряжения на элементах. В подавляющем большинстве случаев общей служит одна из шин, по которым на электронную схему подается напряжение питания. В описываемых далее конструкциях общей является шина, по которой на элементы электронной схемы поступает напряжение отрицательной полярности.

*Шиной питания* принято называть шину, по которой на электронную схему устройства поступает напряжение противоположной, относительно общей, полярности. Во всех описанных конструкциях (кроме микроЭВМ)



шина питания та, по которой на электронную схему поступает напряжение положительной полярности. В микроЭВМ шинами питания служат шины, по которым поступают напряжения + 5 В, - 5 В, + 12 В. Обратите внимание, что в этом случае к общейшине одновременно подключены три источника напряжения.

Если в тексте написано «напряжение в точке...», то это означает, что напряжение измеряют относительно

точки, потенциал которой известен, т.е. общей шины.

На схемах не всегда обозначают неиспользуемые выводы элементов цифровой техники. Поэтому перед сборкой конструкции познакомьтесь с условным графическим обозначением используемого элемента и его разводкой. Если быстродействие элемента и вероятность возникновения помех в самом устройстве

существенной роли не играют, то неиспользуемые выводы можно просто подключить к площадкам, на которые не поступают никакие напряжения. В противном случае их можно подсоединить либо к элементу, на выходе которого постоянно присутствует высокий уровень напряжения, либо через резистор сопротивлением 1 кОм к шине питания. Во всех этих случаях можно объединять (подключать к одной точке) не более 10 выводов.

Можно поступить иначе: подключить неиспользованные входы элемента к используемым. Но при этом возрастает нагрузка на источник сигнала, что опять-таки снижает быстродействие элемента.

При работе устройств, собранных на цифровых интегральных схемах, переключение каждого элемента сопровождается увеличением потребляемого тока. В связи с этим возникают помехи, которые могут исказить работу схемы. Для уменьшения влияния бросков тока цепи питания интегральных схем блокируют конденсаторами емкостью 0,033...0,068 мкФ. Подключают их между шиной питания и общей шиной непосредственно у корпуса интегральной

схемы. С этой же целью на каждой плате в месте подключения проводников, по которым поступает питание на плату, устанавливают оксидный конденсатор. Его емкость зависит от количества микросхем на данной плате и выбирается исходя из расчета по 5 мкФ на каждые 10 корпусов.

Знакомясь с описанием работы и схемами устройств цифровой электроники, помните, что цепи питания цифровых интегральных схем на них условно не показывают. Поэтому следует знать, что все интегральные схемы, изготовленные в 8-выводном корпусе, получают питание через выводы 8 (+ 5 В) и 4 (общий), в 14-выводном — через выводы 14 (+ 5 В) и 7 (общий), в 16-выводном — через выводы 16 (+ 5 В) и 8 (общий), в 24-выводном — через выводы 24 (+ 5 В) и 12 (общий). Исключение из этого правила (для интегральных схем серии К155) составляют: К155ИЕ2, К155ИЕ4, К155ИЕ5, питание на которые подается через выводы 5 (+ 5 В) и 10 (общий), К155ИД1, К155ТМ7, К155ИМ3 — через выводы 5 (+ 5 В) и 12 (общий), К155ТМ2, К155ИМ2 — через выводы 4 (+ 5 В) и 11 (общий).

### ГЛАВА 3. ПИТАНИЕ РАДИОСХЕМ НА ЛЮБОЙ ВКУС

Работа любого электронного устройства немыслима без источника питания, а их качество в значительной мере определяет технические показатели электронного устройства.

Напряжение любого источника питания, как правило, нестабильно. В химических источниках оно снижается по мере их разряда, напряжение на выходе выпрямителей зависит от напряжения питающей сети. Изменение напряжения источника питания отрицательно сказывается на

работоспособности электронных устройств, поэтому современные устройства питания, как правило, содержат узлы стабилизации напряжения.

Поэтому прежде чем приступить к сборке устройств на цифровых микросхемах, обеспечим наши конструкции стабилизованными источниками питания.

## КАК ВЫБРАТЬ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

Для питания устройств, собранных на цифровых интегральных схемах, в основном используются два вида источников: химические источники тока (батареи гальванических элементов или аккумуляторов) и вторичные источники питания, преобразующие сетевое напряжение 220 В (выпрямители или стабилизаторы напряжения). Выбор какого-либо из указанных источников в каждом конкретном случае зависит от множества параметров: мощности, потребляемой устройством, варианта исполнения (носимое, мобильное, стационарное), временного режима работы и т. д. Все эти факторы в любительских условиях учесть довольно сложно, поэтому при выборе источника питания для конструкции, собранной на цифровых интегральных схемах, можно пользоваться следующими общими рекомендациями.

Для питания переносных или мобильных устройств с кратковременными режимами работы (сирены, электромузикальные устройства, генераторы и т. п.) лучше всего применять гальванические элементы типа 316, 343, 373, А3336 или аккумуляторы Д-0,25, Д-0,55, ЦНК-0,5, в остальных случаях — Д-0,55, ЦНК-0,5, КНГ-1,5 и т.п.

## ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

Для питания устройств, не требующих высокой стабильности напряжения питания, применяют наиболее простые, надежные и дешевые стабилизаторы — параметрические. В таком стабилизаторе регулирующий элемент при воздействии на выходное напряжение не учитывает разницы между ним и заданным напряжением.

В стационарных устройствах желательно использовать источники питания, подключаемые к сети через понижающий трансформатор. Если устройства включают в себя генераторы, собранные на цифровых интегральных схемах ТТЛ серий, то напряжение питания таких устройств должно быть обязательно стабилизировано.

При наладке электронных устройств необходимо использовать стабилизаторы напряжения с питанием от сети 220 В. Схемы двух таких стабилизаторов приведены ниже. Для каждого описанного в книге устройства рекомендован наиболее подходящий источник питания.

Для питания устройств, собранных как на интегральных схемах, так и на других радиоэлектронных элементах, требуется напряжение постоянного тока с очень малыми отклонениями от номинального значения. Причем установленная величина напряжения должна сохраняться при значительных колебаниях тока нагрузки и напряжения питающей сети. Поэтому блоки питания таких устройств, кроме силового трансформатора и выпрямителя, содержат и стабилизаторы напряжения, тип которых зависит от конкретного источника питания.

В наиболее простом и часто употребляемом виде параметрический стабилизатор представляет собой регулирующий элемент (стабилитрон), включаемый параллельно нагрузке (рис. 7, а). Обратите внимание,

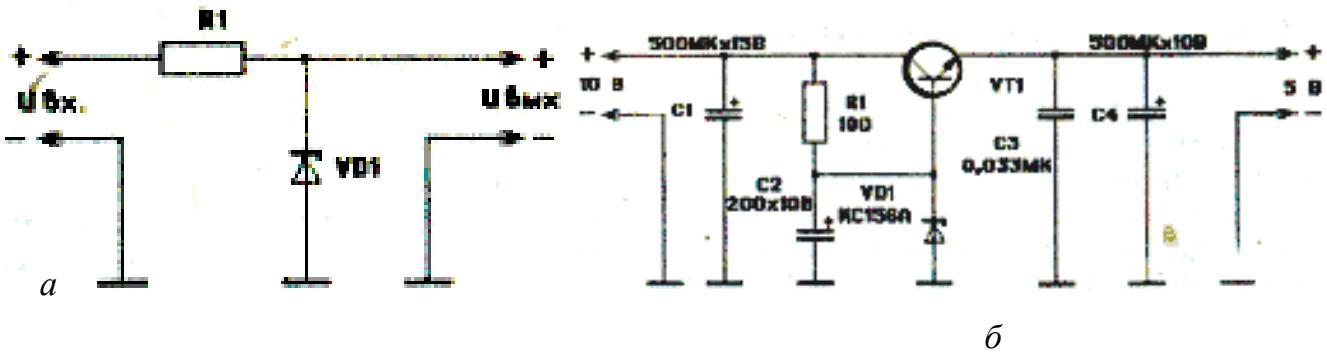


Рис. 7. Параметрические стабилизаторы:

*a* — типовая схема; *б* — схема с усилением мощности.

что стабилитрон, в отличие от диода, включается в обратном направлении, т. е. на анод подается отрицательный, а на катод — положительный потенциал напряжения. В основе действия такого стабилизатора лежит свойство стабилитрона поддерживать на своих электродах постоянное напряжение при значительных изменениях силы тока. Балластный резистор  $R$ , включенный последовательно с стабилитроном и нагрузкой, ограничивает ток через стабилитрон при отключенной нагрузке.

Для устройств, имеющих напряжение питания 5 В, в этом стабилизаторе можно использовать стабилитрон типа КС147. Сопротивление резистора  $R$  выбирается таким, чтобы при максимальном входном напряжении и отключенной нагрузке ток через стабилитрон не превышал 55 мА. Так как в рабочем режиме через этот

резистор проходит ток стабилитрона и нагрузки, его мощность должна быть 1...2 Вт. Ток нагрузки этого стабилизатора должен лежать в пределах 8...40 мА.

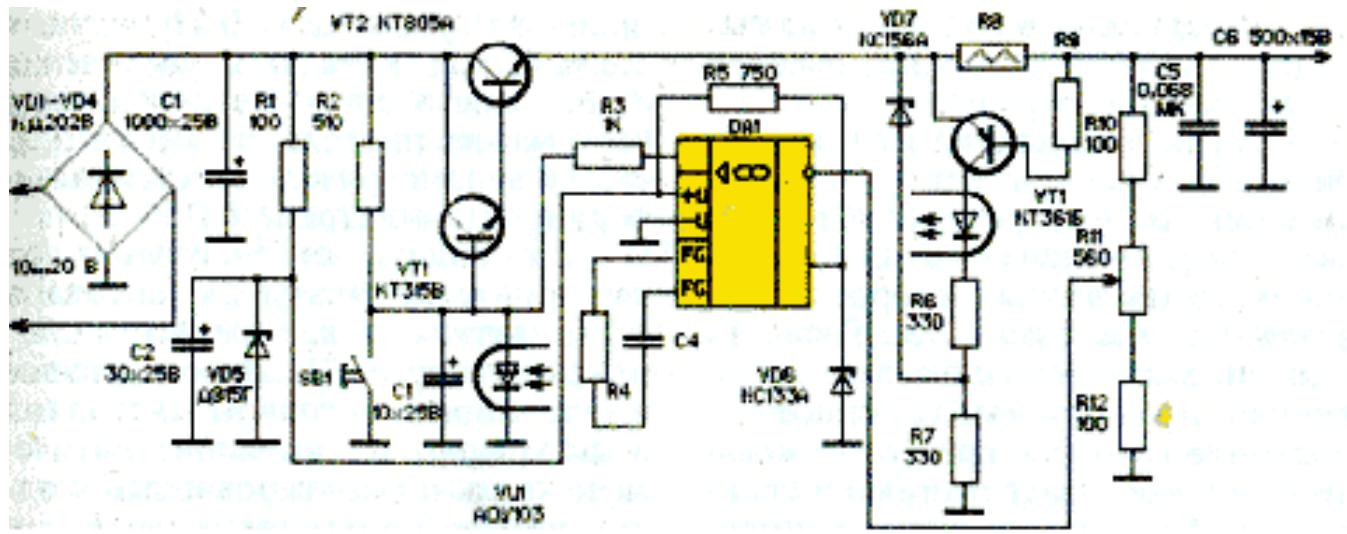
Если выходной ток стабилизатора недостаточен для питания устройства, увеличить его мощность можно, добавив усилитель (рис. 7, *б*). Его роль в этой схеме выполняет транзистор  $VT1$ , цепь коллектор — эмиттер которого включается последовательно с нагрузкой стабилизатора. Выходное напряжение такого стабилизатора равно разности входного напряжения стабилизатора и падения напряжения в цепи коллектор — эмиттер транзистора и определяется напряжением стабилизации стабилитрона  $VD1$ . Стабилизатор обеспечивает в нагрузке ток до 1 А. В качестве  $VT1$  можно использовать транзисторы типа КТ807, КТ815, КТ817.

## СТАБИЛИЗАТОР НА ОПЕРАЦИОННОМ УСИЛИТЕЛЕ

Для стабилизации напряжения постоянного тока достаточно большой мощности в числе других применяются компенсационные стабилизаторы непрерывного действия (рис. 8). Принцип действия такого стабилизатора заключается в поддержании выходного напряжения на заданном уровне за счет изменения падения напряжения на регулирующем элементе. При этом величина управляющего сигнала, поступающего на регулирующий

элемент, зависит от разницы между заданным и выходным напряжениями стабилизатора.

Роль регулирующего элемента (составного транзистора  $VT1$ ,  $VT2$ ) в этой схеме следующая. При определенном напряжении на базе составного транзистора существует соответствующее ему падение



**Рис. 8. Стабилизатор напряжения на операционном усилителе.**

напряжения в цепи коллектор — эмиттер этого транзистора. В связи с этим часть напряжения, поступающая на выход стабилизатора, «остается» на транзисторе, а остальная поступает на выход стабилизатора. Если увеличить напряжение на базе составного транзистора, то он откроется и падение напряжения на нем уменьшится, а напряжение на выходе стабилизатора соответственно увеличится. И наоборот. В обоих случаях величина напряжения на выходе стабилизатора будет близка к уровню напряжения на базе составного транзистора.

Поддержание величины напряжения на выходе стабилизатора на заданном уровне осуществляется за счет того, что часть выходного напряжения (напряжение отрицательной обратной связи) с делителя напряжения  $R10$ ,  $R11$ ,  $R12$  поступает на операционный усилитель  $DA1$  (усилитель напряжения отрицательной обратной связи). Выходное напряжение операционного усилителя в этой схеме будет стремиться к такому значению, при котором разница напряжений на его входах была бы равна нулю.

Происходит это следующим образом. Напряжение обратной связи с резистора  $R11$  поступает на вход  $4$  операционного усилителя. На входе  $5$  стабилитроном  $VD6$  поддерживается постоянная величина напряжения (опорное напряжение). Разница напряжений на входах усиливается операционным усилителем и поступает через резистор  $R3$  на базу составного транзистора, падение напряжения на котором определяет величину выходного напряжения стабилизатора. Часть входного напряжения с резистора  $R11$  снова поступает на операционный усилитель. Таким образом, сравнение напряжения обратной связи с образцовым и воздействие выходного напряжения операционного усилителя на выходное напряжение стабилизатора происходит непрерывно.

Если напряжение на выходе стабилизатора увеличивается, то увеличивается и напряжение обратной связи, поступающее на вход 4 операционного усилителя, которое становится больше опорного.

Разность этих напряжений усиливается операционным усилителем, выходное напряжение которого при этом уменьшается и закрывает составной транзистор. В результате падение напряжения на нем увеличивается, что вызывает уменьшение выходного напряжения стабилизатора. Этот процесс продолжается до тех пор, пока напряжение обратной связи не станет почти равным опорному (их разница зависит от типа используемого операционного усилителя и может составлять 5...200мВ).

При уменьшении выходного напряжения стабилизатора происходит обратный процесс. Так как напряжение обратной связи уменьшается, становясь меньше опорного, то разница этих напряжений на выходе усилителя напряжения обратной связи увеличивается и открывает составной транзистор, обеспечивая тем самым увеличение выходного напряжения стабилизатора.

Величина выходного напряжения зависит от достаточно большого числа факторов (тока, потребляемого нагрузкой, колебания напряжения первичной сети, колебаний температуры внешней среды и т. п.). Поэтому описанные процессы в стабилизаторе происходят непрерывно, г. е. выходное напряжение постоянно колеблется с очень малыми отклонениями относительно заранее заданного значения.

Источником опорного напряжения, поступающего на вход 5 операционного усилителя  $DA1$ , служит стабилитрон  $VD6$ . Для увеличения стабильности опорного напряжения напряжение питания на него подается с параметрического стабилизатора на стабилитроне  $VD5$ .

Для защиты стабилизатора от перегрузок используется оптопара  $VU1$ , датчик тока (резистор  $R8$ ) и транзистор  $VT3$ . Использование в узле защиты оптопары (светодиод и фототиристор, имеющие оптическую связь и смонтированные в одном корпусе) повышает надежность его работы.

При увеличении тока, потребляемого нагрузкой от стабилизатора, увеличивается падение напряжения на резисторе  $R8$ , а следовательно, и напряжение, поступающее на базу транзистора  $VT3$ . При определенной величине этого напряжения коллекторный ток транзистора  $VT3$  достигает значения, необходимого для зажигания светодиода оптопары  $VU1$ .

Излучение светодиода включает тиристор оптопары, и напряжение на базе составного транзистора уменьшается до 1...1,5В, так как она оказывается подключенной к общей шине через малое сопротивление включенного тиристора. Вследствие этого составной транзистор закрывается, а напряжение и ток на выходе стабилизатора уменьшаются почти до нуля. Падение напряжения на резисторе  $R8$  уменьшается, транзистор  $VT3$  закрывается и свечение оптрана прекращается, но тиристор остается включенным до того момента, пока напряжение на его аноде (относительно катода) не станет меньше 1 В. Это произойдет только в том случае, если будет отключено входное напряжение стабилизатора или замкнуты контакты кнопки  $SB1$ .

Коротко о назначении остальных элементов схемы. Резистор  $R1$ , конденсатор  $C2$  и стабилитрон  $VD5$  образуют параметрический стабилизатор, служащий для стабилизации напряжения питания операционного усилителя и предварительной стабилизации напряжения питания источника.

опорного напряжения  $R5$ ,  $VD2$ . Резистор  $R2$  обеспечивает начальное напряжение на базе составного транзистора, повышая надежность запуска стабилизатора

Конденсатор  $C3$  предотвращает возбуждение стабилизатора на низкой частоте. Резистор  $R3$  ограничивает выходной ток операционного усилителя в случае короткого замыкания на его выходе (например, при включении тиристора оптопары).

Цепь  $R4$ ,  $C2$  предотвращает возбуждение операционного усилителя и выбирается в соответствии с рекомендациями, приводимыми в справочной литературе для конкретного типа операционного усилителя.

Стабилитрон  $VD7$  и резистор  $R7$  образуют параметрический стабилизатор, служащий для поддержания напряжения питания узла защиты на неизменном уровне при изменении выходного напряжения стабилизатора.

Резистор  $R6$  ограничивает коллекторный ток транзистора  $VT3$  на уровне, необходимом для нормальной работы светодиода оптопары. В качестве резистора  $R6$  используется резистор типа С5-5 или самодельный из провода высокого сопротивления (например, спирали от утюга или электроплитки).

Конденсатор  $C1$  снижает уровень пульсаций входного, а  $C5$  — выходного

напряжений стабилизатора. Конденсатор  $C6$  блокирует выходную цепь стабилизатора по высокочастотным гармоникам. Нормальный тепловой режим транзистора  $VT2$  при больших токах нагрузки обеспечивается его установкой на радиаторе площадью не менее 100 см<sup>2</sup>.

Стабилизатор обеспечивает плавную регулировку выходного напряжения в пределах 4,5...12 В при выходном токе до 1 А с уровнем пульсаций выходного напряжения не более 15 мВ. Защита от перегрузки срабатывает при выходном токе свыше 1,1 А.

Теперь о замене элементов. Операционный усилитель К553УД1 можно заменить на К140УД2, К140УД9, К553УД2. Транзистор  $VT1$  может быть типа КТ603, КТ608, а  $VT2$  — КТ805, КТ806, КТ908 и т. п. с любыми буквенными индексами. Оптопара — указанного типа с любым буквенным индексом.

Напряжение переменного тока подается на выпрямитель стабилизатора с любого понижающего трансформатора, обеспечивающего выходное напряжение не менее 12 В при токе 1 А. В качестве такого трансформатора можно использовать выходные трансформаторы ТВК-110ЛМ и ТВК-110Л1.

## СТАБИЛИЗАТОР НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МИКРОСХЕМЕ

Указанные выше трансформаторы можно использовать совместно со стабилизатором напряжения, схема которого приведена на рисунке 9. Он собран на специализированной интегральной схеме К142ЕН1. Она представляет собой стабилизатор напряжения непрерывного действия с последовательным включением регулирующего элемента. Достаточно высокие эксплуатационные

характеристики, встроенная схема защиты от перегрузки, работающая от внешнего датчика тока, и схема включения/выключения стабилизатора от внешнего источника сигнала позволяют изготовить на его основе стабилизированный источник питания,

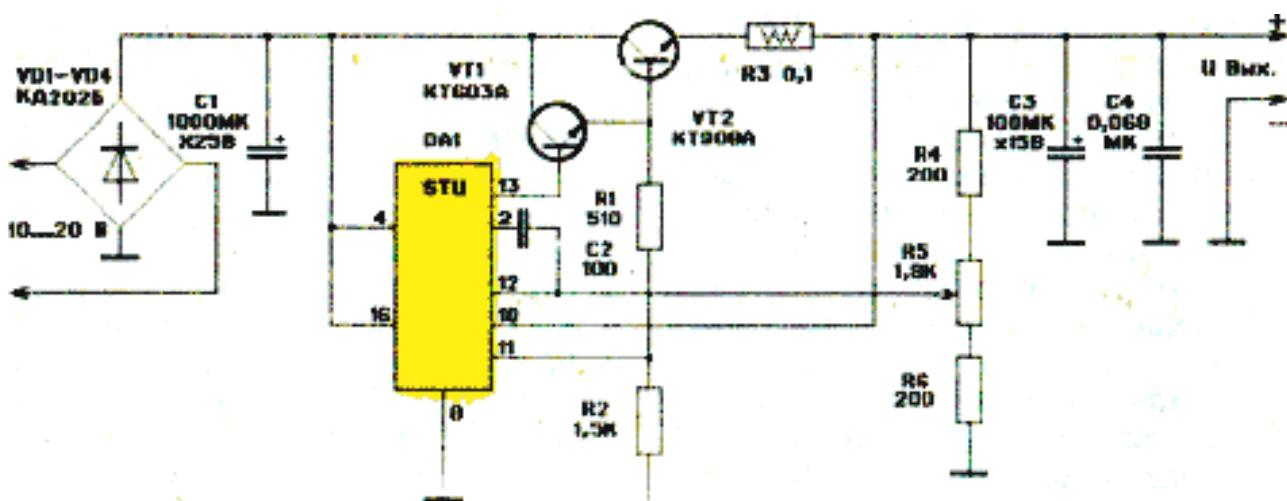


Рис. 9. Стабилизатор напряжения на К142ЕН1

обеспечивающий выходные напряжения в диапазоне 3...12 В.

Схема самого интегрального стабилизатора напряжения не может обеспечить ток на нагрузке свыше 150 мА, что явно недостаточно для работы некоторых устройств. Поэтому для увеличения нагрузочной способности стабилизатора к ее выходу подключен усилитель мощности на составном транзисторе  $VT_1$ ,  $VT_2$ . Благодаря этому выходной ток стабилизатора может достигать 1,5 А в указанном диапазоне выходных напряжений.

Напряжение обратной связи, подаваемое на выход интегральной схемы  $DA1$ , выполняющей в данной

схеме роль усилителя отрицательной обратной связи с внутренним источником опорного напряжения, снимается с резистора  $R_5$ . Резистор  $R_3$  служит датчиком тока узла защиты от перегрузок по току. Резисторы  $R_1$ ,  $R_2$  обеспечивают режим работы транзистора  $VT_2$  и внутреннего транзистора защиты интегральной схемы  $DA1$ . Конденсатор  $C_2$  устраняет самовозбуждение интегральной схемы на высокой частоте.

Резистор  $R_3$  проволочный, аналогичный описанному ранее. В качестве транзистора  $VT_1$  можно использовать транзисторы типа КТ603, КТ608, а  $VT_2$  – КТ805, КТ809 и т. п. с любыми буквенными индексами.

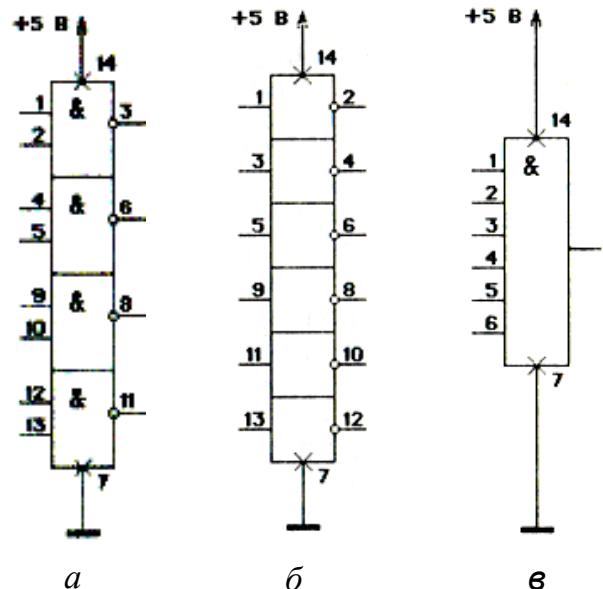
## ГЛАВА 4. ДОМАШНЯЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Практическое знакомство с устройствами цифровой электроники начните с изготовления нескольких приборов, которые, несмотря на свою простоту, окажут вам неоценимую помощь при налаживании различных устройств. Конструируя корпуса для этих приборов, не забудьте, что они должны быть легкими и удобными для захвата одной рукой. Поэтому рекомендуем использовать компоновку типа «ручка»:

вытянутый корпус (до 150...200 мм) с малым сечением (приблизительно 30 x 15 мм). Учтите также и то, что приборы не имеют собственного источника питания, а подключаются при помощи достаточно длинных проводников к шинам питания налаживаемого устройства.

В описанных в этом разделе устройствах используются интегральные схемы логических элементов И, И-НЕ, цоколевка которых приведена на рисунке 10.

**Рис. 10. Цоколевка интегральных схем:**



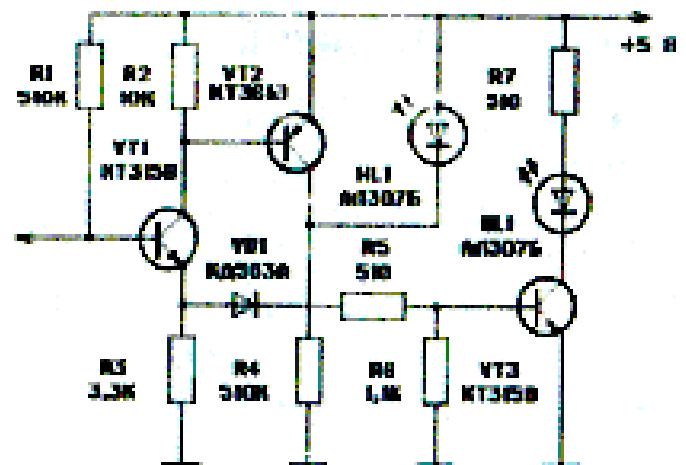
## ЛОГИЧЕСКИЙ ПРОБНИК НА ТРАНЗИСТОРАХ

Хорошо, если в вашей лаборатории есть осциллограф. Ну а если его нет и купить его по тем или иным причинам не представляется возможным, не горчайтесь. В большинстве случаев его с успехом может заменить логический пробник, позволяющий проконтролировать логические уровни сигналов на входах и выходах цифровых интегральных схем, определить наличие импульсов в контролируемой цепи и отразить полученную информацию в визуальной (свето-цветовой или цифровой) или звуковой (тональными сигналами различной частоты) формах. При налаживании и ремонте устройств на цифровых интегральных схемах далеко не всегда так уж необходимо знать характеристики импульсов или точные значения уровней напряжения. Поэтому логические пробники облегчают процесс налаживания устройств, даже если есть осциллограф.

Первый пробник, который мы предлагаем вам изготовить, предназначен

тем, кто не рискует сразу приступить к работе с цифровыми интегральными схемами.

Схема пробника (рис.11) состоит из усилителя (транзистор  $VT1$ ), согласующего входные параметры пробника с параметрами исследуемой цепи, и двух электронных ключей на транзисторах  $VT2—VT3$ , в коллекторную цепь которых включены светодиоды, служащие для индикации



**Рис. 11. Логический пробник на транзисторах**

уровней входных сигналов.

Режим работы транзистора  $VT1$  выбран таким, чтобы при отсутствии сигнала на входе пробника на его коллекторе все время поддерживалось напряжение, достаточное для открывания транзистора  $VT2$ . Малое сопротивление цепи эмиттер — коллектор этого транзистора шунтирует светодиод  $HL1$ , и он не светится. Одновременно определенный уровень напряжения на эмиттере транзистора  $VT1$  поддерживает транзистор  $VT3$  в закрытом состоянии, поэтому его коллекторный ток недостаточен для загорания светодиода  $HL2$ .

При поступлении на вход пробника уровня 0 транзистор  $VT1$  закрывается, напряжение на коллекторе возрастает и запирает транзистор  $VT2$ . Сопротивление цепи коллектор — эмиттер перестает шунтировать светодиод  $HL1$ , и он загорается, сигнализируя о наличии уровня 0 на входе пробника.

При поступлении на вход пробника уровня 1 транзистор  $VT1$  открывается, напряжение на его коллекторе уменьшается и отпирает транзистор  $VT2$ . Малое сопротивление цепи коллектор — эмиттер открытого транзистора шунтирует светодиод  $HL1$ , и он гаснет.

## ЛОГИЧЕСКИЙ ПРОБНИК С ЦИФРОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ

Этот логический пробник выдает информацию о входных сигналах в цифровой форме и поэтому гораздо более удобен в работе. Его схема (рис.12) содержит цифровую интегральную схему, что обеспечивает надежность работы пробника и точность его показаний. Схема этого пробника состоит из двух основных узлов: входного каскада на транзисторах  $VT1$ ,  $VT2$ , включенных по схеме эмиттерных повторителей, для повышения входного

сопротивления пробника, и выходных усилителей и коммутаторов нагрузки (индикатор  $HG1$ ) на элементах 2И-НЕ ( $DD1.1$  —  $DD1.4$ ). Кроме того, следует отметить, что используемый светодиодный знакосинтезирующий индикатор  $HG1$  имеет общий катод, подключенный к общей шине, поэтому свечение его сегментов происходит при подаче уровня 1 на соответствующие аноды.

Одновременно возрастание эмиттерного тока открытого транзистора  $VT1$  вызывает увеличение падения напряжения на резисторе  $R3$ , в связи с чем транзистор  $VT3$  открывается. Его коллекторный ток увеличивается, и светодиод  $HL2$  загорается, индицируя наличие уровня 1 на входе пробника.

Если на вход пробника поступает последовательность импульсов, то светодиоды попеременно вспыхивают, сигнализируя о поступлении на вход пробника импульсных сигналов.

Налаживая пробник, подбором сопротивления резистора  $R1$  добиваются отсутствия свечения светодиодов в исходном состоянии. Затем подбором сопротивления резистора  $R6$  добиваются загорания светодиода  $HL2$  при поступлении логической 1 на вход пробника, а изменением сопротивления резистора  $R2$  устанавливают режим работы транзистора  $VT2$ .

В пробнике можно использовать любые маломощные кремниевые транзисторы соответствующей структуры (например, КТ315, КТ342, КТ361 и т. д.), кремниевый импульсный диод (например, КД503, КД509, КД510) и светодиоды любого типа.

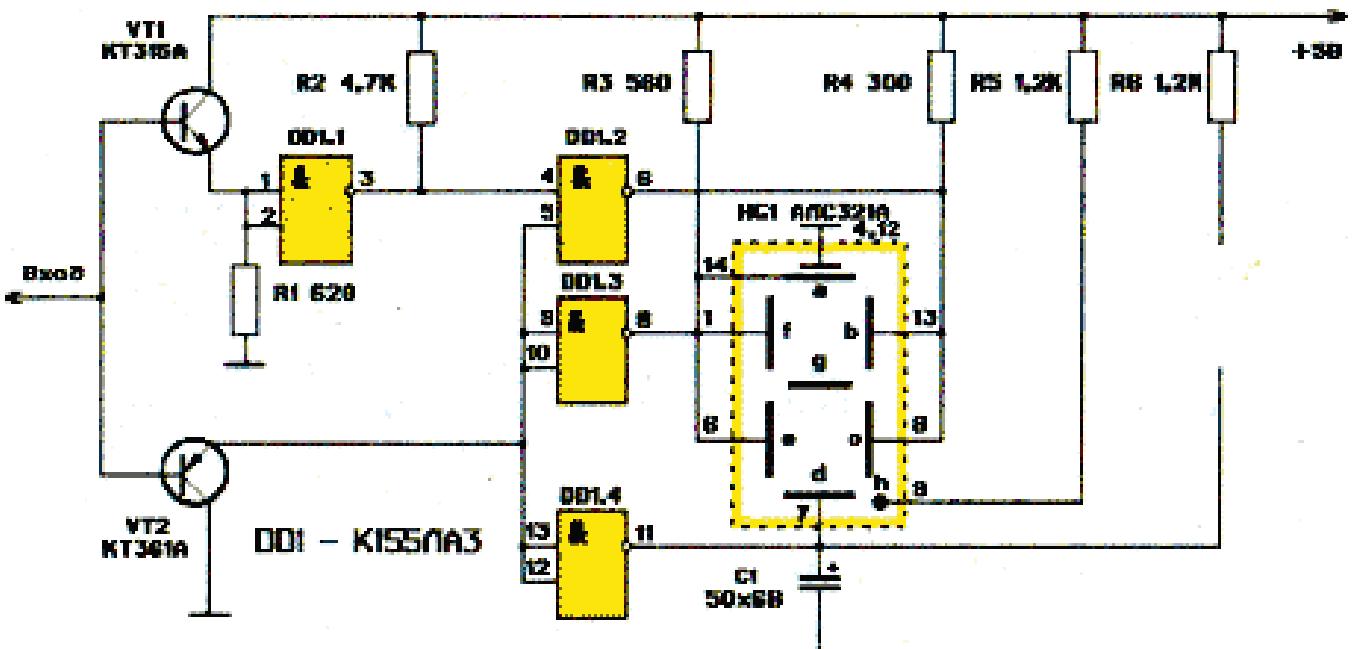


Рис. 12. Логический пробник с цифровой индикацией.

Работает пробник следующим образом. При подаче напряжения питания сразу же начинает светиться сегмент *h* светодиодного индикатора (точка).

Если сигнала на входе пробника нет, то транзисторы *VT1* и *VT2* закрыты. Поэтому на входе логического элемента *DD1.1* присутствует уровень 0, обеспечиваемый падением напряжения на резисторе *R1*, а на выходах логических элементов *DD1.2* — *DD1.4* — уровень 1. На выходах этих элементов присутствуют уровни 0, и сегменты индикатора *HG1* поэтому не светятся.

При появлении на входе пробника сигнала, соответствующего уровню 1, транзистор *VT1* открывается и на вход элемента *DD1.1* поступает уровень 1. На выходе этого элемента появляется уровень 0, который в свою очередь вызывает появление на выходе элемента *DD1.2* уровня 1, и сегменты *b* и *c* индикатора *HG1* загораются, индицируя цифру «1». Остальные сегменты в это время не горят, так как на выходе элементов *DD1.3* и *DD1.4* сохраняются уровни 0.

Если на вход пробника поступает напряжение, соответствующее уровню 0, то транзистор *VT2* открывается, а *VT1* закрывается. При этом на выходах элементов *DD1.3*, *DD1.4* и выходе 6 элемента *DD1.2* появляются уровни 0. Появление уровня 1 на выходах элементов *DD1.3*, *DD1.4* вызывает свечение сегментов *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* индикатора *HG1*, образующих цифру «0».

Если на вход пробника поступают импульсы с частотой до 25 Гц, то на выходе элемента *DD1.2* присутствует уровень 1, а на выходах элементов *DD1.3* и *DD1.4* чередование уровней 1 и 0 с такой же частотой, что вызывает чередование свечения цифр «1» и «0» на индикаторе *HG1*, сигнализирующее о наличии импульсов в контролируемой цепи.

При большей частоте входных импульсов на величине напряжения, поступающего на сегмент *d* индикатора *HG1*, начинает сказываться емкость конденсатора *C1*.

Он на какое-то время «запоминает» уровень напряжения, имеющего среднюю величину между уровнем 0 и уровнем 1, в связи с чем яркость свечения сегмента *d* уменьшается. При этом на индикаторе наблюдается свечение буквы *P*, свидетельствующее о наличии последовательности импульсов в контролируемой цепи. В пробнике используются резисторы типа МЛТ 0,125 и конденсатор типа К50-6. Вместо

интегральной схемы указанного типа можно использовать другую— К155ЛА11, К155ЛА13. Транзистор *VT1*— любой маломощный кремниевый. Транзистор *VT2* может быть как кремниевым, так и германиевым, но в первом случае необходимо в качестве *VD2* использовать германиевый диод, например Д9, ГД507 с любым буквенным индексом.

## ГЕНЕРАТОР ОДНОЧНОГО ИМПУЛЬСА

Следующее устройство для домашней лаборатории — генератор одиночного импульса. Так называют устройство, формирующее на выходе одиночный импульс, длительность которого не зависит от длительности запускающего (входного) импульса. Применяются такие генераторы в самых разнообразных целях: для имитации входных сигналов цифровых устройств, при проверке работоспособности цифровых интегральных схем, необходимости подачи на какое-то устройство определенного числа импульсов с визуальным контролем процессов и т. д.

Схема генератора одиночного импульса (рис.13) состоит из двух функциональных узлов: подавителя дребезга контактов (*DD1.1*, *DD1.2*) и формирователя импульсов (*DD1.3*, *DD1.4*). Кнопка *SB1* выполняет функцию генератора запускающих сигналов.

Известно, что замыкание или размыкание любых механических контактов сопровождается дребезгом, т. е. большим числом замыканий/размыканий за очень короткий промежуток времени. При этом в коммутируемой цепи возникают импульсы, которые большинство элементов цифровых микросхем воспринимают как информационные, что

приводит к сбою в работе цифровых устройств.

После включения питания на выходах элементов *DD1.1* устанавливается уровень 1, так как один из его входов через нормально замкнутый контакт кнопки *SB1* подключен к общей шине (т. е. на вход подается уровень 0). Присутствующие на выходах элемента *DD1.2* уровни 1 (с выхода элемента *DD1.1* и шины питания) устанавливают на его выходе уровень 0. Поступая на входы элементов *DD1.3*, *DD1.4*, он вызывает появление на их выходах уровней 1. Уровень 1 с выхода элемента *DD1.3* через резистор *R3* заряжает конденсатор *C1*, в связи с чем на втором входе элемента *DD1.4* устанавливается уровень 1.

При нажатии на кнопку *SB1* размыкается ее нормально замкнутый и замыкается нормально разомкнутый контакты. После этого на один из входов элемента *DD1.2* поступает уровень 0, а на его выходе устанавливается уровень 1. Он в свою очередь вызывает появление уровня 0 на выходе элемента *DD1.3*, а конденсатор *C1* начинает разряжаться на общую шину через резистор *R3* и выходной каскад элемента *DD1.3*. Так как разряд происходит

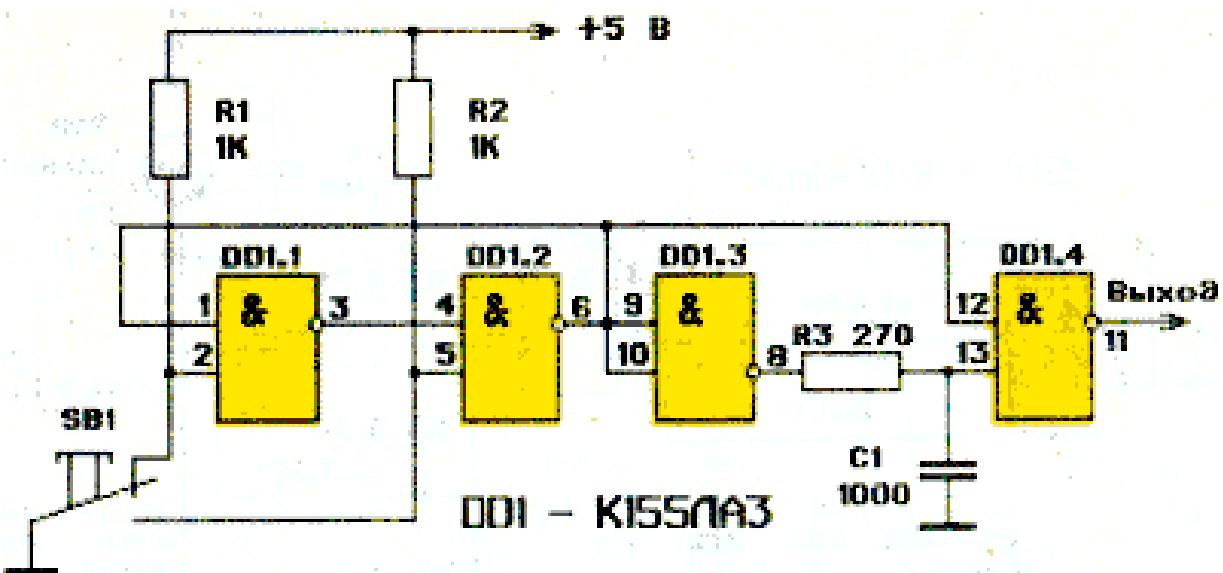


Рис. 13. Генератор одиночного импульса.

какое-то время, то в течение этого времени на входах элемента *DD1.4* присутствуют уровни 1, а на выходе — уровень 0. Как только напряжение на конденсаторе станет ниже уровня переключения элемента *DD1.4*, на его выходе появится уровень 1 и узел возвратится в исходное состояние. Таким образом на нем формируется

отрицательный импульс, длительность которого зависит только от сопротивления резистора *R3* и емкости конденсатора *C1*.

После отпускания кнопки *SBI* элементы *DD1.1*, *DD1.2* возвращаются в исходное состояние, конденсатор *C1* зарядится и генератор будет готов к повторному запуску, как описано выше.

#### ЧАСТОТОМЕР НА МИКРОСХЕМЕ

На базе описанного формирователя импульсов можно собрать еще один прибор — частотометр (рис. 14). Назначение его отражено в названии — измерение частоты исследуемого сигнала.

При поступлении на вход элемента *DD1.2* последовательности прямоугольных импульсов на выходе формирователя появляется последовательность отрицательных импульсов, длительность которых зависит от емкости конденсаторов, подключенных в данный момент к резистору *R1* и входу элемента *DD1.2*. В течение действия каждого отрицательного импульса через один из резисторов *R2—R4* и микроамперметр

*PA1* проходит ток. После окончания одного импульса и до начала следующего стрелка механической системы микроамперметра за счет инерционности не успевает возвращаться в начальное положение. Таким образом, чем больше частота импульсов, тем больше угол отклонения стрелки. Причем зависимость эта линейная, что значительно облегчает калибровку прибора.

Диапазон частот, измеряемых этим прибором (20...20000 Гц), разбит на три поддиапазона: 20...200, 200...2000, 2000...20000 Гц. Поддиапазон измерения выбирается переключателем *SA1* и зависит от емкости подключенного конденсатора.

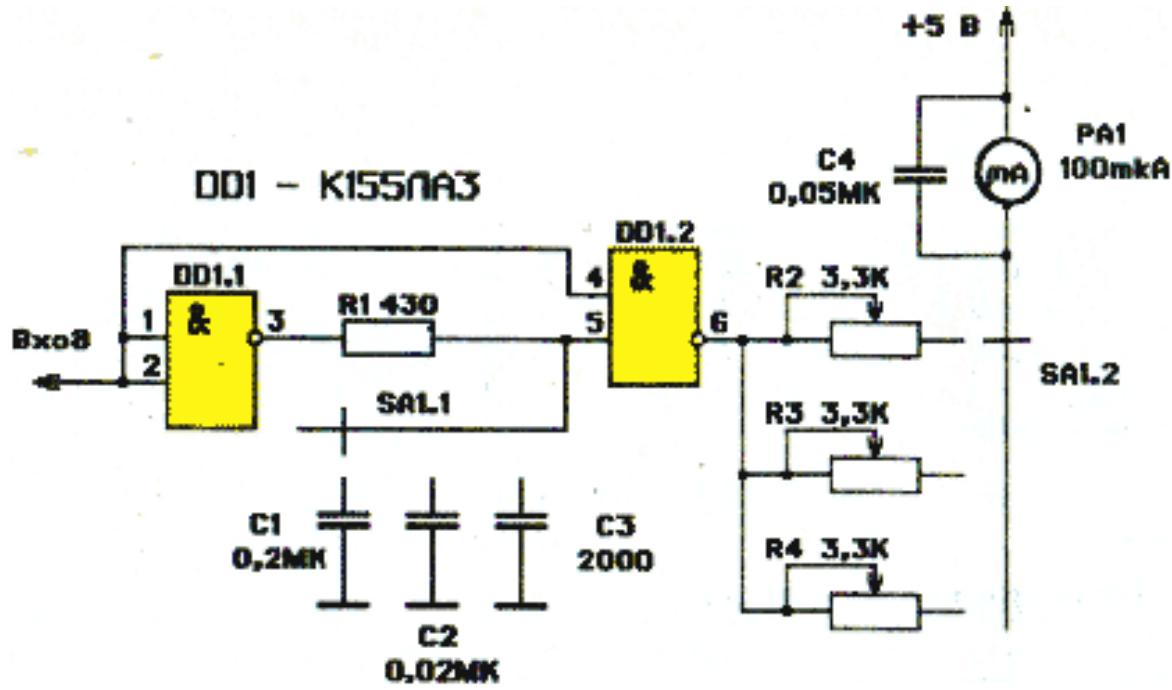


Рис. 14. Частотомер.

При калибровке прибора на его вход подают последовательность импульсов с частотой, соответствующей наибольшей частоте поддиапазона, и подбором сопротивления резисторов  $R_2$ — $R_4$  устанавливают стрелку на конечную отметку шкалы.

### ИМПУЛЬСНЫЙ ЗОНД

Следующий прибор — импульсный зонд, формирующий мощные короткие одиночные импульсы, которые устанавливают на входе/выходе любого цифрового элемента логический уровень, противоположный имеющемуся. Длительность импульса выбрана такой, чтобы не вывести из строя элемент, выход которого подключен к испытуемому входу. Это дает возможность не нарушать электрической связи испытуемого элемента с остальными.

Схема зонда (рис. 15) состоит из функциональных узлов подавителя дребезга контактов ( $DD1.1$ ,  $DD1.2$ ), двух формирователей импульсов ( $DD1.3$ ,

Для удобства эксплуатации этот прибор советуем собрать в описанном выше корпусе, а в качестве микроамперметра  $PA1$  использовать авометр, включив его в режим измерения постоянного тока на пределе 100...150 мА.

$DD1.4$  и  $DD2.1$ ,  $DD2.2$ ) и двух выходных усилителей ( $DD3$ ,  $DD4$  и  $DD5$ ,  $DD6$ ).

С работой узлов подавителя дребезга контактов и формирователей импульсов вы уже знакомы, поэтому остановимся на общем описании работы зонда.

После подачи питания на выходах элементов  $DD1.4$  и  $DD2.2$  устанавливаются уровни 1. Выходной сигнал элемента  $DD2.2$  инвертируется элементом  $DD2.3$ , и на входы элементов  $DD5$ ,  $DD6$ , включенных параллельно, поступает уровень 0. Таким образом, в исходном состоянии на выходах

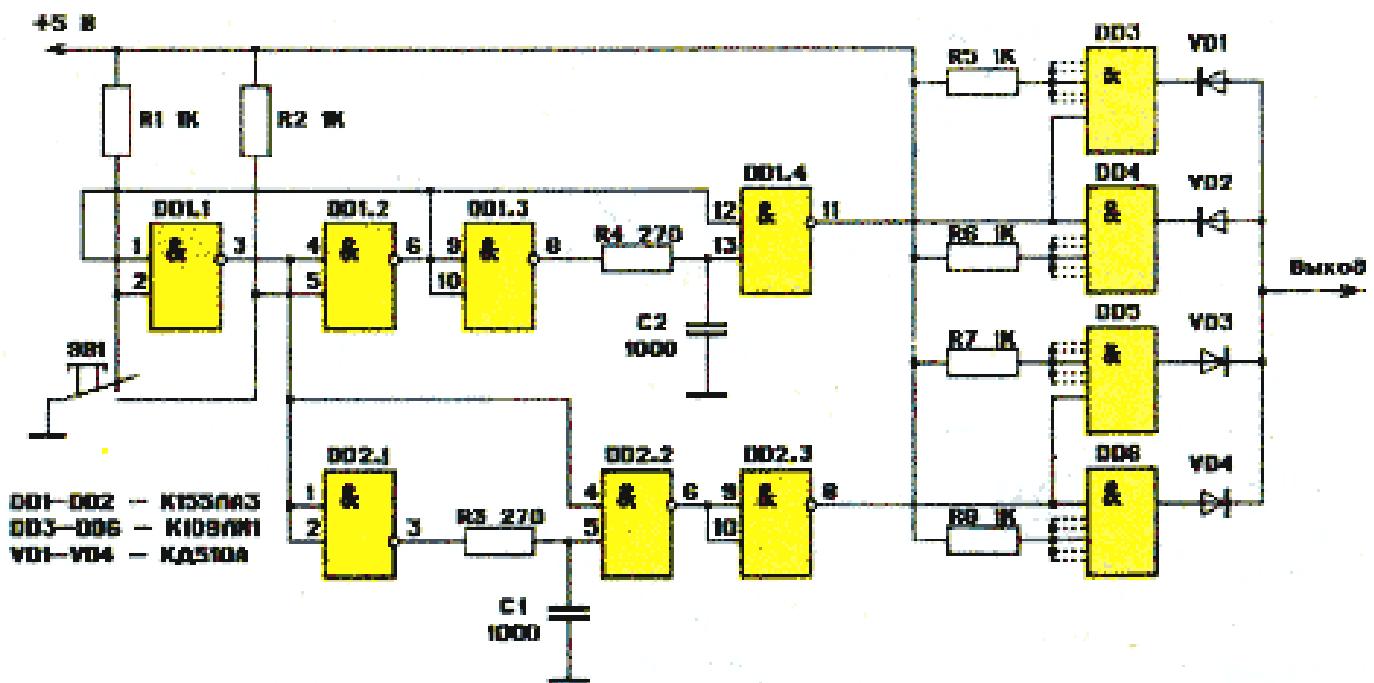


Рис. 15. Импульсный зонд.

элементов  $DD3$  и  $DD4$  уровни 1,  $DD5$  и  $DD6$  — уровни 0, диоды  $VD1$ — $VD4$  заперты и выход зонда находится в третьем состоянии (как бы отключен).

При нажатии кнопки  $SB1$  на выходе элемента  $DD1.4$  появляется короткий отрицательный импульс, который формирует на выходе элементов  $DD3$ ,  $DD4$  кратковременный отрицательный перепад напряжения с амплитудой тока до 50 мА. При отпускании этой кнопки

на входах элементов  $DD5$ ,  $DD6$  появляется короткий положительный импульс, формирующий на их выходах такой же импульс с указанной выше амплитудой тока. Таким образом, не отключая испытуемый узел или блок и не боясь вывести из строя интегральные схемы, в любой точке устройства можно создать уровень напряжения, противоположный имеющемуся.

## ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ

При наладке цифровых устройств вам обязательно понадобится еще один прибор — генератор импульсов. Промышленный генератор — прибор достаточно дорогой и редко бывает в продаже, но его аналог, пусть не такой точный и стабильный, можно собрать из радио-конструктора «функциональный генератор» (торговое название «Старт—7218»).

В набор радиоконструктора входят элементы и печатная плата, позволяющие в домашних условиях собрать генератор

прямоугольных, синусоидальных и треугольных импульсов в рабочем диапазоне 20 Гц... 135 кГц. На работе и методике налаживания этого генератора мы останавливаться не будем, так как они достаточно хорошо описаны в инструкции, прилагаемой к набору. Если вам не удалось приобрести радиоконструктор, то можно собрать генератор прямоугольных импульсов самостоятельно, использовав для этого схему, приведенную на рисунке 16.

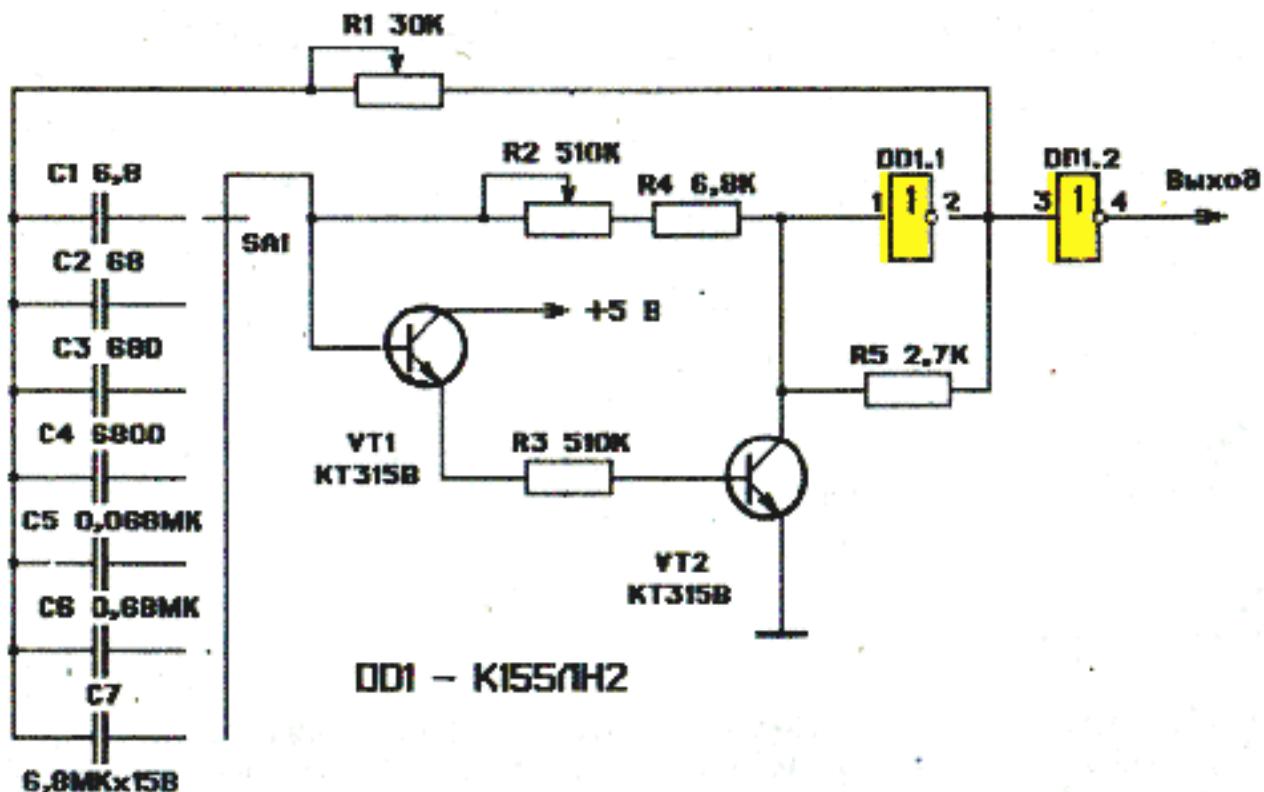


Рис. 16. Генератор прямоугольных импульсов.

Схема генератора представляет собой кольцо из двух инверторов. Функции первого из них выполняет транзистор  $VT_2$ , на входе которого включен эмиттерный повторитель на транзисторе  $VT_1$ . Это сделано для повышения входного сопротивления первого инвертора, благодаря чему появляется возможность генерации низких частот при относительно небольшой емкости конденсатора  $C_7$ . На выходе генератора включен элемент  $DD1.2$ , выполняющий роль буферного элемента, улучшающего согласование выхода генератора с используемой цепью.

Последовательно с времязадающим конденсатором (нужная величина емкости подбирается переключателем  $SA1$ ) включен резистор  $R1$ , изменением сопротивления которого регулируется выходная частота генератора. Для регулировки скважности выходного сигнала (отношения периода импульса к

его длительности) в схему введен резистор  $R2$ .

Устройство генерирует импульсы положительной полярности частотой 0,1 Гц...1 МГц и скважностью 2...500. Частотный диапазон генератора разбит на 7 поддиапазонов: 0,1...1, 1..10, 10..100, 100..1000 Гц и 1..10, 10..100, 100..1000 кГц, которые устанавливаются переключателем  $SA1$ .

В схеме можно использовать кремниевые маломощные транзисторы с коэффициентом усиления не менее 50 (например, KT312, KT315, KT342 и т. п.), интегральные схемы K155ЛН3, K155ЛН5.

## ГЛАВА 5. КОНСТРУКЦИИ ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ И ПОЛЕЗНЫЕ

Теперь, когда вы оснастили свою домашнюю лабораторию, можете приступить к сборке несложных

электронных устройств различного назначения и области применения:

### ВЫЗЫВНОЕ УСТРОЙСТВО

Одним из таких устройств является генератор низких (звуковых) частот (рис. 17). Он может быть использован в качестве вызывного устройства, звукового сигнала будильника и т. п.

Генератор собран по схеме симметричного мультивибратора, в одну из цепей обратной связи которого включена звуковая катушка динамической головки прямого излучения *BA1*.

Работает устройство так. Допустим, в какой-то момент времени на выходе элемента *DD1.1* присутствует уровень логической 1. За счет этого конденсатор *C7*, подключенный через резистор *R4* к общей шине, заряжается. Зарядный ток создает на этом резисторе падение напряжения, воспринимаемое элементом *DD1.2* как уровень 1. При этом на его выходе устанавливается уровень 0 и конденсатор *C2* разряжается. По мере заряда конденсатора *C1* падение напряжения на резисторе *R4* уменьшается. Когда эта величина станет меньше определенного значения, элемент *DD1.2* переключается и уровень 1 на его выходе создает зарядный ток конденсатора *C2*, проходящий через сопротивление звуковой катушки *BA1* и резистор *R2*. Падение напряжения на этом резисторе устанавливает на выходе элемента *DD1.1* уровень 0, и конденсатор *C1* разряжается. По мере заряда конденсатора *C2* напряжение на резисторе *R2* уменьшается до порога переключения элемента *DD1.1*,

вследствие чего на его выходе появляется уровень 1 и начинается заряд конденсатора *C1*. При этом на выходе элемента *DD1.2* устанавливается уровень 0 и конденсатор *C2* разряжается. Затем цикл повторяется. Ток заряда/разряда конденсатора *C2*, проходя через звуковую катушку *BA1*, преобразуется в звук.

Наладка генератора сводится к установке необходимого тона звучания подбором сопротивления резисторов *R1* и *R2*.

В устройстве могут быть использованы динамические головки любого типа с сопротивлением звуковой катушки 4...8 Ом и интегральные схемы K155ЛА1, K155ЛА4, K155ЛН1, K155ЛА12.

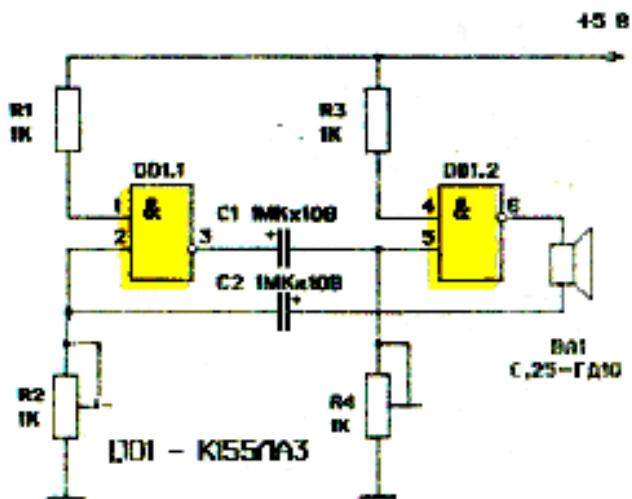


Рис. 17. Вызывное устройство.

## ЭЛЕКТРОННАЯ СИРЕНА

Следующее устройство может быть использовано в качестве аварийного сигнализатора или звукового сигнала для велосипеда (рис. 18). Оно представляет собой двухтональную сирену и состоит из тактового генератора на элементах  $DD1.1$ — $DD1.3$ , двух тональных генераторов (первого на элементах  $DD2.1$ ,  $DD2.2$  и второго на элементах  $DD2.3$ ,  $DD2.4$ ), согласующего каскада с усилителем мощности на элементе  $DD1.4$  и транзисторе  $VT1$ .

Генераторы тона, определяющие высоту звука сирены, управляются тактовым генератором следующим образом. Допустим, что в какой-то момент времени на выходе элемента  $DD1.2$  присутствует уровень 0. Тогда на выходе элемента  $DD1.3$  будет уровень 1, который и поступает на входы элементов  $DD2.1$ ,  $DD2.2$  первого тонального генератора. Генератор возбуждается, и сигнал с его выхода поступает на вход согласующего каскада на элементе  $DD1.4$ . На второй вход этого элемента

поступает уровень 1 с выхода второго тонального генератора. Это происходит потому, что уровень 0 выхода элемента  $DD1.2$  поступает на входы элементов  $DD2.3$ ,  $DD2.4$ , вызывая появление на их выходах уровня 1. Поступая на вход согласующего каскада со второго тонального генератора, уровень 1 разрешает прохождение на его выход сигнала с первого тонального генератора, который усиливается транзистором  $VT1$  и преобразуется динамической головкой  $BA1$  в звуковые волны.

При изменении уровней сигналов на выходах элементов  $DD1.2$  и  $DD1.3$  на противоположные включается второй тональный генератор, а первый выключается. Таким образом, с частотой работы тактового генератора будет изменяться и частота звука, воспроизводимого динамической головкой  $BA1$ .

Настройка устройства сводится к установке частот тактовых генераторов резисторами  $R3$ ,  $R4$  и  $R5$ ,  $R6$

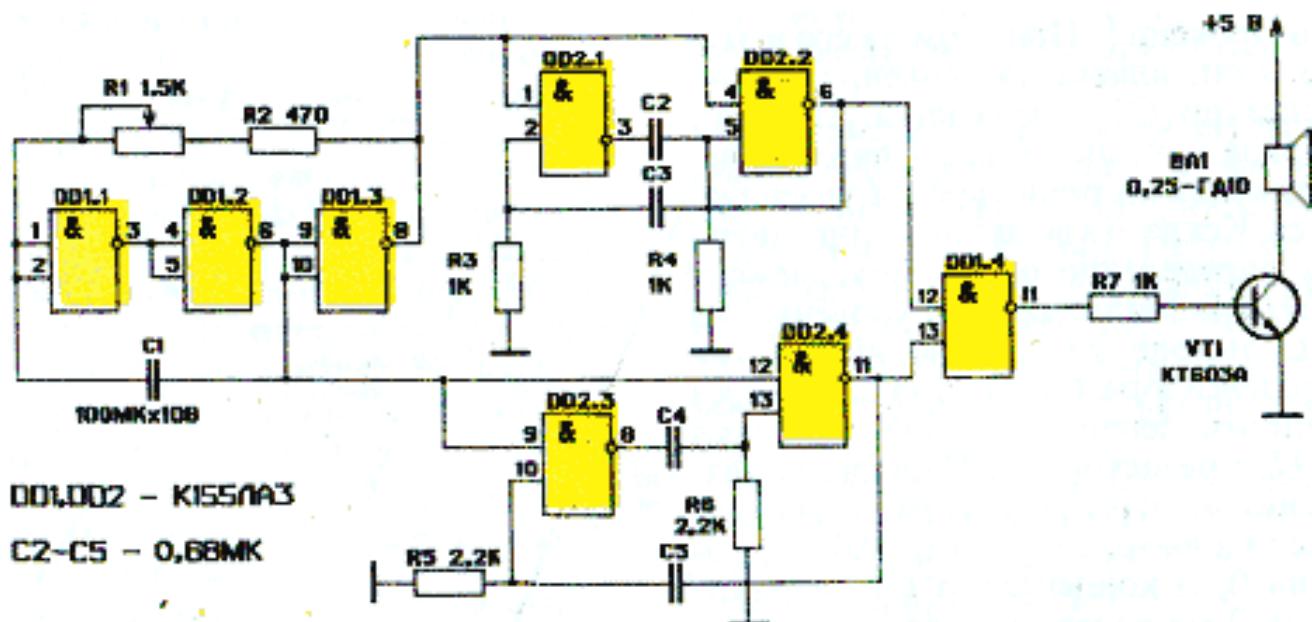


Рис. 18. Электронная сирена.

и регулировке частоты работы тактового генератора резистором  $R1$ . Можно использовать транзисторы КТ603, КТ608, КТ640 и т. п. с любыми буквенно-цифровыми

индексами и динамическую головку с сопротивлением звуковой катушки 4...8 Ом.

## УКАЗАТЕЛЬ ПОВОРОТОВ ДЛЯ ВЕЛОСИПЕДА

Устройство, схема которого приведена на рисунке 19, будучи установленным на велосипед, повысит безопасность движения. Оно предназначено для управления указателями поворотов и сигналами аварийной остановки.

Схема генератора на элементах  $DD1.1-DD1.3$  вам знакома (см. с.32) и в пояснениях не нуждается. Поэтому рассмотрим работу устройства в целом.

При нажатии одной из кнопок  $SB1$ ,  $SB2$  напряжение питания подается на один из каскадов усиления мощности на транзисторах  $VT1$  или  $VT2$ . Одновременно через соответствующий диод  $VD1$  или  $VD2$  питание поступает на интегральную схему  $DD1$ , и генератор начинает работать.

С выхода генератора сигнал с частотой около 1 Гц через резистор  $R3$  поступает на базы транзисторов  $VT1$ ,  $VT2$ . С этой же частотой открывается и

тот транзистор, на который поступает напряжение питания. В результате сигнальная лампа указателя поворотов ( $HL1$  или  $HL2$ ), включенная в коллекторную цепь этого транзистора, вспыхивает с такой же частотой. Вторая лампа в это время не зажигается, так как соответствующий диод включен в обратном направлении и препятствует прохождению тока на второй каскад усиления мощности.

Если нажать на одну из кнопок  $SB1$  или  $SB2$  при замкнутых контактах выключателя  $SA1$ , напряжение питания будет подано на оба каскада усиления и начнут вспыхивать обе лампы, сигнализируя об аварийной остановке.

Устройство эксплуатируется в довольно жестких условиях (температура, влажность, вибрации и т. п.), поэтому обратите особое внимание на качество монтажа и защиту платы от внешних воздействий. Источником

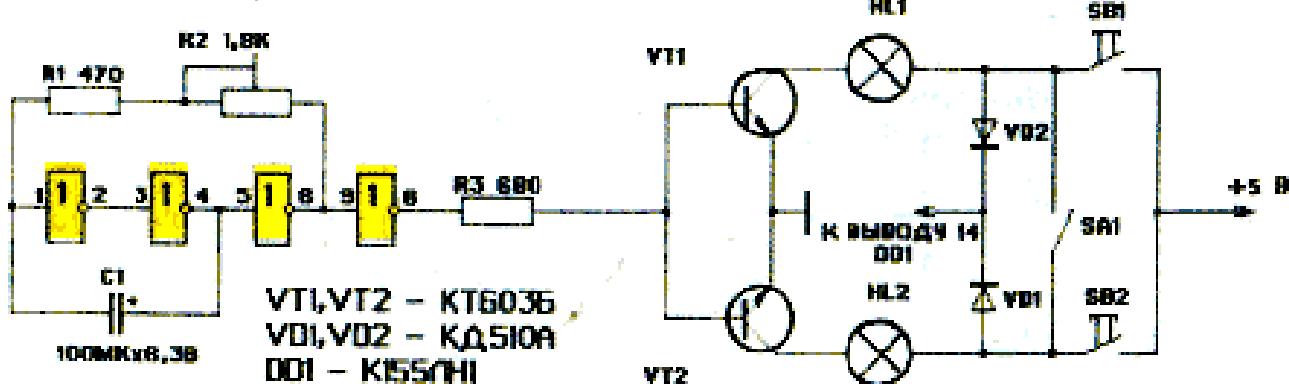


Рис. 19. Указатели поворотов.

питания этого устройства могут служить две батареи А3336, соединенные последовательно, или штатная велосипедная динамомашина, подключенные к нему через параметрический стабилизатор напряжения с усилителем мощности (см. рис. 7).

Что касается применения в устройстве электронных элементов, то интегральную схему К155ЛН1 можно заменить на К155ЛА3, К155Л Н2, К155ЛН3. Транзисторы — любые, средней мощности с проводимостью типа *n-p-n*. Сигнальные лампы работают в импульсном режиме, поэтому их рабочее напряжение 2,5...5 В.

### АВТОМОДЕЛЬ ОБРЕТАЕТ «ГОЛОС»

Устройство, схема которого приведена на рисунке 20, позволит вам «оживить» судо- или автомодель с электроприводом.

На элементах *DD1.1*, *DD1.2*, резисторах *R1*, *R2* и конденсаторах *C1*, *C2* собран тактовый генератор с рабочей частотой около 1 Гц, управляющий тональным генератором (*DD1.5*, *DD1.6*, *R3*, *R4*, *C3*, *C4*), работающим с частотой около 1 кГц. Помимо того, тактовый генератор управляет периодичностью

зажигания светодиодов *HL1* и *HL2* синхронно с изменением частоты тонального генератора.

Об управлении тональным генератором поговорим подробнее. В данной схеме резисторы *R3*, *R4* подключены к выходу тактового генератора. При изменении уровней напряжения на выходе элемента *DD1.3* изменяются и уровни напряжения на конденсаторах *C3*, *C4*,

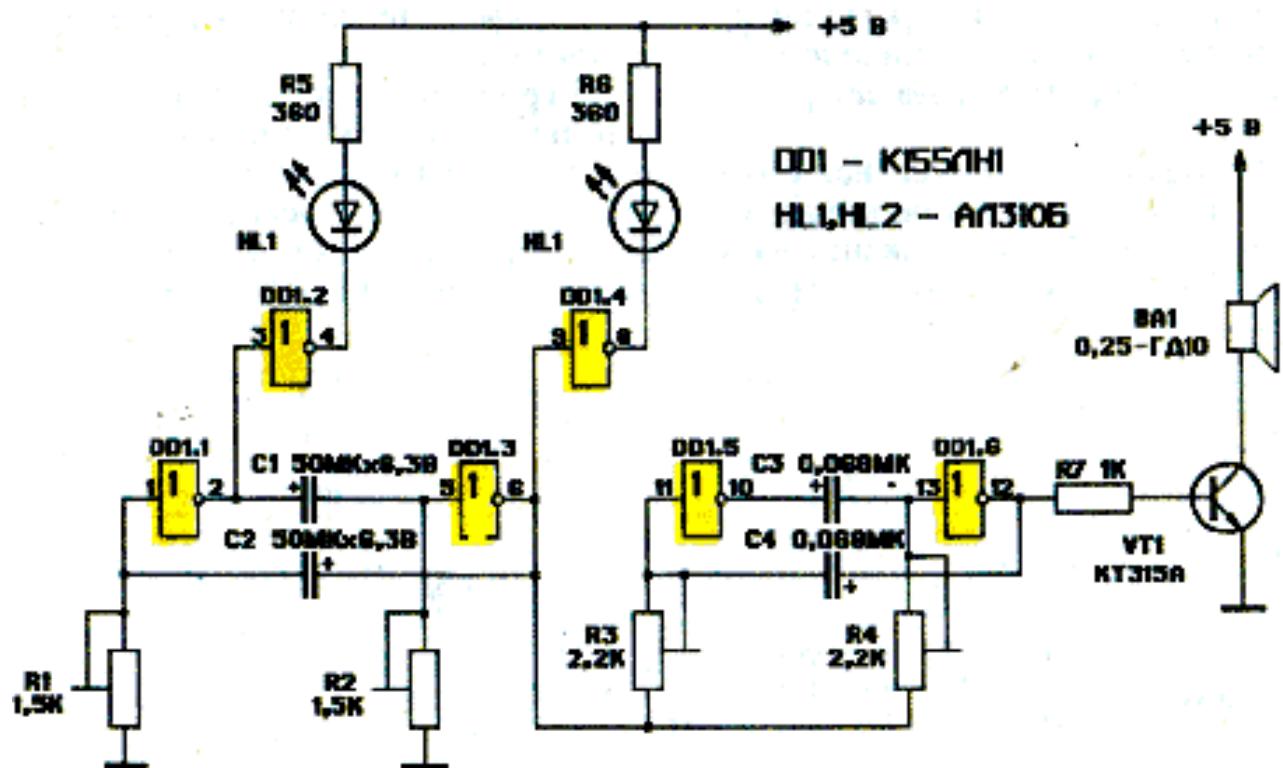


Рис. 20. Светозвуковой сигнализатор.

а следовательно, и время их заряда/разряда и частота тонального генератора.

Наладка устройства сводится к установке рабочих частот тактового и тонального генераторов резисторами  $R1$ ,  $R2$  и  $R3$ ,  $R4$ .

Что касается элементов схемы, то возможно применение любых логических элементов, с помощью которых можно реализовать функцию отрицания. Транзистор  $VT1$  может быть типа КТ603, КТ608 и т. п. Светодиоды могут быть

заменены лампами накаливания СМН 6,3-20 (в этом случае из схемы можно исключить резисторы  $R5$ ,  $R6$ ) или светодиодами другого типа. Динамическая головка любого типа с сопротивлением звуковой катушки 4...8 Ом.

Для питания устройства рекомендуется использовать источник питания модели совместно с параметрическим стабилизатором с усилителем мощности (см. рис. 7).

### ЦВЕТОМУЗЫКАЛЬНАЯ ПРИСТАВКА ДЛЯ КАССЕТНИКА

При желании можно установить в кассетный магнитофон или транзисторный приемник несложную цветомузыкальную приставку. Схема ее приведена на рисунке 21.

Сигнал, поступающий с выхода соответствующего аппарата, подается на базу транзистора  $VT1$ , выполняющего роль усилителя-согласователя. При определенных уровнях входных сигналов начинают срабатывать элементы  $DD1.1$  и  $DD1.2$  и загораться лампы  $HL1$ ,  $HL2$ .

Налаживание приставки сводится к установке резисторами  $R2$  и  $R4$  таких

режимов работы, при которых они находятся на грани загорания.

Собрав на одной плате две такие схемы, вы получите цветомузыкальную приставку для стереофонического аппарата. Кроме того, это устройство может быть использовано в качестве индикаторов пикового уровня.

Устройство монтируется внутри вашего аппарата и подключается через параметрический стабилизатор к внутреннему источнику питания. Лампы выносятся на переднюю панель и закрываются светофильтрами, цвет которых выберите по своему вкусу.

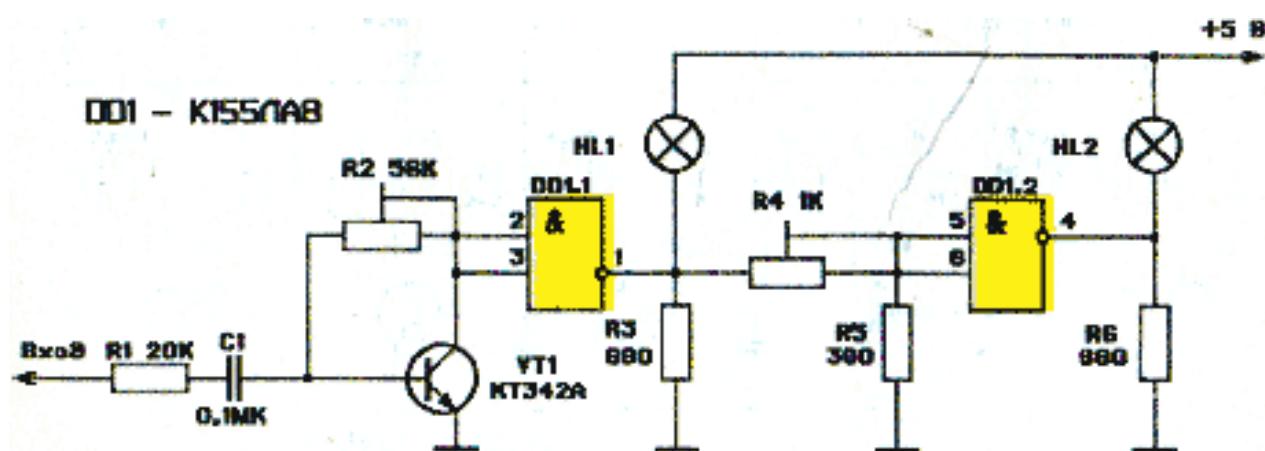


Рис. 21. Цветомузыкальная приставка.

## НОВОГОДНЯЯ «МИГАЛКА»

Схема устройства, предназначенного для создания световых эффектов «бегущий огонь» или «бегущая тень», приведена на рисунке 22. На основе ее можно создать различные световые указатели, украсить елку, осветить демонстрационные планшеты и т. п.

Схема представляет собой автогенератор из включенных в кольцо ячеек — инверторов, состоящих из резистора, конденсатора, транзистора и логического элемента. Например, одна из ячеек —  $R5$ ,  $C3$ ,  $VT3$ ,  $DD1.4$ . Для увеличения времени переключения в каждую ячейку введена интегрирующая цепь. Транзисторы на входах инверторов имеют относительно большое входное сопротивление, что обеспечивает необходимую величину времени задержки сигнала без увеличения параметров элементов интегрирующей цепи.

Работа устройства заключается в следующем. Допустим, при подаче

питания на выходе инвертора  $DD1.2$  устанавливается уровень логической 1. При этом конденсатор  $C2$  начинает заряжаться через сопротивление резистора  $R3$ . Время заряда конденсатора зависит от емкости конденсатора и сопротивления указанного резистора. При увеличении напряжения на конденсаторе до уровня 0,5...0,7 В открывается транзистор  $VT2$  и на вход инвертора  $DD1.3$  поступает уровень 0, а на его выходе появляется уровень 1. При этом начинается заряд конденсатора  $C3$ , и процесс повторяется. Таким образом, через время, равное произведению количества ячеек генератора на время задержки сигнала через одну ячейку, на выходе элемента  $DD1.1$  появится уровень 1. Поступив на вход элемента  $DD1.2$ , он вызывает появление уровня 0 на его выходе. При этом зажигается светодиод  $HL1$ , а конденсатор  $C2$  разряжается через

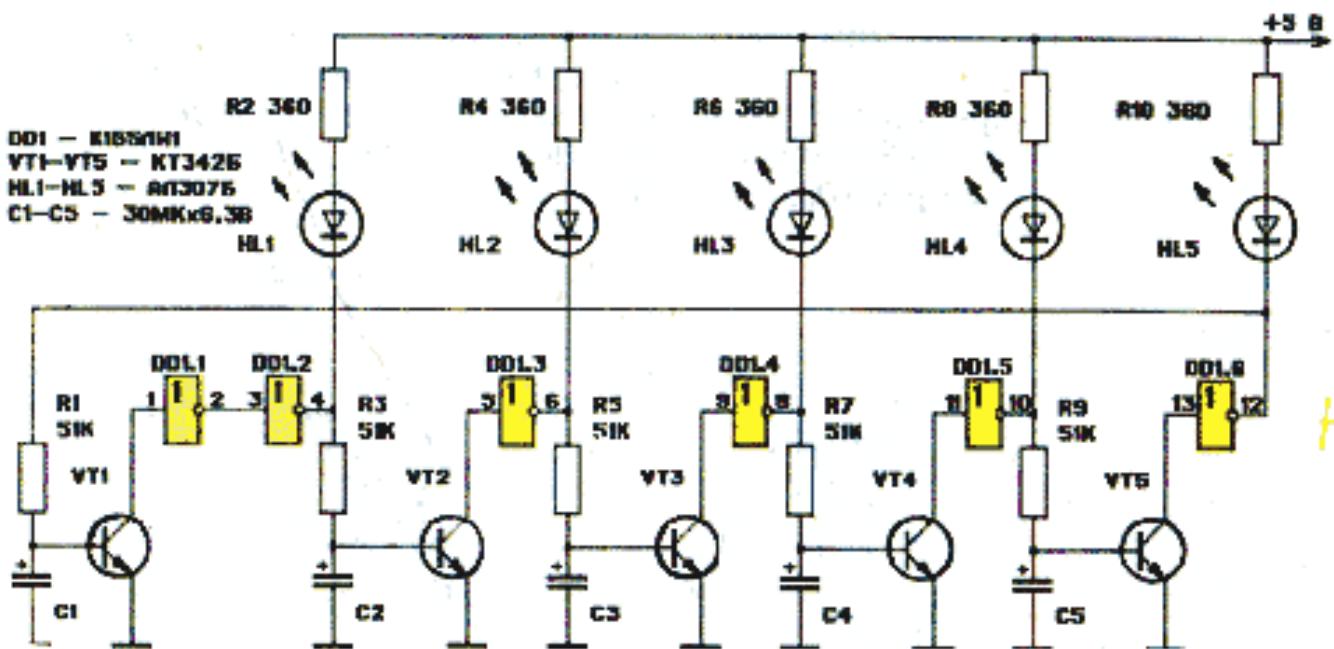


Рис. 22. «Бегущие огни».

резистор  $R3$ , выходное сопротивление элемента  $DD1.2$  и эмиттерный переход транзистора  $VT2$ . При разряде конденсатора транзистор  $VT2$  закрывается и на вход элемента  $DD1.3$  поступает уровень 1, вызывающий появление на его выходе уровня 0, после чего загорается светодиод  $HL2$ , а конденсатор  $C3$  начинает разряжаться. Аналогично переключаются и инверторы  $DD1.3$ — $DD1.6$  (соответственно включаются светодиоды  $HL3$ — $HL6$ ), после чего уровень 0 на выходе элемента  $DD1.1$  вызовет появление уровня 1 на выходе  $DD1.2$  и цикл повторится. Таким образом, при работе схемы происходит

последовательное зажигание и гашение всех светодиодов.

Можно модифицировать схему, изменяя количество ячеек в кольце. При этом часть схемы, включающая резистор  $R1$ , конденсатор  $C7$ , транзистор  $VT1$  и логические элементы  $DD1.1$ ,  $DD1.2$ , изменению не подлежит.

Если устройство будет эксплуатироваться со светоизлучателями, указанными на схеме, то для его питания можно использовать параметрический стабилизатор с усилителем мощности (см. с. 24). Для более мощных излучателей используйте стабилизатор напряжения, схема которого была приведена на рис. 9, или иной, соответствующей мощности.

### ЭЛЕКТРОННАЯ «КУРИЦА»

Устройство, схема которого приведена на рисунке 23, позволяет реализовать звуковой эффект, напоминающий кудахтанье курицы. В состав его входят тактовый генератор, два звуковых генератора и усилитель мощности на транзисторе  $VT2$ .

Тактовый генератор собран на транзисторе  $VT1$  и элементах  $DD1.1$ ,  $DD1.2$ . Его частота определяется

сопротивлением резисторов  $R1$  и  $R2$  и емкостью конденсатора  $C1$ . Использование транзистора в тактовом генераторе вызвано тем, что для получения импульсов большой длительности необходимо повысить входное сопротивление инвертора  $DD1.1$ . Следует иметь в виду, что коэффициент усиления

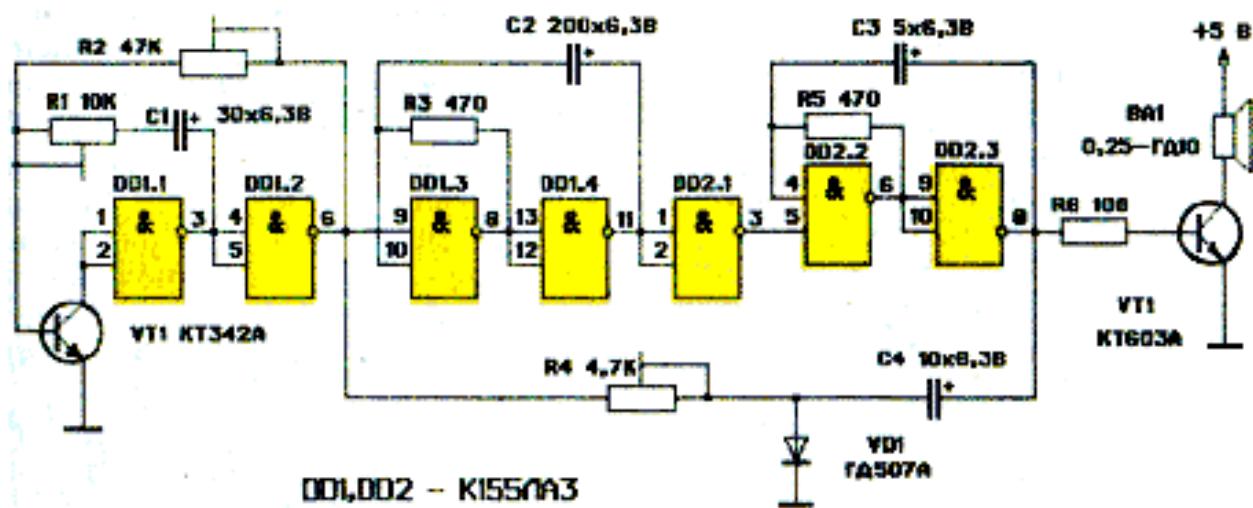


Рис. 23. Электронная «курица».

транзистора  $VT1$  также оказывает влияние на длительность импульсов. В зависимости от его значения сопротивление резистора  $R2$  может быть больше или меньше указанного на схеме. Резистор  $R1$  служит для регулировки длительности импульса, а резистор  $R2$  — паузы между ними.

Тактовый генератор управляет работой генератора, собранного на элементах  $DD1.3$ ,  $DD1.4$ , частота следования импульсов которого равна 5 Гц. Она определяется сопротивлением резистора  $R3$  и емкостью конденсатора  $C2$ . В свою очередь, через инвертор  $DD2.1$  тактовый генератор управляет работой генератора сигналов звуковой частоты на элементах  $DD2.2$ ,  $DD2.3$ . Усилитель мощности собран на транзисторе  $VT2$ , нагрузкой которого служит звуковая катушка динамической головки сопротивлением 4...8 Ом, мощностью 0,1...0,5 Вт.

При подаче напряжения питания начинает работать тактовый генератор,

вырабатывающий импульсы положительной полярности длительностью 2...2,5 с с паузами 1 с. С выхода этого генератора импульсы поступают на вход элемента  $DD1.3$  и запускают второй генератор, формирующий за это время пачки из 4 — 5 импульсов, которые инвертируются и запускают звуковой генератор. Он в свою очередь вырабатывает 4 — 5 последовательностей импульсов звуковых частот, похожих на звуки «куд-куд-куд».

Одновременно с этим сигнал с выхода тактового генератора через резистор  $R4$  периодически отпирает и запирает диод  $VD1$ , через который заряжается конденсатор  $C4$ , оказывающий влияние на частоту звукового генератора. Благодаря этому формируется звук, похожий на «да». При правильной настройке генераторов имитируется кудахтанье курицы.

## ПРОБНИК ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРИЕМНИКА

Для тех из вас, кто помимо цифровой электроники занимается сборкой радиоприемных или усилительных устройств, незаменимым помощником в их ремонте и налаживании может оказаться пробник для проверки низкочастотных и высокочастотных трактов (рис. 24). Он содержит два генератора: низкочастотный на элементах  $DD1.3$ ,  $DD1.4$  и высокочастотный на элементах  $DD2.1$ ,  $DD2.2$ . У пробника два выхода с возможностью регулировки амплитуды сигналов на каждом из них от 0 до 2 В.

Генераторы собраны по схеме симметричных мультивибраторов, к выходам которых подключены узлы запуска. Необходимость применения

последних вызвана тем, что при подаче питания мультивибратор, например, на элементах  $DD1.3$ ,  $DD1.4$  не запустится, так как ток заряда конденсаторов  $C1$  и  $C2$ , зависящий от их емкости и сопротивления резисторов  $R1$ ,  $R2$ , будет достаточно мал. Поэтому ни на одном из резисторов напряжение не может превысить уровень 1 и на обоих выходах мультивибратора будут присутствовать уровни 1. При подключении узлов запуска на выходе элемента  $DD1.1$  появляется уровень 0, а на выходе элемента  $DD1.2$  — уровень 1. В результате на выходе элемента  $DD1.4$  появляется уровень логического 0 и мультивибратор запускается.

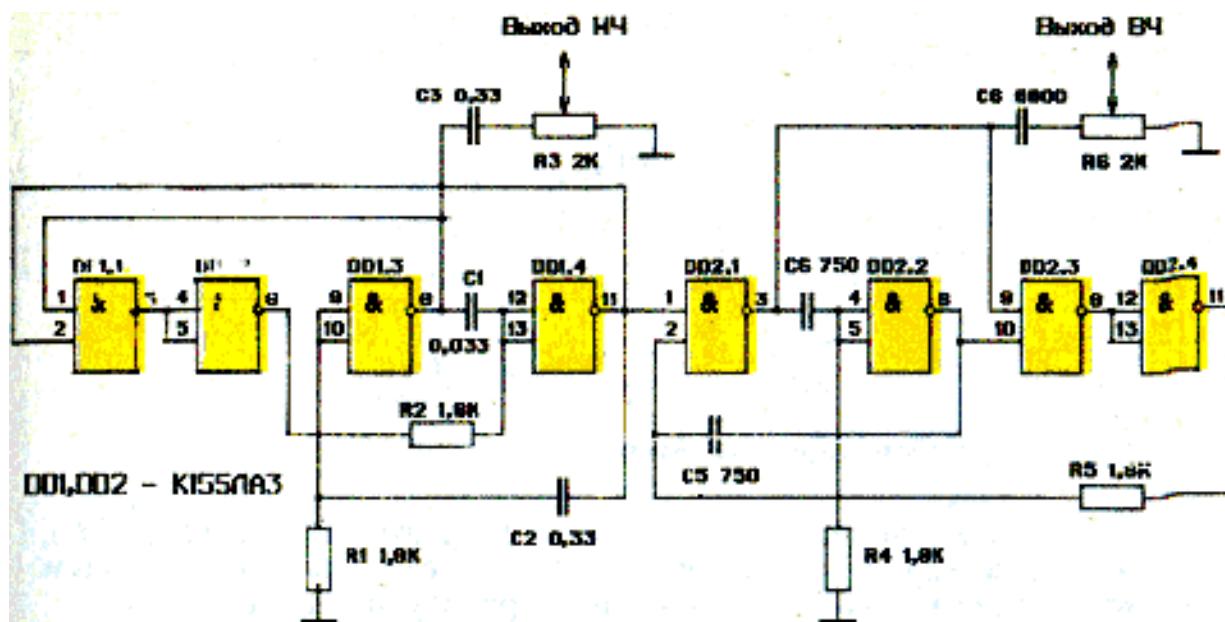


Рис. 24. Пробник для проверки приемников.

Этот узел не влияет на работу мультивибратора в установившемся режиме, так как на одном из входов элемента  $DD1.1$  и соответственно на выходе элемента  $DD1.2$  всегда будет присутствовать уровень 0, что эквивалентно подсоединению резистора  $R2$  к общей шине. Аналогичным образом происходит запуск второго мультивибратора.

Сигналы низкой частоты с выхода первого мультивибратора запускают

второй мультивибратор. На его выходе формируются импульсы, промодулированные по амплитуде низкочастотным сигналом. Для устранения постоянной составляющей они подаются на выход пробника через соответствующие конденсаторы.

Для питания пробника используется батарея «Крона», подключаемая через параметрический стабилизатор (см. рис. 7).

## УСТРОЙСТВА, КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ПИТАНИЕ

Если питание радиосхем осуществляется от аккумуляторов, то необходимо обеспечить контроль за степенью их заряда. Предлагаемое здесь несложное устройство поможет вам в этом. Оно будет автоматически следить за тем, чтобы величина напряжения автономного источника питания находилась в допустимых пределах. От этого зависит срок службы аккумуляторов и их энергетические параметры. Уменьшение напряжения на шинах питания устройств, использующих

цифровые интегральные схемы ниже определенного уровня (4,5 В), может вызвать сбои в их работе.

В контролирующем устройстве (схема его приведена на рисунке 25) два канала: первый — на элементе  $DD1.1$ , второй — на элементах  $DD1.2$ ,  $DD1.3$ . Первый канал настроен так,

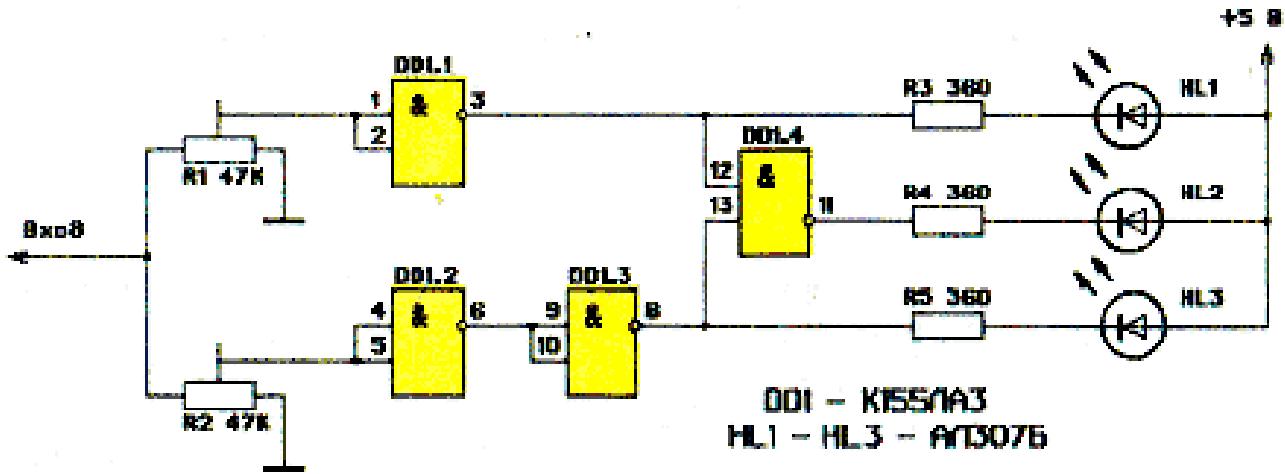


Рис. 25. Устройство контроля напряжения питания.

чтобы при входном напряжении более 5,25 В на элемент *DD1.1* с резистора *R1* поступал уровень логической 1. При этом на выходе *DD1.1* устанавливается уровень 0, который включает светодиод *HL1* и запрещает работу элемента *DD1.4*.

Второй канал срабатывает при напряжении на входе контролирующего устройства менее 4,75 В. При этом на входе элемента *DD1.2* устанавливается уровень 0, а на входе элемента *DD1.3* — уровень 1. Уровень 0 на выходе элемента

*DD1.3* включает светодиод *HL3* и запрещает работу элемента *DD1.4*.

Если входное напряжение контролирующего устройства 4,75..5,25 В, то на выходах элементов *DD1.1* и *DD1.3* уровни 1, а на выходе элемента *DD1.4* уровень 0, который включает светодиод *HL2*. Таким образом, устройство обеспечивает постоянную визуальную информацию об уровнях напряжения, поступающего с источника питания на цифровое устройство.

## ГЛАВА 6. СЧИТАЮЩАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

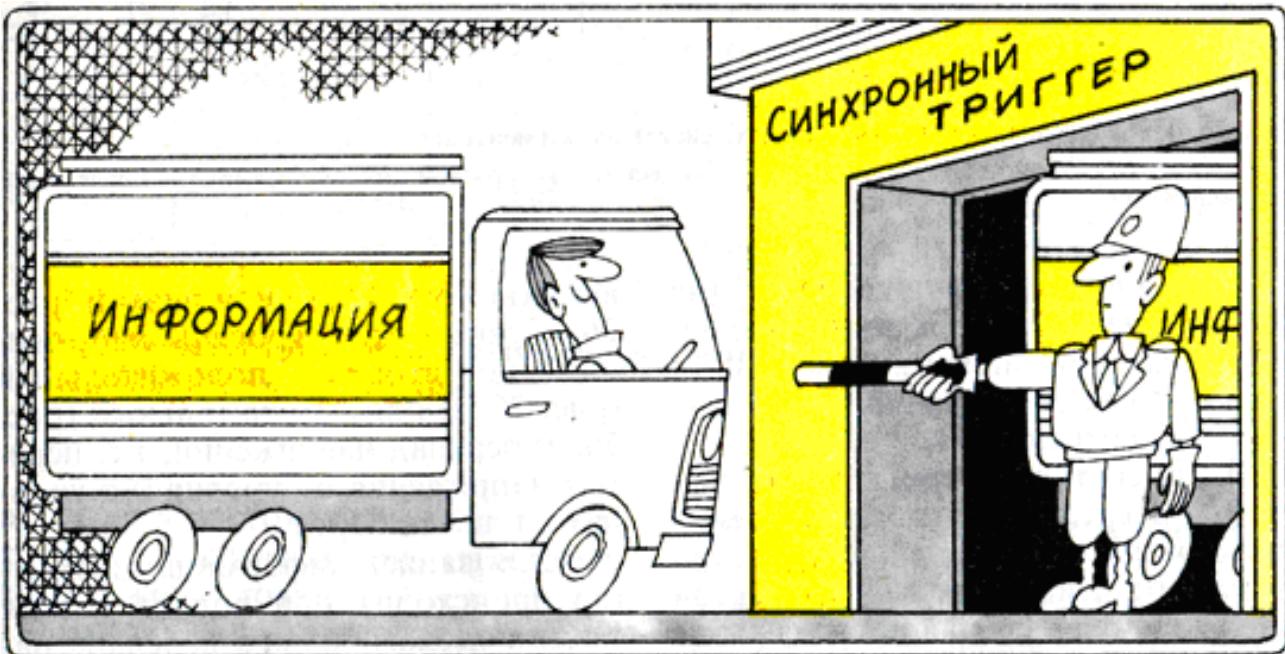
Большое число цифровых электронных устройств занимается подсчетом: космических частиц и выпускаемой продукции, интервалов времени и числа посетителей выставок. Своему «умению» считать эти устройства обязаны входящим в них элементам цифровой электроники

последовательностного типа. Суть их работы заключается в том, что комбинация сигналов на их выходах зависит от последовательности изменения сигналов на входах. К элементам последовательностного типа относятся триггеры и построенные на их базе счетчики.

### ТРИГГЕР: ЭЛЕМЕНТ ОДИН, СОСТОЯНИЙ — ДВА

С одним типом триггера вы уже встречались. В генераторе одиночного импульса, если вы помните, был узел подавителя дребезга контактов,

построенный на триггере (см. с. 32). Для начала познакомимся с общими характеристиками этого типа цифровых элементов.



Триггер представляет собой цифровое устройство, которое способно длительное время оставаться в одном из двух возможных устойчивых состояний (хранение информации) и под воздействием внешних сигналов скачком переходить (переключаться) в другое (запись информации). Как правило, триггер имеет два выхода — прямой (выход  $Q$ ) и инверсный (выход  $\bar{Q}$ ). Число

входов триггера зависит от его структуры и функционального назначения.

В цифровой технике приняты следующие обозначения входов триггеров:

$S$  — раздельный вход установки в единичное состояние (уровень 1 на прямом выходе  $Q$ );

$R$  — раздельный вход установки в нулевое состояние (уровень 0 на прямом выходе  $Q$ );





**Рис. 26. Обозначение входов последовательностных элементов:**  
*а* — прямой статический; *б* — инверсный статический; *в* — прямой динамический; *г* — инверсный динамический.

*D* — информационный вход (на него подается информация, предназначенная для записи в триггер);

*C* — вход синхронизации;

*T* — счетный вход.

Если состояние триггера определяется последовательностью только информационных сигналов, то его называют асинхронным, так как он не нуждается в специальном сигнале управления записью информации (сигнале синхронизации или тактовом сигнале). Если же такой сигнал необходим, то триггер называют синхронизируемым (тактируемым). В этом случае информация в триггер, как, впрочем, и в другие элементы последовательностного типа, записывается только при наличии сигнала синхронизации на специальном входе — входе синхронизации или тактовом входе (вход *C*). Сигнал синхронизации может иметь вид как постоянного уровня напряжения (статическая синхронизация), так и импульса (динамическая синхронизация). В первом случае на входе синхронизации должен быть определенный для данного

вида триггера высокий (рис. 26, *a*) или низкий (рис. 26.*б*) логический уровень напряжения, во втором — положительный (рис. 26, *в*) или отрицательный (рис. 26, *г*) перепад напряжений, т.е. переход напряжения от уровня 0 к уровню 1 или наоборот.

Если запись информации в триггер происходит при подаче уровня 1 или положительного перепада напряжений, то соответствующие входы называются прямыми, если уровня 0 или отрицательного перепада напряжений — инверсными.

При чтении схем цифровых устройств обращайте внимание на обозначение входов, так как триггеры одного типа в одной серии интегральных схем могут иметь различные типы входов и, соответственно, различный принцип действия. Например, D-триггеры серии K155, используемые в описываемой далее микроЭВМ, имеют прямой динамический (K155TM2) и прямой статический (K155TM5) входы синхронизации, что определяет их назначение и вид сигнала синхронизации.

## РАЗНЫЕ ТИПЫ ТРИГГЕРОВ

Теперь познакомимся с работой наиболее простого триггера — *RS*-типа. Он имеет два установочных входа *R* и *S* (рис. 27, *a*).

Вход *R* (*Reset* — очистка) предназначен для установки триггера в нулевое состояние, или, как говорят, для

очистки триггера. При поступлении на этот вход активного уровня сигнала триггер переходит в состояние 0, если до поступления сигнала он находился в состоянии 1, или остается в состоянии 0, если до поступления сигнала он находился в этом же состоянии.

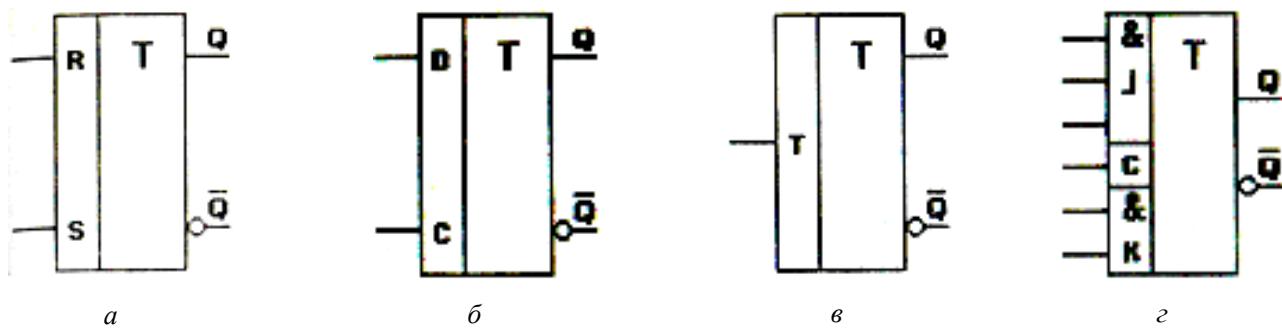


Рис. 27. Условные графические обозначения триггеров:  
а — типа *RS*; б — типа *D*; в — типа *T*; г — типа *JK*.

Вход *S* (*Set* — установка) предназначен для перевода триггера в состояние 1, или, как говорят, для установки триггера в единичное состояние. При поступлении активного уровня сигнала на этот вход триггер переходит в состояние 1, если до этого находился в состоянии 0, или остается в состоянии 1, если до поступления сигнала он находился в этом состоянии.

Входы *R* и *S* (как правило, асинхронные), выполняющие те же функции, что и в *RS*-триггере, могут быть у всех описываемых далее последовательностных элементов цифровой электроники: триггеров, счетчиков, регистров. Поэтому в дальнейшем при знакомстве с этими элементами будем рассматривать назначение только информационных и синхронизирующих (тактирующих) входов.

Одним из наиболее часто применяемых триггеров является *D*-триггер (рис. 27, б). Название его связано с назначением — это триггер задержки (*Delay* — задержка). Он имеет два входа *D* и *C*. Вход *D* — информационный, а вход *C* — управляющий. Сигнал со входа *D* записывается в триггер только при наличии разрешающего сигнала на входе синхронизации *C*.

*T*-триггер, или счетный триггер, имеет только один информационный *T*-вход (рис. 27, в). Этот триггер изменяет свое состояние после каждой смены сигналов на входе, т.е. он как бы подсчитывает количество импульсов, поступивших на его вход.

Некоторые триггеры в интегральном исполнении имеют входы, соответствующие как *RS*-, так и *D*-триггерам, и поэтому могут быть использованы как триггеры любого из указанных типов. К таким триггерам относятся универсальные *JK*-триггеры (рис. 27, г). При наличии на *J*- и *K*-входах уровня 1 по каждому тактовому сигналу, поступающему на вход *C*, триггер изменяет свое состояние, т.е. работает как счетный *T*-триггер. При любых других комбинациях на входах *J* и *K* он работает как *RS*-триггер (вход *J* соответствует входу *S*, а вход *K* — входу *R*), а при определенном постоянном сигнале на одном из этих входов — как *D*-триггер.

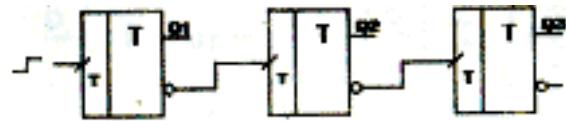
Выпускаемые в интегральном исполнении триггеры обозначаются следующими буквами: ТВ — *JK*-триггер, ТМ — *D*-триггер, ТР — *RS*-триггер. Например, К155ТВ1, К155ТМ2.

## КАК РАБОТАЮТ СЧЕТЧИКИ

Поставьте небольшой эксперимент — включите последовательно три  $T$ -триггера (рис. 28,*a*) и подайте на вход первого из них последовательность импульсов. Состояния триггеров после каждого входного импульса фиксируйте в таблице (рис. 28,*b*).

Допустим, что после включения питания триггеры устанавливаются в нулевое состояние, а их переключение происходит при положительном перепаде напряжений на входах, т. е. при переходе сигнала из 0 в 1. Тогда после первого импульса, поступившего на вход триггера  $DD1$ , он установится в единичное состояние, а остальные останутся в начальном, так как на выходах  $Q$  всех триггеров переход сигнала из 0 в 1 не произошел.

Поступление второго импульса на вход триггера  $DD1$  переводит его в нулевое состояние, а положительный перепад напряжения на его выходе  $Q$  устанавливает триггер  $DD2$  в единичное состояние. Третий импульс опять переводит триггер  $DD1$  в единичное состояние, при этом второй и третий триггеры остаются в предыдущем состоянии. И т. д. После прихода седьмого импульса все триггеры оказываются в единичном состоянии. Восьмой импульс переводит триггер  $DD1$  в нулевое состояние, положительный перепад напряжения с его выхода  $Q$  в нулевое состояние триггер  $DD2$  и такой же перепад напряжения с выхода  $Q$  этого триггера в нулевое состояние триггер  $DD3$ . Таким образом, после поступления на вход первого триггера восьми импульсов все триггеры возвращаются в исходное состояние. Следовательно, вы смоделировали работу устройства, которое может подсчитывать восемь импульсов — двоичного 3-разрядного счетчика.



*a*

N	Q1	Q2	Q3
0	0	0	0
1	1	0	0
2	0	1	0
3	1	1	0
4	0	0	1
5	1	0	1
6	0	1	1
7	1	1	1
8	0	0	0

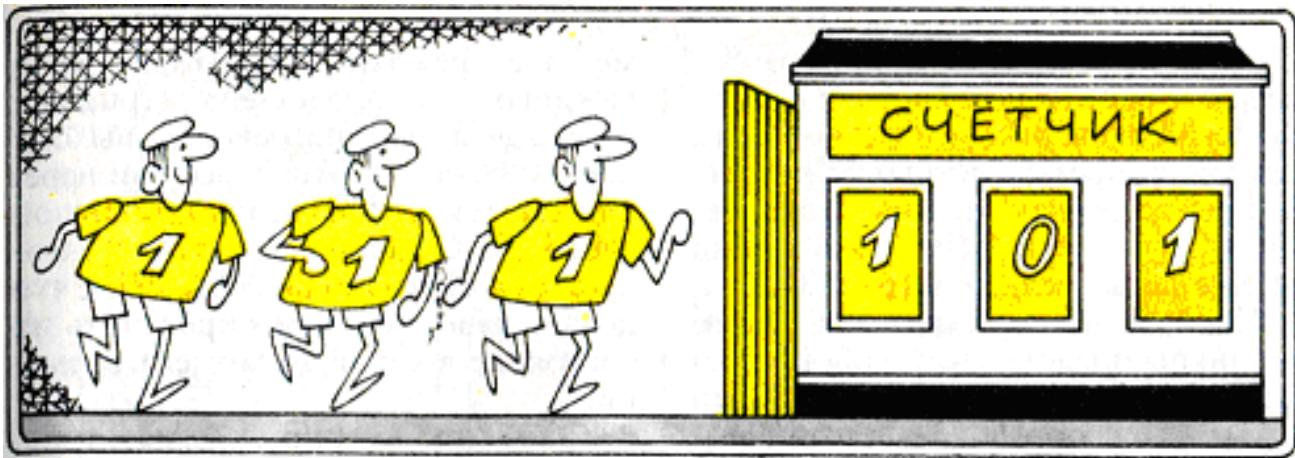
*b*

Рис. 28. Суммирующий счетчик на  $T$ -триггерах:

*a* — соединение триггеров; *b* — таблица состояний.

Вы, конечно, обратили внимание на то, что поступление на вход счетчика каждого импульса увеличивает записанное в него число на единицу, т. е. данный счетчик работает в режиме суммирования. Если же переключить входы триггеров с инверсных выходов на прямые (рис. 29, *a*), то каждый входной импульс будет вычитать из записанного в счетчик числа единицу (рис. 29, *b*), т. е. счетчик становится вычитающим. В интегральном исполнении эти счетчики не выпускаются, поэтому при необходимости используются так называемые реверсивные счетчики — устройства, которые могут работать в режиме как суммирования, так и вычитания.

Если вы внимательно следили за работой счетчика, то поняли, что максимальное число импульсов, которое он может подсчитать, зависит от числа последовательно включенных триггеров. Так, добавление в описанную выше схему еще двух триггеров даст возможность подсчитывать



до 32 импульсов, или, как говорят, получить счетчик с коэффициентом деления 32.

Кроме двоичных счетчиков, условное графическое обозначение которых приведено на рисунке 30, *a*, в цифровой электронике применяются двоично-десятичные счетчики и счетчики с переменным коэффициентом деления.

Двоично-десятичные счетчики (рис. 30, *б*) состоят из четырех триггеров, соединенных между собой так, что максимальное количество импульсов, подсчитанное таким счетчиком, не превышает 10. При этом выходной код счетчика представляет собой двоичный эквивалент десятичного числа.

Счетчик с переменным коэффициентом деления (рис. 30, *в*) строится, как правило, на базе двоичного счетчика, выходы которого подключены к специальной логической схеме. На вход этой схемы подается двоичный код, определяющий коэффициент деления счетчика. Таким образом, после поступления на вход счетчика заданного входным кодом числа импульсов на его выходе появляется отрицательный или положительный импульс.

Все счетчики, выпускаемые в интегральном исполнении, обозначаются буквами ИЕ (например, К155ИЕ2, К155ИЕ5, К155ИЕ6).



*а*

N	Q1	Q2	Q3
0	0	0	0
1	1	1	1
2	0	1	1
3	1	0	1
4	0	0	1
5	1	1	0
6	0	1	0
7	1	0	0
8	0	0	0

*б*

Рис. 29. Вычитающий счетчик на Т-триггерах:  
*а* — соединение триггеров; *б* — таблица состояний.

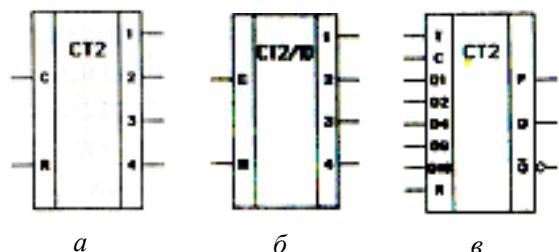


Рис. 30. Условные графические обозначения счетчиков:  
*а* — двоичного; *б* — двоично/десятичного; *в* — с переменным коэффициентом деления.

## ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНОГО ЧИСЛА

Для того чтобы лучше разобраться в работе последовательностных элементов, рекомендуем собрать несколько простых счетных устройств. Но прежде познакомьтесь с цоколевкой интегральных схем, с которыми вы еще не встречались (рис. 31).

Первый из описываемых далее счетчиков представляет собой генератор случайного числа (рис. 32, а). Его можно использовать для определения очередности ходов в различных игровых ситуациях, в качестве лототрона и др. В генераторе используются интегральные схемы серии К155. На элементах DD1.1 – DD1.4 интегральной схемы К155ЛН1 собран генератор прямоугольных импульсов с рабочей частотой порядка нескольких килогерц.

При нажатии кнопки *SB1* «Пуск» замыкаются ее контакты и импульсы с выхода генератора поступают на вход первого из четырех последовательно включенных *JK*-триггеров. Их входы соединены так, что *JK*-триггеры

работают в счетном режиме, т. е. режиме триггера. Вход каждого последующего триггера подключен к инверсному выходу предыдущего, поэтому все они переключаются с достаточно большой частотой. С такой же частотой загораются и светодиоды *HL1*...*HL4*, что делает невозможным определить их состояние в какой-то момент времени.

Этот процесс продолжается все время, пока нажата кнопка *SB1*. Но стоит ее отпустить, как все триггеры зафиксируются в устойчивом состоянии. При этом будут светиться только те светодиоды, которые подключены к выходам триггеров, на которых присутствует уровень 0.

Каждый светодиод имеет свой числовой эквивалент, устанавливаемый до начала игры. Поэтому для определения «выпавшего» числа необходимо просуммировать числовые значения зажженных светодиодов.

Генератор случайного числа не требует наладки, и если он собран из

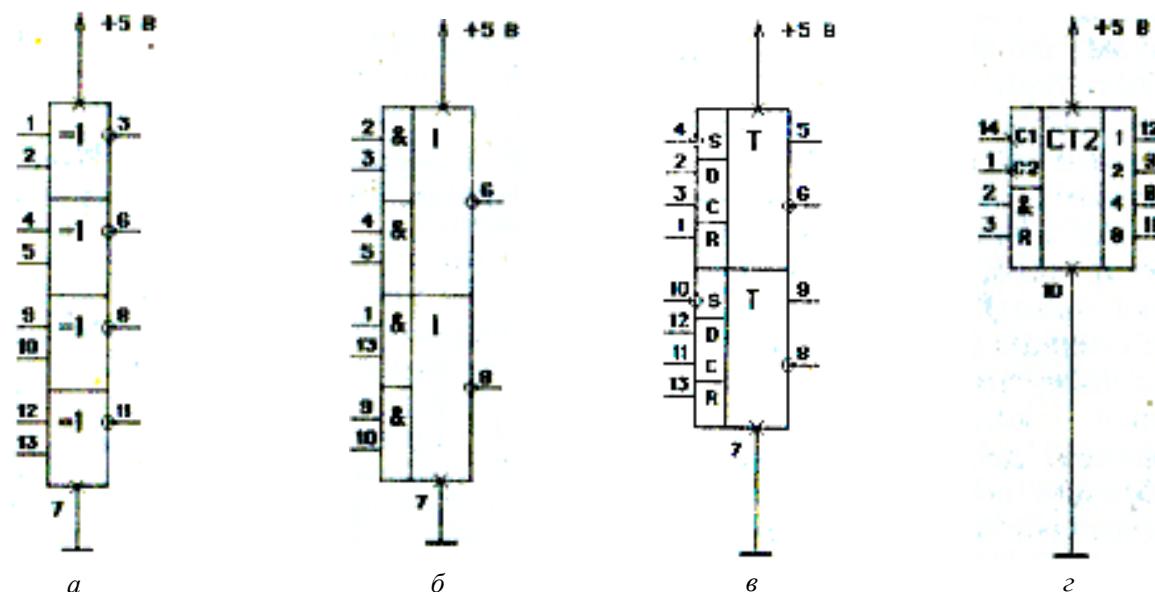


Рис. 31. Цоколевка интегральных схем:  
а — К155ЛП5; б — К155ЛР1; в — К155ТМ2; г — К155ИЕ5

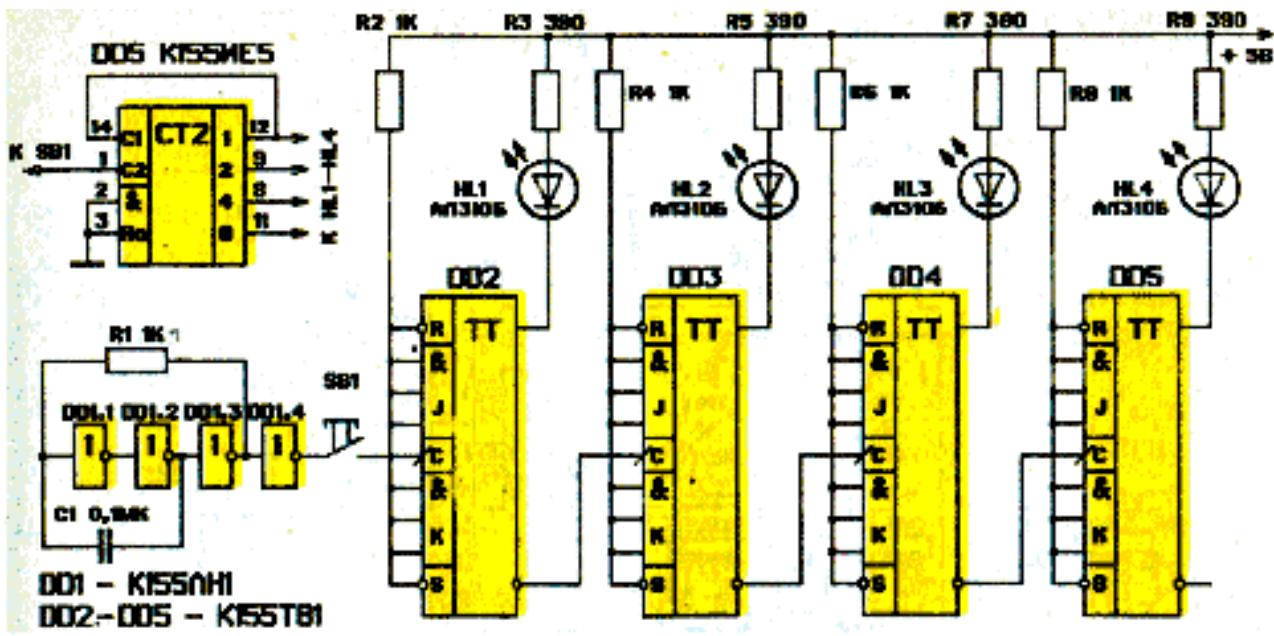


Рис. 32. Простой генератор случайного числа.

исправных элементов, то начинает работать сразу по включении питания. Вместо интегральных схем JK-триггеров в схеме можно использовать двоичный

счетчик К155ИЕ5, схема включения которого приведена на рисунке 32,б, или иной, соответствующей структуры

#### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕАКЦИИ

Это автоматическое устройство, как и предыдущее, собрано на знакомых вам интегральных схемах серии К155, но схема его гораздо сложнее (рис. 33). Обратите внимание на ее симметричность. Действительно, автомат имеет два идентичных канала, каждый из которых состоит из тактового генератора на элементах  $DD1.1 - DD1.4$  ( $DD2.1 - DD2.4$ ), четырехразрядного двоичного счетчика  $DD3$ ,  $DD5$  ( $DD4$ ,  $DD6$ ), узлов управления  $DD8.1$ ,  $DD8.2$  ( $DD8.3$ ,  $DD8.4$ ), узлов индикации  $DD10.1$  ( $DD10.2$ ).

Объединяет оба канала узел контроля ( $DD7$ ), собранный на логических элементах, реализующих функцию «исключающее ИЛИ». Логика работы этого элемента достаточно проста: если на вход элемента поступают два одинаковых логических уровня сигнала,

то на выходе элемента присутствует уровень 0, если нет, то уровень 1.

После подачи на схему напряжения питания и нажатия кнопки «Сброс» ( $SB1$ ) триггеры  $DD3...DD6$  устанавливаются в единичное состояние и светодиоды  $HL1...HL8$  гаснут. Одновременно на выходах элементов  $DD8.1$  и  $DD8.3$  RS-триггеров устанавливается уровень 1, разрешающий работу тактовых генераторов. Тактовые импульсы с их выходов, поступая на триггеры соответствующих каналов, вызывают их переключение. Синхронно с переключением триггеров загораются и соответствующие светодиоды. Скорость переключения светодиодов можно регулировать резисторами  $R1$  и  $R2$ , смонтированными в пультах игроков.

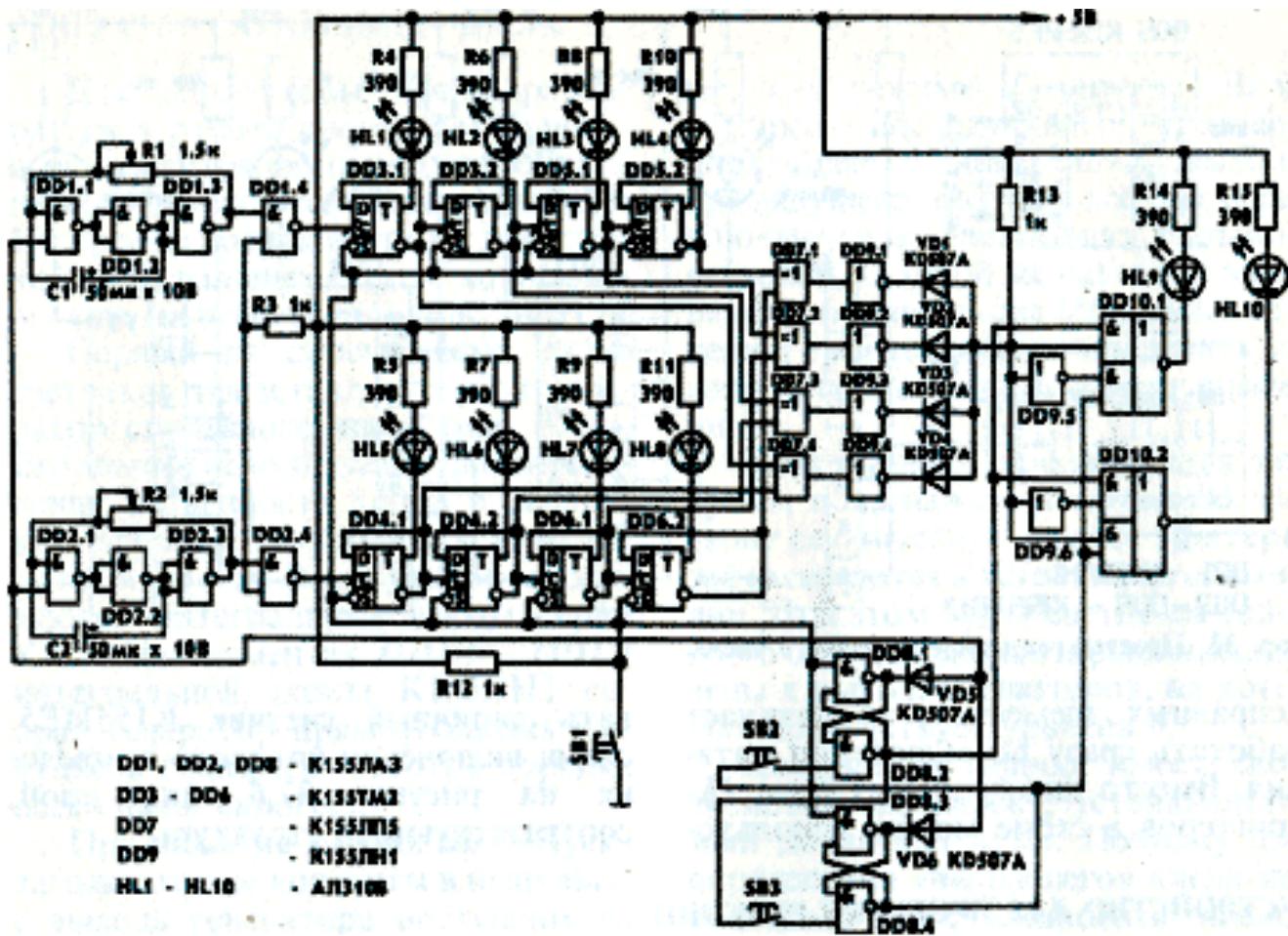


Рис. 33. Устройство для проверки реакции.

Допустим, что играющий, считая, что состояния светодиодов обоих каналов одинаковы, нажимает на кнопку  $SB_2$ . Тогда на выходе элемента  $DD8.1$  устанавливается уровень 0, останавливающий генераторы и, соответственно, фиксирующий состояния триггеров. Уровень 1, появившийся на выходе элемента  $DD8.2$ , запрещает переключение триггера на элементах  $DD8.3$ ,  $DD8.4$  и разрешает работу узла индикации. Благодаря этому появляется возможность однозначно установить, кто из двух играющих раньше нажмет на кнопку  $SB_2$ .

Логические уровни с инверсных выходов триггеров поступают на входы узла контроля  $DD7.1$  —  $DD7.4$ , где поразрядно сравниваются. Если они одинаковы, то на выходах элементов узла контроля присутствует уровень 0.

Инвертируясь элементами  $DD9.1$  —  $DD9.4$ , он вызывает появление уровня 1 на выходе схемы ИЛИ ( $VD1$  —  $VD4$ ). Таким образом, два уровня 1 одновременно будут присутствовать только на входе элемента  $DD10.1$ . На его выходе устанавливается уровень 0, что вызывает зажигание светодиода  $HL9$  фиксирующего победу игрока, нажавшего на кнопку  $SB_2$ .

Если при нажатии кнопки  $SB_2$  логические уровни на входе узла контроля были неодинаковы, то на выходе схемы ИЛИ фиксируется уровень 0. При этом уровни 1 поступят только на вход элемента  $DD10.2$ , зажигание светодиода на выходе которого зафиксирует победу второго игрока.

Аналогичным образом схема будет работать и если первой будет нажата кнопка *SB3*. Время переключения логических элементов *DD8.1* — *DD8.4*

### ПРИСТАВКА К БУДИЛЬНИКУ

Продолжительность звукового сигнала механических и электромеханических будильников бывает зачастую недостаточной для того, чтобы окончательно разбудить любителей поспать. Увеличить ее позволяет приставка к будильнику (рис. 34). Она снабжена узлом автоматического отключения питания через 30 мин, но при желании его можно отключить и раньше, коснувшись пальцем сенсорного контакта.

достаточно мало (менее  $5 \times 10^{-6}$  с), поэтому вероятность сбоя при определении приоритета в нажатии кнопок очень мала.

Для сборки приставки понадобятся семь транзисторов и три интегральные схемы: K155ЛАЗ, K155ИЕ8. K155ТМ2.

Приставка состоит из двух основных узлов: узла звукового сигнализатора на транзисторах *VT1*, *VT2* и элементах *DD1* — *DD3* и узла коммутации питания на транзисторах *VT3*—*VT7*.

Узел звукового сигнализатора включает в себя тактовый генератор на элементах *DD1.1*, *DD1.2* и транзисторе *VT1*. Он вырабатывает прямоугольные импульсы частотой около 1 Гц. Принцип работы этого генератора такой же,

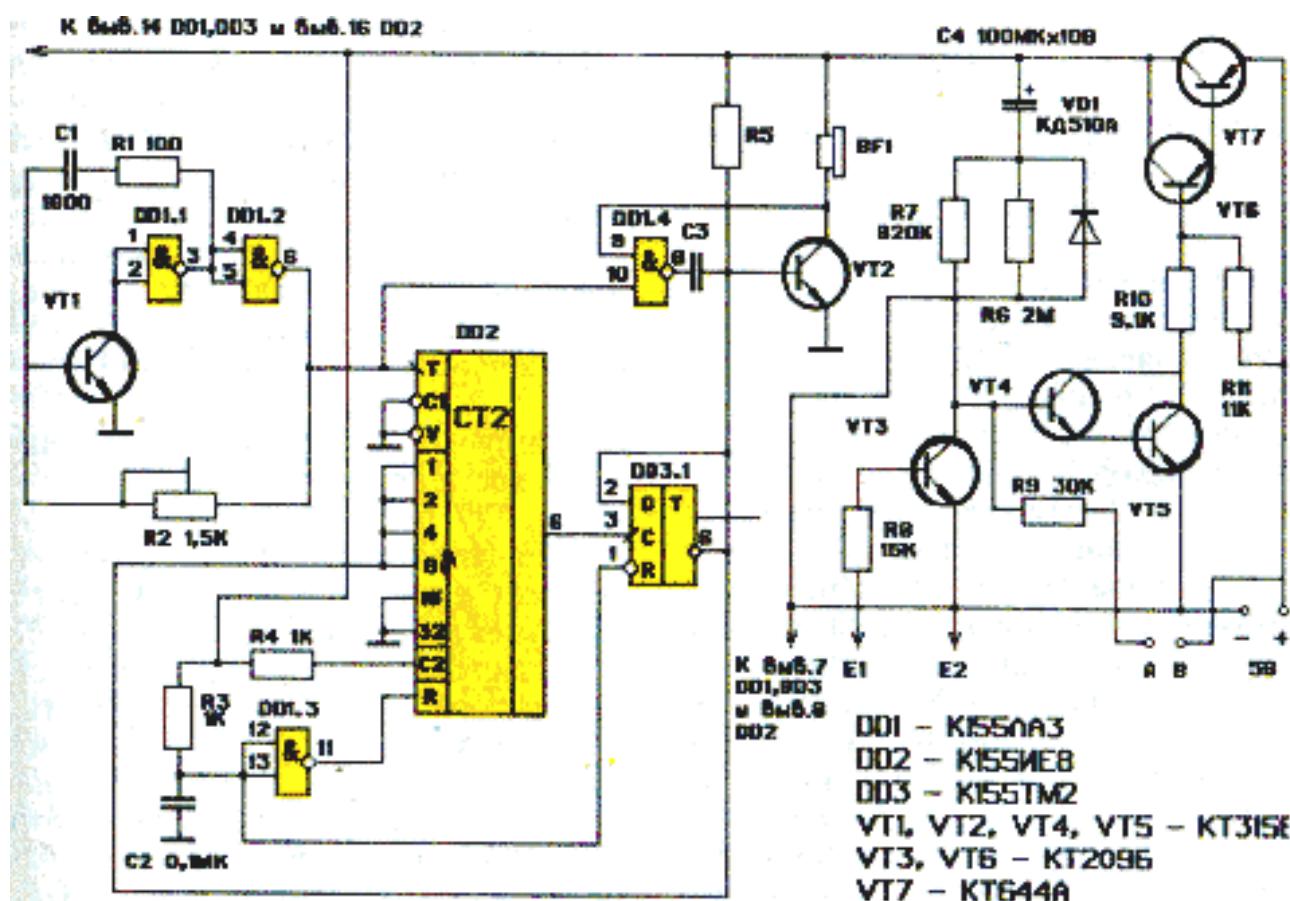


Рис. 34. Приставка к будильнику.

как генератора, используемого в двухтональной сирене (см. с.38), но есть и отличие: в качестве первого инвертора используется транзистор  $VT1$ . Это сделано для увеличения входного сопротивления первого каскада генератора, что обеспечивает достаточно низкую частоту генерации при относительно небольшой емкости времязадающего конденсатора  $C1$ .

После подачи питания начинает работать тактовый генератор, а импульс сброса, сформированный цепью  $R4, C2$ , устанавливает в нулевое состояние счетчик, определяющий длительность временных интервалов, и триггер, управляющий коэффициентом деления счетчика.

Уровень 1, поступающий с выхода 6 триггера  $DD3.1$ , запирает диод  $VD1$ , включая тем самым тональный генератор на элементах  $DD1.4$  и транзисторе  $VT2$ . В это же время импульсы, поступающие на вход 10 элемента  $DD1.4$  с тактового генератора с частотой 1 Гц, включают/выключают тональный генератор, формируя прерывистый звуковой сигнал.

Одновременно с этим уровень 1, поступающий с выхода 6 триггера, устанавливает коэффициент деления счетчика равный 16. После поступления на вход счетчика 17-го импульса на выходе 6 счетчика  $DD2$  формируется положительный импульс, переключающий триггер  $DD3.1$  в единичное состояние. Уровень 0 с выхода 6 этого триггера запрещает работу тонального генератора и устанавливает коэффициент деления счетчика равным 64. После прихода следующих 64 импульсов на выходе счетчика формируется положительный импульс, переводящий триггер  $DD3.1$  в нулевое состояние. Выходной сигнал этого триггера запускает тональный

генератор и устанавливает коэффициент деления счетчика равный 16. Таким образом, приставка через каждые 64 с вырабатывает прерывистый тональный сигнал длительностью 16 с. В таком режиме приставка будет работать до выключения питания.

Питание узла звуковой сигнализации осуществляется через «электронный выключатель» — узел автоматической коммутации питания, собранный на транзисторах  $VT3—VT7$ . Этот узел, кроме выполнения своей основной функции, ограничивает ток, потребляемый приставкой в дежурном режиме на уровне единиц микроампер, что позволяет не вводить в схему механический выключатель питания.

Для включения приставки необходимо кратковременно замкнуть точки *А* и *Б*. При этом на базу транзистора  $VT3$  через резистор  $R9$  поступает положительный потенциал напряжения источника питания и составной транзистор  $VT4—VT5$  открывается, обеспечивая рабочий ток делителя напряжения  $R10, R11$ . Падение напряжения на сопротивлении резистора  $R10$  и участке коллектор — эмиттер транзистора  $VT5$  открывает составной транзистор  $VT6—VT7$ .

Напряжение питания через участок коллектор — эмиттер транзистора  $VT7$  поступает на узел звуковой сигнализации, который сразу же выходит в рабочий режим. С этого же момента через резисторы  $R6, R7$  и участок коллектор — эмиттер транзистора  $VT3$  начинает заряжаться конденсатор  $C4$ . За счет падения напряжения в цепи заряда этого конденсатора составной транзистор  $VT4—VT5$  поддерживается в открытом состоянии, обеспечивая необходимый режим работы составного транзистора  $VT6—VT7$ .

По мере заряда конденсатора  $C4$  потенциал в точке соединения  $R6$ ,  $VD2$ ,  $C4$ ,  $R7$  уменьшается и при определенной его величине составной транзистор  $VT4—VT5$  закрывается. Вследствие этого закрывается и составной транзистор  $VT6—VT7$ , обесточивая цепь питания узла звуковой сигнализации. Конденсатор  $C4$  быстро разряжается через диод  $VD2$ , и приставка переходит в дежурный режим.

Время работы приставки определяется сопротивлением резистора  $R6$  и емкостью конденсатора  $C4$  и для указанных на схеме номиналов элементов составляет 30 мин. При желании отключить питание можно и вручную, коснувшись пальцем сенсорных контактов  $E1$ ,  $E2$ .

Отрицательный потенциал напряжения, поступающий через сопротивление поверхности кожи и резистор  $R8$  на базу транзистора  $VT3$ , открывает его. Напряжение на коллекторе транзистора резко уменьшается и закрывает составной транзистор  $VT4—VT5$ , который отключает  $VT6$ ,  $VT7$ .

Как уже говорилось, выведение приставки в рабочий режим происходит при замыкании контактной группы, подключаемой к точкам  $A$  и  $B$ . Для этого контактную группу закрепляют на задней стенке механического будильника в зоне вращения заводного ключа. При срабатывании будильника ключ начинает вращаться и замыкает контактную группу, включая тем самым питание приставки.

## ГЛАВА 7. КОДИРОВАНИЕ, ДЕКОДИРОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Многие из вас уже успели поработать если не на ЭВМ, то с микрокалькуляторами. Но при этом вы вряд ли задумывались, кто же «открывает дверь» информации, которую вы вводите с клавиатуры. Другими словами — как схема, которая может обрабатывать только двоичные сигналы, не только понимает «язык» десятичных чисел или буквенных символов, но и «разговаривает», выводя их на устройство отображения — дисплей. Тем более что для кодирования всех используемых буквенных и цифровых символов, арифметических знаков и знаков препинания явно недостаточно одного двоичного разряда, которому соответствует одна группа контактов, находящихся под каждой кнопкой.

Кстати, если заглянете в микрокалькулятор, то увидите, что проводов для управления дисплеем тоже

явно недостаточно. Например, если дисплей имеет восемь 7-сегментных знакомест (разрядов отображения), то проводов будет 15 вместо  $56$  ( $7 \times 8 = 56$ ).

Как же этим вычислительным устройствам удается принимать и выдавать информацию? Дело в том, что в этом им помогают специальные устройства цифровой электроники: шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры и демультиплексоры. С включением этих устройств в схемах вы столкнетесь при сборке конструкций, а пока познакомьтесь с их назначением и структурой.

## ШИФРАТОРЫ И ДЕШИФРАТОРЫ

Для кодирования и декодирования информации в цифровой электронике используются шифраторы и дешифраторы. Шифратор — цифровое устройство, которое преобразует сигналы, поданные на один из его входов, в кодовые комбинации на выходах (параллельный двоичный код), каждая из которых соответствует только одному выбранному входу.

Шифраторы могут быть изготовлены на базе самых различных элементов. На рисунке 35 приведена схема шифратора, собранная на логических элементах. Повторив ее, вы можете познакомиться с работой шифратора.

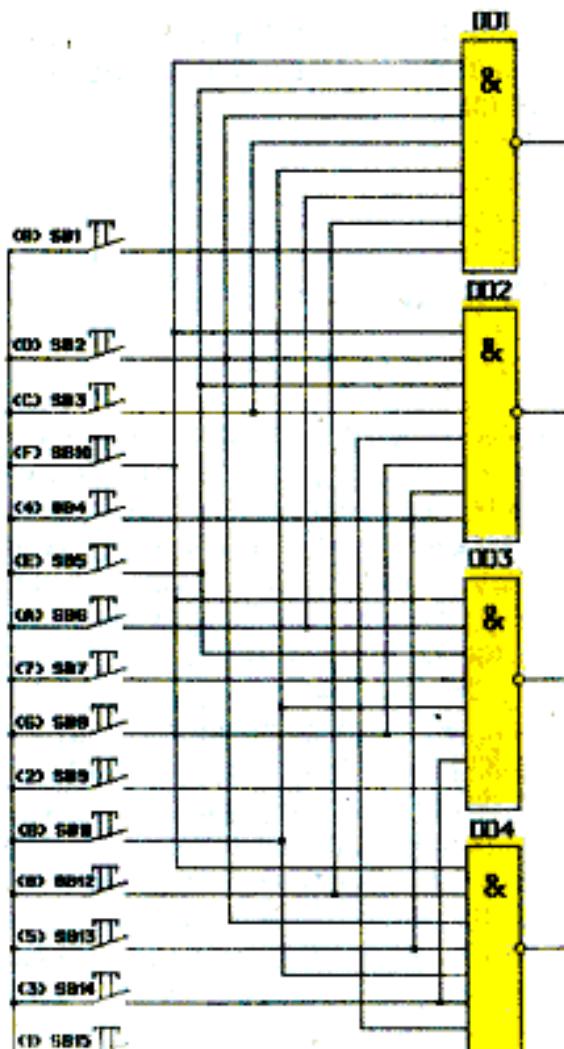


Рис. 35. Шифратор на логических элементах.

Когда контакты кнопок  $SB1 - SB15$  разомкнуты, на входы элементов  $DD1 - DD4$  подается сигнал «не 0», который они «воспринимают» как уровень 1. Поэтому на выходах всех элементов присутствует уровень 0, являющийся двоичным кодом шестнадцатеричной цифры 0.

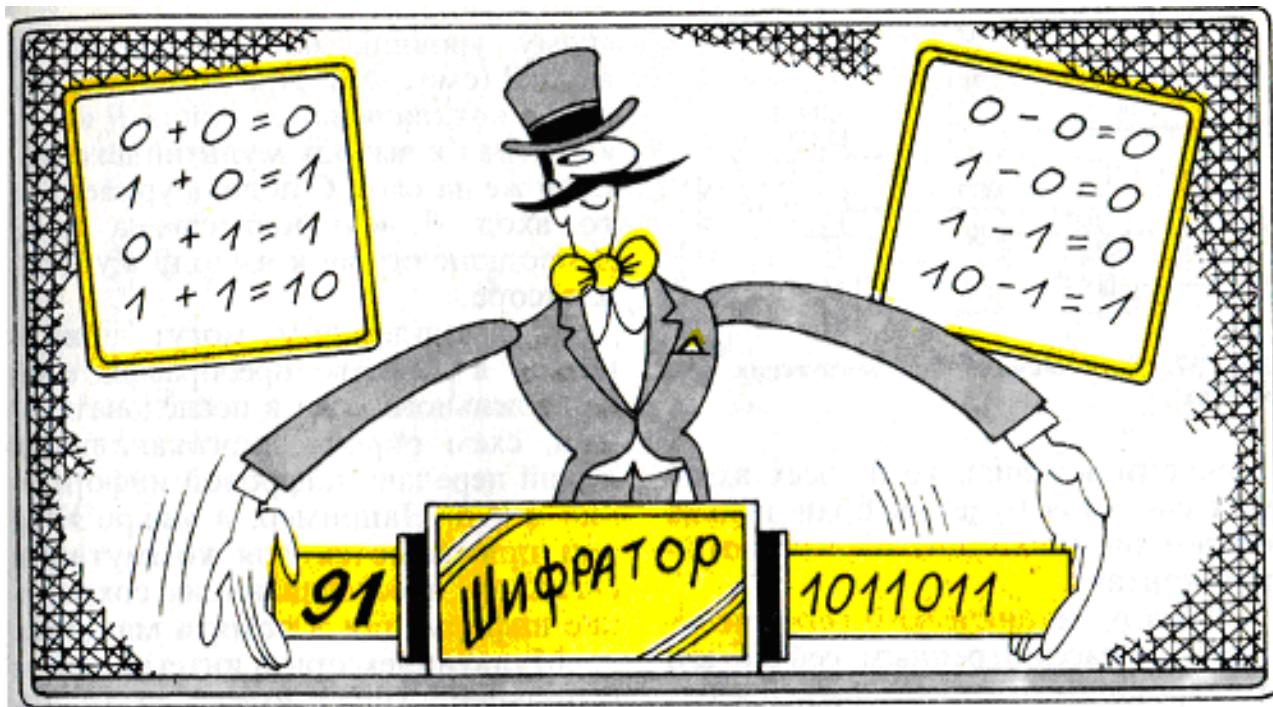
Если нажать кнопку  $SB6$  (A), то уровень 0 поступит на входы элементов  $DD1, DD3$  и вызовет появление на их выходах уровня 1, т. е. на выходе шифратора появится двоичный код 1010, соответствующий шестнадцатеричному символу А.

Шифраторы, выпускаемые в интегральном исполнении, имеют буквенное обозначение ИВ (например, К155ИВ1). Условное графическое обозначение шифраторов приведено на рисунке 36, а.

Результаты вычислений электронные устройства ЭВМ или микрокалькулятора сообщают опять-таки только в двоичной форме, что затрудняет ее восприятие человеком. Здесь выручит дешифратор — цифровое устройство, которое выполняет операцию, обратную шифрации, т.е. переводит двоичный код, поданный на его входы, в сигнал только на том выходе, который соответствует поданному коду.

Чаще всего в электронных устройствах используются дешифраторы в интегральном исполнении (рис. 36, б), имеющие буквенное обозначение ИД (например, К155ИД1).

В качестве дешифраторов могут выступать и другие элементы цифровой электроники. Так, в описываемой далее микроЭВМ дешифратором служит программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ).



В некоторых случаях функции шифраторов и дешифраторов могут выполнять мультиплексоры и

демультиплексоры — электронные коммутаторы (переключатели) цифровых сигналов.

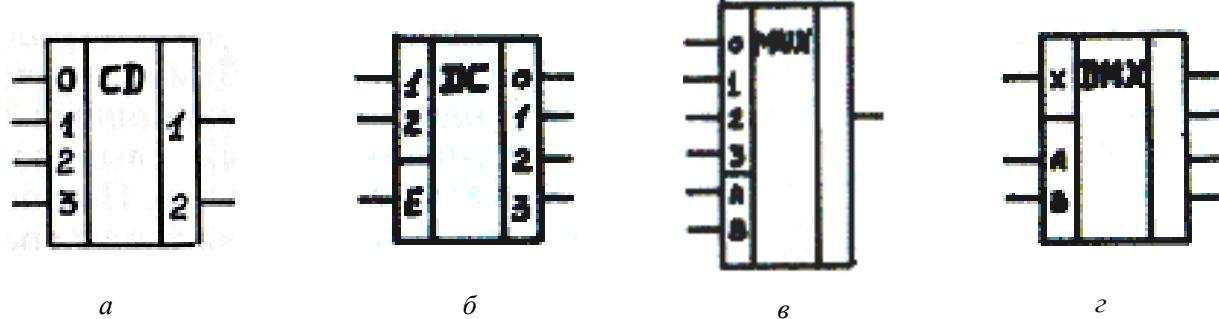


Рис. 36. Условные графические обозначения комбинационных элементов:  
а — шифратор; б — дешифратор; в — мультиплексор; г — демультиплексор.

### ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ БЕЗ КОНТАКТОВ

Мультиплексор (рис. 36, в), называемый также канальным коммутатором или цифровым селектором, представляет собой электронный аналог многопозиционного переключателя, предназначенного для коммутации (подключения) одной из

входных линий к единственной выходной. Если такой переключатель установить в какое-то одно определенное положение, то из всех входных сигналов будет выбран только один — он и поступит на его выходной контакт.

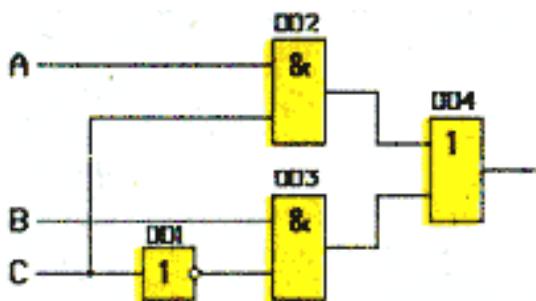


Рис. 37. Мультиплексор на логических элементах.

Между механическим переключателем и рассмотренным сейчас его электронным аналогом имеется одно существенное различие. При переключении механического переключателя к выходному контакту будут по очереди подключаться все промежуточные, в то время как в его электронном аналоге подключение входных линий к выходной может происходить в произвольном порядке.

В мультиплексоре имеется как минимум два вида функциональных входов: информационные и адресные (управляющие). На информационные входы поступают коммутируемые сигналы, на адресные — двоичные коды, каждый из которых соответствует только одному из входов, выбираемому для подключения к выходу мультиплексора.

Схема мультиплексора типа «две линии на одну» приведена на рисунке 37. Входы А и В в этой схеме являются информационными, а вход С — адресным. Если на вход С поступает уровень 0, то на выходе элемента DD2, независимо от уровня сигнала на входе А, присутствует уровень 0. В то же время на выходах элементов DD3 и DD4 будут уровни сигналов, соответствующие логическому уровню, поступающему на вход В (см. с. 58). Иначе говоря, линия А «отключена», а линия В «подключена» к выходу мультиплексора. Если же на вход С подать уровень 1, то вход В

«отключится», а вход А «подключится» к выходу мультиплексора.

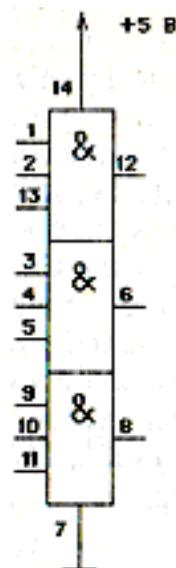
Мультиплексоры могут применяться в качестве преобразователей параллельного кода в последовательный, схем опроса многоканальных линий передачи цифровой информации и т.д. Например, в микроЭВМ они применяются для коммутации сигналов, обеспечивающих сохранение информации в памяти машины.

Мультиплексоры в интегральном исполнении могут иметь до 16 информационных входов и обозначаются буквами КП (например, К155КП1).

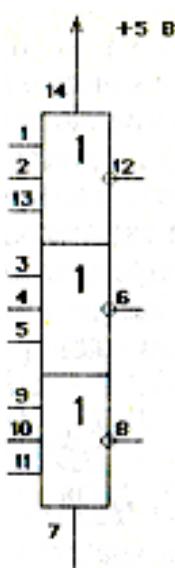
Для распределения двоичной информации, поступающей по одной входной линии на несколько выходных, используются демультиплексоры (см. рис. 36, г). Демультиплексор имеет один информационный вход,  $n$  информационных выходов и  $m$  управляющих входов. При подаче кода на управляющие входы уровень сигнала, присутствующего на его входе, появляется на выходе, номер которого соответствует поданному коду. Они, как и мультиплексоры, управляются двоичными кодами, поступающими на адресные входы. В качестве демультиплексоров используются некоторые типы дешифраторов (например, К155ИД4).

Перед сборкой устройств, описанных далее, рекомендуем ознакомиться с цоколевкой еще не встречавшихся интегральных схем (рис. 38).

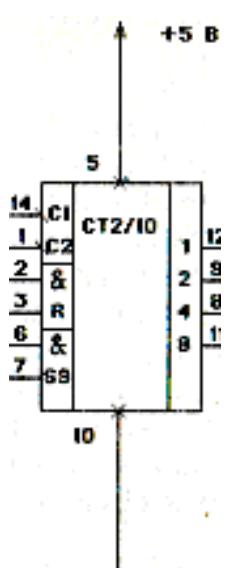
Теперь перейдем к практическому знакомству с описанными элементами.



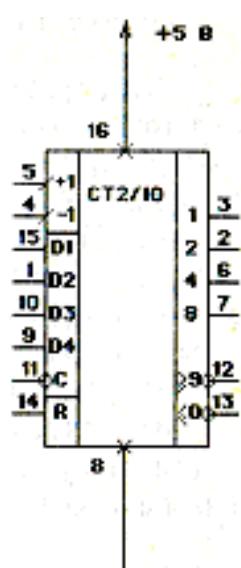
а



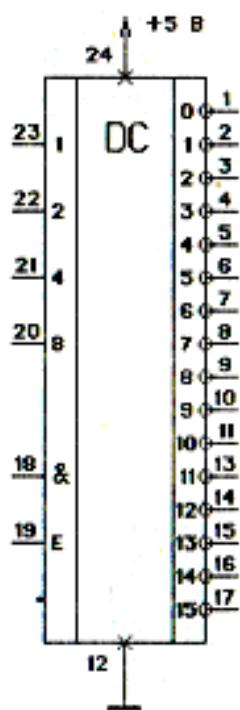
б



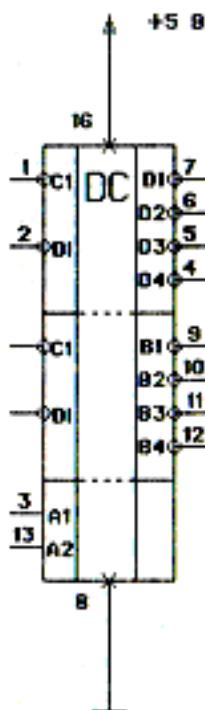
в



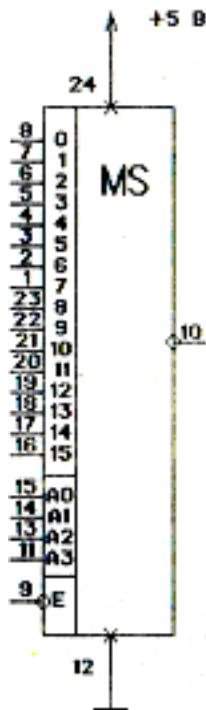
г



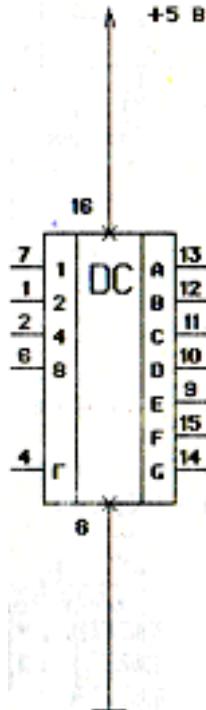
д



е



ж



з

**Рис. 38. Цоколевка интегральных схем:**

а — К155ЛИЗ; б — К155ЛЕ4; в — К155ИЕ2; г — К155ИЕ6; д — К155ИД3; е — К155ИД4; ж — К155КП1; з — К514ИД1.

## «ЭЛЕКТРОННЫЕ КУБИКИ»

Существует немало игр, в основе которых заложен элемент случайности. Во многих из них используются кубики, на гранях которых нанесены цифры. При бросании такого кубика невозможно заранее предсказать, какое выпадет число, т. е. грань с каким числом окажется наверху.

На рисунке 39 приведена схема автоматического устройства «электронные кубики». Они обладают такими же «свойствами», что и обычные.

После включения питания на цифровых индикаторах устройства наблюдается свечение всех сегментов. При нажатии кнопки *SB1* на индикаторах высвечивается число, которое заранее предугадать невозможно.

Схема автомата состоит из тактовых генераторов *DD1.1* — *DD1.3* и *DD2.1* — *DD2.3*, счетчиков импульсов *DD3*, *DD4*, узла коммутации *DD1.4*, *DD2.4*, *DD6* и узла индикации *DD7*, *DD8*, *HG1*, *HG2*.

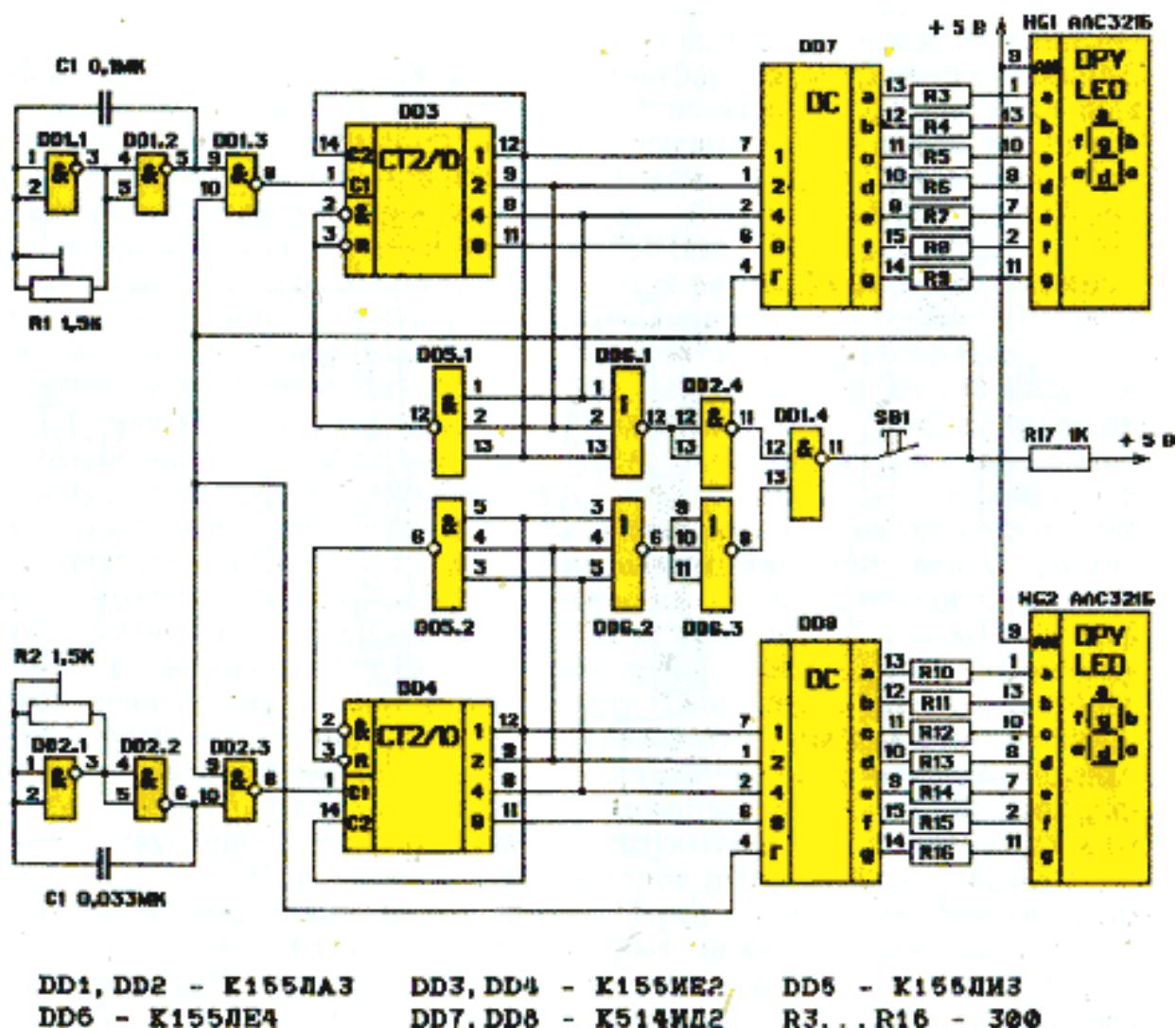


Рис. 39. Электронные кубики.

После включения питания начинают работать тактовые генераторы. Импульсы с их выходов поступают на счетчики *DD3*, *DD4*, имеющие коэффициент деления 6, за счет введения принудительного сброса (*DD5.1*, *DD5.2*) при состоянии 0111.

Если в момент нажатия кнопки *SB1* оба счетчика не находятся в состоянии 0111, то на выходе элемента *DD1.4*

присутствует уровень 0, который затормаживает генераторы и включает индикацию состояния счетчиков. На цифровых индикаторах отображается десятичный эквивалент двоичного кода состояния счетчиков.

При отпускании кнопки индикаторы выключаются и схема возвращается в режим счета.

## ЦИФРОВОЕ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Это устройство может найти практическое применение везде, где необходимо на определенное время подключать к цепи переменного тока какую-либо активную нагрузку (лампу

фотоувеличителя, подогреватель воды в аквариуме и т.п.). Оно представляет собой реле времени с гальванической развязкой исполняющей цепи (рис. 40).

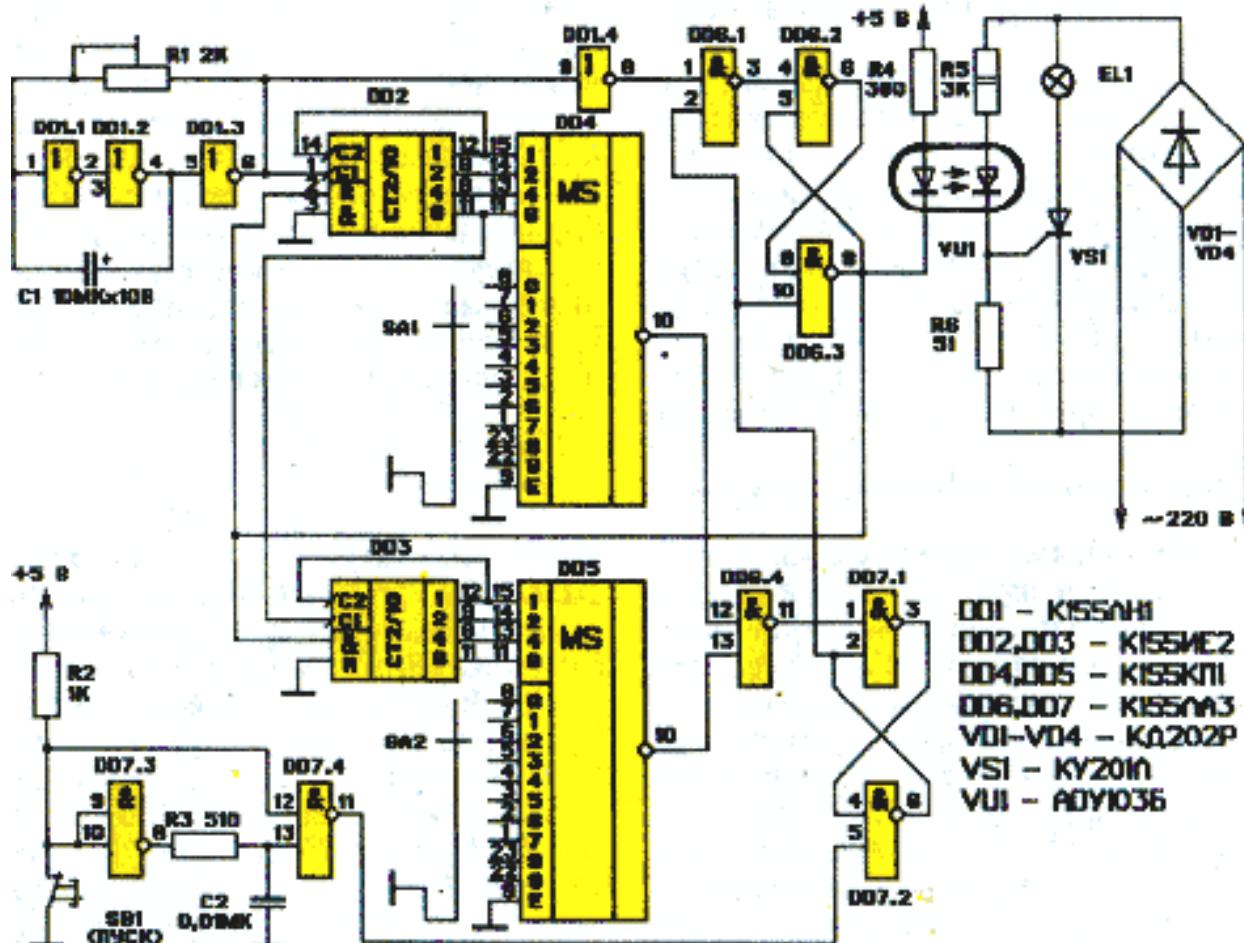


Рис. 40. Реле времени.

После включения питания устройство устанавливается в начальное состояние. На выходе элемента  $DD7.2$  присутствует уровень 0, который запрещает прохождение импульсов с тактового генератора ( $DD1.1 — DD1.3$ ) на триггер управления нагрузкой ( $DD6.2, DD6.3$ ). На выходе элемента  $DD6.3$  этого триггера — уровень 1, который устанавливает в начальное состояние счетчики  $DD2, DD3$ .

Установив необходимую выдержку времени переключателями  $SA1, SA2$ , нажимают кнопку «Пуск» ( $SB1$ ). Отрицательный импульс с выхода одновибратора  $DD7.3, DD7.4$  устанавливает уровень 1 на выходе элемента  $DD7.2$ , разрешающий прохождение сигнала через  $DD6.1$ .

Первый же отрицательный импульс с выхода тактового генератора формирует на выходе элемента  $DD6.1$  уровень 0, который вызывает появление уровня 0 на выходе элемента  $DD6.3$ . Выходной ток этого элемента включает излучатель оптопары  $VU1$ , а последний — фототиристор оптопары. В свою очередь фототиристор открывает тиристор  $VS1$ ,

коммутирующий цепь нагрузки (лампа  $EL1$ ).

Одновременно уровень 0 с выхода элемента  $DD6.3$  разрешает работу счетчиков, выходы которых подключены к управляющим входам мультиплексоров  $DD4, DD5$ .

Когда двоичный код счетчиков становится эквивалентен номеру выбранного переключателями  $SB1$  и  $SB2$  входа, на выходах мультиплексоров появляется уровень 1, формирующий на выходе элемента  $DD6.4$  уровень 0. Он вызывает появление уровня 0 на выходе элемента  $DD7.2$ . Сигнал с этого выхода запрещает прохождение импульсов с тактового генератора на элемент  $DD6.2$  и формирует на выходе элемента  $DD6.3$  уровень 1. Излучатель оптопары  $VU1$  выключается, вызывая выключение тиристора  $VS1$  и нагрузки. Устройство возвращается в исходное состояние.

Тактовую частоту генератора выбирают в зависимости от конкретного применения устройства изменением емкости конденсатора  $C1$ . В определенных пределах частота подстраивается резистором  $R1$ .

## ЭЛЕКТРОННЫЙ ТАЙМЕР-СЕКУНДОМЕР

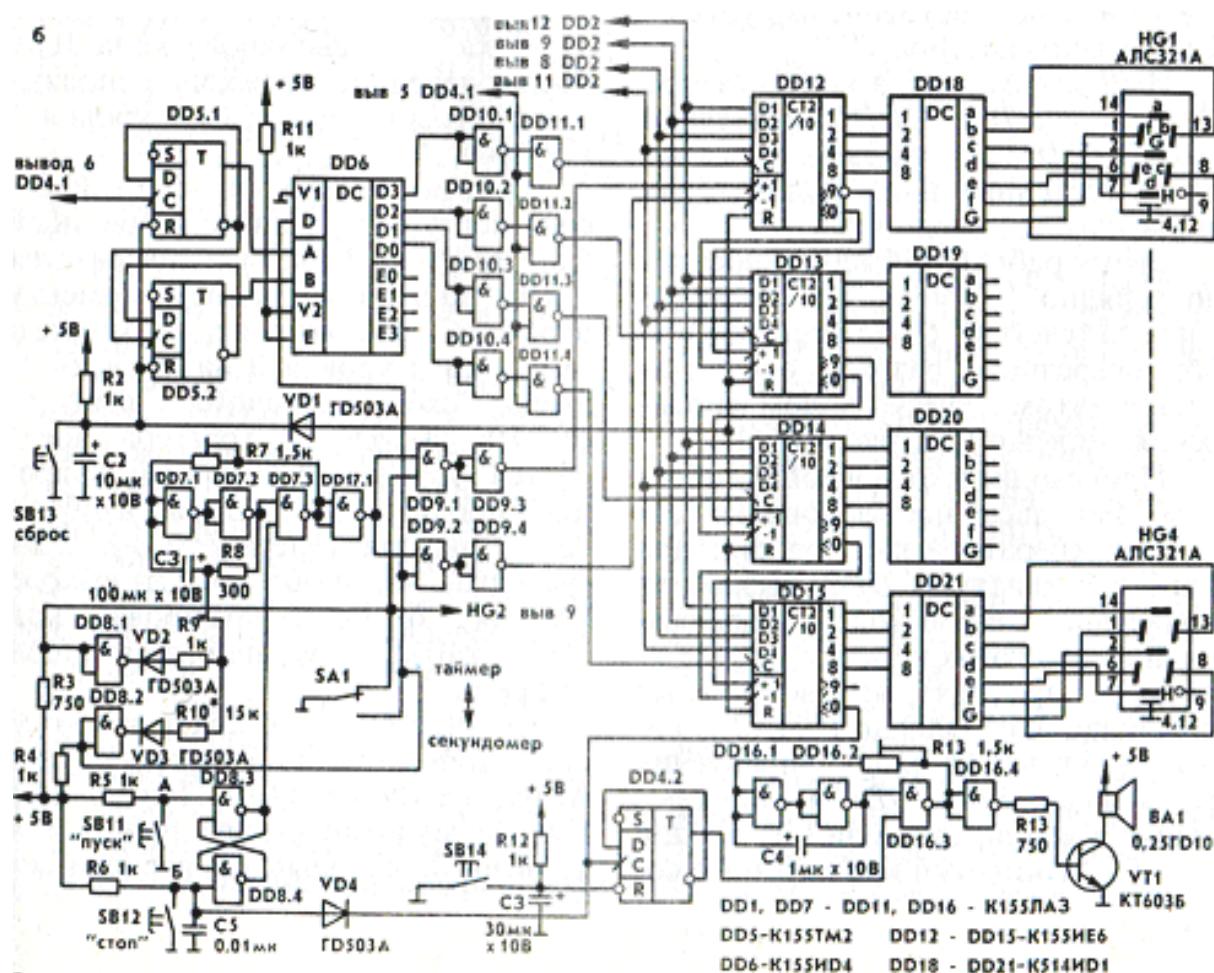
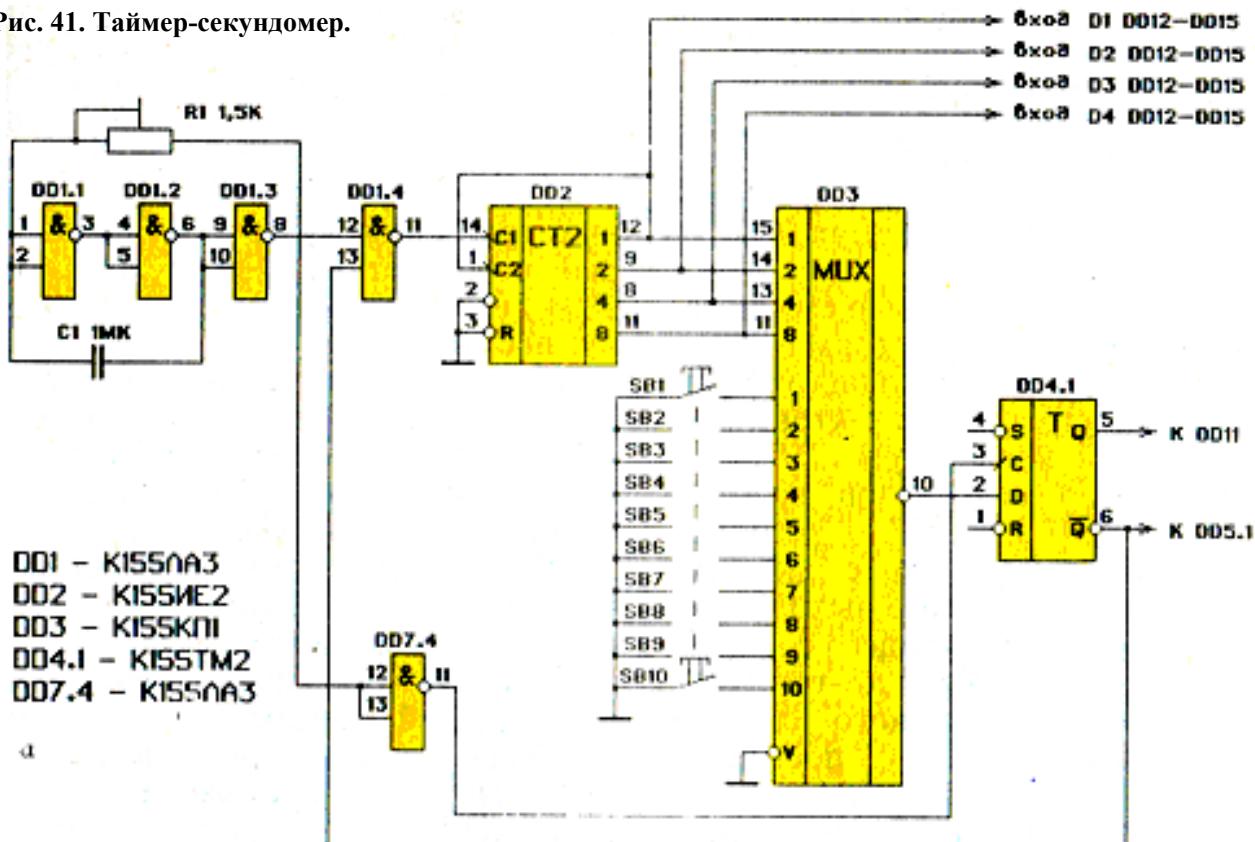
Независимо от ваших увлечений и интересов вам всегда пригодится таймер-секундомер. Он может быть полезен при работе на кухне, в занятиях фотографией или спортом.

Предлагаемое далее устройство (рис. 41) позволяет отслеживать интервалы времени до 9999 с с дискретностью в 1 с или может использоваться в качестве секундомера с максимальным временем счета 999,9 с с точностью до 0,1 с.

В устройстве можно выделить следующие функциональные узлы: узел клавиатуры на элементах  $DD1—DD3, DD4.1$ , формирующий двоичный код,

соответствующий десятичному номеру нажатой кнопки; узел, управляющий записью двоичных кодов, которые поступают из узла клавиатуры в соответствующие счетчики на элементах  $DD5, DD6, DD10, DD11$ ; счетный узел на элементах  $DD12 — DD15$ , использующийся для отсчета интервалов времени и выдачи соответствующих ему кодов в узел индикации; узел индикации на элементах  $DD18 — DD21, DD4.2, DD16$  и знакосинтезирующих светодиодных индикаторах  $HG1 — HG4$ ,

Рис. 41. Таймер-секундомер.



преобразующий цифровые коды в визуальное отображение десятичных знаков и управляющий подачей звукового сигнала; узел управления режимом на элементах  $DD7$ — $DD9$ .

В связи со сложностью схемы работу устройства рассмотрим поэтапно. При включении питания устройства начинает работать тактовый генератор узла клавиатуры ( $DD1$ ).

Генератор интервалов времени ( $DD7.1$  —  $DD7.3$ ,  $DD17.1$ ) заторможен уровнем 0 на входе элемента  $DD7.3$ , поступающим с выхода элемента  $DD8.3$ , образующего совместно с элементом  $DD8.4$  RS-триггер.

Генератор тонального сигнала заторможен уровнем 0, поступающим на вход элемента  $DD16.3$  с выхода  $Q$  триггера  $DD4.2$ , установленного в нулевое состояние импульсом заряда конденсатора  $C3$ .

Импульсом заряда конденсатора  $C2$  триггеры  $DD5.1$ ,  $DD5.2$  и счетчики  $DD12$  —  $DD15$  устанавливаются в нулевое состояние и на индикаторах высвечивается число 0000.

Время работы таймера заносится поразрядно, начиная со старшего разряда (счетчик  $DD15$ ), причем выбор очередного разряда осуществляется автоматически узлом управления записью (см. рис. 41, а).

Происходит это следующим образом. Импульсы, поступающие с тактового генератора на вход счетчика опроса клавиатуры  $DD2$ , вызывают появление на его выходе четырехразрядных двоичных кодов, которые во времени проходят все возможные комбинации от 0000 до 1001. Эти коды поступают на входы управления мультиплексором  $DD3$  и «подключают» к его выходу один из входов (0 — 9), десятичный код которого соответствует присутствующему на управляющих входах двоичному коду.

Если при этом не нажата ни одна кнопка  $SB1$  —  $SB10$ , т.е. на всех информационных входах мультиплексора отсутствуют уровни 0, то на его выходе установлен уровень 0, который поступает на  $D$ -вход триггера  $DD4.1$  и по каждому тактовому сигналу, поступающему на  $C$ -вход, записывается в него. Таким образом, если все кнопки отжаты, то на выходах счетчика  $DD2$  идет смена комбинаций кодов, а триггер  $DD4.1$  находится в нулевом состоянии.

Теперь разберем конкретный пример подготовки таймера для отсчета интервала времени 9237 с.

При нажатии кнопки  $SB9$ , соответствующей цифре 9, уровень 1 появляется на выходе мультиплексора в момент опроса входа, к которому подключена данная кнопка. Это момент появления на выходе счетчика  $DD2$  двоичного кода 1001 после очередного перехода напряжения тактового импульса с уровня 1 к уровню 0.

Уровень 1 с выхода мультиплексора поступает на информационный вход триггера  $DD4.1$  и записывается в него по заднему фронту (моменту перехода напряжения тактового импульса с уровня 0 на уровень 1) этого же тактового импульса. На выходе  $Q$  триггера появляется уровень 0, который запрещает прохождение тактовых импульсов с выхода генератора на вход счетчика. Таким образом, на выходе счетчика будет зафиксирован код 1001, соответствующий десятичной цифре 9.

Счетчик будет оставаться в этом состоянии до тех пор, пока не будет отпущена кнопка  $SB\ 10$ . При этом на выходе мультиплексора появляется уровень 0, который по первому же заднему фронту импульса, поступающего с элемента  $DD7.4$ , будет записан в триггер. Он установится в нулевое состояние. Уровень 1 с выхода  $Q$

триггера разрешает прохождение импульсов с генератора на тактовый вход счетчика. Опрос клавиатуры возобновится и будет продолжаться до нажатия следующей кнопки.

В момент остановки счетчика  $DD2$  его выходной код поступает одновременно и на одноименные входы счетчиков  $DD12$  —  $DD15$  счетного узла (рис. 41, б). В это же время положительный перепад напряжения с выхода  $Q$  триггера  $DD4.1$  поступает на входы элементов  $DD11.1$  —  $DD11.4$ . Уровень 1 при этом присутствует только на втором входе элемента  $DD11.4$ . Это связано с тем, что после начальной установки по включению питания на выходах  $Q$  триггеров  $DD5.1$ ,  $DD5.2$ , на которых организован двухразрядный двоичный счетчик, присутствуют уровни 0, поступающие на вход дешифратора  $DD6$ . Поэтому на выходе  $D0$  этого дешифратора присутствует уровень 0, который инвертируется элементом  $DD10.4$ . С выхода этого элемента уровень 1 поступает на вход элемента  $DD11.4$ .

При поступлении на входы элементов  $DD11.1$  —  $DD11.4$  положительного перепада напряжения с выхода  $Q$  триггера  $DD4.1$  отрицательный перепад напряжения формируется только на выходе элемента  $DD11.4$ . Этот сигнал поступает на вход разрешения записи параллельной информации счетчика  $DD15$ , и по его фронту происходит запись в счетчик кода, имеющегося в данный момент времени на выходе счетчика опроса клавиатуры  $DD2$ , т.е. кода 1001. Остальные счетчики остаются в нулевом состоянии, а на цифровых индикаторах высветится десятичное число 9000.

Положительный перепад напряжения, формирующийся на выходе  $Q$  триггера  $DD4.1$  после отпускания кнопки  $SB9$ , не

только разрешает работу счетчика опроса клавиатуры, но и переводит триггер  $DD5.1$  в единичное состояние. Тем самым устанавливается уровень 0 на выходе  $D1$  дешифратора  $DD6$ , сигнал с которого, инвертируясь элементом  $DD10.3$ , подготавливает элемент  $DD11.3$  к формированию импульса записи параллельного кода в счетчик  $DD14$ .

При нажатии следующей кнопки (в нашем случае  $SB3$  — соответствующей десятичной цифре 2) на выходе счетчика опроса клавиатуры  $DD2$  формируется код 0010, который поступает на входы счетчиков  $DD12$  —  $DD15$ . Положительный перепад напряжения с выхода  $Q$  триггера  $DD4.1$  формирует при этом на выходе элемента  $DD11.3$  сигнал записи указанного кода в счетчик  $DD14$ , после чего на цифровых индикаторах будет высвеченено число 9200.

Таким образом, после нажатия четырех необходимых кнопок на цифровых индикаторах высветится число 9237, соответствующее времени работы таймера.

После установки времени работы таймера нажимается кнопка  $SB11$  «Пуск». При этом на выходе элемента  $DD8.3$  RS-триггера устанавливается уровень 1, разрешающий работу генератора временных интервалов на элементах  $DD7.1$  —  $DD7.3$ . Частота работы этого генератора определяется выбором одного из времязадающих резисторов  $R9$  или  $R10$ . Выбор необходимого резистора осуществляется установкой уровня 0 на выходе соответствующего элемента ( $DD8.1$  или  $DD8.2$ ), что автомагически происходит при выборе режима работы устройства переключателем  $SA1$ .

Если устройство используется как таймер (переключатель находится в положении, показанном на схеме), то включен резистор  $R10$ ,

устанавливающий режим работы генератора временных интервалов с частотой 1 Гц. Одновременно этот же переключатель разрешает прохождение импульсов с выхода этого генератора на вычитающий (-1) вход счетчика *DD12*. Таким образом, по каждому положительному перепаду напряжения на выходе элемента *DD17.1* состояние счетчика *DD12* будет изменяться, причем записанное в нем число будет уменьшаться на 1. На цифровых индикаторах будет наблюдаться уменьшение записанного числа, т.е. 9236, 9235, 9234 и т.д.

В момент перехода счетчика *DD12* из состояния 0000 (десятичная цифра 0) в состояние 1001 (десятичная цифра 9) на выходе <0 этого счетчика формируется отрицательный импульс . Задний фронт его (момент перехода напряжения с низкого уровня на высокий), поступая на вычитающий (-1) вход счетчика *DD13*, переводит последний в состояние 0010 (десятичная цифра 2), или, иначе говоря, вычитает из него единицу. Таким образом, после показаний цифрового индикатора 9230, по приходу следующих импульсов с генератора временных интервалов на вычитающий вход счетчика *DD12*, на нем будут высвечиваться числа 9229, 9228 и т.д. Аналогично происходит уменьшение кодов, записанных в счетчиках *DD14* и *DD15*.

Через 9236 с счетчики будут находиться в нулевых состояниях, т. е. на индикаторах будет высвечиваться 0000. По окончании 9237-й с счетчик *DD12* переходит в состояние 1001 при этом на его выходе <0 формируется импульс, переводящий счетчик *DD13* в состояние 1001, который, в свою очередь, переводит в такое же состояние счетчик *DD14*, а он — *DD15*. Отрицательный импульс с выхода <0 счетчика *DD15*

поступает через диод *VD4* на вход элемента *DD8.4 RS*-триггера и тактовый вход *D*-триггера *DD4.2*, включенного в режиме *T*-триггера. Передний фронт этого импульса устанавливает на выходе элемента *DD8.3* уровень 0, запрещающий работу генератора временных интервалов. Задний фронт этого импульса переводит триггер *DD4.2* в единичное состояние, разрешая тем самым работу тонального генератора.

Таким образом, через 9237 с после нажатия кнопки *SB11* «Пуск» таймер выдаст звуковой сигнал, и отсчет времени прекратится. Звуковой сигнал таймера может быть выключен только нажатием кнопки *SB14*. При этом триггер *DD4.2* устанавливается в нулевое состояние и запрещает работу тонального генератора.

При использовании устройства в режиме секундомера (переключатель *SA1* устанавливается в нижнее, по схеме, положение) к генератору временных интервалов подключается резистор *R9*, обусловливающий частоту генерации 10 Гц, что соответствует дискретности отсчета в 0,1 с. Одновременно разрешается прохождение импульсов с выхода генератора временных интервалов только на суммирующий вход счетчика *DD12*, и на цифровом индикаторе *HG2* загорается сегмент *h* (десимальная точка), получающий питание через резистор *R3*. В то же время уровень 0, поступающий на вход *D* дешифратора *DD6*, вызывает появление на его выходах *D0* — *D3*

уровней 1, запрещающих запись информации в счетчики при случайном нажатии кнопок  $SB1—SB10$ . После этого при необходимости производится обнуление счетчиков нажатием кнопки  $SB13$  «Сброс».

Пуск секундомера осуществляется нажатием кнопки  $SB11$  «Пуск». Импульсы с частотой следования 0,1 Гц поступают с выхода генератора временных интервалов на суммирующий вход счетчика  $DD12$ . При переходе этого счетчика из состояния 1001 (десятичное число 9) в состояние 0000 (десятичное число 0) на его выходе  $>9$  формируется импульс, поступающий на суммирующий вход счетчика  $DD13$ . Этот импульс увеличивает код состояния счетчика на

единицу. Таким образом, по каждому импульсу, поступающему с выхода генератора временных интервалов на суммирующий вход счетчика  $DD12$ , показания цифровых индикаторов будут увеличиваться на единицу, отображая с дискретностью 0,1 с время, прошедшее с момента нажатия кнопки «Пуск».

При изготовлении устройства учтите, что управлять им можно и дистанционно, подключив параллельно контактам соответствующих кнопок нормально разомкнутые контакты кнопок пульта дистанционного управления. Можно управлять им и цифровыми сигналами соответствующих уровней, подавая их в точки подключения контактов кнопок к входам цифровых элементов схемы.

## ГЛАВА 8. КЛАДОВЫЕ ИНФОРМАЦИИ

Во многих устройствах цифровой электроники и, в частности, ЭВМ порой возникает необходимость преобразования, запоминания и хранения информации. Для этих целей используются как устройства,

построенные на базе триггеров (регистры, статические запоминающие устройства), так и специализированные (постоянные репрограммируемые и динамические запоминающие устройства).

### РЕГИСТРЫ

Основное назначение регистров— временное хранение и преобразование двоичной информации. Но часто их используют и в качестве генераторов, управляющих устройств, преобразователей кодов, счетчиков и т.д. Количество запоминающих элементов (триггеров) — разрядность регистра — равно количеству двоичных разрядов числа, которое необходимо занести в данный регистр. Обычно разрядность регистра кратна 4 (4-, 8-, 12-разрядные и т. д.). В качестве запоминающих элементов, как правило, используются  $RS$ -,  $D$ - и  $JK$ -триггеры. Каждый элемент

способен сохранять на своем выходе значение поступившей информации до тех пор, пока не возникает необходимость записать в него новую информацию. При этом стирание ранее записанной информации происходит автоматически. Операция занесения информации в регистр называется записью, или вводом, извлечения информации — выводом, или считыванием.

Основными видами регистров являются параллельные (запоминающие), последовательные (сдвигающие) и универсальные.

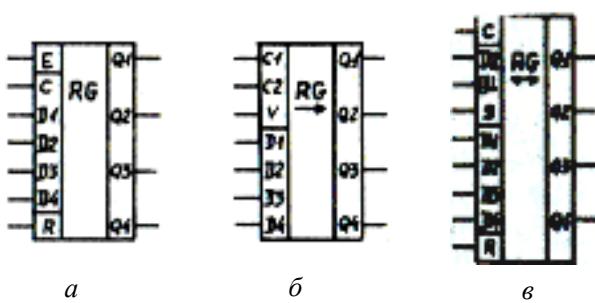


Рис. 42. Условные графические обозначения регистров:

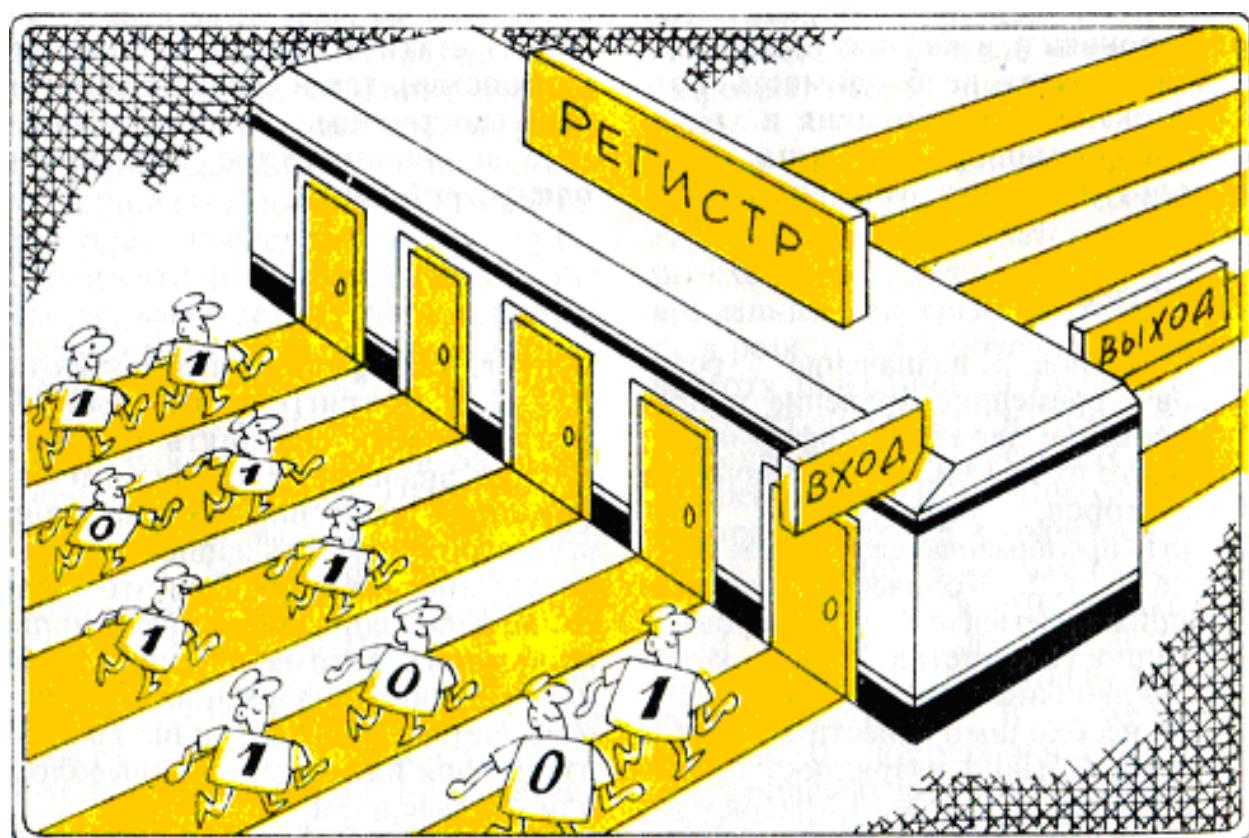
*а* — запоминающий; *б* — сдвигающий; *в* — универсальный.

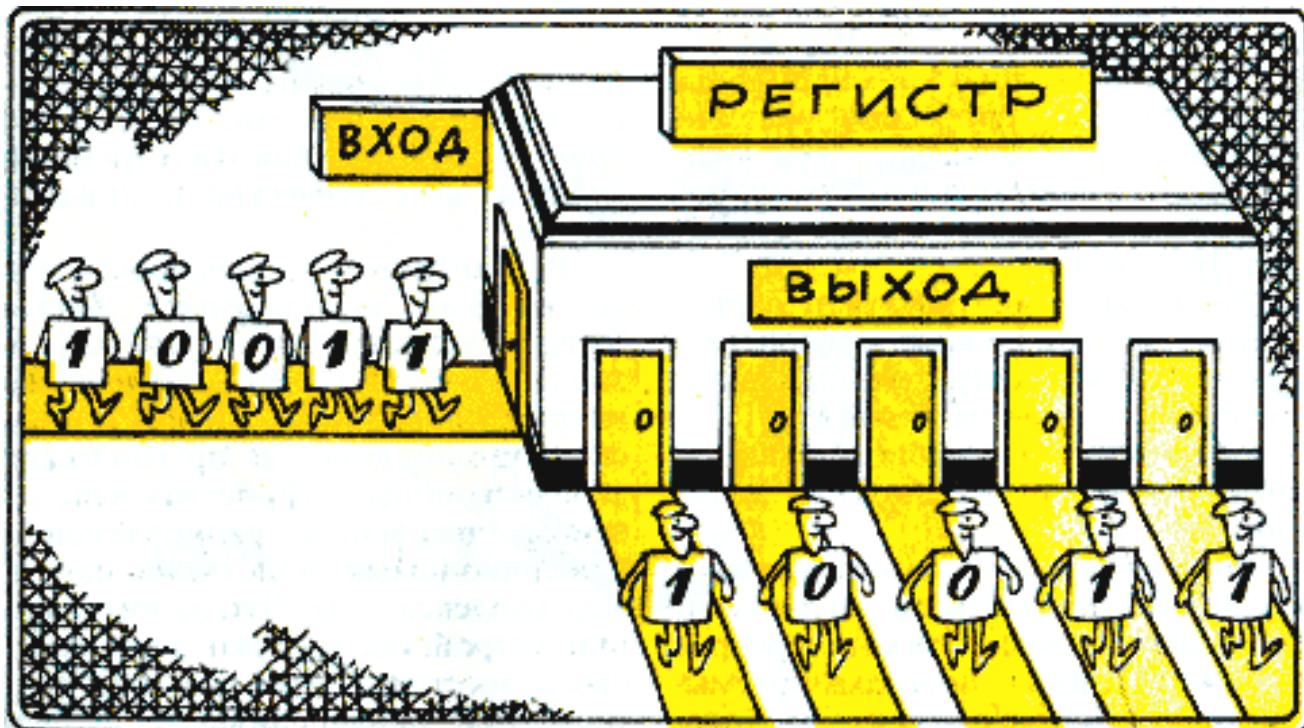
Параллельные регистры (рис. 42, *а*) применяются для временного хранения информации небольшого объема. Запись и считывание информации в них производится параллельным кодом, т. е. поступающим (считываемым) на все входы (со всех выходов).

Последовательные регистры (рис. 42, *б*), помимо хранения, могут

преобразовывать информацию (последовательную в параллельную и наоборот), выполнять арифметические операции и т. д. Запись, хранение (сдвиг) и выдача информации в них осуществляются в последовательном коде, т. е. при поступлении каждого тактового импульса в регистр записывается (из регистра считывается) одна единица информации.

Универсальные регистры работают как в последовательном, так и в параллельном кодах (рис. 42, *в*). Помощью управляющих связей можно сдвигать хранящуюся в регистрах информацию на произвольное число разрядов вправо или влево, также считывать информацию в последовательной и параллельной формах.

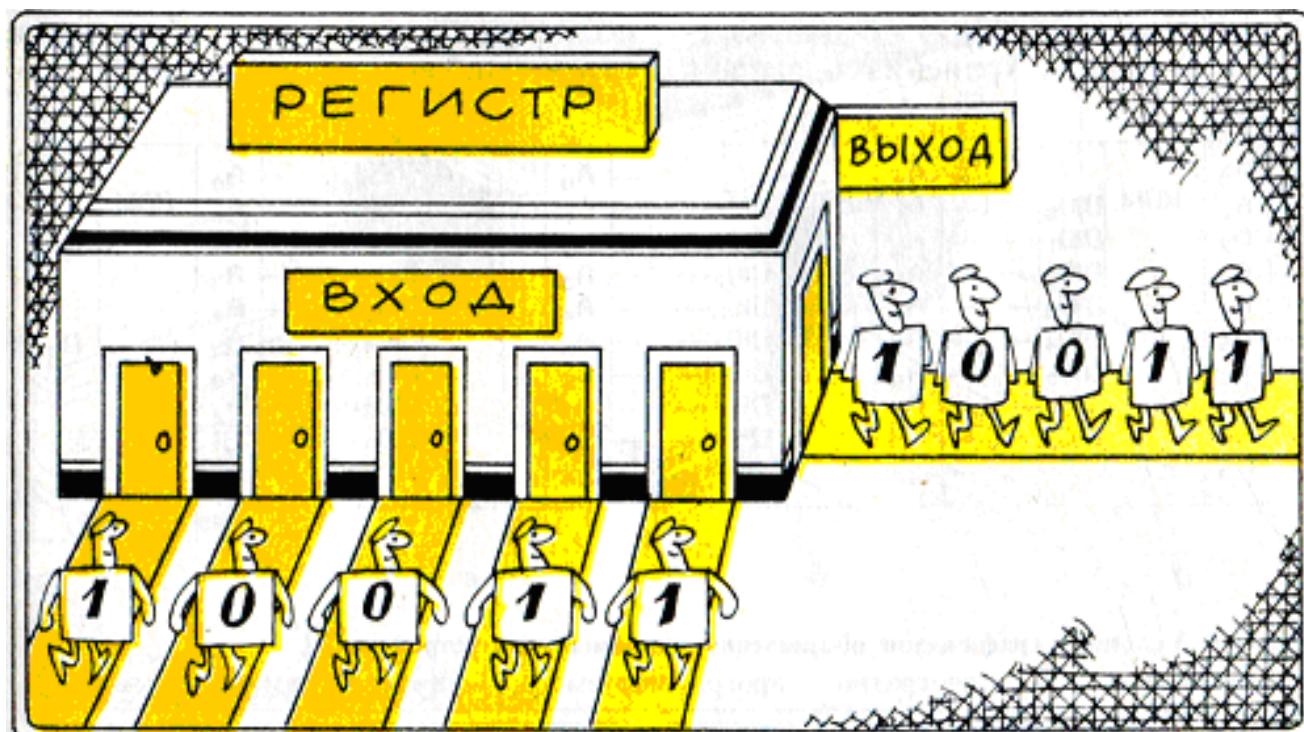




Они широко используются для реализации арифметических функций, в частности умножения и деления.

В общем случае регистры позволяют хранить поступившую в них информацию (небольшого объема) в течение довольно непродолжительного

времени, преобразовывать последовательные двоичные коды в параллельные и обратно, сдвигать хранимые данные вправо или влево, считывать информацию в прямом или инверсном виде или, иначе говоря, преобразовать ее.



## ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Для длительного хранения больших объемов информации используются специальные элементы цифровой электроники — полупроводниковые запоминающие устройства (рис. 43).

Различают постоянные и оперативные запоминающие устройства. Характерной особенностью первых является энергонезависимость, т. е. возможность сохранения записанной информации при отключении питания.

Постоянные запоминающие устройства могут быть масочными (не имеющие возможности перепрограммирования) — программируемыми на заводе-изготовителе (рис. 43, а), однократно программируемыми (рис. 43, б) и репрограммируемыми (имеющими возможность перепрограммирования) (рис. 43, в). Стирание информации в последних может проводиться электрическими сигналами или ультрафиолетовым излучением.

Оперативные запоминающие устройства (рис. 43, г) предназначены для записи, хранения и выдачи больших

объемов информации, изменяющейся во времени. По способу хранения информации эти устройства делятся на статические и динамические.

В статических запоминающих устройствах используются бистабильные элементы (типа триггера), позволяющие при наличии питающего напряжения сохранять информацию сколь угодно долго. В динамических запоминающих устройствах используются различные радиоэлементы с инерционными свойствами, например конденсаторы. Эти запоминающие устройства требуют периодического восстановления (регенерации) состояний запоминающего элемента. Если такую регенерацию не проводить, то информация будет безвозвратно потеряна, даже при наличии питания самого запоминающего устройства.

На этом мы закончим краткое знакомство с элементами цифровой электроники, выполняющими функцию хранения информации. Более подробно узнать о них и получить ответы на возникшие вопросы можно,

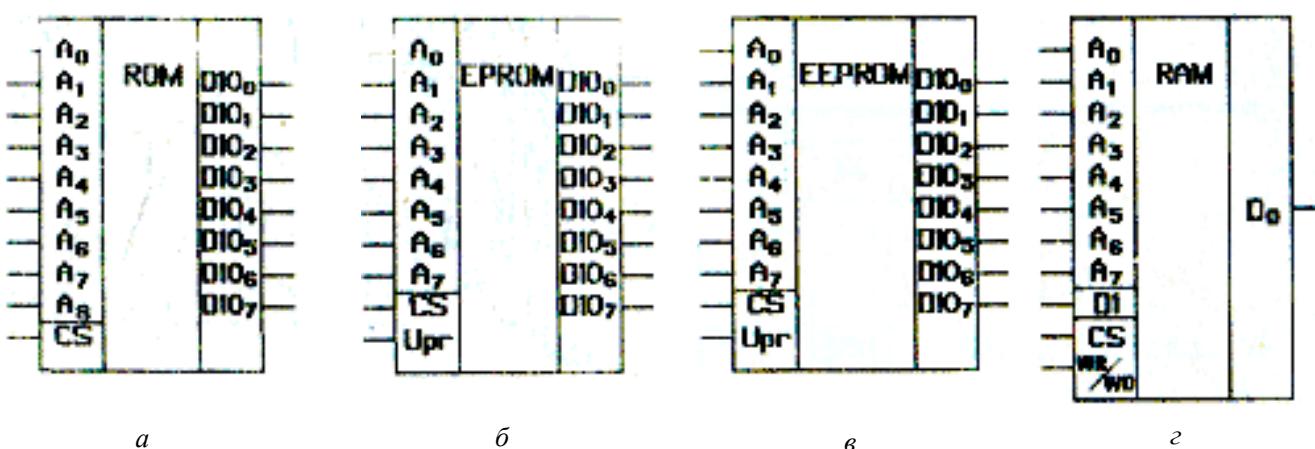
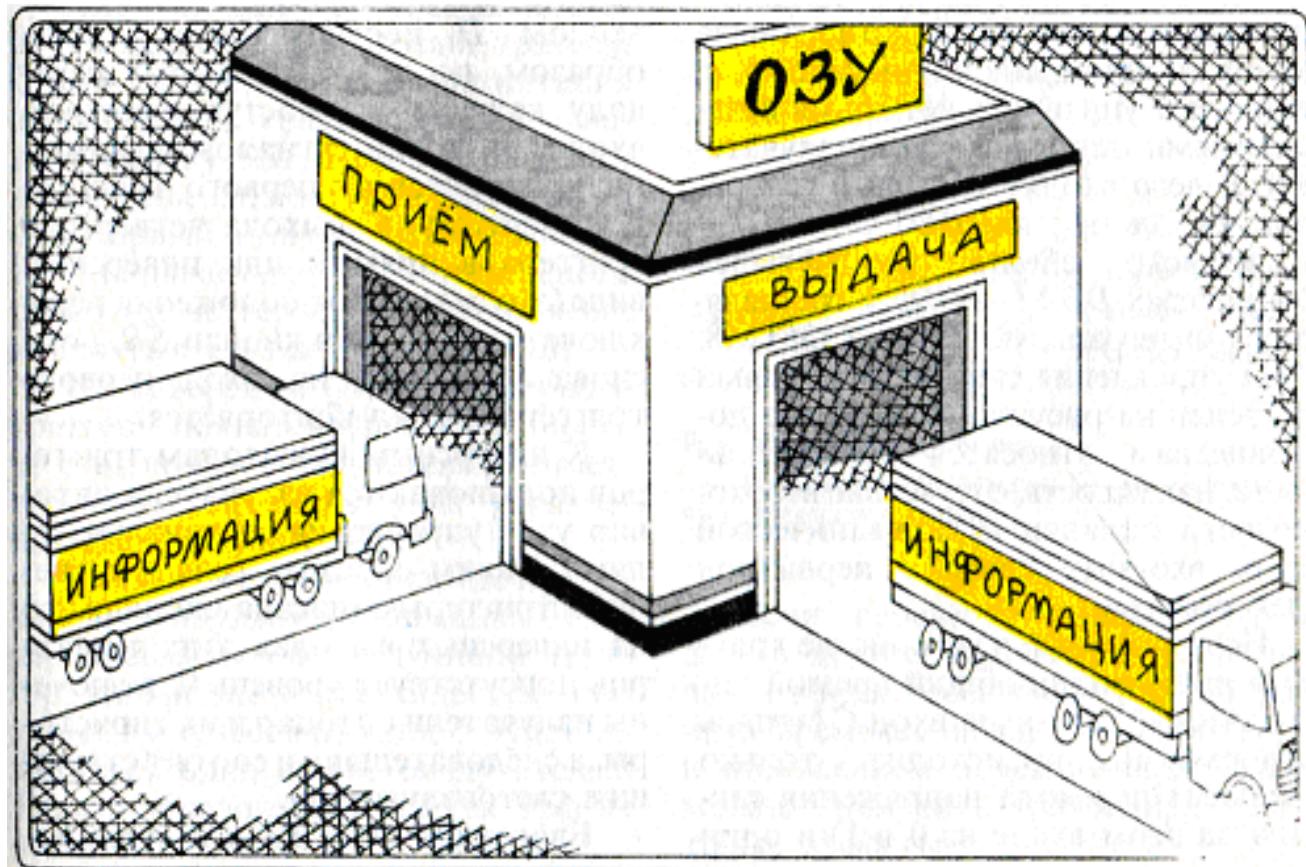
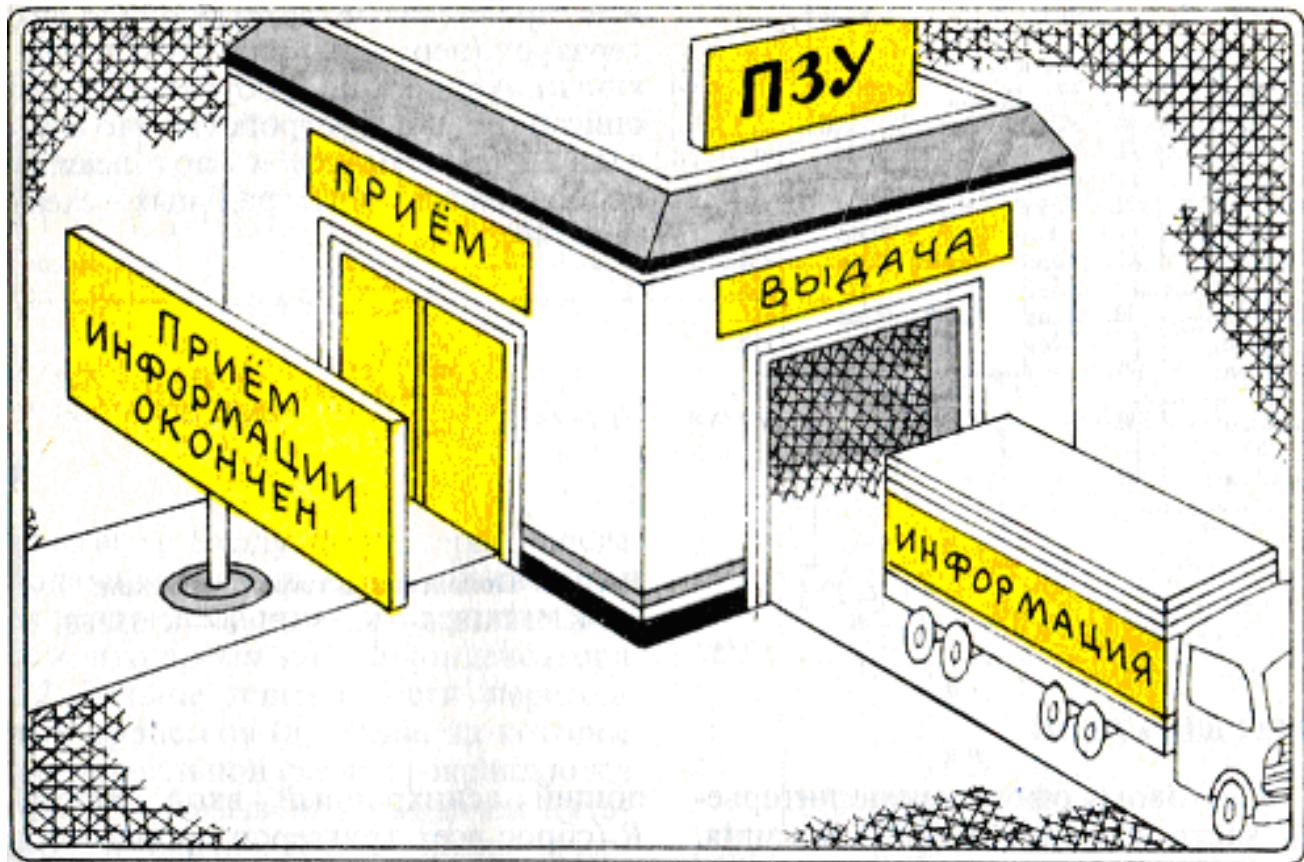
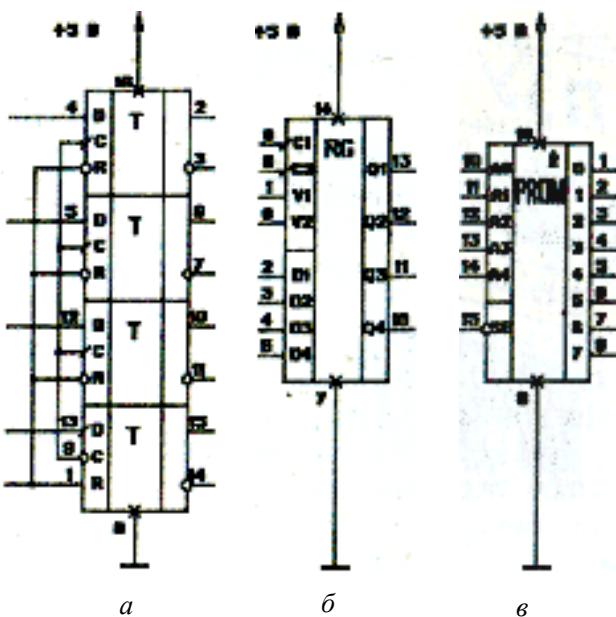


Рис. 43. Условные графические обозначения запоминающих устройств:  
а — масочного; б — однократно программируемого; в — репрограммируемого; г — оперативного.





прочитав соответствующую литературу (перечень приведен в конце книги). А теперь попробуйте собрать описанные далее устройства. Но сначала познакомьтесь с цоколевкой используемых интегральных схем (рис. 44).

**Рис. 44. Цоколевка интегральных схем:**  
а — K155TM8; б — K155IP1; в — K155PE3.

### «БЕГУЩИЕ» ОГНИ

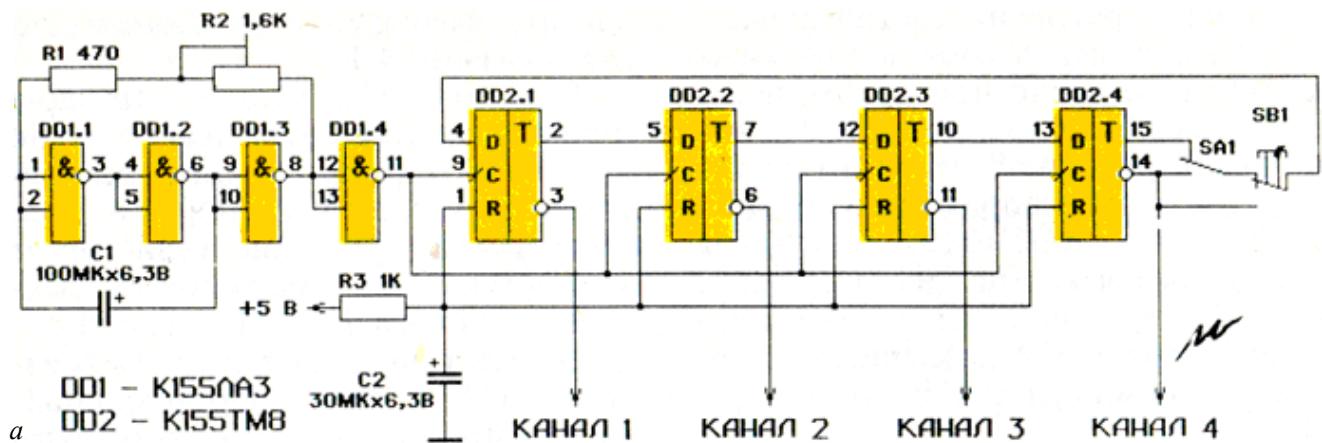
Световому оформлению интерьера часто уделяют мало внимания. Между тем оно может сделать особенно нарядным убранство новогодней елки, помещение для детского праздника и т.д. Устройство, схема которого приведена на рисунке 45, а, позволяет управлять четырьмя независимыми линиями светоизлучателей. В него входят тактовый генератор на элементах DD1.1 — DD1.4 и регистр сдвига на четырех D-триггерах DD2.1—DD2.4, составляющих интегральную схему K155TM8. Узел управления светоизлучателями приведен на рисунке 45, б. К его достоинствам относятся универсальность, надежность, отсутствие необходимости наладки и гальванической связи входных цепей с первичной электросетью.

Используемые в устройстве триггеры имеют один общий прямой динамический тактовый вход *C* (запись информации происходит только в момент перехода напряжения сигнала на этом входе из 0 в 1) и один общий асинхронный вход сброса *R* (сброс всех триггеров происходит одновременно при подаче на этот вход уровня 0). Выход *Q* каждого предыдущего триггера соединен

со входом *D* последующего. Таким образом, по положительному перепаду каждого из поступающих на вход *C* тактовых сигналов информация сдвигается от первого триггера к четвертому. С выхода четвертого триггера в прямом или инверсном виде (это зависит от положения переключателя *SA1* или кнопки *SB1*) она снова поступает на вход первого триггера и цикл повторяется.

К инверсным *Q*-выходам триггеров подключаются излучатели оптопар узла управления светоизлучателями. Таким образом, если в какие-либо триггеры записана единица, то на инверсных выходах этих триггеров присутствует уровень 0, включены излучатели оптопар и их тиристоры, а следовательно, и соответствующие светоизлучатели.

Благодаря цепи *R3*, *C2*, подключененной ко входу *R*-триггеров, после подачи питания на схему все светоизлучатели погаснут.



Объясняется это тем, что время заряда конденсатора  $C_2$  больше длительности переходных процессов (времени, за которое в интегральной схеме прекращаются процессы, вызванные подачей питания), и, следовательно, по их завершении на  $Q$ -выходах всех триггеров будет присутствовать уровень 0.

Для запуска устройства достаточно записать 1 в первый триггер. С этой целью после подачи питания необходимо кратковременно нажать кнопку  $SB1$ . При этом первым же импульсом, поступившим на вход  $C$ , в первый триггер будет записана 1, подаваемая с инверсного  $Q$ -выхода четвертого триггера через замкнутые контакты кнопки  $SB1$ .

На инверсном  $Q$ -выходе первого триггера появится уровень 0, после чего включится излучатель соответствующей оптопары узла управления светоизлучателями.

В связи с тем что по каждому тактовому импульсу информация будет переписываться в следующий триггер, синхронно с поступлением тактовых импульсов на вход  $C$  будет зажигаться один из светоизлучателей. Таким образом, получается эффект «бегущего» огня.

Если перевести переключатель  $SA1$  в другое положение, то получится эффект

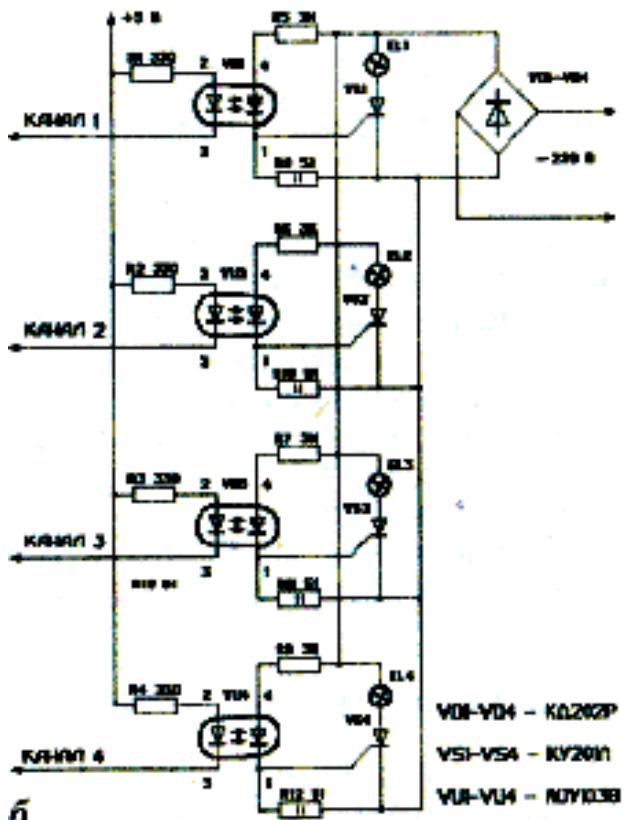


Рис. 45. «Бегущие» огни:

а — устройство управления; б — узел управления светоизлучателями.

«бегущей» тени. Варьируя временем нажатия кнопки  $SB1$  и положением переключателя  $SA1$ , можно получить различные световые эффекты.

Узел управления светоизлучателями содержит четыре автономных канала (это число при необходимости может быть увеличено) с гальванической развязкой цепей по низкому и высокому

напряжению питания оптопарами АОУ103В.

Узел управления светоизлучателями содержит четыре автономных канала (это число при необходимости может быть увеличено) с гальванической развязкой цепей по низкому и высокому напряжению питания оптопарами АОУ103В. Благодаря такой развязке напряжение сети (127...220 В) не попадает на шины питания устройств управления, что повышает безопасность работы с ними.

Все каналы идентичны, поэтому рассмотрим работу только одного из них, в который входят оптопара  $VU1$ , тиристор  $VS1$  светоизлучатель  $EL1$ , резисторы  $R1, R5, R9$  и общий для всех каналов выпрямитель  $VD1—VD4$ .

После подачи питания на фототиристор оптопары поступает пульсирующее напряжение — величина его в течение определенного интервала времени плавно возрастает от нуля до максимума и столь же плавно уменьшается от максимума до нуля. В этой цепи фототиристор может включиться только тогда, когда напряжение на нем становится больше 3

В. Выключается он автоматически при уменьшении напряжения до уровня менее 4 В.

При подаче на вход 3 оптопары уровня 0 тиристор открывается и ток первичной сети, выпрямленный диодным мостом  $VD1—VD4$  и ограниченный по величине резистором  $R5$ , поступает на управляющий электрод тиристора  $VS1$ . Последний открывается и включает цепь светоизлучателя  $EL1$ . Таким образом, подачей уровня 0 на вход соответствующей оптопары можно управлять включением определенного светоизлучателя.

В этом блоке можно использовать оптопары типа 30У103В, 30У103Г, АОУ115В, тиристоры КУ201К, КУ201Л (для светоизлучателей мощностью до 400 Вт) и КУ202М, КУ202Н (для светоизлучателей мощностью до 2 кВт). В последнем случае диоды  $VD1—VD4$  должны быть типа Д232, Д246, КД206 или другие, с рабочим напряжением не менее 400 В при токе не менее 10 А. Если мощность излучателей одного канала превышает 70 Вт, то каждый тиристор должен быть установлен на теплоотвод (см. с. 75).

## АВТОМАТ СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ

Это устройство позволяет получать разнообразные световые эффекты в автоматическом режиме. Все управление автоматом (рис. 46) сводится к включению питания и установке переключателя  $SA1$  в одно из двух положений, определяющих набор световых комбинаций.

Принцип действия устройства сводится к следующему. Импульсы с тактового генератора на элементах  $DD1.1, DD1.2$  поступают на вход формирователя длительности режима ( $DD2$ ) и тактовый вход регистра  $DD5$ ,

управляющего работой блока управления светоизлучателями.

При показанном на схеме положении переключателя  $SA1$  на интегральной схеме  $DD5$  реализуется схема кольцевого регистра сдвига, работающего в режиме записи параллельной информации с входов  $D1—D4$  и последующего сдвига ее по кольцу.

Через промежутки времени, равные 64 длительностям тактовой частоты, отрицательный импульс с выхода формирователя длительности

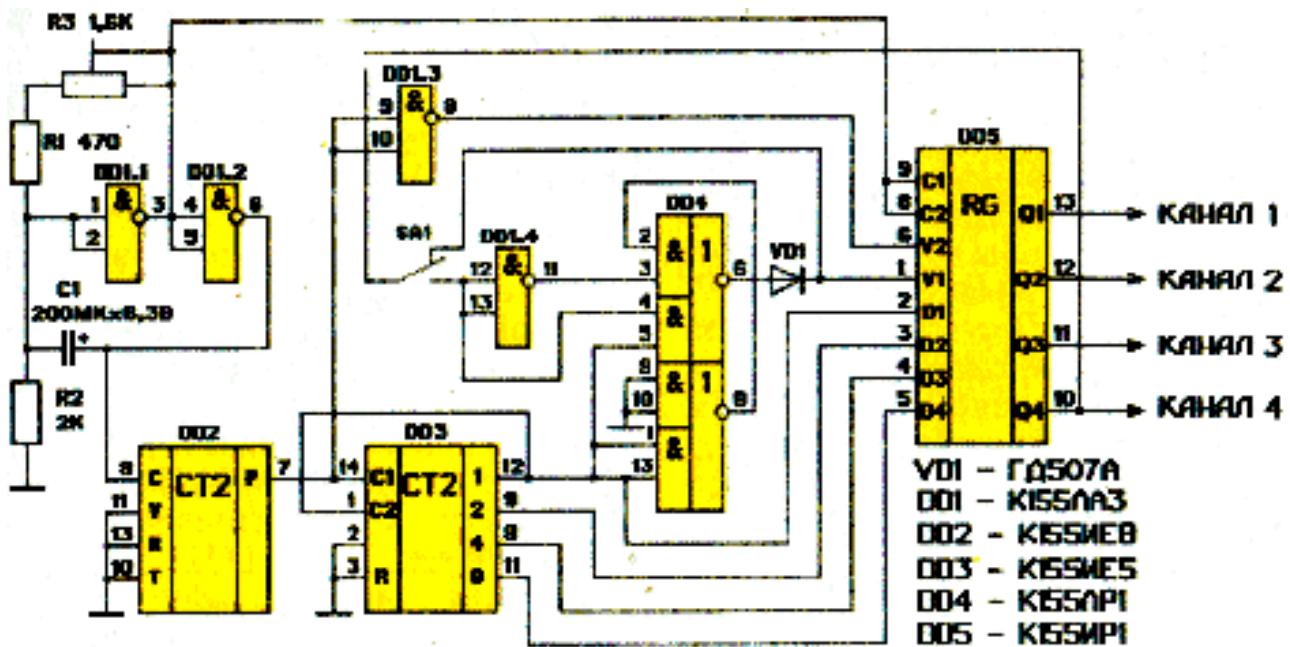


Рис. 46. Автомат световых эффектов.

режима (счетчика *DD2*) прибавляет единицу в счетчик *DD3* и, инвертируясь элементом *DD1.3*, разрешает запись параллельной информации с выходов счетчика **DD3** в регистр.

Запись информации происходит по импульсу, поступающему с тактового генератора на входы 8 и 9 регистра, после чего в течение следующих 64 тактов он будет работать в режиме сдвига

информации по кольцу. Затем на выходе формирователя длительности режима появляется отрицательный импульс и цикл повторяется. Изменение программы работы автомата производится установкой переключателя в другое положение.

Для управления светоизлучателями необходимо использовать узел управления, описанный выше.

## СОЛО НА ПЗУ

Электромузикальные устройства интересуют многих из вас. На рисунке 47 приведена схема электромузикального звонка, позволяющего воспроизводить две заранее запрограммированные мелодии. В основе устройства — интегральная схема программируемого постоянного запоминающего устройства K155РЕ3.

Схема звонка содержит функциональные узлы тактового генератора (*DD1.1—DD1.3*), счетчика адресов (*DD2*), запоминающего устройства выбора частот (*DD3*),

генератора звуковых частот (*DD4*) и узлов автоматики (*DD1.4, VT1*).

При кратковременном замыкании контактов кнопки *SB1* подается напряжение питания, при этом уровень 1, появившийся на выходе 8 запоминающего устройства, поступает на базу транзистора *VT1* и открывает его. Коллекторный ток транзистора включает реле *K1*, которое своими контактами *K1.1* блокирует контакты кнопки *SB1*, обеспечивая подачу питания на схему на время воспроизведения мелодии.

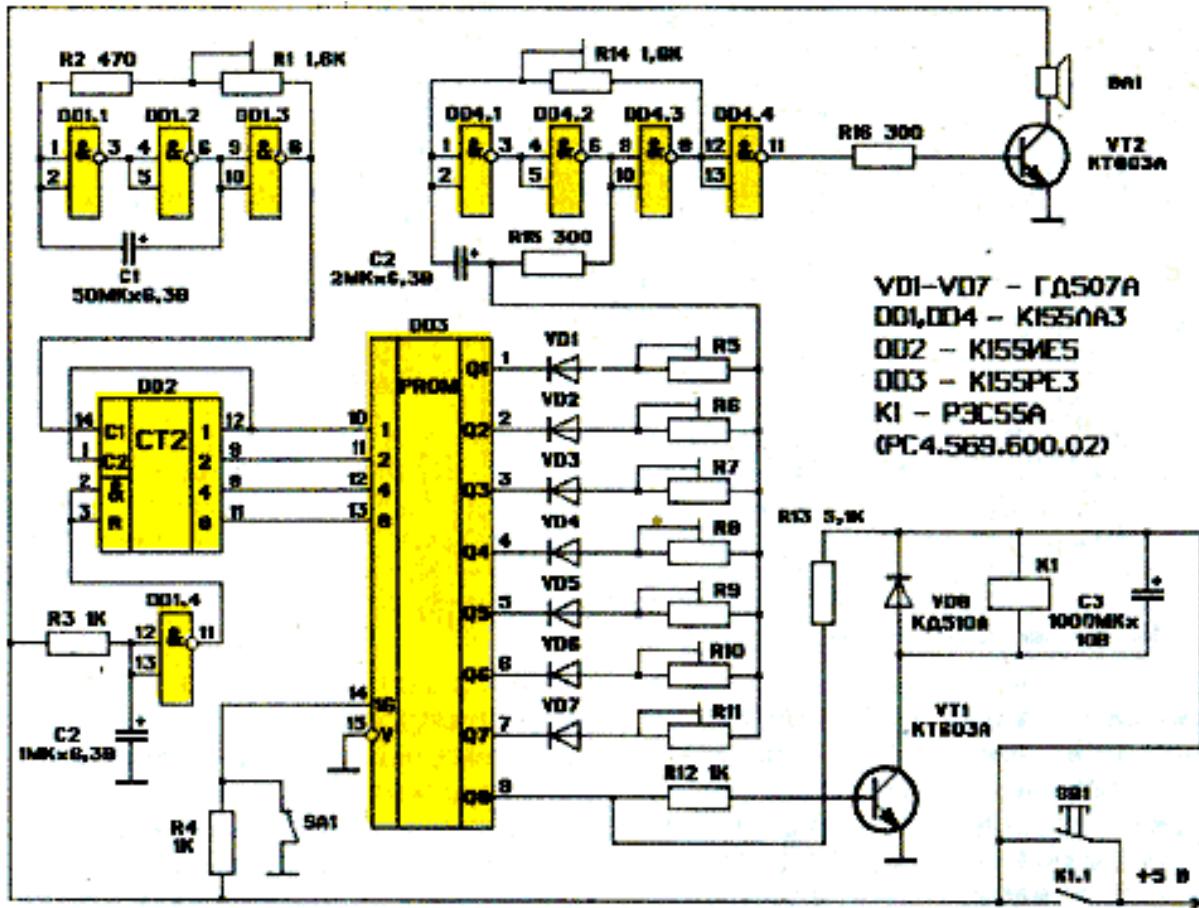


Рис. 47. Электромузыкальный звонок.

Тактовый генератор начинает работать сразу после подачи питания. Счетчик же адреса определенное время удерживается в нулевом состоянии сигналом, поступающим с выхода элемента  $DD1.4$ . Входы этого элемента подключены к цепи  $R2$ ,  $C2$ , обеспечивающей необходимое время присутствия уровня 1 на выходе элемента  $DD1.4$ .

После заряда конденсатора на выходе  $DD1.4$  появляется уровень 0 и счетчик адреса начинает работать. После каждого тактового импульса, поступающего на вход этого счетчика, появляющийся на его выходах код адреса вызывает на выходе запоминающего устройства очередное информационное слово. Каждое такое слово содержит 0 только в одном из 8 разрядов, кроме старшего, в

котором должна быть записана 1. При этом один из резисторов  $R4$ ,  $R10$  подключается к общей шине, в связи с чем изменяется частота генератора звуковых частот.

Таким образом, за время полного цикла работы счетчика адреса воспроизводится 15 звуковых частот, коды которых записаны в запоминающем устройстве с адреса 00000 по адрес 11110, составляющих запрограммированную мелодию. При появлении на выходах запоминающего устройства последнего, шестнадцатого, информационного слова, в восьмом разряде которого должен быть записан 0, транзистор  $VT1$  запирается, но реле выключается с небольшой задержкой, так как определенное время получает питание от конденсатора  $C3$ .

После выключения реле схема обесточивается и выключается до следующего замыкания контактов кнопки *SB1*.

Если вы хотите изменить мелодию, то для этого необходимо разомкнуть контакты переключателя *SA1*. В этом случае на пятый разряд адреса поступает 1, и при включении питания запоминающее устройство будет опрашиваться с адреса 10000 по адрес 11111.

Несколько слов о наладке звонка. Для обеспечения работы узла автоматики на транзисторе *VT1* необходимо по всем адресам, кроме 01111 и 11111, записать в 8-м разряде 1. По указанным адресам в этом разряде должны быть записаны 0. В остальные разряды слова записываются коды, соответствующие выбираемой по данному адресу ноте.

При настройке звукового генератора сопротивления резисторов *R4—R10* (их ориентировочные значения 75 кОм) и емкость конденсатора *C4* необходимо подбирать так, чтобы получить частотный ряд одной октавы. Например, изменением сопротивления резистора *R4* устанавливают частоту генератора, соответствующую ноте ДО первой октавы, а изменением сопротивления резистора *R5* — ноте РЕ и т.д.

Это позволит в дальнейшем изменять воспроизводимые звонком мелодии

путем установки в схему другой интегральной схемы постоянного запоминающего устройства, заранее запрограммированного под новую мелодию.

Ниже приведены коды, соответствующие двум музыкальным фразам из популярных мелодий, заносимые в постоянное запоминающее устройство этого звонка. При воспроизведении этих мелодий частота тактового генератора должна быть равна 4 Гц.

#### «В траве сидел «Солнечный круг» кузнечик»

Адрес	Код слова	Адрес	Код слова
00000	11011111	10000	11111101
00001	11111011	10001	11111011
00010	11011111	10010	11111101
00011	11111011	10011	11101111
00100	11011111	10100	11011111
00101	11101111	10101	10111111
00110	11101111	10110	11011111
00111	11101111	10111	11111101
01000	11111011	11000	11011111
01001	11101111	11001	10111111
01010	11111011	11010	10111111
01011	11101111	11011	10111111
01100	11011111	11100	11011111
01101	11011111	11101	11101111
01110	01111111	11110	11101111
01111	01111111	11111	01111111

## МУЗЫКАЛЬНАЯ ШКАТУЛКА

Электромузикальная шкатулка, схема которой приведена на рисунке 48, обладает более красивым звучанием, чем описанный выше звонок. Это достигается за счет одновременной работы двух генераторов, настроенных на разные октавы.

Электромузикальная шкатулка состоит из генератора тактовой частоты

(*DD1.1—DD1.3*), счетчика адреса (*DD2*), запоминающего устройства кодов мелодий (*DD3*), дешифраторов кодов (*DD4, DD5*), двух тональных генераторов (*DD6.1—DD6.3, DD6.4—DD6.6*) и узлов автоматики на элементе *DD1.4* и транзисторе *VT1*.

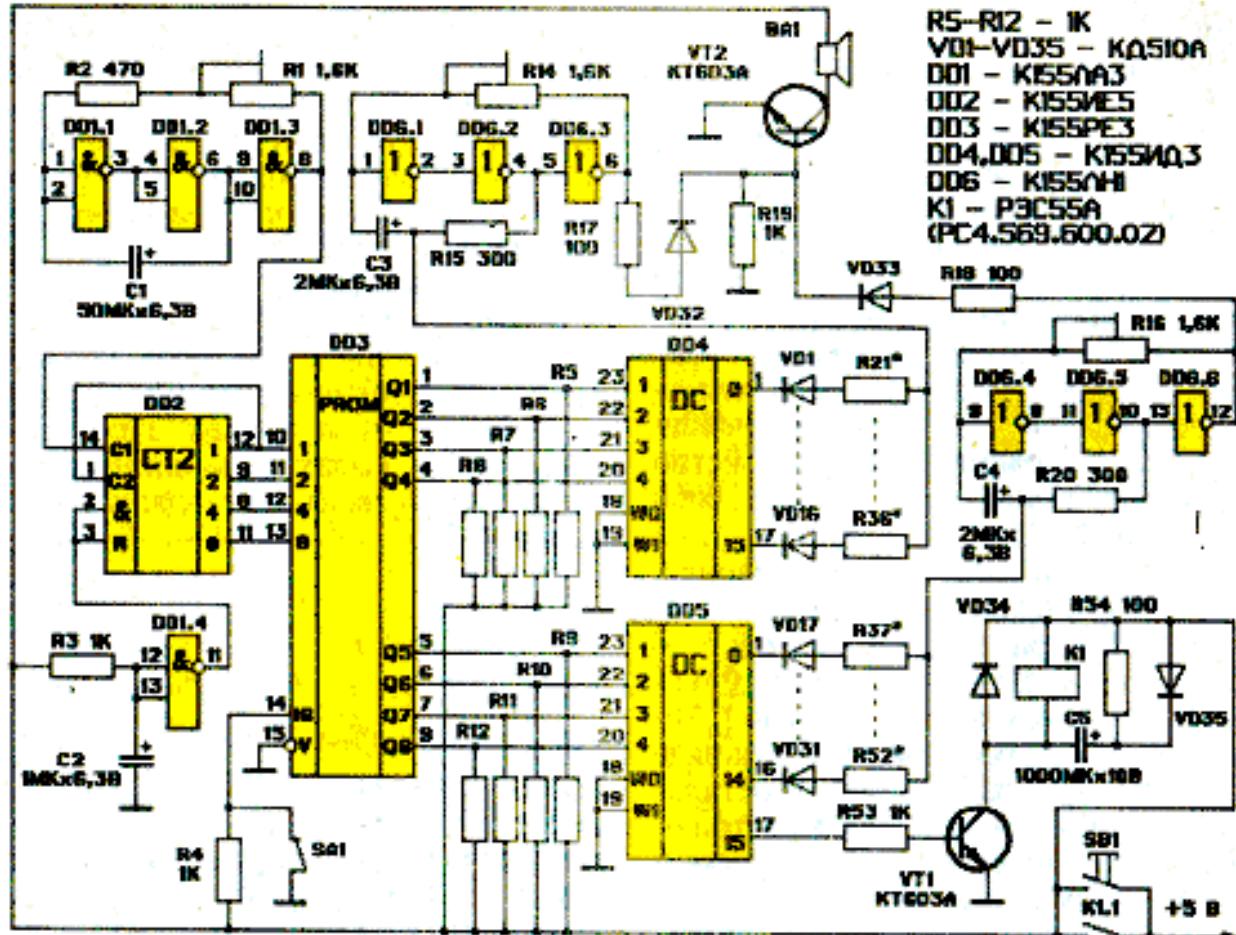


Рис. 48. Электромузикальная шкатулка.

При замыкании контактов кнопки *SB1* на схему подается напряжение питания. При этом со счетчика адреса, удерживаемого в нулевом состоянии уровнем 1, поступающим с выхода элемента *DD1.4*, на адресные входы запоминающего устройства поступает код 00000.

Считываемое по этому адресу 8-разрядное слово разбивается на два 4-разрядных, которые поступают на входы соответствующих дешифраторов *DD4* и *DD5*. Эти слова содержат информацию, необходимую для выбора определенных времязадающих резисторов тональных генераторов. Следует учесть, что считываемые из запоминающего устройства коды не должны одновременно содержать больше трех единиц в старших разрядах. Тогда на

базу транзистора *VT1* с выхода 15 дешифратора *DD5* поступит уровень 1, транзистор откроется и включится реле *K1*, блокирующее своими контактами *K1.1* контакты включения *SB1*.

В это же время начинает работать тактовый генератор, но счетчик удерживается в нулевом состоянии за счет присутствия уровня 1 на установочных входах 2 и 3. При этом состоянии счетчика из запоминающего устройства считывается информационное слово, записанное по адресу 00000.

В четырех его младших разрядах ( $Q1-Q4$ ) записан код частоты, воспроизводимой тональным генератором на элементах  $DD6.1-DD6.3$ , а в четырех старших ( $Q5-Q8$ ) — код частоты, воспроизводимой тональным генератором на элементах  $DD6.4-DD6.6$ .

Через время, определяемое емкостью конденсатора  $C3$  и сопротивлением резистора  $R3$ , блокировка со счетчика снимается, и по первому импульсу, поступающему после этого с тактового генератора на счетный вход счетчика, он переходит в следующее состояние. При этом из запоминающего устройства считывается информация, записанная по адресу 00001. Таким образом, после 15 тактовых импульсов счетчик будет находиться в состоянии 1111.

В этот момент из четырех младших разрядов запоминающего устройства будет считываться код очередной частоты, воспроизводимой генератором на элементах  $DD6.1 - DD6.3$ , а из четырех старших — код выключения питания схемы (1111). При этом на выходе 15 дешифратора  $DD5$  появляется уровень 0 и транзистор  $VT1$  запирается. Но реле еще какое-то время не выключается, так как получает питание через резистор  $R54$  от конденсатора  $C5$ .

Таким образом, схема позволяет воспроизвести двухголосую мелодию, коды которой записаны в запоминающем устройстве по адресам с 00000 по 01111. Для воспроизведения мелодии, коды которой записаны по адресам с 10000 по 11111, необходимо выключить переключатель  $SA1$ .

Теперь о наладке устройства и назначении некоторых элементов схемы. Подбором сопротивления резистора  $R1$  и емкости конденсатора  $C1$  устанавливают длительность периода тактовых импульсов, равную минимальной длительности звучания

воспроизводимого тона. Подбором сопротивлений резисторов  $R21, R32$  настраивают генератор на воспроизведение нот первой октавы (включая полутоны), резисторов  $R37-R48$  — второй октавы (при этом может потребоваться подбор емкости конденсатора  $C4$ ). Резисторы  $R33-R36$  и  $R49-R52$  — резервные.

Изменяя сопротивления резисторов  $R14, R16$  и емкости конденсаторов  $C3, C4$ , можно установить границы генерируемых частот в области выбранных октав.

Подбором сопротивления резистора  $R3$  и емкости конденсатора  $C2$  выбирается время задержки включения счетчика, примерно равное длительности паузы тактового генератора. Меняя емкость конденсатора  $C5$  и сопротивление резистора  $R54$ , устанавливают приемлемое (на слух) время задержки выключения реле  $K1$ . Кроме того, может потребоваться подбор элементов смесителя сигналов  $R17, R18, R19, VD32, VD33, VT2$ , параметры которого зависят от коэффициента усиления транзистора  $VT2$ .

При программировании ППЗУ K155РЕ3 не забудьте, что запись кода 1111 в старшие разряды ( $Q5 - Q9$ ) выключает питание схемы, поэтому их можно записывать только по адресам 01111 и 11111. В остальном его наладка и работа не отличаются от описанного выше электромузикального звонка.

## ГЛАВА 9. ИНФОРМАЦИЯ ПО ЗАКАЗУ

В устройствах автоматики, светоуказах звукосинтезирующих устройствах, специализированных преобразователях информации, ЭВМ используются интегральные схемы программируемых постоянных запоминающих устройств.

Информация в них записывается с помощью специальных устройств — программаторов. Промышленные программаторы применяются для автоматического программирования

большого числа интегральных схем и позволяют корректировать весь объем подготовленной к записи информации.

В любительских условиях чаще всего применяются ручные или полуавтоматические программаторы более простых конструкций, к которым относятся и те устройства, схемы которых приведены далее.

### ПРОГРАММИРУЕМАЯ К155РЕ3

К одной из наиболее распространенных интегральных схем программируемых постоянных запоминающих устройств относится К155РЕ3, организация которой позволяет записать в нее 32 8-разрядных слова. С завода-изготовителя эта интегральная схема поставляется с записанными во всех разрядах нулями. При ее программировании на соответствующие выводы подаются импульсы тока большой силы, благодаря чему внутри интегральной схемы в необходимых разрядах пережигаются никромовые перемычки. При чтении информации из запрограммированных разрядов считаются 1, а из остальных — 0. Рассматриваемые интегральные схемы имеют выход типа «открытый коллектор», что позволяет объединять их в блоки, получая постоянные запоминающие устройства значительной емкости. К сожалению, по техническим условиям гарантируется программирование только 30% интегральных схем этого типа. Тем не менее благодаря своей дешевизне они находят широкое применение в радиолюбительских конструкциях.

Для программирования этих схем в домашних условиях можно

воспользоваться полуавтоматическим программатором. Схема его приведена на рисунке 49. В состав программатора входят: узел управления программированием слова на элементах DD1—DD7 и реле K1—K8 (рис. 49, а); узел установки адреса программируемого слова на элементах DD8.1, DD8.2, DD9, DD10; узел запуска (элементы DD8.3, DD8.4) генератора программирующего тока на транзисторах VT1 — VT4 (рис. 49, б).

А теперь рассмотрим, как осуществить программирование. Сначала включите питание. Сразу начинает работать генератор управления программированием (DD1.1 — DD1.3). Счетчик разрядов программируемого слова (DD2) и счетчик адреса программируемого слова (DD9) устанавливаются в нулевое состояние за счет действия импульса заряда конденсаторов C2 и C3, формирующихся на выходах элементов DD4.1 и DD10.1 уровня 1. Индикаторы адреса программируемого слова (HL1 — HL5) не светятся, что соответствует адресу 00000. При этом на выходе 0 дешифратора DD3 присутствует уровень 0, а на остальных его выходах — уровень 1.

Уровень 1, поступающий с выхода 10 дешифратора  $DD3$  на вход 13 элемента  $DD1.4$ , разрешает прохождение тактовых импульсов на счетчик разрядов программируемого слова  $DD2$ . Происходит последовательный перебор состояний счетчика до появления на выходе 10 дешифратора  $DD3$  уровня 0, который, поступая на вход 13 элемента  $DD1.3$ , запрещает прохождение импульсов с генератора на этот счетчик. Во время этого цикла реле  $K1$  —  $K8$  не включаются, так как уровни 0, поступающие на соответствующие входы элементов  $DD6$ ,  $DD7$  через переключатели  $SA1$ — $SA8$ , запрещают прохождение сигналов включения реле.

Не включается и генератор программирующего тока, так как на выходе 6 триггера начального запуска ( $DD10.1$ ,  $DD10.2$ ) присутствует уровень 0, запрещающий прохождение тактовых импульсов с выхода генератора на одновибратор ( $DD8.3$ ,  $DD8.4$ ), который задает длительность импульса программирующего тока. По окончании цикла начальной установки, запускающегося автоматически с включением питания, программатор готов к работе.

Теперь установите программируемую интегральную схему и серией нажатий на кнопку  $SB2$  «Адрес» проверьте ее на «чистоту» по первым 16 адресам (с 00000 по 01111). Затем включите переключатель  $SA9$  и проверьте ячейки с адресами с 10000 по 11111. При этом индикаторы  $HL1$  —  $HL5$  отображают в двоичном коде адрес, по которому считывается контролируемое слово. Если запоминающее устройство «чистое», то при проведении всего контрольного цикла ни один из индикаторов  $HL6$  —  $HL13$  не загорится. Затем выключите переключатель  $SA9$  и нажатием кнопки «Адрес» установите счетчик адреса

программируемого слова в нулевое состояние, что соответствует выборке из запоминающего устройства информационного слова по адресу 00000.

После этого переключателями  $SA1$  —  $SA8$  задайте код слова, программируемого по адресу 00000. Замкнутым контактам переключателей (как показано на схеме) соответствует запись 0 в соответствующие разряды слова, разомкнутым — запись 1. Переключателем  $SA1$  записываемая информация заносится в старший разряд слова,  $SA8$  — в младший.

После набора кода слова нажмите кнопку «Программирование» ( $SB1$ ). Счетчик разрядов программируемого слова устанавливается в нулевое состояние, на выходе 10 дешифратора  $DD3$  появляется уровень 1, разрешающий прохождение сигналов с выхода генератора на вход этого счетчика и устанавливающий программируемую интегральную схему в режим записи (уровень 1 на входе  $V$ ), а триггер начального запуска перебрасывается в противоположное состояние и разрешает прохождение импульсов с генератора на узел запуска генератора программирующего тока.

По первому отрицательному перепаду напряжения сигнала с выхода элемента  $DD1.4$  в счетчик разрядов программируемого слова добавляется 1, в связи с чем на выходе 2 дешифратора  $DD3$  появляется уровень 0, а на вход элемента  $DD6.1$  поступает уровень 1. Если контакты переключателя  $SA1$  разомкнуты, т. е. в старший разряд слова должна быть записана 1, то включается реле  $K1$ . При этом замыкаются его контакты  $K1.1$  и  $K1.2$ , подготавливающие цепи для прохождения импульсов тока записи соответственно на выводы 16 и 9 программируемой интегральной схемы.

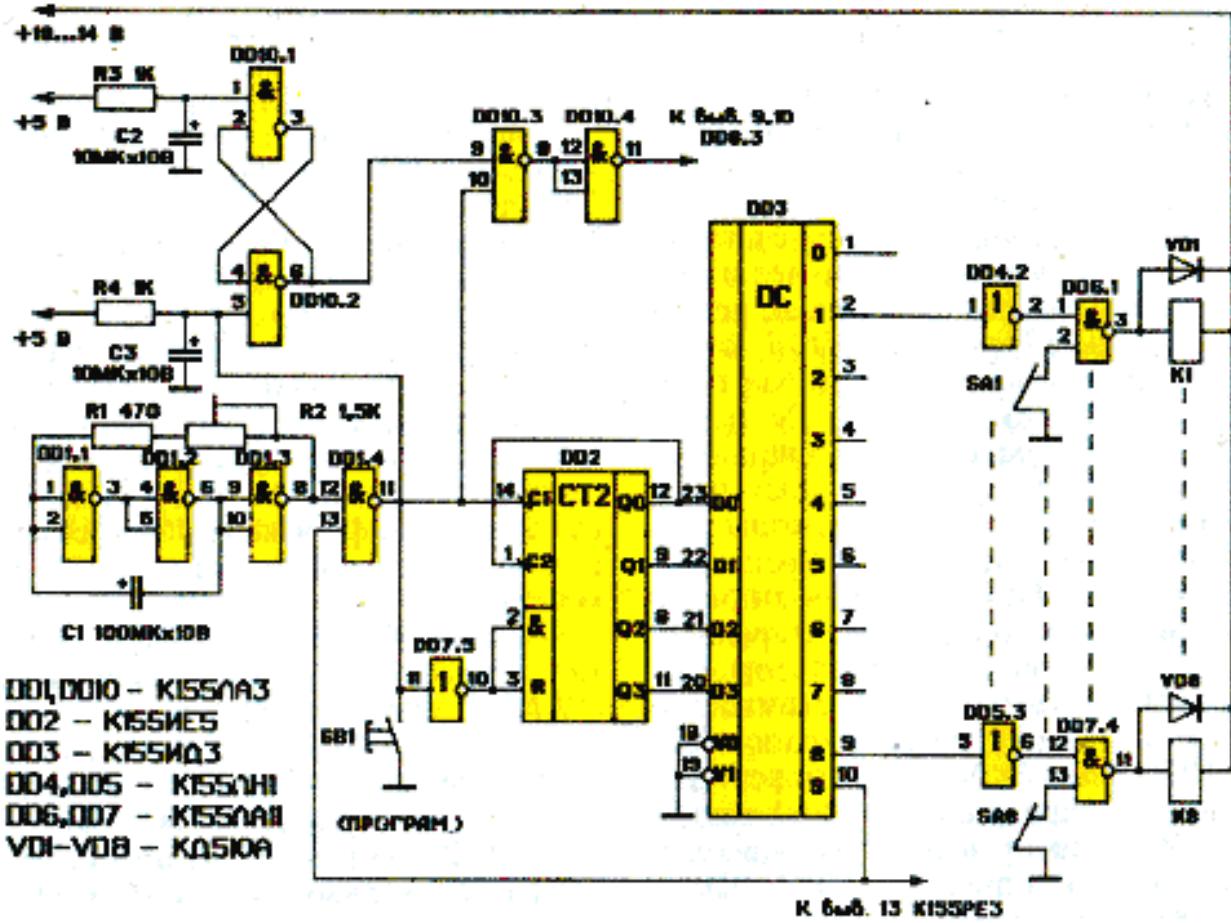


Рис. 49. Программатор для ППЗУ К155РЕ3.

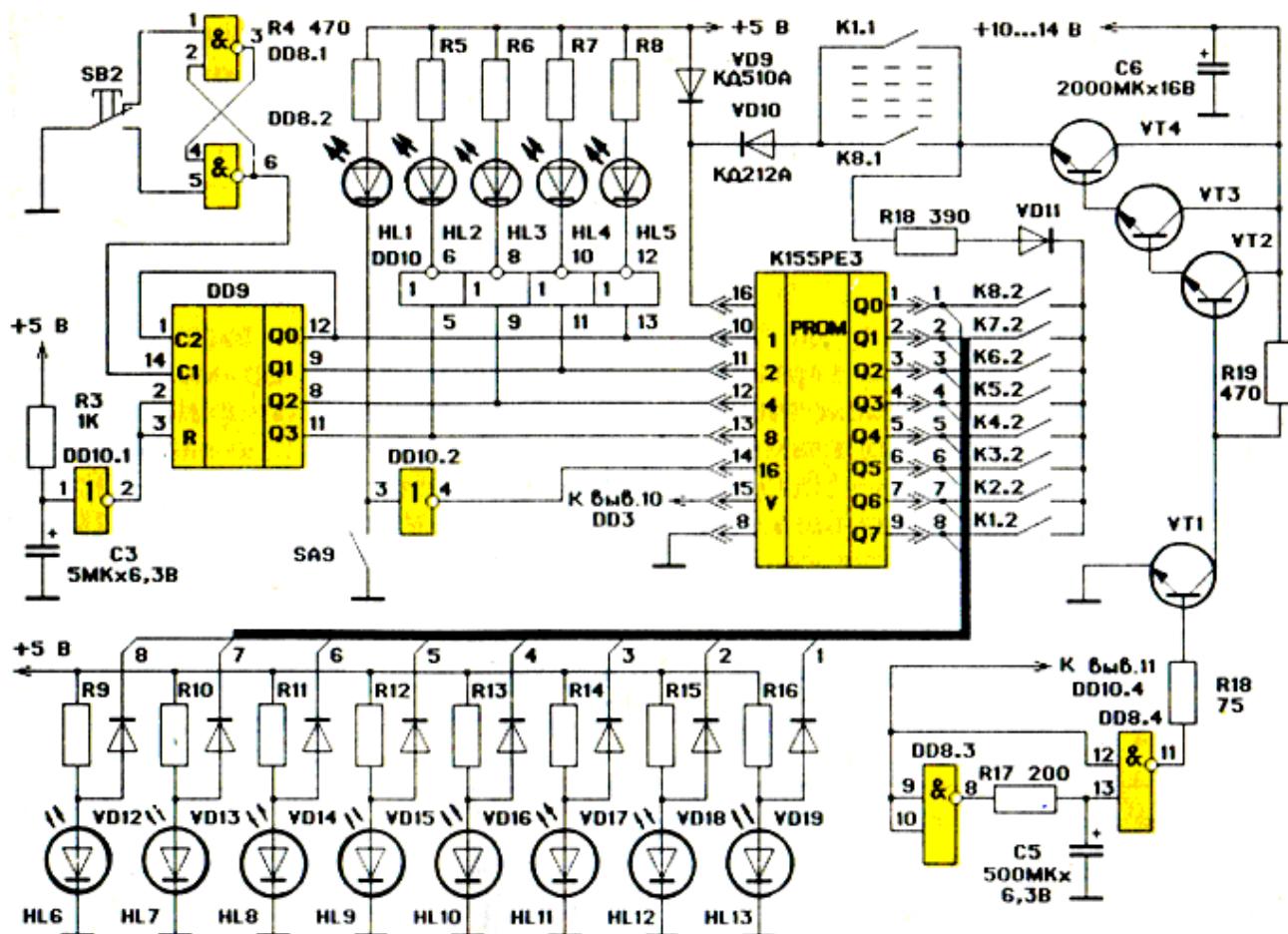
Положительный перепад напряжения сигнала с выхода элемента  $DD1.4$  запускает одновибратор  $DD8.3$ ,  $DD8.4$ , который формирует отрицательный импульс длительностью 50... 100 мс, управляющий генератором программирующего тока на транзисторах  $VT1$  —  $VT4$ . С эмиттера транзистора  $VT4$  импульс тока такой же длительности поступает через диоды  $VD10$ ,  $VD11$  на соответствующие выводы программируемой интегральной схемы.

По следующему отрицательному перепаду напряжения сигнала на входе того же счетчика его состояние увеличивается на 1, и уровень 0 появляется на выходе 3 дешифратора  $DD3$ . При этом реле  $K1$  выключается и, если был переброшен переключатель  $SA2$ , выключается реле  $K2$ .

По положительному перепаду напряжения сигнала на выходе  $DD1.4$  происходит программирование следующего разряда выбранного слова.

Если переключатель  $SA2$  остался в исходном положении, то реле  $K2$  не включается и запись единицы в этот разряд не происходит. Таким образом, происходит программирование всех 8 разрядов выбранного слова.

После поступления на вход счетчика выбора разряда программируемого слова 9-го импульса на выходе 10 дешифратора  $DD3$  появляется уровень 0, запрещающий дальнейшую работу счетчика и переводящий программируемое запоминающее устройство в режим чтения информации по данному адресу.



б

При этом загораются индикаторы  $HL_6$ — $HL_{13}$ , соответствующие разрядам слова, в которых записаны 1 (информация в старшем разряде индицируется светодиодом  $HL_6$ , в младшем— $HL_{13}$ ). После этого производится визуальное считывание записанной информации и ее сравнение с необходимым кодом.

Несовпадение записанной информации с образцовой может быть в двух случаях. В первом случае в том разряде или разрядах информационного слова, где должен быть записан 0, присутствует 1. Это означает, что вы были невнимательны при кодировании слова переключателями  $SA_1$ — $SA_8$  и информация по данному адресу испорчена.

Во втором случае может получиться, что в некоторых разрядах вместо 1 записан 0. Увеличьте тогда напряжение программирования на 0,5 В и повторите цикл программирования по текущему адресу. Может быть так, что эту операцию придется повторить несколько раз, увеличивая при каждом цикле напряжение на 0,5 В до уровня 14 В. Если и теперь вам не удалось запрограммировать слово, то интегральная схема бракованная. Если программирование слова по текущему адресу прошло успешно, то занесите нажатием кнопки  $SB_2$  в счетчик адреса программируемого слова ( $DD9$ ) 1 и переходите к программированию слова по следующему адресу.

Код его будет индицироваться светодиодами  $HL1$  —  $HL5$ . Учтите, что индикатором  $HL1$  индицируется состояние старшего разряда адреса, а  $HL5$  — младшего. Таким образом, вы запрограммируете 16 слов по адресам 00000 — 01111. Для программирования слов по адресам 10000—11111 вам необходимо включить переключатель  $SA9$ , установив тем самым уровень 1 на шине старшего разряда адреса программируемого слова.

Теперь об использованных в схеме элементах и их возможной замене. Интегральную схему K155ЛН1 можно

заменить любыми логическими элементами, позволяющими реализовать функцию инверсии; счетчики K155ИЕ5 можно заменить на K155ИЕ6, подключив соответствующим образом их выводы; в качестве индикаторов можно применить любые светодиоды; в генераторе программирующего тока можно использовать транзисторы типа KT608, KT625, KT646 ( $VT1$ ,  $VT2$ ), KT903, KT907, KT927 ( $VT3$ ,  $VT4$ ) и т.п.; используемые в схеме реле можно заменить любыми, имеющими напряжение срабатывания не более 9 В при токе до 16 мА.

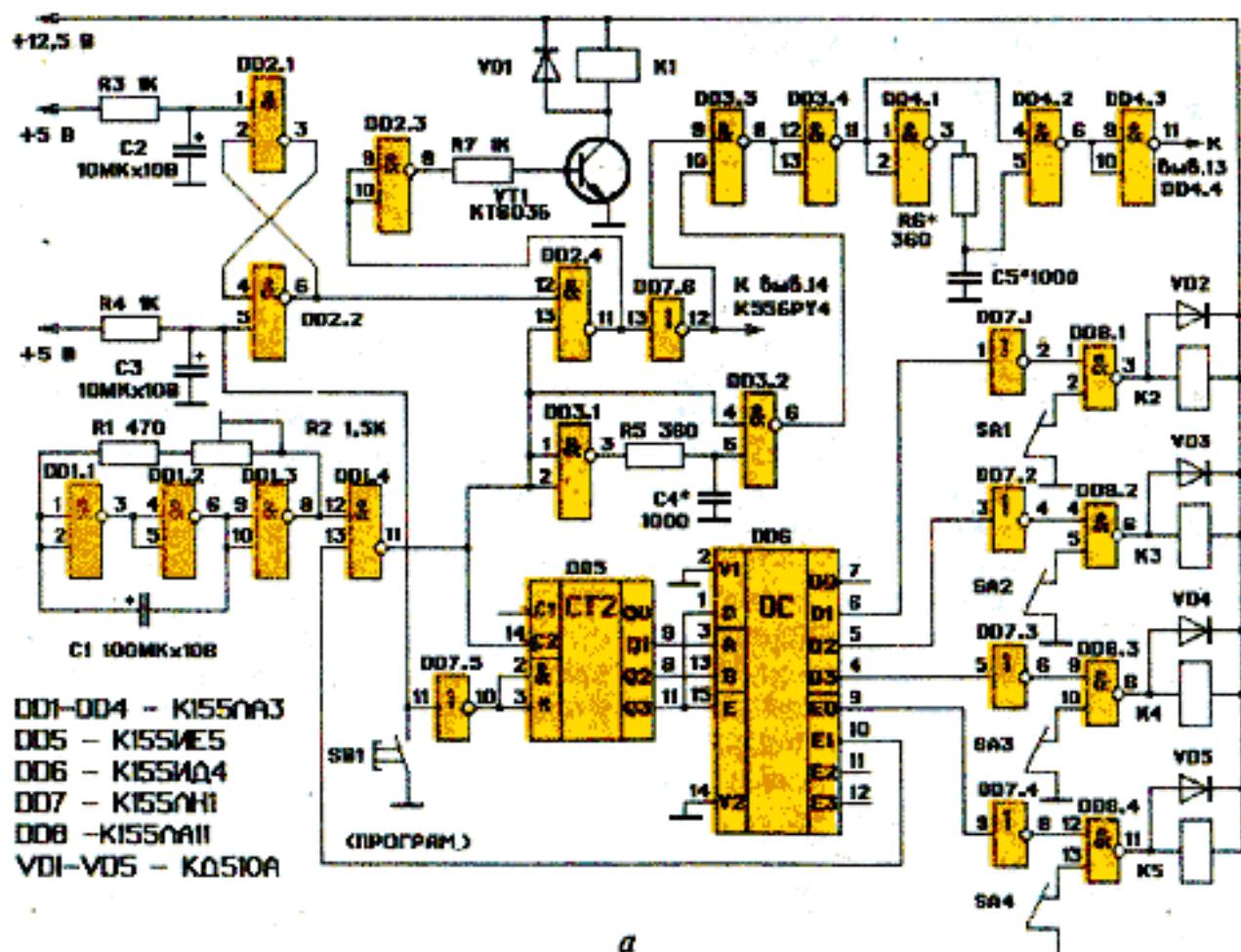


Рис. 50. Программатор для ППЗУ K556PT4.

Для питания программатора понадобится источник стабилизированного напряжения постоянного тока, обеспечивающий

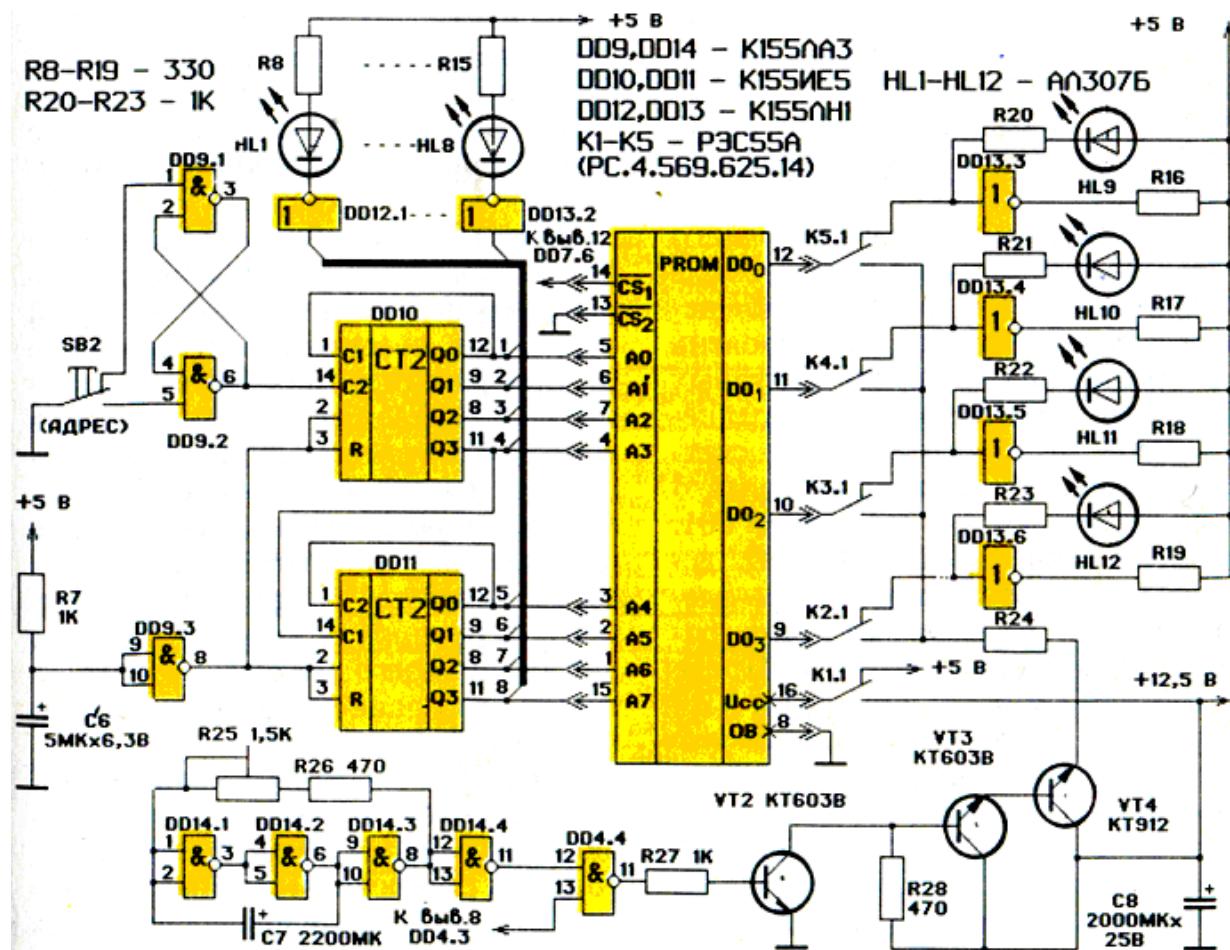
напряжение 5 В при токе нагрузки до 0,7 А, и источник регулируемого напряжения 10...14 В, обеспечивающий выходной ток не менее 1 А.

## ПОСЛУШНЫЙ КИЛОБИТ

Существует еще одна интегральная схема постоянного программируемого запоминающего устройства, с которой вам придется встретиться — K556PT4. Она имеет информационную емкость 1024 бит, организацию — 32 4-разрядных слова и выход типа «открытый коллектор». Коэффициент программирования — 0,9 (гарантируется программирование не менее 90%

изготовленных интегральных схем). Для программирования можно использовать полуавтоматический программатор (рис. 50), являющийся модификацией предыдущего.

В состав программатора входят: узел управления программированием слова на элементах DD1, DD2, DD5 — DD8 и реле K1—K5; узел установки адреса программируемого слова



на элементах  $DD9$ — $DD11$ ; узел управления генератором программирующего тока на элементах  $DD3$ ,  $DD4$ ,  $DD14$  и генератор программирующего тока на транзисторах  $VT2$ — $VT4$ .

Последовательность работы с этим программатором такая же, как и с описанным ранее. Поэтому остановимся только на различиях в самой работе. На первом этапе работы с программатором, как и в предыдущем случае, проверьте интегральную схему на «чистоту». Затем счетчики адреса программируемого слова установите в нулевое состояние для записи информации в слово по адресу 0000 0000. Переключателями  $SA1$ — $SA4$  установите код слова, записываемого по текущему адресу ( $SA1$  — старший разряд,  $SA4$  — младший). После набора кода слова нажмите кнопку  $SB1$  «Программирование», в результате счетчик разрядов программируемого слова устанавливается в состояние 0000, в связи с чем на выходе  $E1$  дешифратора  $DD6$  появляется уровень 1, разрешая прохождение тактовых импульсов с генератора. По переднему фронту тактового импульса счетчик разрядов программируемого слова переходит в состояние 001. При этом уровень 0 на выходе  $D1$  дешифратора  $DD6$ , инвертируясь элементом  $DD7.1$  включает (если разомкнуты контакты кнопки  $SA1$ ) реле  $K2$ , которое своими контактами  $K2.1$  отключает вывод 9 программируемой интегральной схемы от источника +5 В и подключает его к источнику +12,5 В. По заднему фронту этого тактового импульса включается реле  $K1$  и запускается одновибратор задержки включения программирующего тока. Это сделано для того, чтобы успело надежно сработать реле  $K1$ , которое своими контактами  $K1.1$  подает на программируемую интегральную схему

напряжение +12,5 В. Через 3 мс по заднему фронту выходного импульса этого одновибратора запускается одновибратор нормирования длительности времени программирования ( $DD4.1$ ,  $D4.2$ ). На его выходе появляется отрицательный импульс длительностью 50 мс, который, инвертируясь элементом  $DD4.3$ , разрешает прохождение управляющих импульсов с частотой 40 кГц на вход генератора программирующего тока на транзисторах  $VT2$ — $VT4$ . Таким образом, за время действия нормирующего импульса на базу транзистора поступает 1000 импульсов. Соответственно на программируемый вход интегральной схемы поступит 1000 токовых импульсов, которые пережигают никромовую перемычку.

Через 200 мс на выходе тактового генератора появляется отрицательный перепад напряжения, который отключает повышенное напряжение от программируемой интегральной схемы и переводит счетчик разрядов программируемого слова в следующее состояние. Затем, через 300 мс, положительный перепад напряжения на выходе тактового генератора вновь включает режим программирования и цикл записи повторяется для следующего разряда. В остальном работа данной схемы аналогична описанной ранее.

Для питания этого программатора необходим источник стабилизированного напряжения постоянного тока 5 В, обеспечивающий в нагрузке ток до 1 А, и источник напряжения постоянного тока 12,5 В, обеспечивающий в нагрузке ток не менее 750 мА.

## ЧАСТЬ II. МИКРОЭВМ СВОИМИ РУКАМИ

### ГЛАВА 10. ПЕРВЫЙ ШАГ — МИКРОЭВМ МИНИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ «ЮТ-88»

Многим из вас, конечно, хотелось бы иметь дома собственный компьютер. Теперь, когда вы познакомились с основными цифровыми микросхемами и конструкциями на их базе, в ваших силах сделать эту мечту реальностью.

В самом общем виде структурная схема компьютера (рис. 51) состоит из трех блоков — центрального процессора, памяти и устройства ввода/вывода. Все они обязательно входят в состав любого компьютера. Самый сложный

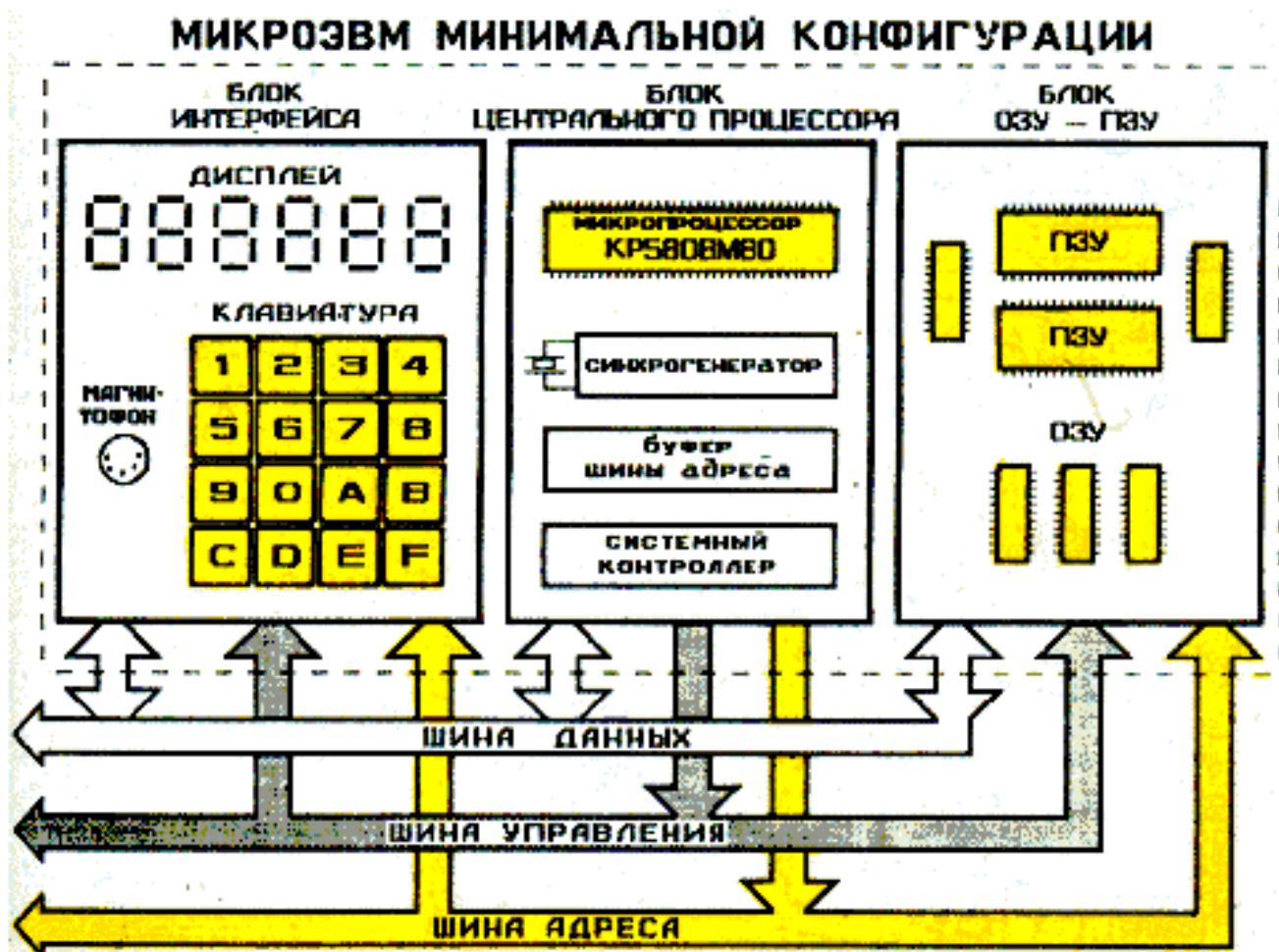
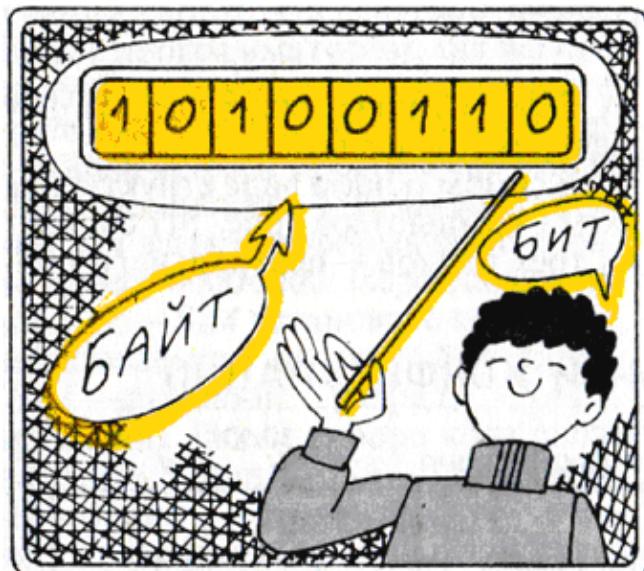


Рис. 51. Структурная схема микроЭВМ минимальной конфигурации.

элемент — центральный процессор. Он представляет собой программно-управляемое устройство, которое обрабатывает информацию и осуществляет ее циркуляцию между основными компонентами ЭВМ.



В качестве центрального процессора в

нашем компьютере может быть использована большая интегральная микросхема (БИС) микропроцессора KP580BM80A. Выбор этот не случаен. Названная микросхема весьма популярна среди радиолюбителей благодаря большому объему программного обеспечения, разработанному под ее систему команд. Наличие у нее фиксированной и простой системы команд облегчает составление программ даже в машинных кодах. И, наконец, что очень важно, этот микропроцессор имеется в продаже.

Память микроЭВМ состоит из постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) (оно допускает только считывание хранимой информации) и оперативного запоминающего устройства (ОЗУ), работающего как в режиме чтения информации из ОЗУ, так и записи в него новых данных. Фактически память — это совокупность однотипных ячеек,



в каждой из которых хранится закодированная информация. Единицей измерения ее объема является бит. Для хранения 1 бита достаточно иметь одноразрядную ячейку, в которую может быть записан 0 или 1. Разрядность ячейки памяти микроЭВМ определяется разрядностью шины данных микропроцессора (для микропроцессора KP580BM80A она составляет 8 бит, или 1 байт). Каждая ячейка памяти имеет свой номер-адрес. Число непосредственно адресуемых ячеек определяется разрядностью адреса, формируемого микропроцессором. В нашем случае это 16 разрядов, что позволяет иметь максимальный объем адресуемой памяти чуть больше 65 тысяч (если точнее,  $2^{16}$ ) ячеек.

*Устройство ввода/вывода* включает в себя клавиатуру, дисплей и другие устройства, например принтер. Информация между ними и микропроцессором передается через так называемые порты ввода/вывода. К микропроцессору KP580BM80A можно подключить в общей сложности 256 таких устройств. Объем используемой памяти и число устройств ввода/вывода определяют конфигурацию компьютера, его возможности и стоимость.

#### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МИКРОЭВМ «ЮТ-88»

Вернемся к структурной схеме микроЭВМ (см. рис. 51) и попробуем разобраться в ней. Кроме перечисленных выше блоков, в ее состав входят *шины* — провода, объединенные между собой по функциональному признаку. Восемь проводов образуют шину данных, шестнадцать — шину адреса, пять — шину управления. Такая архитектура позволяет легко наращивать различные периферийные устройства, присоединяя их к персональной ЭВМ.

Предлагаем вам для начала собрать микроЭВМ «ЮТ-88» минимальной конфигурации, когда используется только процессорный модуль. Это простая в изготовлении, дешевая одноплатная микроЭВМ, собранная на доступных микросхемах. Однако несмотря на минимальный объем ОЗУ и ПЗУ, простейшие клавиатуру и дисплей, такой модуль поможет вам не только разобраться в работе микроЭВМ, но и научиться самостоятельно писать программы.

Этот модуль — первый шаг в освоении компьютерной техники. Изготовив модуль и освоив его программирование, вы подготовитесь к следующему шагу — расширению конфигурации микроЭВМ путем добавления дисплейного модуля с полной клавиатурой и квазидиском произвольного объема. Так постепенно, шаг за шагом, от простого к сложному, вы пройдете путь от построения простейшей микроЭВМ к созданию настоящего персонального компьютера с мощным программным обеспечением на основе операционной системы СР/М. Свое название — «ЮТ - 88» — компьютер получил при публикации в журнале «Юный техник».

Каждый из блоков — центрального процессора, памяти и интерфейса — является функционально законченным узлом компьютера, и, разобравшись в их устройстве, вы можете использовать их по своему усмотрению в различных радиолюбительских конструкциях.

Блок центрального процессора состоит из микропроцессора и дополнительных элементов, обеспечивающих его работоспособность:

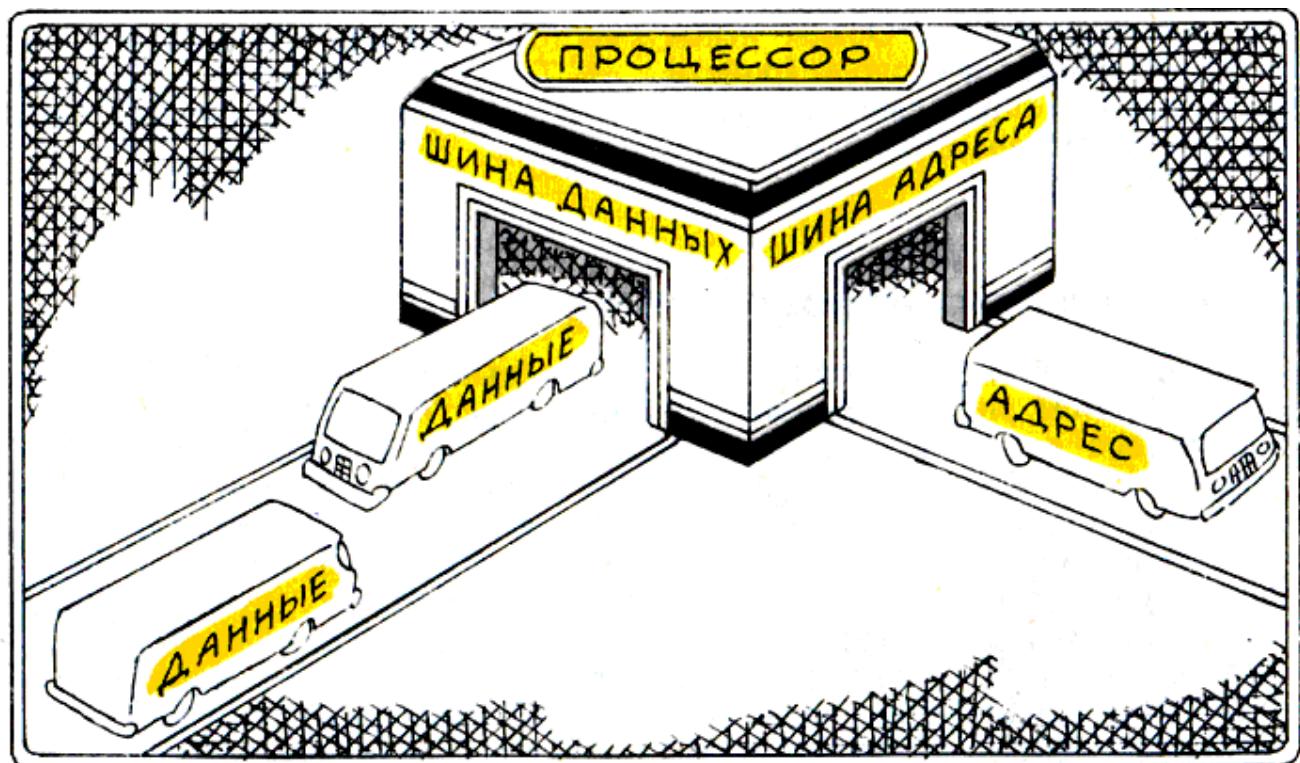
генератора тактовых импульсов, формирователя сигналов шин данных и управления (системного контроллера), буфера шины адреса. Блок памяти включает в себя ПЗУ и ОЗУ. Блок интерфейса — это простейшая клавиатура с семнадцатью кнопками, дисплей на семисегментных индикаторах и схема сопряжения с кассетным магнитофоном.

В компьютере передаваемые сигналы представлены двумя уровнями напряжения — логическими «0» и «1». Сигнал, который вызывает выполнение некоторого действия, называют активным. Активное состояние может быть при логической «1» либо при логическом «0». В частности, на шине управления сигналы активны при уровне логического «0». Таких управляющих сигналов пять: ЧТЗУ — чтение памяти; ЗПЗУ — запись в память; ЧТВВ — чтение порта ввода/вывода; ЗПВВ — запись в порт ввода/вывода; ПРР —

подтверждение прерывания. Шина управления односторонняя — она используется только для вывода сигналов управления. Основная причина введения активных сигналов низкого уровня (они помечены чертой сверху) состоит в простоте объединения их по ИЛИ. Кроме того, выходной каскад с таким сигналом большую часть времени находится в выключенном состоянии и потребляет меньше энергии от источника питания.

Как и шина управления, шина адреса лишь передает выходные сигналы микропроцессора. Отдельные линии шины адреса имеют обозначение от A0 до A15.

В отличие от шин управления и адреса шина данных — двунаправленная. Передача данных здесь может производиться как от процессора, так и к процессору. Однако в каждый данный момент времени она осуществляется только



в одном направлении. Отдельные линии шины данных обозначаются от D0 до D7.

По шинам компьютера информация передается в двоичном коде. Но запись в нем требует много места и не всегда удобна. Поэтому в дальнейшем мы будем пользоваться шестнадцатеричной формой представления кодированных сигналов, т.е. системой счисления с основанием 16. В ней используются символы: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E и F. Примеры представления чисел в двоичной, десятичной и шестнадцатеричной системах счисления приведены в таблице 1.

### 1. Представление чисел в двоичной, десятичной и шестнадцатеричной системах счисления

Шестнадцатеричное число	Двоичное число	Десятичное число
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
A	1010	10
B	1011	11
C	1100	12
D	1101	13
E	1110	14
F	1111	15
10	10000	16
11	10001	17

Преобразование двоичного числа в шестнадцатеричное осуществляется так. Разряды, начиная с младшего, разбиваются на группы по четыре. Каждой группе подбирается соответствующий шестнадцатеричный символ. В частности, диапазон адресов компьютера составляет от 0000 до FFFF (в дальнейшем основание системы счисления мы указывать не будем, а в конце каждого кода станем добавлять букву H, например: адресное

пространство компьютера составляет 0000H— FFFFH). Шестнадцатеричная форма записи очень проста, да и воспринимать ее легче, чем двоичную.

На дисплее, после соответствующего преобразования в микросхеме дешифратора двоичного кода в шестнадцатеричный, будут индицироваться шестнадцатеричные цифры. Ввод с клавиатуры производится в шестнадцатеричных цифрах, хотя затем код каждой нажатой шестнадцатеричной клавиши будет преобразован дешифратором в двоичный код, подаваемый на шину данных.

В структурной схеме микроЭВМ, изображенной на рисунке 51, отсутствует один блок, о котором нельзя не упомянуть,— блок *формирования сигналов выборки кодов адреса*.

Все внешние устройства микроЭВМ могут быть подключены к микропроцессору только при выполнении двух условий: на них должен быть подан управляющий сигнал с шины управления и это устройство должно быть выбрано соответствующим адресом. Формирование сигналов выборки кода адреса (BK) внешних устройств осуществляется дешифрацией сигналов шины адреса.

В нашем первом модуле применяются два способа ввода/вывода информации. Изолированный — для портов клавиатуры (A0H) и схемы сопряжения с кассетным магнитофоном (A1H), а также отображенный на память для портов дисплея с адресами: 9000H (порт младшего байта дисплея), 9001H, 9002H (порты старших байтов дисплея). Как уже отмечалось, число изолированных портов ввода/вывода не превышает 256 и их адреса изолированы от адресного пространства памяти. В микропроцессоре KP580BM80A

имеются две команды: ввода IN и вывода OUT, при выполнении которых данные из адресуемого порта загружаются в микропроцессор (ввод) или, наоборот, из микропроцессора передаются в адресуемый порт (вывод).

Ввод/вывод, отображенный на память, характеризуется тем, что процессор

обращается к портам как к ячейкам адресного пространства памяти и все команды, содержащие адреса портов, превращаются в команды ввода/вывода. В нашей микроЭВМ использованы оба эти способа.

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

На приведенной на рисунке 51 упрощенной структурной схеме микроЭВМ не показана связь процессорного модуля с источниками питания. Но, как вы понимаете, без нее ЭВМ работать не будет. Для питания нашей микроЭВМ необходимы три источника постоянного напряжения: + 5

В, +12 В и - 5 В. Пятивольтовый источник — наиболее мощный, он должен обеспечивать ток до 1 А.

Ток потребления по цепям + 12 В не превышает 50 мА, а по цепям — 5 В — 5 мА. Напряжение + 12 В, - 5 В используется для питания микропроцессора.

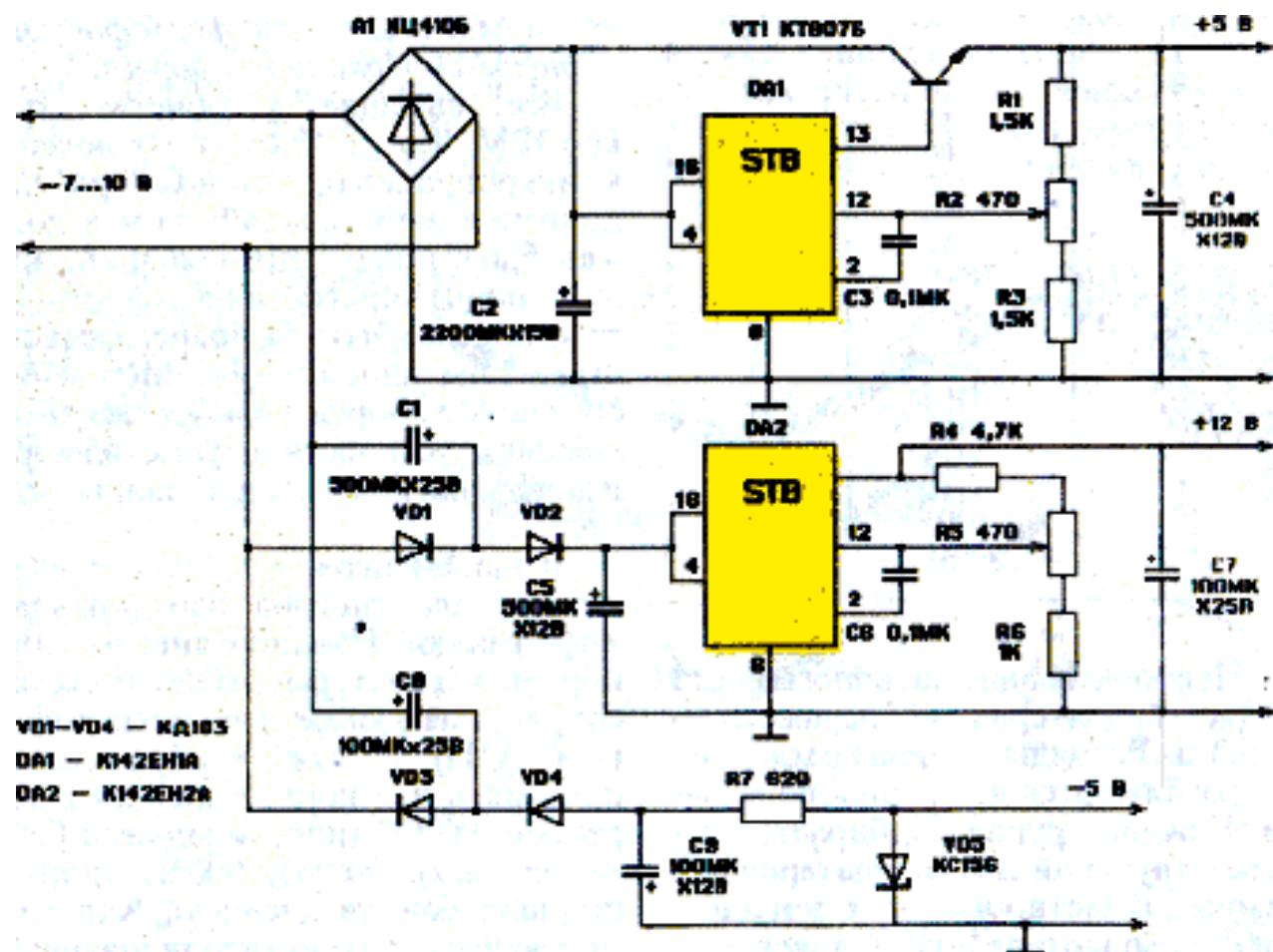


Рис. 52. Источник питания (электрическая схема).

Сборку микроЭВМ советуем начинать с изготовления модуля питания. Его электрическая схема показана на рисунке 52.

Переменное напряжение (8... 10 В) со вторичной обмотки трансформатора  $T1$  поступает на мостовой выпрямитель  $A1$ , а с него на два удвоителя напряжения на диодах  $VD1—VD4$ .

Выпрямленное напряжение сглаживается емкостью  $C2$  и стабилизируется с помощью микросхемы стабилизатора напряжения  $DA2$ .

Мощность стабилизатора увеличена за счет подключения внешнего транзистора  $VT1$ , устанавливаемого на радиаторе. С помощью потенциометра  $R2$  можно выставить необходимое выходное напряжение. Выпрямленные и удвоенные напряжения положительной и отрицательной полярности сглаживаются

соответственно емкостями  $C5$  и  $C9$ . Положительное напряжение стабилизируется с помощью микросхемы  $DA3$ . Значение выходного напряжения +12 В регулируется с помощью потенциометра  $R5$ . Отрицательное напряжение -5 В снимается с параметрического стабилизатора на стабилитроне  $VD5$ .

В качестве трансформатора  $T1$  может быть использован любой понижающий трансформатор со вторичной обмоткой, обеспечивающей напряжение порядка 8... 10 В и ток до 2 А. Его можно изготовить и самостоятельно, намотав на каркас на сердечнике ШЛ 16x32. Сетевая обмотка содержит 1350 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,31 мм, вторичная — 50 витков того же провода диаметром 1,5 мм.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА МИКРОЭВМ

Знакомство с электрической схемой микроЭВМ (рис. 53) начнем с блока центрального процессора. Он выполнен на микросхемах  $DD1$ ,  $DD2$ ,  $DD5$ ,  $DD6$  и  $DD8$ .

Микросхема  $DD1$  — микропроцессор КР580ВМ80А. Микросхема  $DD2$  КР580ГФ24 предназначена для формирования двух последовательностей тактовых импульсов с заданной частотой и амплитудой.

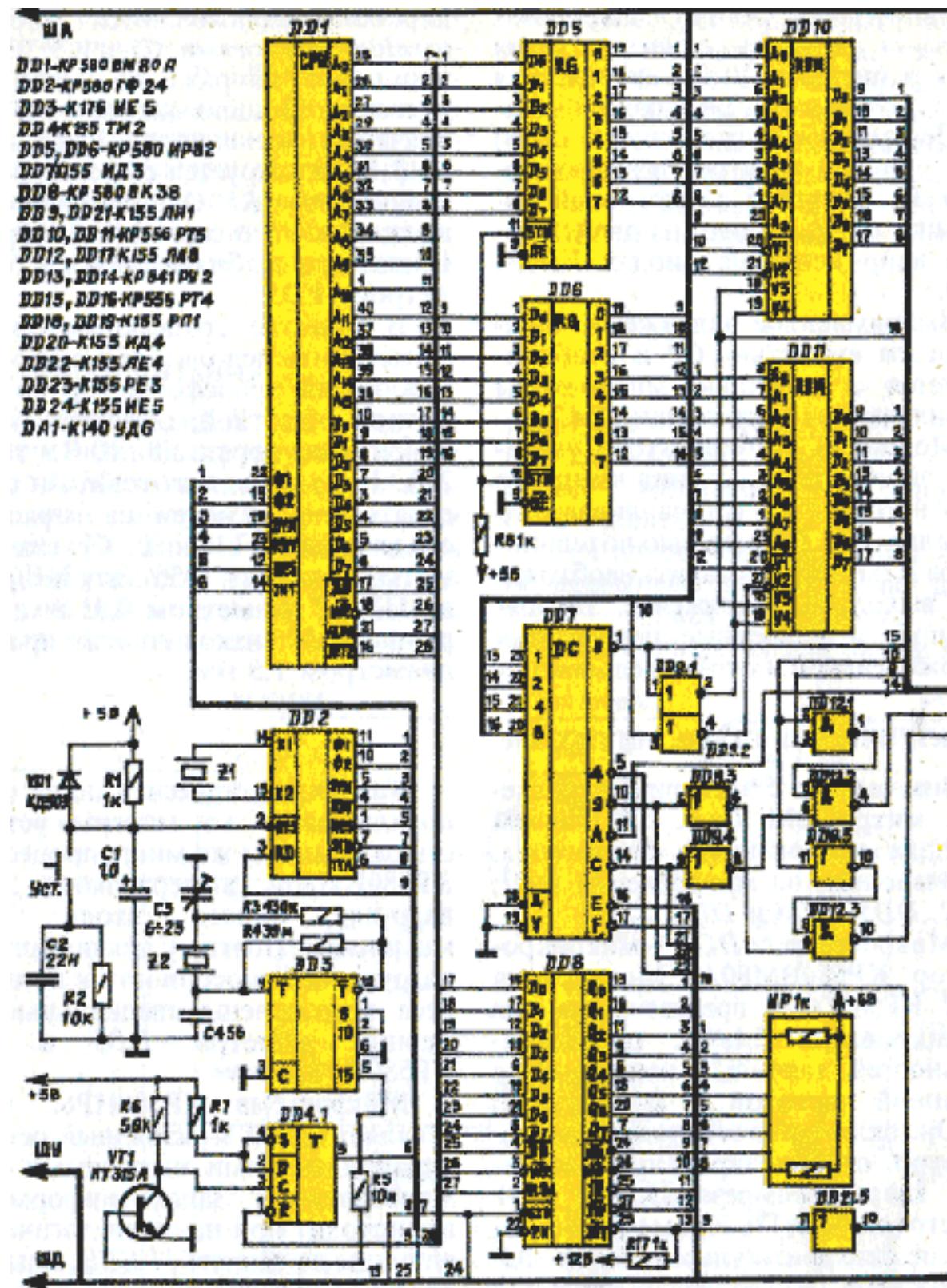
Она включает в себя задающий генератор, стабилизированный внешним кварцевым резонатором  $ZQ1$  с частотой 16 МГц. Кроме формирователя синхроимпульсов  $\Phi1$  и  $\Phi2$ , микросхема  $DD2$  содержит триггеры синхронизации сигналов начальной установки и готовности, а также схему формирования строба состояния  $STB$ , используемого для записи байта состояния при

формировании сигналов шины управления.

Как видно, адресная шина (ША) подключается ко многим устройствам. Выходы же микропроцессора КР580ВМ80А выдерживают лишь нагрузку одного входа ТТЛ-микросхем. Поэтому для повышения нагрузочной способности к шине адреса подключены специальные буферные регистры  $DD5$  и  $DD6$  КР580ИР82.

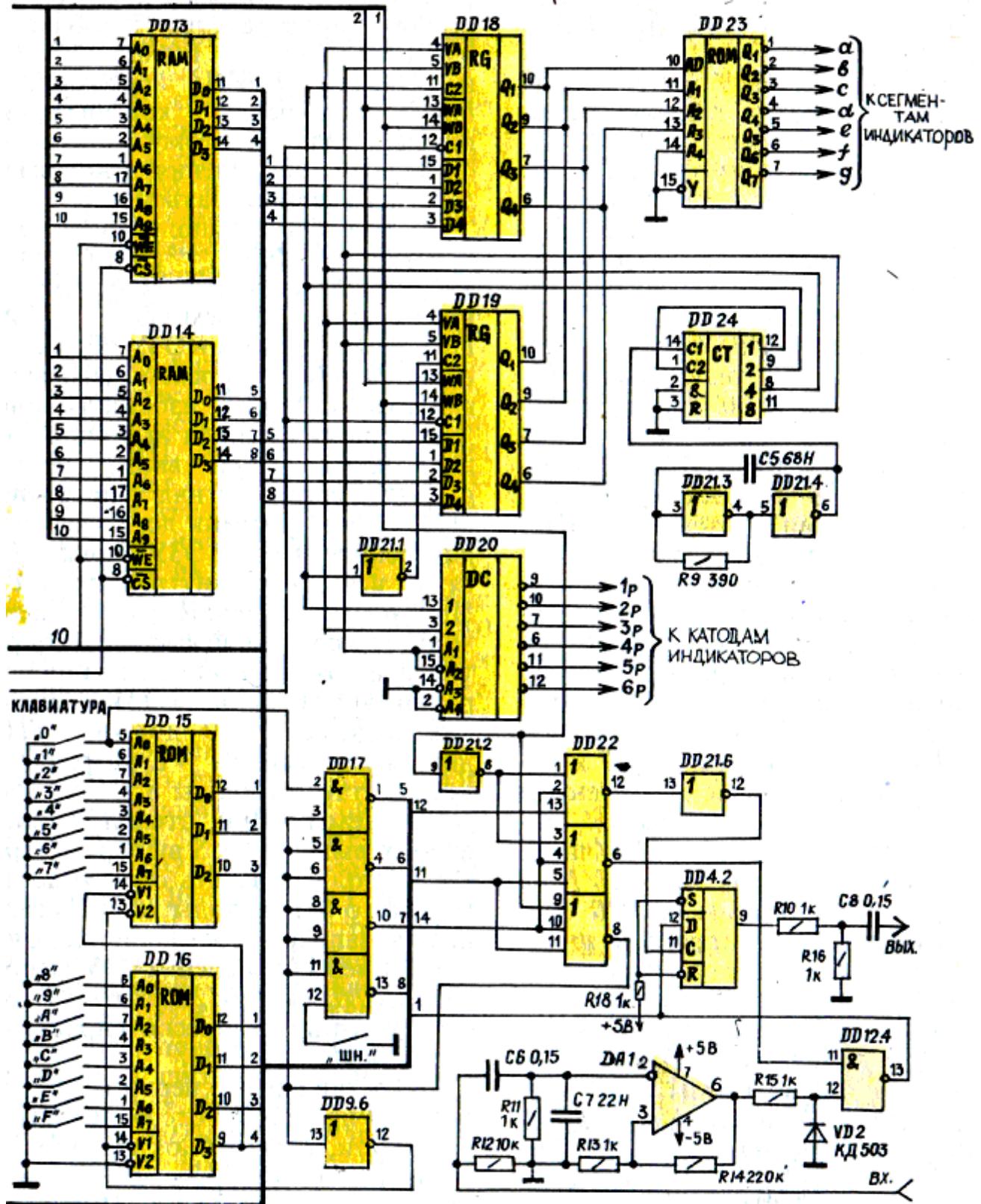
Микросхема КР580ИР82 представляет собой 8-разрядный регистр с управляющими выходными формирователями. Запись информации происходит при наличии логической единицы на выводе 11  $STB$ , а выдача информации — при подаче на вывод 9  $OE$  уровня логического нуля.

Увеличение нагрузочной способности двунаправленной шины данных обеспечивается с помощью микросхемы



**Рис. 53. Электрическая схема микроЭВМ.**

системного контроллера *DD8* KP580BK38. Она осуществляет формирование выходных сигналов не только шины данных, но и шины



управления. Эта микросхема содержит двунаправленный магистральный формирователь, регистр состояния и

схему формирования управляющих сигналов.

Следующий блок микроЭВМ предназначен для кратковременного и долговременного хранения данных и программ. На схеме модуля «ЮТ-88» блок памяти представлен микросхемами ПЗУ KP556PT5 (*DD10, DD11*) и ОЗУ KP541РУ2 (*DD13, DD14*).

Микросхемы ПЗУ *DD10, DD11* предназначены для хранения управляющей программы МОНИТОР. Подробно о содержимом ПЗУ будет рассказано в разделе, посвященном программному обеспечению микроЭВМ. Сейчас же остановимся на том, как происходит считывание информации с микросхем ПЗУ.

После нажатия на кнопку «Уст» нашине адреса устанавливается адрес 0000Н, а на шине управления — сигнал ЧТЗУ, который после инвертирования элементом *DD21.5* подается на вход *V3* микросхем ПЗУ. Дешифратор на микросхеме K155ИД3 (*DD7*) формирует сигналы выборки адреса, разбивая всю доступную область адресного пространства микроЭВМ на сегменты объемом по 4 Кбайта каждый. При этом сигнал выборки сегмента адресного пространства 0000Н—OFFFH действует на выводе 1 микросхемы *DD7* и после инвертирования элементом *DD9.1* подается на входы *V4* микросхем ПЗУ *DD10* и *DD11*. Учитывая, что на два других выхода *V1, V2* выборки микросхемы *DD10* подаются сигналы с адресной шины A1 1 и A9, информация с микросхемы *DD10* будет считываться в области адресного пространства 0000Н—01FFH. В отличие от *DD10* на вход выборки *V2* микросхемы *DD11* сигнал с адресной шины A9 подается после инвертирования элементом *DD9.2*, поэтому в области адресного пространства 0200Н—03FFH информация будет считываться с микросхемы *DD11*. С других выводов

микросхемы K155ИД3 снимаются сигналы выборки адресных сегментов 9000Н для индикаторов, A000Н для клавиатуры и C000Н для ОЗУ.

Сигналы выборки сегментов адресного пространства в областях 0000Н—OFFFH, E000Н—EFFFH и F000Н—FFFFH используются при расширении конфигурации компьютера. Поэтому вместе с сигналами управления они выведены на внешний разъем.

Схема ОЗУ выполнена на микросхемах *DD13, DD14* типа KP541РУ2, имеющих совмещенные вход и выход. Объем ОЗУ 1 Кбайт. При записи данных в ОЗУ общие выводы 11—14 микросхем действуют как входы. Чтобы избежать конфликта, на внутренних выходных линиях памяти при вводе данных в ОЗУ, когда сигнал управления ЗПЗУ имеет уровень логического 0, внутренние выводы ОЗУ блокируются с помощью внутренних схем. При этом внутренние выходы переводятся в состояние высокого сопротивления. Во время выполнения операции записи данных в ОЗУ в состоянии логического 0 должны находиться как выводы *WE* разрешения записи, так и выводы 8 *CS* выбора микросхемы. При чтении данных из ОЗУ выводы 8 *CS* выбора микросхемы должны иметь состояние логического 0, а выводы 10 *WE* разрешения записи — состояние логической 1. Схема управления ОЗУ выполнена на *DD9.4, DD12.1* и *DD12.2*. Все ОЗУ работают в адресном пространстве C000Н—C3FFH.

В состав нашего первого модуля, помимо процессорного блока и блока памяти, входит блок интерфейса, с помощью которого осуществляется ввод и вывод данных. Ввод производится с клавиатуры или с кассетного магнитофона. Вывод — путем индикации

на дисплее или записи их на кассетный магнитофон для длительного хранения. Дисплей — это шесть светодиодных семисегментных индикаторов.

Содержимое ячеек памяти с адресами 9000Н, 9001Н и 9002Н отображается на индикаторах в виде шестнадцатеричных цифр.

Программная реализация интерфейса с кассетным магнитофоном предельно упрощает его сопряжение с микроЭВМ и обеспечивает программную совместимость по вводу данных с кассетного магнитофона с такими микроЭВМ, как «Микров80» и «РК-86».

Рассмотрим электрическую схему модуля в части блока интерфейса. В индикаторе ячейки памяти выполнены на регистрах *DD18* и *DD19* типа К155РП1. Каждая микросхема представляет собой восемь 4-разрядных ячеек, адресуемых независимо как при записи, так и при считывании из них данных. Входы дешифрации *WE*, *WB* регистров при записи подключены к адресам *A0* и *A1* шины адреса. Запись данных осуществляется подачей логического 0 на вход *C1*. Этот сигнал образуется с помощью элементов *DD9.3*, *DD9.5* и *DD12.3* объединением кода выборки адреса, соответствующего области адресов 9000Н—9FFFН, дешифратора *DD7* и управляющего сигнала ЗПЗУ. Входы чтения дешифраторов *VA* и *VB* регистров *DD18* и *DD19* подключены к старшим разрядам двоичного счетчика на микросхеме *DD24* типа К155ИЕ5. Чтение данных производится при подаче на вход *C2* сигнала с уровнем логического нуля. Выходы 4-разрядных регистров *DD18* и *DD19* выполнены на транзисторах с открытым коллектором и объединяются между собой.

В схему управления динамической индикации входит генератор синхроимпульсов на элементах *DD21.3*,

*DD21.4*, двоичный счетчик *DD24* и дешифратор управляющих импульсов на микросхеме К155ИД4 (*DD20*). Двоичный код преобразуется дешифратором *DD23* (микросхема К155РЕ3) в специальный код семисегментного индикатора. Выводы *DD23*, идущие к сегментам, подключены через резисторы сопротивлением 1 кОм к шине питания + 5 В. При этом на соответствующем разряде индикатора с общим катодом (например, АЛС324А или АЛС318) должен быть уровень логического нуля. Содержимое дешифратора (*DD23*), преобразующего двоичный код в семисегментный шестнадцатеричный, приведено в таблице 2.

## 2. Содержимое дешифратора К155РЕ3 (*DD23*)

Цифра индикатора	Адрес К155РЕ3 код на входе	Код ПЗУ
0	00	3F
1	01	06
2	02	5B
3	03	4F
4	04	66
5	05	6D
6	06	7D
7	07	07
8	08	7F
9	09	6F
A	0A	77
B	0B	7C
C	0C	39
D	0D	5E
E	0E	79
F	0F	71

Клавиатура состоит из 17 кнопок, соединенных с дешифратором, на выходе которого формируется двоичный код нажатой клавиши. Сам дешифратор выполнен на микросхемах ПЗУ *DD15* и *DD16* типа KP556PT4. Содержимое их приведено в таблице 3.

Когда ни одна из клавиш не нажата, при поступлении сигнала выборки клавиатуры в виде логического 0 обе микросхемы ПЗУ открываются, и поскольку по адресу FF в микросхемах

### 3. Содержимое ПЗУ клавиатуры (DD15, DD16)

Адрес на входе	Содержимое ПЗУ (DD15)	Содержимое ПЗУ (DD16)
FF	0	7
FE	0	8
FD	1	9
FB	2	A
F7	3	B
EF	4	C
DF	5	D
BF	6	E
7F	7	F
Все остальные адреса	0	0

ПЗУ записаны нули, то они и считаются на шину данных.

Код нулевой клавиши 10H формируется вспомогательным логическим элементом 2И-НЕ с открытым коллектором микросхемы DD17. Аналогично формируется код клавиши «Шаг назад». Коды остальных 15 клавиш формируются микросхемами DD15 или DD16. Причем при формировании кодов от «8» до «E» логическая единица в разряде D3 шины данных запрещает выборку микросхемы DD15. Две дополнительных клавиши могут быть задействованы при подключении их к выводам 4 микросхемы DD17 (код 20H) или 10 микросхемы DD17 (код 40H).

Для сопряжения с кассетным магнитофоном используется D-триггер DD4.2, информационный вход которого подключен к нулевому разряду шины данных, а выход через фильтр соединяется со входом кассетного магнитофона в режиме записи. В режиме воспроизведения выход кассетного магнитофона подключается к входу операционного усилителя DA1. Выход операционного усилителя через схему формирования импульсов положительной полярности подключается к одному из входов логического элемента DD12.4 с открытым коллектором. Второй вход этого логического элемента подключен к

схеме объединения по ИЛИ на микросхеме DD22. Выход элемента DD12.4 подключен к нулевому разряду шины данных.

Запись и чтение информации при работе с кассетным магнитофоном производятся последовательным кодом, бит за битом.

В основу записи информации на магнитную ленту положен метод двухфазного кодирования. Формирование последовательности двухфазных кодов производится программно. На рисунке 54 показано, как выглядит последовательный двухфазный код после преобразования байта A5 (его двоичное представление 10100101). Запись байта при последовательном двухфазном кодировании начинается со старшего разряда.

В середине передаваемого бита происходит изменение его значения на противоположное, причем изменение с «1» на «0» означает, что передан бит, равный 0, а обратное изменение с «0» на «1» — бит, равный 1.

На границе двух одинаковых по значению смежных битов всегда происходит изменение значения двухфазного кода. На границе разных по значению смежных битов изменение двухфазного кода не происходит. Период следования информации Т выбирается из соображений надежности ее считывания и равен 1500 бит/с, что позволяет записать



Рис. 54. Изображение кода A5.

на одну сторону обычной кассеты типа МК—60—2 до 256 Кбайт информации. Таким образом, интерфейс с кассетным

магнитофоном представляет собой одноразрядный порт ввода/вывода.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОЭВМ

Ограниченный объем ПЗУ и ОЗУ в микроЭВМ минимальной конфигурации предъявляет жесткие требования к эффективности и гибкости программного обеспечения, которое фактически ограничено программой МОНИТОР. Однако даже несмотря на небольшой объем, МОНИТОР микроЭВМ «ЮТ-88» даст вам возможность писать и отлаживать программы в машинных кодах, модифицировать их за счет вставки или удаления отдельных команд, пересыпать отлаженные программы в новые адреса и корректировать их. При программировании в машинных кодах удается максимально приблизиться к аппаратным средствам микроЭВМ, учесть особенности микропроцессора и каждой отдельной команды и в результате получить предельно короткие и быстродействующие программы.

Для программирования в машинных кодах вам понадобится только карандаш и бумага. Составленную программу можно сразу с помощью МОНИТОРа загрузить в ОЗУ микроЭВМ и опробовать в работе. Используя при написании таких программ символическое обозначение команд в виде мнемоник языка Ассемблера с последующим ручным ассемблированием с помощью компактных табличных представлений команд (мнемоник-команд) кодов, удается по сути дела освоить программирование на языке Ассемблер.

Прежде чем перейти к рассмотрению директив МОНИТОРа, целесообразно познакомиться с системой команд микропроцессора KP580ИК80А.

Все команды микропроцессора сведены в таблицу 4.

Выделим наиболее общие закономерности их использования.

1. Арифметические и логические операции разрешены только между аккумулятором и байтом данных или между аккумулятором и любым регистром.

2. Аккумулятор и регистровая пара HL являются единственными регистрами, которые могут быть непосредственно загружены в память.

3. Аккумулятор является единственным регистром, который может быть инвертирован, сдвинут, косвенно загружен в память с использованием регистровых пар BC и DE или использован в командах ввода/вывода (IN, OUT).

4. Регистровая пара HL является единственной, содержимое которой может быть передано в счетчик команд (команда PCHL) или указатель стека (команда SPHL).

5. Регистровая пара HL может использоваться как аккумулятор двойной длины при сложении 16-разрядных чисел (команда DAD).

6. Содержимое регистровых пар HL и DE можно менять местами (команда NCNG).

7. Отдельные команды могут применяться для специальных функций. Команды XRA A или SUB A обнуляют аккумулятор. Команды ANA A или ORA A очищают флаг переноса, а команда ADD A выполняет логический сдвиг аккумулятора влево.

#### 4. Коды команд микропроцессора

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
E: MOP LXI STAK INX INR DCR MVI RLC	-	DAD	LDA	X	DCK	INR	DCR	MVI	RRC	16							
B, # B B B B B, #		B	B	B	B	C	C	C	C, #								
I: - LXI STAK INX INR DCR MVI RAL	-	DAD	LDA	X	DCK	INR	DCR	MVI	RAR	11							
D, # D D D D D, #		D	D	D	D	E	E	E	E, #								
2: - LXI SHLD INX INR DCR MVI DAA	-	DAD	LHLD	X	DCK	INR	DCR	MVI	CMA	12							
H, # * H H H H H, #		H	*	H	L	L	L	L	L, #								
3: - LXI STA INX INR DCR MVI STC	-	DAD	LDA	X	DCK	INR	DCR	MVI	CMD	13							
SP, # * SP M M M, #		SP	*	SP	A	A	A	A	A, #								
4: MOV MOV MOV MOV MOV MOV MOV MOV MOV		B, B, C	B, D	B, E	B, H	B, L	B, M	B, A	C, B	C, C	C, D	C, E	C, H	C, L	C, M	C, A	
5: MOV MOV MOV MOV MOV MOV MOV MOV MOV		D, B, C	D, D	D, E	D, H	D, L	D, M	D, A	E, B	E, C	E, D	E, E	E, H	E, L	E, M	E, A	
6: MOV MOV MOV MOV MOV MOV MOV MOV MOV		H, B, C	H, D	H, E	H, H	H, L	H, M	H, A	L, B	L, C	L, D	L, E	L, H	L, L	L, M	L, A	
7: MOV MOV MOV MOV MOV HLT MOV MOV MOV		N, B, C	N, D	N, E	N, M	N, N	N, L	N, A	A, B	A, C	A, D	A, E	A, H	A, L	A, M	A, A	
8: ADD ADD ADD ADD ADD ADD ADC ADC ADC ADC		B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M	A
9: SUB SUB SUB SUB SUB SUB SBB SBB SBB SBB		B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M	A
A: ANA ANA ANA ANA ANA ANA XRA XRA XRA		B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M	A
B: ORA ORA ORA ORA ORA ORA CMP CMP CMP CMP		B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M	A
C: RNZ POP JNZ JMP CNZ PUSH ADI RST RZ RET JZ		B	C	D	E	H	L	M	A	B	C	D	E	H	L	M	A
D: RNC POP JNC OUT CNC PUSH SUI RST RC		B	*	*	*	*	*	*	*	#	*	*	*	*	#	1	
E: RPO POP JPO XTHL CPO PUSH ANI RET RPE PCHL JPE XCHC CPE		D	*	N	*	D	*	2	*	N	*	*	*	N	*	#	3
F: RP POP JP DI CP PUSH ORI RST RM SPHL JM EI CM		H	*	*	*	H	*	4	*	*	*	*	*	*	#	5	
PSW *	*	PSW	*	PSW	*	PSW	*	6	*	*	*	*	*	*	#	7	

#### Примечание:

Н - номер порта ввода/вывода  
 & - двухбайтовый операнд - D16  
 \* - двухбайтовый операнд - ADR  
 # - однобайтовый операнд - D8

#### Пример:

Команда STAX D имеет код  
 операции 12.  
 Код операции CA принадлежит  
 команде JZ ADR.

8. Команды увеличения (уменьшения) на 1 регистров INX (DCR) действуют на все флаги, за исключением флага переноса. Команды увеличения (уменьшения) на 1 регистровых пар INX (DCX) не оказывают влияния на флаги.

9. В стек или из стека могут быть переданы только регистровые пары. Одной из таких регистровых пар является слово состояния микропроцессора, которое содержит аккумулятор (старший байт) и флаги (младший байт). Команды CALL и RET передают адрес в стек и обратно.

10. При записи 16-разрядных адресов младший байт записывается первым.

Предусмотрено 3 способа адресации данных в микроЭВМ: прямая, непосредственная и косвенная.

Прямая адресация (из памяти или в память с конкретным адресом) может использоваться для работы с аккумулятором и регистрами Н—L. Адрес данных записывается во втором и третьем байте команды. Например:

LDA C000H.

Эта команда загружает аккумулятор из ячейки памяти с адресом C000H;

STA 9000H.

Эта команда загружает ячейку памяти с адресом 9000H содержимым аккумулятора;

LHLD C000H.

Эта команда загружает регистр L из ячейки с адресом C000H, а регистр H из ячейки с адресом C001H, т. е. сначала младший байт, а затем старший байт;

SHLD 9001H.

Эта команда загружает в ячейку памяти 9001H содержимое L, а A в ячейку памяти 9002H регистра H.

*Непосредственная адресация*, т. е. конкретное значение, записывается в байте, следующем за командой.

Например, MVI A, 11H.

Эта команда загружает в A значение 11H;  
LXI H, 9001H.

Эта команда загружает в регистры H—L значение 9001H соответственно.

*Косвенная адресация* (по адресу в регистровой паре HL, DE или BC).

Например: MOV A, M или MOV M, A.

Это команды загрузки регистра A из ячейки памяти с адресом в регистровой паре HL или наоборот.  
LDAX D или LDAX B.

Это команды загрузки аккумулятора из памяти по адресам в регистровых парах DE или BC.

STAX D или STAX B.

Это команды загрузки памяти по адресу в регистровых парах DE или BC содержимым аккумулятора.

Используя команды с разными способами адресации, приведем программу вывода единиц на все индикаторы:

1. 2-байтная команда	MVI A, 11H	Занесение константы в аккумулятор
2. 3-байтная команда	STA 9000H	Выход «11» на правый индикатор
3. 3-байтная команда	LXI H, 9001H	Занесение адреса среднего индикатора в HL
4. 1-байтная команда	MOV M, A	Выход на средний индикатор «11»
5 .3-байтная команда	LXI D, 9002H	Занесение адреса левого индикатора в DE
6. 1-байтная команда	STAX D	Выход «11» на левом индикаторе

Итак, указанная выше программа содержит шесть команд. Чтобы записать ее в память, потребуется 13 ячеек. По таблице 4, находя в ней мнемоники каждой команды, определим соответствующие им коды.

1. MVI A,	11H	3E 11
2. STA	9000H	32 00 90
3. LXI H,	9001H	21 01 90
4. MOV M, A		77
5. LXI D,	9002H	11 02 90
6. STAX D		12

Если эти коды записать в ОЗУ микроЭВМ, то в результате исполнения этой программы на всех индикаторах высветятся единички.

## УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА МИКРОЭВМ — МОНИТОР

Основой программного обеспечения микроЭВМ, как бы его ядром, является управляющая программа МОНИТОР объемом 1 Кбайт. Несмотря на столь малый объем; в ней имеются директивы записи, чтения ОЗУ, пуска программ с задаваемого адреса, тестирования ОЗУ и индикаторов, записи и чтения программ с кассетного магнитофона с их последующей проверкой на правильность. Есть возможность пошаговой коррекции содержимого ОЗУ, перемещения программ в новые адреса с их коррекцией, вычисления контрольных

сумм, вставки и удаления байтов команд с коррекцией адресов остальной части программы. Словом, мал, да удал.

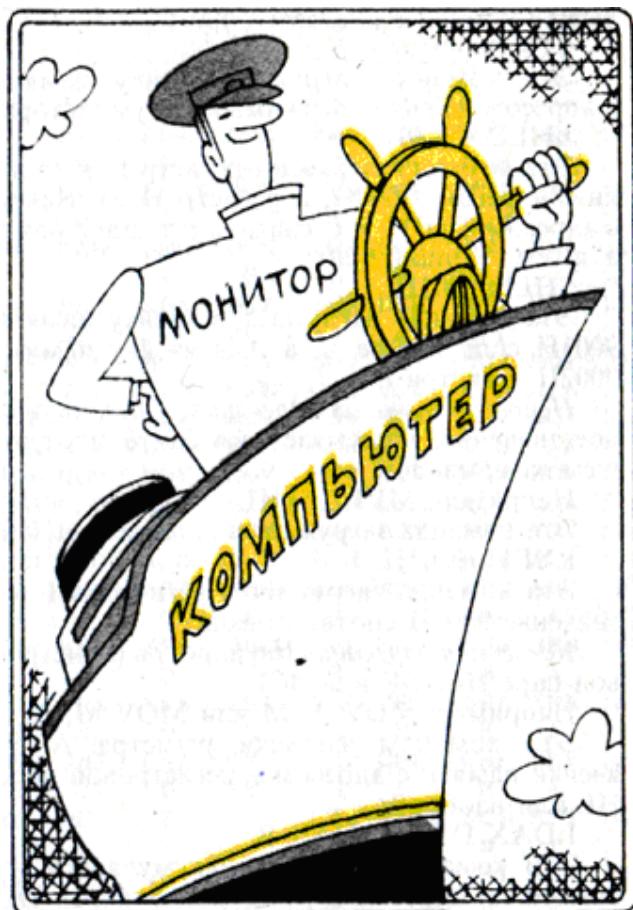
Минимизация объема МОНИТОРа достигнута прежде всего за счет того, что к наиболее часто используемым подпрограммам ввода/вывода в МОНИТОРе производится обращение не с помощью 3-байтной команды CALL ADR, а с помощью однобайтных команд RST0-RST6.

Встроенная в МОНИТОР программа часов, работающая в режиме прерывания по RST7 от внешнего датчика секунд, позволяет осуществить привязку выполнения программ к реальному времени.

Хранится МОНИТОР в ПЗУ в области памяти 0000H-03FFH. Чтобы его запустить, достаточно произвести начальную установку микроЭВМ, нажав на кнопку «Уст». При работе МОНИТОРа в ОЗУ лишь несколько ячеек используются для стека и хранения промежуточных результатов и данных,

Ниже приведены коды МОНИТОРА (табл. 5).

При запуске МОНИТОРА происходит настройка указателя стека и затем на крайних справа индикаторах появляются две единички. Это означает, что микроЭВМ находится в ожидании ввода директивы с клавиатуры.



##### 5. Коды МОНИТОРА

<b>. 0 . 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 . 8 . 9 . A . B . C . D . E . F</b>
--

<b>0000</b>	<b>31</b>	<b>EE</b>	<b>C3</b>	<b>3E</b>	<b>11</b>	<b>C3</b>	<b>3B</b>	<b>00</b>	<b>C3</b>	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>F7</b>	<b>EB</b>	<b>C3</b>	<b>7D</b>	<b>00</b>
<b>0010</b>	<b>D5</b>	<b>AF</b>	<b>57</b>	<b>E7</b>	<b>07</b>	<b>C3</b>	<b>47</b>	<b>00</b>	<b>E5</b>	<b>F5</b>	<b>21</b>	<b>50</b>	<b>66</b>	<b>C3</b>	<b>56</b>	<b>00</b>
<b>0020</b>	<b>DF</b>	<b>C3</b>	<b>5F</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>C3</b>	<b>00</b>	<b>C0</b>	<b>32</b>	<b>00</b>	<b>90</b>	<b>22</b>	<b>01</b>	<b>90</b>	<b>C9</b>	<b>00</b>
<b>0030</b>	<b>F5</b>	<b>D7</b>	<b>57</b>	<b>D7</b>	<b>5F</b>	<b>F1</b>	<b>C9</b>	<b>00</b>	<b>C3</b>	<b>C1</b>	<b>00</b>	<b>FB</b>	<b>32</b>	<b>00</b>	<b>90</b>	<b>E7</b>
<b>0040</b>	<b>C6</b>	<b>F3</b>	<b>26</b>	<b>00</b>	<b>6F</b>	<b>6E</b>	<b>E9</b>	<b>07</b>	<b>07</b>	<b>07</b>	<b>R2</b>	<b>57</b>	<b>32</b>	<b>00</b>	<b>90</b>	<b>E7</b>
<b>0050</b>	<b>B2</b>	<b>32</b>	<b>00</b>	<b>90</b>	<b>D1</b>	<b>C9</b>	<b>2B</b>	<b>7D</b>	<b>B4</b>	<b>C2</b>	<b>56</b>	<b>00</b>	<b>F1</b>	<b>E1</b>	<b>C9</b>	<b>DB</b>
<b>0060</b>	<b>A0</b>	<b>C6</b>	<b>00</b>	<b>CA</b>	<b>5F</b>	<b>00</b>	<b>FE</b>	<b>60</b>	<b>CA</b>	<b>6E</b>	<b>00</b>	<b>E6</b>	<b>0F</b>	<b>C9</b>	<b>2B</b>	<b>3B</b>
<b>0070</b>	<b>3B</b>	<b>AF</b>	<b>EF</b>	<b>D7</b>	<b>77</b>	<b>DF</b>	<b>23</b>	<b>C3</b>	<b>71</b>	<b>00</b>	<b>21</b>	<b>00</b>	<b>C0</b>	<b>E7</b>	<b>7E</b>	<b>EF</b>
<b>0080</b>	<b>23</b>	<b>C3</b>	<b>7D</b>	<b>00</b>	<b>F7</b>	<b>EB</b>	<b>AF</b>	<b>EF</b>	<b>DF</b>	<b>E9</b>	<b>21</b>	<b>00</b>	<b>C0</b>	<b>C3</b>	<b>71</b>	<b>00</b>
<b>0090</b>	<b>F3</b>	<b>F7</b>	<b>EB</b>	<b>C3</b>	<b>71</b>	<b>00</b>	<b>AF</b>	<b>67</b>	<b>6F</b>	<b>EF</b>	<b>DF</b>	<b>C5</b>	<b>11</b>	<b>FE</b>	<b>10</b>	<b>C2</b>
<b>00A0</b>	<b>97</b>	<b>00</b>	<b>C7</b>	<b>21</b>	<b>00</b>	<b>C0</b>	<b>AF</b>	<b>77</b>	<b>7E</b>	<b>B7</b>	<b>C2</b>	<b>BB</b>	<b>00</b>	<b>3D</b>	<b>77</b>	<b>7E</b>
<b>00B0</b>	<b>3C</b>	<b>C2</b>	<b>BB</b>	<b>00</b>	<b>23</b>	<b>7C</b>	<b>E6</b>	<b>04</b>	<b>CA</b>	<b>A6</b>	<b>00</b>	<b>7E</b>	<b>EF</b>	<b>E7</b>	<b>C3</b>	<b>A6</b>
<b>00C0</b>	<b>00</b>	<b>F3</b>	<b>F5</b>	<b>C5</b>	<b>D5</b>	<b>E5</b>	<b>21</b>	<b>E4</b>	<b>00</b>	<b>11</b>	<b>FD</b>	<b>C3</b>	<b>06</b>	<b>03</b>	<b>1A</b>	<b>3C</b>
<b>00D0</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>BE</b>	<b>C2</b>	<b>DE</b>	<b>00</b>	<b>AF</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>05</b>	<b>C2</b>	<b>CE</b>	<b>00</b>	<b>E1</b>	<b>D1</b>
<b>00E0</b>	<b>C1</b>	<b>F1</b>	<b>FB</b>	<b>C9</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>24</b>	<b>C3</b>	<b>9A</b>	<b>01</b>	<b>C3</b>	<b>C2</b>	<b>01</b>	<b>C3</b>	<b>75</b>	<b>01</b>
<b>00F0</b>	<b>C3</b>	<b>F5</b>	<b>01</b>	<b>91</b>	<b>8A</b>	<b>7A</b>	<b>96</b>	<b>A3</b>	<b>0B</b>	<b>25</b>	<b>84</b>	<b>ED</b>	<b>E7</b>	<b>EA</b>	<b>F0</b>	<b>90</b>

0100	C5	F5	D5	57	0E	08	4A	07	57	3E	01	AA	D3	A1	CD	21
0110	01	3E	00	AA	D3	A1	CD	21	01	0D	C2	06	01	F1	D1	C1
0120	C9	06	1E	05	C2	23	01	C9	C5	D5	0E	00	57	DB	A1	5F
0130	79	E6	7F	07	4F	DB	A1	BB	CA	35	01	E6	01	B1	4F	CD
0140	6E	01	DB	A1	5F	7A	B7	F2	63	01	79	FE	E6	C2	57	01
0150	AF	32	FC	C3	C3	61	01	FE	19	C2	30	01	3E	FF	32	FC
0160	C3	16	09	15	C2	30	01	3A	FC	C3	A9	D1	C1	C9	06	2D
0170	05	C2	70	01	C9	C5	D5	E5	F5	F7	42	4B	F7	2E	00	65
0180	0A	D5	5F	16	00	19	D1	CD	94	01	03	C2	80	01	EF	F1
0190	E1	D1	C1	C7	7A	B8	C0	7B	B9	C9	C5	D5	E5	F5	F7	42
01A0	4B	F7	C5	AF	6F	CF	2C	C2	A5	01	3E	E6	CF	78	CF	79
01B0	CF	7A	CF	7B	CF	0A	CF	CD	94	01	03	C2	B5	01	C1	C3
01C0	7D	01	C5	D5	E5	F5	F7	3E	FF	CD	28	01	67	CD	EE	01
01D0	6F	19	44	4D	C5	CD	EE	01	67	CD	EE	01	6F	19	EB	CD
01E0	EE	01	02	CD	94	01	03	C2	DF	01	C1	C3	7D	01	3E	08
01F0	CD	28	01	C9	00	2A	FE	C3	3A	FD	C3	EF	DF	C3	F5	01
0200	CD	24	02	DA	0A	02	CD	0E	02	C7	CD	19	02	C7	1A	77
0210	CD	94	01	1B	2B	C2	0E	02	C9	0A	77	CD	94	01	03	23
0220	C2	19	02	C9	F7	D5	F7	EB	22	F2	C3	E1	22	F0	C3	F7
0230	EB	22	F4	C3	7D	93	6F	7C	9A	67	22	F8	C3	4D	44	2A
0240	F2	C3	E5	09	22	F6	C3	2A	F0	C3	4D	44	D1	2A	F4	C3
0250	7D	91	7C	98	D8	2A	F6	C3	C9	7C	BA	C0	7D	BB	C9	CD
0260	24	02	CD	66	02	C7	2A	F4	C3	56	E5	CD	B9	02	60	E3
0270	78	FE	03	C2	A5	02	23	4E	23	46	2B	E5	2A	F0	C3	79
0280	95	78	9C	DA	A3	02	2A	F2	C3	7D	91	7C	98	DA	A3	02
0290	2A	F8	C3	7D	81	5F	7C	88	57	E1	73	23	72	23	33	33
02A0	C3	AB	02	E1	2B	C1	23	05	C2	A6	02	5D	54	2A	F6	C3
02B0	23	CD	59	02	EB	C2	69	02	C9	01	06	03	21	D3	02	7A
02C0	A6	23	BE	C8	23	0D	C2	BF	02	0E	03	05	78	FE	01	C2
02D0	BF	02	C9	FF	CD	C7	C4	FF	C3	C7	C2	E7	22	CF	01	C7
02E0	06	C7	C6	F7	D3	F7	EB	22	F0	C3	22	F4	C3	E5	F7	EB
02F0	22	F2	C3	22	F6	C3	F7	EB	22	FA	C3	D1	7D	93	5F	7C
0300	9A	67	22	F8	C3	CD	66	02	C7	F7	D5	F7	EB	22	F2	C3
0310	F7	FB	22	FA	C3	F7	EB	22	EE	C3	E1	22	F0	C3	56	E5
0320	CD	B9	02	60	E3	78	FE	03	C2	4A	03	23	5E	23	56	2B
0330	E5	2A	FA	C3	CD	59	02	C2	48	03	2A	EE	C3	EB	E1	73
0340	23	72	23	33	33	C3	50	03	E1	2B	C1	23	05	C2	4B	03
0350	5D	54	2A	F2	C3	23	CD	59	02	EB	C2	1E	03	C7	F7	EB
0360	22	F0	C3	4D	44	F7	6B	62	22	F2	C3	23	22	F6	C3	CD
0370	0E	02	AF	77	E5	23	22	F4	C3	21	01	00	22	F8	C3	CD
0380	66	02	E1	7E	EF	D7	77	C7	F7	EB	22	F0	C3	22	F4	C3
0390	4D	44	E5	F7	6B	62	22	F2	C3	E1	C5	03	CD	19	02	AF

03A0	77	2B	22	F6	C3	21	FF	FF	22	F8	C3	CD	66	02	E1	C3
03B0	7D	00	F7	4B	42	F7	D5	F7	EB	D1	0A	BE	C2	D4	03	79
03C0	BR	C2	CF	03	78	BA	C2	CF	03	3E	11	6F	67	EF	C7	03
03D0	23	C3	BA	03	F5	7E	EF	D7	77	F1	C3	BA	03	C5	D5	E5
03E0	F5	7E	EF	E7	E3	3E	AF	EF	E7	E3	69	60	3E	BC	EF	E7
03F0	EB	3E	DE	EF	E7	E1	E1	D1	C1	C9	FF	FF	FF	FF	FF	FF

Клавиатура имеет двойное функциональное назначение. После начальной установки каждая клавиша служит для ввода директивы, а после ввода директивы эти же

шестнадцатеричные клавиши используются для ввода ее параметров. Директивы МОНИТОРа перечислены в табл. 6.

## 6. Директивы МОНИТОРа

Клавиша директивы	Параметры директивы	Назначение
0	АДР	Запись данных в ОЗУ с адреса АДР
1	—	Запись данных в ОЗУ с адреса C000H
2	—	Чтение данных из ОЗУ с адреса C000H
3	—	Тест индикации
4	—	Тест ОЗУ
5	АДР	Чтение данных из ОЗУ с адреса АДР
6	—	Пуск программы с адреса C000H
7	АДР	Пуск программы с адреса АДР
8	АДР1, АДР2	Контрольная сумма данных с АДР1 по АДР2
9	АДР1, АДР2	Запись данных на ленту с АДР1 по АДР2
A	АДР	Чтение данных с ленты со смещением, равным АДР
B	—	Индикация времени
C	АДР	Установка времени с АДР C3FDH секунды, C3FEH минуты, C3FFFH часы

Все директивы МОНИТОРа задаются шестнадцатеричными цифрами и могут содержать дополнительно до трех параметров. Параметры также вводятся в виде шестнадцатеричных чисел. Их набирают после ввода директивы и контролируют по индикации на дисплее. Поскольку в МОНИТОРе на крайний справа индикатор выводится информация аккумулятора (адрес индикатора 9000H), а на два других индикатора — информация из регистровой пары HL (адреса 9001H, 9002H), то в дальнейшем мы эти индикаторы так и будем называть: индикатор А, индикаторы HL.

Структурно МОНИТОР состоит из двух частей по 512 байт каждая. Перечисленные в таблице директивы

относятся к первой основной части МОНИТОРа 0000—01FH. Вторая, вспомогательная часть МОНИТОРа содержит набор программ, обращение к которым производится с помощью директивы «7». В минимальном объеме МОНИТОР может быть размещен в одной микросхеме KP556PT5.

Знакомство с директивами МОНИТОРа начнем с директив работы с памятью. *Директива «4»* позволяет тестировать ОЗУ микроЭВМ. После нажатия клавиши «4» на индикаторах HL появляется код «C400H», что означает: вся область ОЗУ от C000H

до С3FFH исправна. Тестирование ОЗУ производится последовательной записью в каждую ячейку сначала нулей и их чтением с проверкой на ноль, а затем записью единиц с последующей проверкой качества записи. Если какая-то ячейка памяти неисправна, то ее адрес выводится на индикатор HL. Пользоваться этой директивой нужно осторожно, так как после прохождения теста ОЗУ все его ячейки заполняются единичками.

*Директива «1»* позволяет осуществлять запись данных в ОЗУ с адреса С000Н. После нажатия на кнопку «1» на индикаторах HL появляется код «С000», а на индикаторе А — «00». Последующее нажатие на кнопки приводит к занесению данных в ячейки ОЗУ. Вводимые данные отображаются на индикаторе А, а на индикаторах HL выводятся адреса загружаемых ячеек памяти. Переход от ячейки к ячейке происходит автоматически, с задержкой на 1 с. Так, если после ввода директивы «1» оставить нажатой эту кнопку, то, начиная с ячейки памяти с адресом С000Н, во все последующие ячейки будут записываться единицы.

*Директива «2»* предназначена для просмотра содержимого ячеек памяти, начиная с адреса С000Н. После ввода директивы на индикаторах HL появляется адрес «С000», а на индикаторе А — содержимое ячеек памяти С000Н. Нажав на любую кнопку, вы перейдете в режим автоматического перелистывания ячеек памяти.

*Директива «0»* аналогична директиве «1», однако отличается от нее тем, что после нажатия кнопки «0» необходимо ввести параметр — адрес, начиная с которого будет осуществляться запись данных в ОЗУ. Адрес ячейки памяти при этом индицируется на индикаторе А, а затем, после ввода адреса, появляется

уже на индикаторе HL. На индикаторе А высвечивается «00». После этого вводится новая информация в эти и последующие ячейки памяти.

*Директива «5»* позволяет просматривать ячейки памяти ОЗУ с любого адреса. После нажатия кнопки «5» вводится адрес интересующей ячейки, который сначала индицируется побайтно на индикаторе А, а затем выводится на индикаторы HL. На индикаторе А будет написано содержимое ячейки памяти. Следующие ячейки просматриваются нажатием на любую кнопку.

Особое положение среди директив работы с памятью занимает *директива «Шаг назад»*. Она отсутствует в таблице 6. Дело в том, что все кнопки в микроЭВМ, кроме кнопки «Шаг назад», имеют двойное функциональное значение. После сброса каждая кнопка служит для ввода директив МОНИТОРа, а при исполнении директив это кнопки шестнадцатеричных цифр. Директива «Шаг назад» имеет отдельную кнопку и может быть введена при исполнении перечисленных выше директив работы с памятью.

Предположим, выполняется директива чтения памяти. На индикаторах HL — адрес «С003», а на индикаторе А — содержимое этой ячейки — «22». После нажатия на кнопку «Шаг назад» на индикаторе А появляются нули и можно вводить новые данные в ячейку с адресом С003Н и последующие адреса. Аналогично применяется директива «Шаг назад» при выполнении других директив работы с памятью.

При работе с памятью полезной может оказаться *директива вычисления контрольной суммы*. Чтобы получить ее, необходимо нажать

на кнопку «8», а затем ввести два параметра — начальный и конечный адрес области памяти, в которой находится контрольная сумма. Так, можно проверить ПЗУ, если задать начальный и конечный адрес МОНИТОРа. Контрольная сумма выводится на индикаторы HL и для МОНИТОРа составляет 0181H (0000H—01FFH) и 18CCH (0200H—03FFH).

Теперь рассмотрим *директивы ввода/вывода информации при работе с кассетным магнитофоном*. Желательно, чтобы магнитофон имел счетчик ленты, по которому можно было бы найти начало записи. Идентифицировать же запись можно по выводимой при записи и чтении на индикатор HL контрольной суммы информации. Это своего рода паспорт записи.

При записи данных на ленту нажимают кнопку «9», а затем вводят два параметра — начальный и конечный адрес данных. После набора директивы перед вводом младшего байта конечного адреса включают на запись магнитофон и лишь затем вводят последний байт адреса. После этого начинается запись информации на ленту. Скорость записи фиксированная — 1500 бит/с. При выполнении этой директивы на ленту последовательно записываются 256 байт 00, E6 (байт синхронизации), младший байт начального адреса, старший байт начального адреса, младший байт конечного адреса и старший байт конечного адреса. Завершение выполнения директивы индицируется появлением на индикаторе HL контрольной суммы.

Чтение данных с магнитной ленты в ОЗУ производится по *директиве «A»*. Директива имеет один параметр — смещение. Если смещение равно 0000, то программа считывается в адреса, из

которых она была записана. Если запись считана верно, то на индикаторах HL выводится контрольная сумма, которая индицировалась при записи. Итак, чтение записи с магнитофона начинают нажатием кнопки «A» и вводом смещения. Перед вводом последнего полубайта смещения магнитофон включается на воспроизведение, и с началом записи (однотонное звучание) выводится последний полубайт смещения. Считывание записи завершается индикацией контрольной суммы данных, введенных в ОЗУ.

Директивы запуска программ две. С помощью *директивы «6»* осуществляется запуск программы с адреса C000H, а с помощью *директивы «7»* программа может быть запущена с адреса, который вводится как параметр директивы. Нажав кнопку «7», набирают адрес пуска программы, контролируя ввод побайтно на индикаторе А. При правильном вводе адрес пуска выводится на индикатор HL. Затем можно вводить параметры запущенной программы. Пользуясь директивой «7», можно применять вспомогательные подпрограммы, входящие во вторую половину МОНИТОРа от 0200H до 03FFH.

С адреса 0200H запускается программа копирования данных. Ее параметрами являются начальный и конечный адреса исходной программы, а также начальный адрес копии. Копирование с помощью этой программы производится как вверх, так и вниз относительно исходной программы и даже на перекрывающиеся области программ с затиранием исходной программы в этих областях.

Предположим, вам необходимо скопировать МОНИТОР с адреса 0100H до 0120H в новые адреса ОЗУ с C100H до C120H. В этом случае

должна соблюдаться следующая последовательность нажатия клавиш:

7 0200 0120 C100

Копирование завершается с появлением двух единичек на индикаторе А. Это значит, что МОНИТОР ожидает ввода следующей директивы.

Проверить копирование данных можно с помощью другой вспомогательной программы сравнения данных двух областей. Ее пусковой адрес 03B2H. У этой программы три параметра: начальный и конечный адреса исходной программы и начальный адрес копии. В продолжение примера с копированием МОНИТОРа приведем последовательность нажатия на клавиши:

7 03B2 0100 C100

При совпадении исходной программы и копии на всех индикаторах появляются единички. При несовпадении эталона и копии высвечивается адрес с ошибкой копии. При этом возможно исправление ошибки и последующее сравнение данных. Чтобы скопированная программа могла быть запущена в новых адресах, ее нужно скорректировать с помощью вспомогательной программы-корректора. Ее пусковой адрес 025FH. У программы три параметра: начальный и конечный адреса исходной рабочей программы и начальный адрес корректируемой программы. Для нашего примера с МОНИТОРОМ это будет выглядеть так:

7 025F 0100 C100

Завершается работа программы появлением единичек на индикаторе А. Если скорректированная программа будет использоваться на другом компьютере, например «МИКРО-80», в адресном пространстве, которое отсутствует в микроЭВМ минимальной конфигурации, то для ее подготовки используется суперкорректор,

запускаемый с адреса 02E5H. Параметры суперкорректора: начальный и конечный адреса рабочей программы. Пример с МОНИТОРОМ — рабочая программа подготавливается для работы в F100H — F120H:

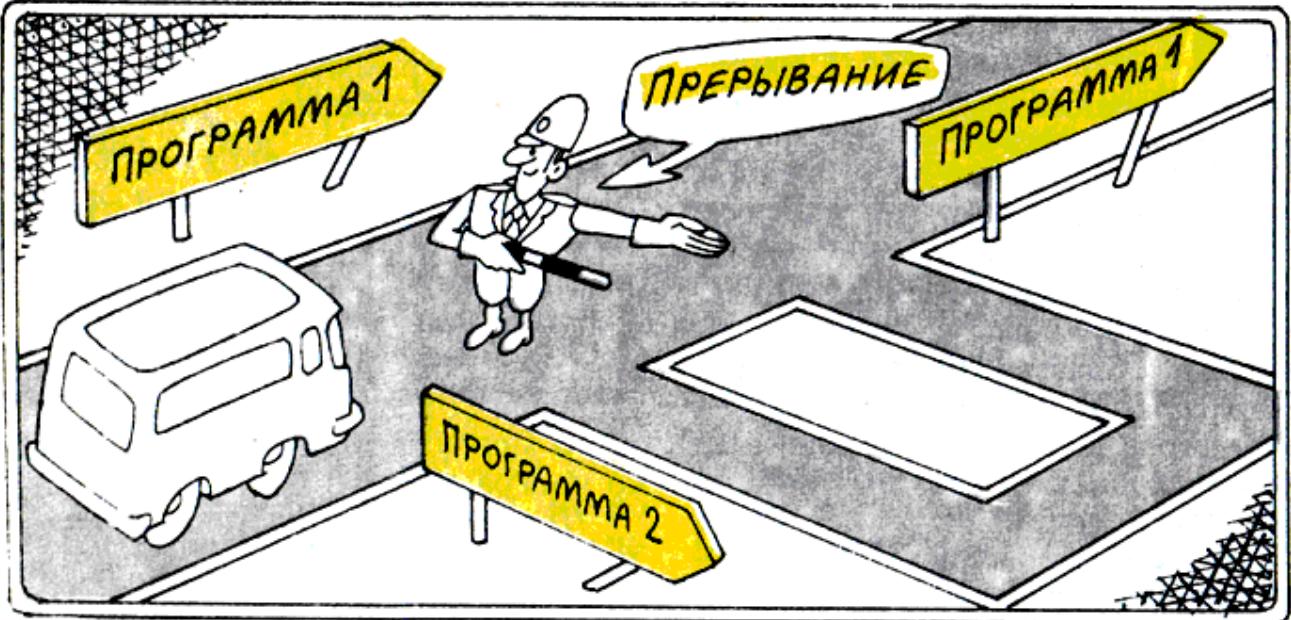
7 02E5 C120 F100

Завершается работа программы появлением единичек на индикаторе А. При отладке программ может возникнуть необходимость вставки или удаления отдельных байтов. Для этого можно использовать несколько программ.

*Программа вставки байта* — пусковой адрес 035EH. Параметры программы: адрес того места программы, где необходимо вставить байт, и адрес конца программы. Программа удаления байта — пусковой адрес 0388H. Параметры программы: адрес удаляемого байта и адрес конца программы. Программа завершается просмотром оставшейся части программы после адреса удаленного байта.

*Программа замены адресов* — пусковой адрес 0309H. После пуска программы вводятся начальный и конечный адреса рабочей программы, а затем старый и новый адреса. Завершается исполнение программы выходом в МОНИТОР и появлением единичек на индикаторе А.

Завершим описание вспомогательных программ МОНИТОРа программой индикации *регистров микропроцессора*. Эта программа может использоваться при отладке, для чего в отлаживаемую программу с помощью программы вставки байта производится вставка трех байт CD DD03. После пуска в требуемом месте отлаживаемой программы происходит остановка, а на индикаторах отображается содержимое регистров HL и ячейки памяти с адресом HL. При нажатии на любую клавишу индицируется содержимое остальных



регистров. Выводится оно на индикатор А в следующей последовательности: AF, BC, DE. Затем происходит исполнение программы.

При нажатии кнопки «3» запускается директива тестирования дисплея микроЭВМ. После пуска директивы на всех индикаторах дисплея выводятся последовательно все шестнадцатеричные цифры от 0 до F.

Как уже отмечалось, в МОНИТОР встроена программа часов, работающая в режиме прерывания, что позволяет привязывать программы к реальному времени.

Теперь сделаем краткое отступление и расскажем, что такое прерывание в микроЭВМ. Все команды микропроцессор выполняет в том порядке, в котором они расположены в памяти. Это значит, что никакое вмешательство пользователя не может оказывать воздействие на ход выполнения программы, по которой уже начал работать микропроцессор (кроме, конечно, сброса микроЭВМ в начальное положение). Система прерывания позволяет изменять ход выполнения программы на основании сигналов, поступающих в микропроцессор. После поступления прерывания выполнение основной программы прекращается и управление передается другой программе. Как только работа по другой программе завершится, будет осуществлен переход к прерванной программе и продолжится ее нормальное выполнение. Сигнал прерывания, поступающий в микропроцессор, асинхронный. В

нашей микроЭВМ такими сигналами являются импульсы, поступающие каждую секунду от датчика времени, который выполнен на микросхеме К176ИЕ5, состоящей из генератора импульсов частотой 32768 Гц и делителя с коэффициентом деления  $2^{15}$ .

В процессе обработки прерывания, запрос на которое уже, предположим, поступил от датчика секунд, можно выделить следующие этапы обработки прерывания.

1. Вывод 14 микропроцессора KP580BM80A перешел в состояние логической 1, что означает наличие запроса на прерывание.

2. Микропроцессор принял запрос на прерывание, и на его выводе 16 установился уровень логического нуля.

Когда на выводе 16 устанавливается логический нуль, микропроцессор игнорирует все запросы на прерывания, поступающие на его вход. В системе команд микропроцессора есть две специальные команды: запрета прерываний DI и разрешения прерываний EI. С помощью этих команд можно менять состояние вывода 16 микропроцессора. После сброса микропроцессора в начальное состояние вывод 16 переводится в состояние логического нуля. Это означает, что после начальной установки микропроцессор игнорирует все запросы на прерывания. Единственный способ разрешить прерывание — заставить микропроцессор выполнить команду EI.

После выполнения этой команды на выводе 16 появляется логическая 1. Именно поэтому после начальной остановки одной из первых в МОНИТОРе выполняется команда EI, разрешающая прерывание.

После этого первый же секундный импульс установит уровень логического 0 на выводе 16 и микропроцессор не будет воспринимать запросы на прерывание. В тот же момент из слова состояния формируется управляющий сигнал «Подтверждение прерывания» — ППР. Однако поскольку ни одно устройство ввода/вывода и памяти не активировано этим сигналом, то на шине данных будет действовать код команды FFH (команды RST7), который и определит адрес перехода 0038H (подпрограмма прерывания) — программу часов. В нашей микроЭВМ организовано лишь одноуровневое прерывание по команде RST7.

Итак, по адресу 0038H осуществляется переход на подпрограмму часов, в которой программно организованы счетчики секунд, минут и часов. Соответствующие им ячейки памяти имеют адреса C3FDH, C3FEH и C3FFH. Завершается программа часов командой EI, и на выводе 16 микропроцессора снова устанавливается логическая 1. Прерванная программа продолжает работу.

В МОНИТОРе имеется *директива начальной установки времени*. После нажатия кнопки «С» прерывания запрещаются. Затем следует набрать адрес ячейки памяти C3FDH и последовательно ввести значение секунд, минут и часов. После этого по сигналам точного времени надо нажать кнопку «Уст», пустив тем самым часы и разрешив прерывания.

Имеется в МОНИТОРе и *директива индикации времени*, для чего достаточно нажать кнопку «В». При этом на индикаторе HL выводятся часы и минуты, а на индикаторе A — секунды. Точность хода часов определяется стабильностью кварцевого генератора.

В состав МОНИТОРа входят ряд подпрограмм ввода/вывода, которые могут быть использованы при составлении программ. Перечислим эти подпрограммы и правила обращения с ними.

1. Подпрограмма записи байта на магнитофон, обращение с помощью команды RST1 (код CF). Код выводимого символа должен храниться в регистре А.

2. Подпрограмма ввода байга с клавиатуры — обращение с помощью команды RST2 (код D7). После возврата из подпрограммы код клавиатуры находится в регистре А микропроцессора.

3. Подпрограмма задержки на секунду — обращение с помощью команды RST3 (код DF).

4. Подпрограмма чтения клавиатуры (проверка активности клавиатуры) — обращение через RST4 (код E7).

5. Подпрограмма индикации содержимого регистра HL и А на индикаторах дисплея микроЭВМ — обращение через команду RST5 (код EF).

6. Подпрограмма ввода двух байтов с клавиатуры в регистр DE — обращение через команду RST6 (код F7).

7. Подпрограммы сравнения адресов, хранимых в регистровых парах DE и BC, — пусковой адрес 0194H и в регистровых парах HL и DE — пусковой адрес 0259H.

8. Подпрограмма чтения байта с магнитофона — пусковой адрес 0128H. После возврата из подпрограммы код считанного символа находится в регистре А микропроцессора.

Эти подпрограммы помогут вам упростить разработку новых программ. Заметим, что для унификации обмена программ с «МИКРО-80» подпрограммы обслуживания кассетного магнитофона (записи и чтения байта) идентичны тем, что использованы в МОНИТОРе «МИКРО-80».

Поясним применение приведенных выше подпрограмм на таком примере. Предположим, что необходимо написать программу занесения констант в заданную область памяти. Входным параметром этой программы являются начальный и конечный адреса области памяти, в которую заносится константа. Алгоритм этой программы представлен в виде структурной схемы на рисунке 55.

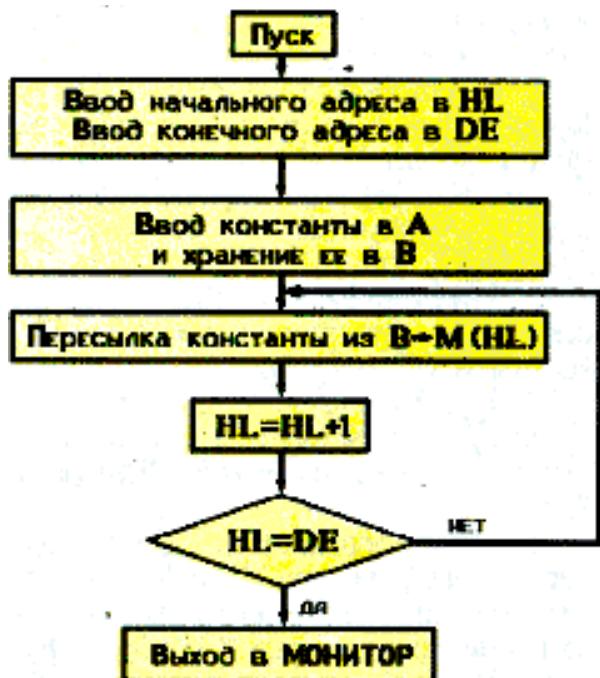


Рис. 55. Алгоритм программы занесения константы.

При написании программ удобно составить бланк (листинг), позволяющий представить

программу в трех ракурсах: колонка адресов, колонка объектных кодов, колонка меток и мнемонических (ассемблерных) кодов, однозначно определяющих работу программы на уровне команд, и колонка комментариев. Подобная форма записи программ позволяет не только понять работу программы (колонка комментариев), но и разобраться в структуре программы (колонка меток и операций). Колонка кодов может быть непосредственно введена в ОЗУ микроЭВМ. Такой листинг изображен далее в виде таблицы 7.

Для ввода кодов программы следует воспользоваться директивой «1». Затем проверить ввод директивой «2» и, наконец, осуществить пуск программы директивой «6». После нажатия кнопки «6» необходимо ввести начальный и конечный адрес ОЗУ, затем ввести константу. По окончании работы программы на правом индикаторе появляются единички.

Проверить результат работы программы можно с помощью директивы «5», просмотрев ту область памяти, куда была занесена константа. Этую программу можно затем сохранить для дальнейшего использования, записав ее на магнитофонную ленту.

Контрольная сумма программы 0800Н.

### 7. Листинг программы занесения константы в ОЗУ

Адреса	Коды	Метки	Мнемоника	Комментарий
C000H	F7		RST6	Ввод начального адреса в регистр DE
C001H	EB		XCHG	Пересылка DE в HL
C002H	F7		RST6	Ввод конечного адреса в регистр DE
C003H	D7		RST2	Ввод константы в регистр А
C004H	47		MOV B,A	Пересылка константы из А в В
C005H	70	M:	MOV M,B	Пересылка константы из В в ОЗУ
C006H	CD		CALL 0259	Обращение к подпрограмме сравнения в HL и DE МОНИТОРа
C007H	59			
C008H	02			
C009H	23		INX H	Увеличение адреса на единицу HL = HL + 1
C00AH	C2		JNZM	Проверка условия; если условие не выполняется, то переход на метку M
C00BH	05			
C00CH	C0			
C00DH	C7		RST0	Выход в МОНИТОР по адресу 0000H

В качестве еще одного примера приведем игровую программу «Лабиринт». Распечатка этой программы приведена далее в таблице 8 (с. 116). Дадим некоторые пояснения. «Лабиринт» — это поле размером 16 × 16 клеток, заполненное препятствиями. Координаты препятствий вводятся в виде отдельного набора данных с адреса

C200H. Вариант расположения препятствий приведен в виде распечатки игрового поля. Смысл игры заключается в следующем. Необходимо, мысленно представив поле размером 16 × 16, пройти кратчайшим путем от нижнего правого угла (координаты FFH) к верхнему левому углу (00H).

Управление движением осуществляется с помощью четырех кнопок: «1» — движение на одну клетку влево; «2» — движение на одну клетку вправо; «3» — движение на одну клетку вверх; «4» — движение на одну клетку вниз.

Каждый ход сопровождается коротким звуковым сигналом. Если на пути встречается препятствие, то сигнала не будет, но шаг засчитывается. Число

шагов выводится на индикаторы HL, а координаты движения выводятся на индикатор A. Сигнализация о правильности хода в лабиринте производится с помощью магнитофона, включенного на запись (с остановленной лентой). Пуск программы осуществляется директивой «6» с последующим нажатием на любую клавишу.

## СБОРКА И НАЛАЖИВАНИЕ МИКРОЭВМ

МикроЭВМ лучше всего собирать на плате из фольгированного стеклотекстолита. Расположение микросхем показано на рисунке 56. Общий провод и цепь питания + 5 В лучше сделать печатным способом проводниками максимальной ширины, а остальные монтажные соединения — тонким изолированным проводом. В местах соединения печатных проводников с выводами питания микросхем подключите блокировочные конденсаторы емкостью 0,22... 0,68 Мкф. Для уменьшения паразитных связей и

наводок монтажные провода надо проложить по кратчайшим путям между соседними соединяемыми выводами микросхем и не связывать в жгут. Удобно использовать обмоточный провод марки ПЭПЛОТ или ПЭВТЛК. Для соединения микроЭВМ с периферийными устройствами установите на плате разъем типа СНПЗ4 или контактные штыри. Последние, будучи подключены к печатным проводникам платы общего провода и шине + 5 В, соединяются с клеммами источника питания проводами большого сечения.

В микроЭВМ можно применить клавиатуру, в которой каждая клавиша связана с контактами, работающими на замыкание. Например, от микрокалькулятора. Возможно размещение клавиатуры и на плате микроЭВМ. Для уменьшения количества соединительных проводов индикаторы дисплея постарайтесь разместить на печатной плате. Возможны и другие варианты конструкции.

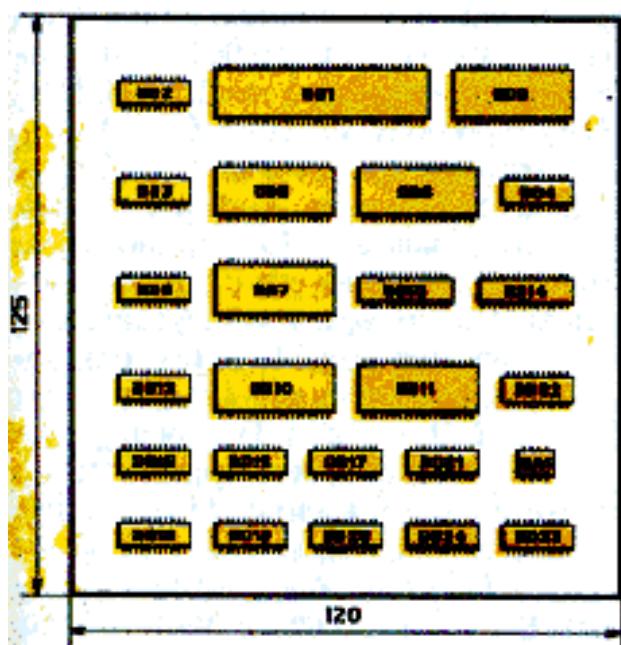


Рис. 56. Размещение элементов на плате.

Интегральные микросхемы серии K155 можно заменить их функциональными аналогами серий K133, K555, K531. Микросхемы буфера шины адреса KP580ИР82 можно заменить микросхемами K589ИР12 или двумя микросхемами K589АП16. ОЗУ можно собрать практически на любых микросхемах памяти. Если применяемые микросхемы ОЗУ имеют разделительные вход и выход, то эти выводы соединяют вместе.

Хотя наш первый модуль и отличается предельной простотой, однако наличие в нем тесной взаимосвязи между аппаратными средствами и программным обеспечением приводит к тому, что даже незначительную неисправность в аппаратуре или в программном обеспечении микроЭВМ сможет устранить только специалист.

Начать отладку микроЭВМ целесообразно с проверки омметром всех связей на монтажной плате и устранения выявленных дефектов монтажа. С особой тщательностью проверьте электрические связи между выводами питания микросхем и контактами источника питания. Щупами омметра касайтесь непосредственно выводов микросхем — это поможет обнаружить дефекты пайки. Затем проверьте питающие напряжения на выводах микропроцессора и на других микросхемах модуля.

Следующий этап — проверка схемы формирования синхроимпульсов. Для этого вам понадобится осциллограф. Убедившись в наличии на выводах микропроцессора синхроимпульсов Ф1 и Ф2, переходите к проверке работы блока центрального процессора при постоянно действующей на шине данных команде NOP (00H). Код команды 00 принудительно подают на шину данных с помощью перемычек. При этом на

адресной шине должен происходить последовательный перебор всех адресов. Проконтролировать его можно с помощью осциллографа. Сигналы на адресной шине в этом случае должны иметь форму симметричных прямоугольных импульсов, причем частота их должна уменьшаться вдвое при увеличении номера разряда на единицу. Если команда NOP работает правильно, можно переходить к проверке и налаживанию остальных блоков микроЭВМ. Для этого соедините вывод 3 микросхемы DD2 с общим проводом и убедитесь в наличии уровня логической 1 на выводе 24 микропроцессора, что свидетельствует о том, что он находится в состоянии ожидания. Нажав на кнопку «Уст», проверьте на всех линиях шины адреса нулевого уровня, а на линиях шины данных — двоичного кода 0011 0001, записанного в нулевой ячейке МОНИТОРа (микросхема ПЗУ DD10).

Имитировать сигнал выборки индикатора можно, отключив провод от вывода 10 микросхемы DD12.3 и соединив его с общим проводом. На правом крайнем индикаторе появится код 31. Затем отключите провод от вывода 13 микросхем DD18 и DD19 — код 31 появится на среднем индикаторе. Припаяйте на место провод к выводу 13 и, отключив провод от вывода 14 микросхем DD18 и DD19, проследите за индикацией кода 31 на левом индикаторе. Затем припаяйте на место все отключенные от микросхем DD18 и DD19 провода, а микросхему DD10 выньте из панельки или отключите провод от вывода 20.

Отключив провод от вывода 8 микросхемы *DD22*, можно сымитировать подачу сигнала выборки клавиатуры. Нажимая на различные клавиши, убедитесь в индикации на правом индикаторе кодов нажатых клавиш. Восстановите провод, подключенный к выводу 8 микросхемы *DD22*. Снимите перемычку, подключенную к выводу 3 микросхемы *DD1*. Вставьте в панельку микросхему ПЗУ *DD10*. Соберите на отдельной плате узел (рис. 57) и проверьте с его помощью по цикловое исполнение программы МОНИТОР микропроцессором. При однократном нажатии на клавишу «Шаг» микропроцессор переходит в состояние ожидания, что позволяет на индикаторах дисплея контролировать считываемые из ПЗУ коды и их исполнение.

Для исключения влияния сигнала прерывания провод от вывода 14 микропроцессора (*DD1*) отключите.

Нажав кнопку «Уст» и последовательно нажимая кнопку «Шаг», проконтролируйте выполнение первых команд МОНИТОРа. В частности, после девяти нажатий на правом индикаторе должны появиться две единички, при этом на адресной шине должен быть код адреса 9000H, а на шине управления — активный сигнал ЗПЗУ. Если обнаружатся несоответствия, проверьте, нет ли замыканий между линиями шин адреса, данных или другими сигнальными линиями.

После устранения обнаруженных неисправностей, добившись исполнения первых команд МОНИТОРа в шаговом режиме, отключите дополнительный узел. Вывод 10 микросхемы *DD12.3* подсоедините к соответствующему проводу, отключив его от общего провода.

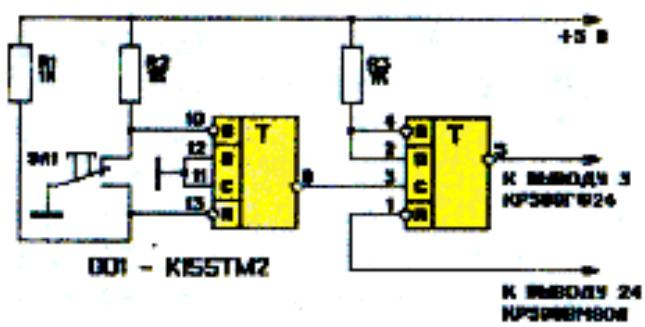
После этого можно перейти к проверке микроЭВМ в динамике. Нажав на кнопку «Уст», убедитесь в появлении двух единичек на правом индикаторе. Затем нажмите клавишу «3» и проверьте, как проходит тест индикации.

Нажав на клавишу «4», протестируйте ОЗУ, а затем и работу директив с памятью, последовательно проверяя запись данных в ОЗУ с адреса C000H (директива «1»), чтение данных из ОЗУ с любого адреса (директива «5»). Если все эти директивы не выполняются, то наберите программу заполнения константой (она вводится с клавиатуры) адресного пространства, задаваемого также с клавиатуры.

С помощью этой же программы можно проверить и исполнение директивы пуска программы с любого адреса.

Восстановите провод, идущий к выводу 14 микропроцессора, и, нажав клавишу «В», проверьте индикацию времени, смену показаний на правом индикаторе каждую секунду. Опробуйте директиву установки времени «С». Пуск часов производите по сигналам точного времени нажатием кнопки «Уст». Затем переходят к проверке директивы работы с кассетным магнитофоном.

Для проверки директивы «9» вам понадобится осциллограф. Соедините выход 9 микросхемы DD4.2 с входом Y, нажмите на клавишу «9» и наберите адреса D000H — DFFFH.



**Рис. 57. Схема отладочного узла.**

На экране должна появиться непрерывная последовательность импульсов. При этом тон фонограммы, которая записана на магнитофон, должен быть все время одним и тем же. Записанную на магнитофон информацию используют для проверки работы формирователя импульсов на микросхеме *DA1*.

Затем включите магнитофоны на воспроизведение и проверьте с помощью осциллографа наличие на выводе 6 микросхемы *DA1* последовательности прямоугольных импульсов.

После этого опробуйте запись и чтение программы, занесение константы в задаваемое адресное пространство. Заметим, что проверка микроЭВМ требует таких больших усилий далеко не всегда. Как показывает опыт, если все детали исправны и при монтаже не было

допущено ошибок, то микроЭВМ начинает работать сразу же после сборки.

Для того чтобы вы могли убедиться в том, что собранный вами компьютер работает, мы предлагаем вам на выбор несколько простых, но увлекательных игровых программ (см. табл. 8).

1. Программа «Реакция» загружается директивой «1» с C000H по C05DH. После пуска программы директивой «6» нажмите клавишу «0», а затем еще раз на любую клавишу, при этом на всех индикаторах дисплея появляется «FF». Сразу после того, как цифры на индикаторе начинают бежать, вы должны нажать на кнопку «Уст». Цифра на дисплее индикатора охарактеризует вашу реакцию. Чем она меньше, тем реакция лучше.

2. Программа «Гамма» загружается директивой «1» с C000H по C082H.

## 8. Коды игровых программ

### a. Коды игры «Лабиринт»

.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.A	.B	.C	.D	.E	.F
0000 00 00 00 E7 C6 00 C2 0E C0 26 C2 C3 10 C0 26 C1	0010 2E FF 7D 32 F5 C0 32 F6 C0 32 00 90 11 00 00 EF	0020 E7 3D CA 33 C0 FE 01 CA 42 C0 FE 02 CA 64 C0 C3	0030 52 C0 00 3A F6 C0 D6 10 32 F6 C0 DA 8E C0 C3 76	0040 C0 00 3A F6 C0 C6 10 32 F6 C0 DA 8E C0 00 C3 76	0050 C0 00 3A F6 C0 C6 01 32 F6 C0 CD C6 C0 DA 8E C0	0060 C3 76 C0 00 3A F6 C0 D6 01 32 F6 C0 CD C6 C0 DA	0070 8E C0 C3 76 C0 00 6F 7E C6 00 C2 8E C0 00 3A F6	0080 C0 32 F5 C0 32 00 90 CD D5 C0 C3 9C C0 00 3A F5	0090 C0 32 F6 C0 32 00 90 F5 C3 A5 C0 00 3A F5 C0 C6	00A0 00 CA B7 C0 F5 7B 3C 27 5F D2 AF C0 7A 3C 57 F1	00B0 EB EF EB C3 20 C0 00 CD D5 C0 DF 00 DB A0 C6 00	00C0 CA B7 C0 C3 03 C0 C9 C1 79 E6 10 CA D1 C0 37 78	00D0 C9 37 3F 78 C9 D5 E5 1E 01 16 50 21 FF 00 7B D3	00E0 A1 CD EF C0 2F 5F 2B 7C B5 C2 DE C0 E1 D1 C9 42	00F0 05 C2 F0 C0 C9 D2 D2 21 C0 C2 3E FF EF E7 EF DF

## **6. Коды поля игры «Лабиринт»**

• 9 • 10 • 11 • 12 • 13 • 14 • 15 • 16 • 17 • 18 • 19 • A • B • C • D • E • F

### **в. Коды игры «Реакция»**

.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 .A .B .C .D .E .F

0000	D7	FE	00	CA	27	C0	FE	01	CA	22	C0	FE	02	CA	21	C0
0010	FE	03	CA	31	C0	FE	04	CA	36	C0	FE	05	CA	3B	C0	C3
0020	40	C0	06	0B	C3	41	C0	06	0E	C3	41	C0	06	07	C3	41
0030	C0	06	08	C3	41	C0	06	10	C3	41	C0	06	0D	C3	41	C0
0040	06	0F	3E	FF	21	FF/FF	EF	DF	05	C2	47	C0	3E	00	21	
0050	00	00	EF	23	00	00	C3	51	C0	00	C0	C3	19	C0	00	01

#### **г. Коды музыкальной программы «Гамма»**

.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 A B C D E F

#### д. Коды игры «Крестики-нолики»

. 0 . 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 . 8 . 9 . A . B . C . D . E . F

0000	3E	09	32	00	90	D7	CD	1A	C0	C3	47	C0	00	00	00	00	00
0010	7A	CD	1A	C0	7A	CD	1A	C0	C7	00	06	01	90	C2	22	C0	
0020	3E	08	4F	32	00	90	D7	57	1E	04	[9	93	CA	32	C0	F2	
0030	35	C0	2E	08	85	6F	7A	95	CA	45	C0	00	00	26	73	7C	
0040	32	00	90	EF	76	79	C9	FE	01	CA	5E	C0	FE	03	CA	5E	
0050	C0	FE	05	CA	5E	C0	FE	07	CA	5E	C0	C3	10	C0	79	CD	
0060	1A	C0	90	C3	3D	C0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	

Пуск программы осуществляют директивой «7» с адреса C03EH. После ввода пускового адреса необходимо ввести длительность звучания нот и интервал пауз между нотами в виде 2-разрядных шестнадцатеричных цифр в диапазоне от 01-FFH. Прослушивают гамму, подключив вход магнитофона, включенного на запись, к разъему интерфейса.

3. Программа «Крестики-нолики» загружается директивой «1» с C000H по C065H. Поле игры в виде 9 клеток пронумеровано так, как показано на схеме. После пуска программы директивой «6» на крайнем справа индикаторе появляется цифра «09» — это первый ход микроЭВМ, которая всегда

начинает первой и ходит с центра. Место вашего нолика вы вводите с клавиатуры, указав номер клетки поля. Сначала вы можете и проиграть микроЭВМ, в этом случае на дисплее появится код «73». В случае ничьей индицируется код «11».

Схема нумерации клеток поля игры  
«Крестики-нолики»

01	02	03
08	09	04
07	06	05

#### ЕСЛИ ЕСТЬ НЕ ВСЕ ДЕТАЛИ

Если у вас не окажется некоторых микросхем процессорного модуля, не отчайвайтесь. Возможна замена их на другие, более доступные. Микросхему KP580BM80A можно заменить на K580ИК80, схема ее включения приведена на рис. 58, микросхему DD8 KP580BK38 — на KP580BK28, цоколевка у них полностью совпадает. Вместо регистров KP580ИР82 (DD5 и DD6) можно поставить микросхемы K589ИР12. Схема включения названных микросхем приведена на этом же рисунке.

Фрагмент схемы процессорного модуля, в котором вместо микросхем KP580ГФ24, KP580BK38 и KP580ИР82 используются только микросхемы 155-й серии, показан на рисунке 59. Генератор синхросерий в этом варианте выполнен на элементах DD1.1 и DD1.2. Импульсы с него поступают на вход делителя частоты, собранного на триггерах DD3.1 и DD3.2. Его коэффициент деления равен 4, поэтому частота кварца должна быть около 8 МГц.

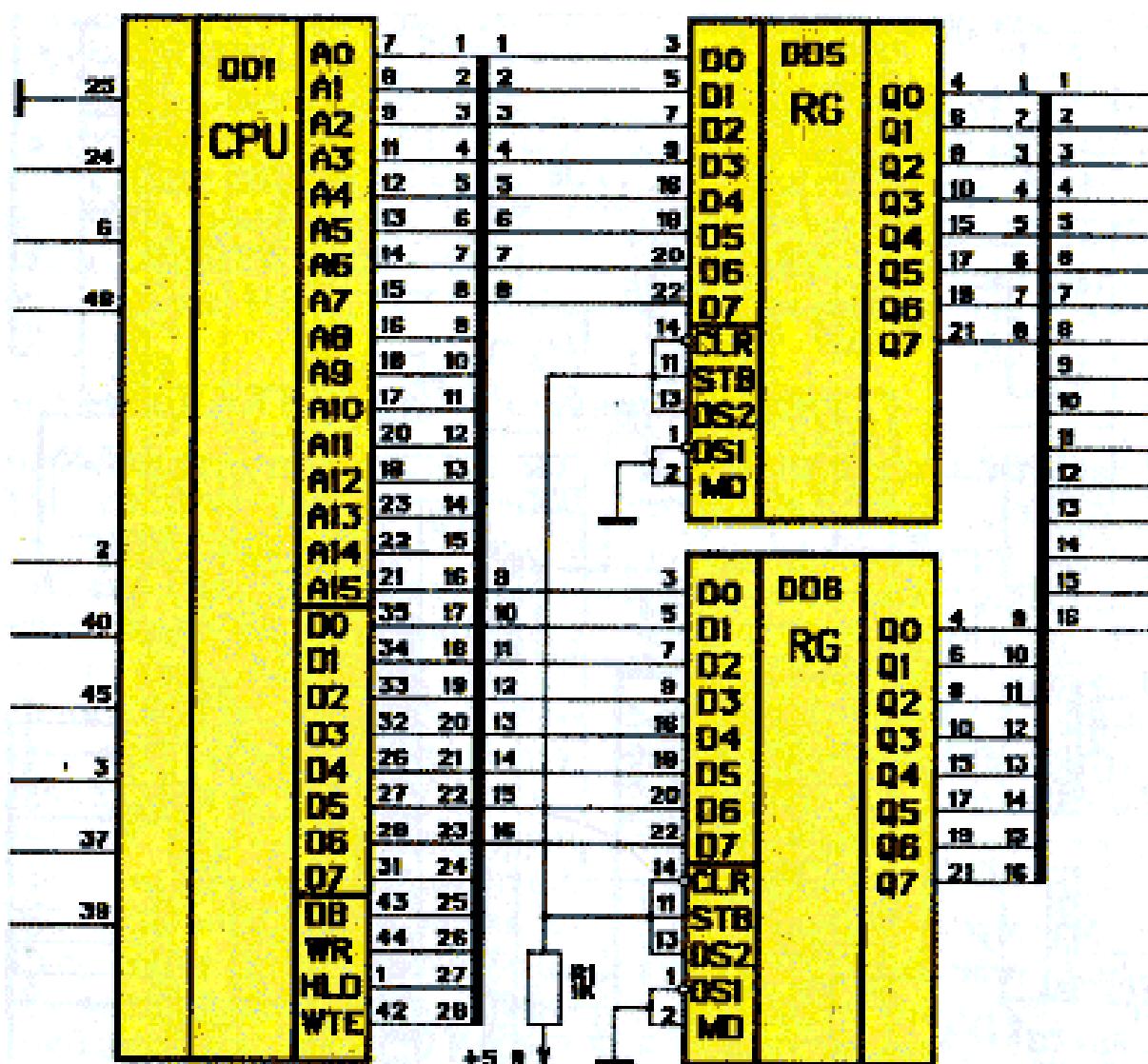
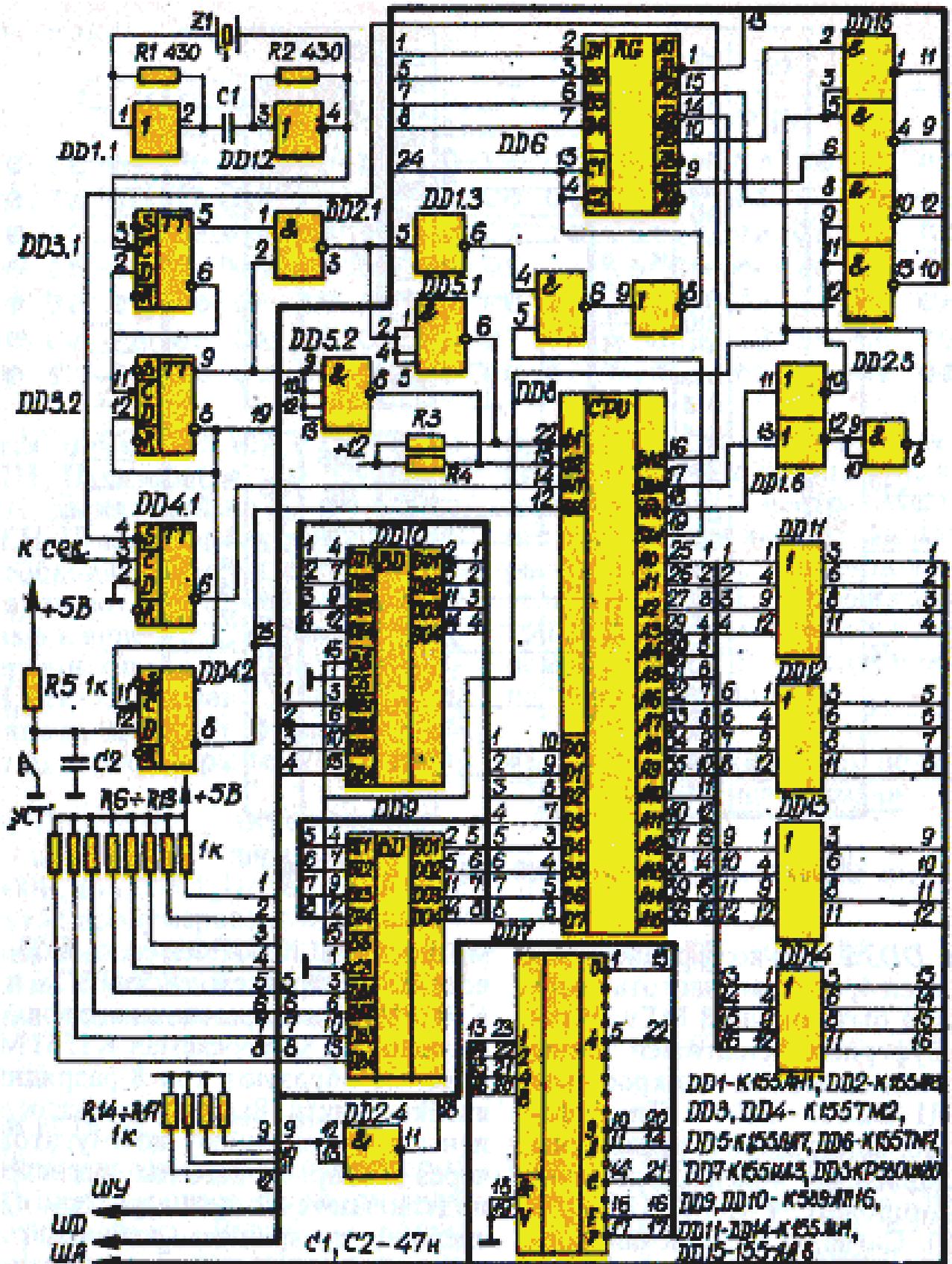


Рис. 58. Схема замены микропроцессора K580BM80A на K580ИК80.

В качестве буферных усилителей шины адреса использованы микросхемы K155ЛИ1 (*DD11* — *DD14*). Для буферирования шины данных применены двунаправленные 4-разрядные шинные формирователи K589АП16 (*DD9* и *DD10*). Сигналы управления формируются на основе байта состояния, выдаваемого микропроцессором на шину данных.

Альтернативный вариант клавиатуры и дисплея процессорного модуля представлен на рисунке 60. Число микросхем в нем заметно больше, но все они относительно доступны. В ПЗУ использована одна микросхема K573РФ1,

а в ОЗУ — восемь микросхем K565РУ2 или K132РУ1. Регистры индикаторов выполнены на микросхемах K155ТМ2, которые образуют три 8-разрядные ячейки памяти. Выходы их подсоединенны к 4-разрядному коммутатору, через который выходы регистров подключаются к дешифратору. Последний превращает двоичный 4-разрядный код в семисегментный шестнадцатеричный. Динамический режим индикации обеспечен с помощью генератора на микросхеме *DD14*, счетчика импульсов (*DD16*, *DD17*), дешифраторов управляющих импульсов (*DD14*, *DD15*) и ключей на транзисторах



**Рис. 59. Схема процессорного модуля альтернативного варианта.**

*VT1 — VT6.* Заметим, что в содержимом дешифратора семисегментного кода (см. табл. 2) все единички надо заменить на нули и наоборот. Связано это с инверсией информации микросхемами K155ЛА8 в шине данных. В качестве индикаторов в данном случае могут быть использованы люминесцентные

индикаторы ИВ-3, ИВ-6 либо индикаторные панели ИВ-18 или ИВ-21.

В клавиатуре используется простейший диодный дешифратор. Нажатие на любую клавишу приводит к формированию соответствующего двоичного кода за счет набора диодных перемычек.

## БИБЛИОТЕЧКА ПРОГРАММ ВЫЧИСЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ

Теперь, когда первый модуль микроЭВМ собран, можно перейти к более серьезному программному обеспечению. Предлагаем вам библиотечку подпрограмм, которые помогут в выполнении не только простейших математических операций, но и при вычислении тригонометрических, показательных и логарифмических функций. Оперирует она и числами с плавающей запятой. Словом, ваша микроЭВМ научится делать все то же, что и программируемый микрокалькулятор. Занимает библиотечка всего 2 Кбайта ОЗУ.

Для работы программы используются ячейки памяти с адресами C361-C37F. В них заносятся исходные данные, промежуточные вычисления и окончательный результат. Исходные данные записываются в форме однобайтных и двухбайтных чисел с фиксированной запятой в прямом коде. Знак числа записывается в старшем разряде. Если в нем записан «0», то число положительное, а если «1» — отрицательное. У двухбайтного числа в 15-м разряде записывается бит знака, а в 14-м — бит переполнения. Диапазон представления чисел однобайтных от FFH до 7FH или от - 127 до + 127, а двухбайтных — от BFFFH до 3FFFH (от - 16383 до + 16383).

Для чисел с плавающей запятой используются трехбайтные числа. Первый их байт определяет порядок,

второй и третий — мантиссу. Двоичное число, представляющее в формате с плавающей запятой, можно вычислить по формуле:  $D = (-1)^s * 2e(-1)^p * f$ , где  $p$  — значение знакового бита порядка,  $s$  — бит знака (если  $s=0$  — число положительное, а если  $s=1$  — отрицательное),  $e$  — значение порядка,  $f$  — значение мантиссы.

Порядок показывает число двоичных позиций, на которые нужно сдвинуть мантиссу, чтобы число в ячейках памяти было представлено в форме нормализованного числа, которое меньше единицы, с первым значащим разрядом после запятой. Если знак порядка «0», то мантисса сдвигается влево, а если знак порядка «1», то вправо. Диапазон представления чисел в этом случае составляет от  $10^{-35}$  до  $10^{35}$ .

Подпрограммы библиотечки делятся на основные и обслуживающие. Знакомство с ними начнем с последних.

*Первая обслуживающая подпрограмма* — нормализация мантиссы. Трехбайтное число из ячеек памяти C371H, C372H, C373H извлекается и нормализуется путем поразрядного сдвига мантиссы. При этом сдвиг мантиссы на 1 бит вправо сопровождается увеличением порядка на единицу, а сдвиг мантиссы на 1 бит влево — уменьшением порядка на единицу.

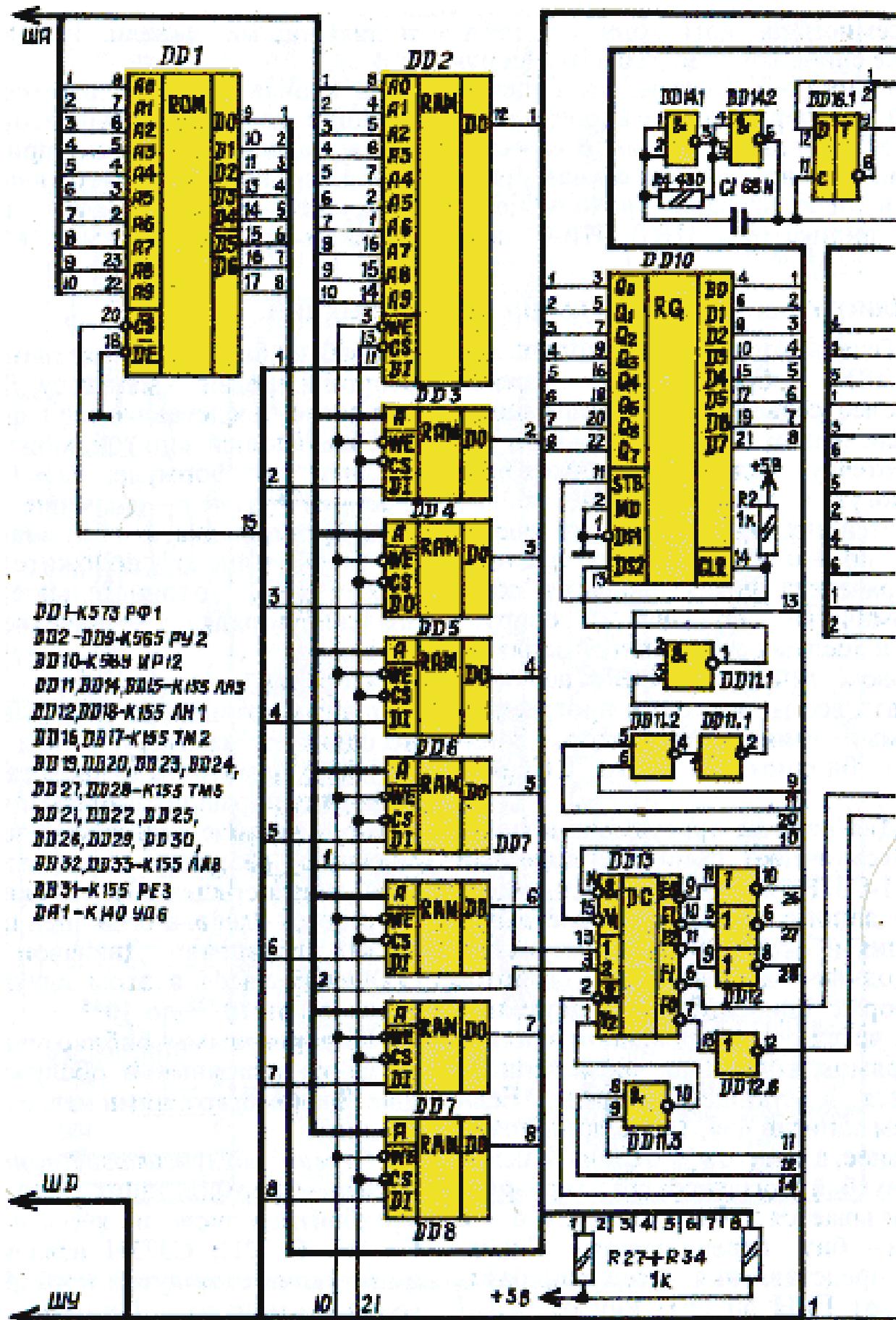
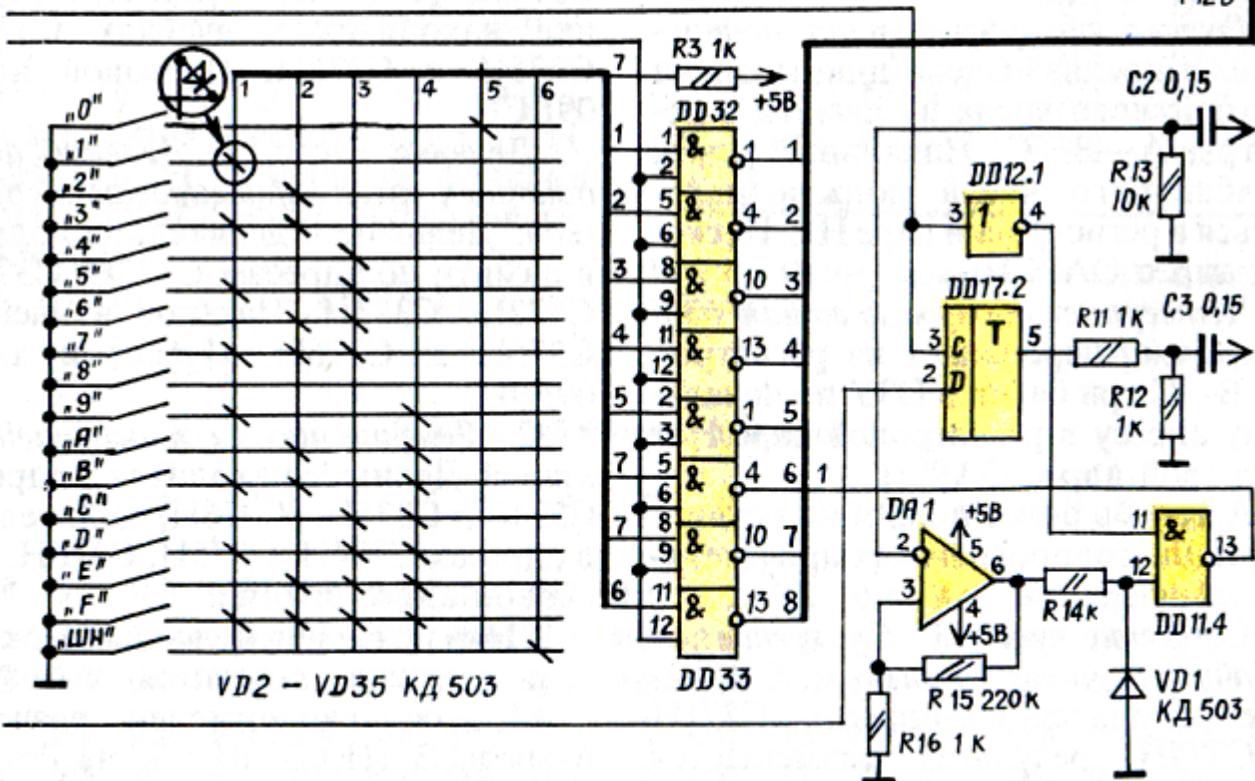
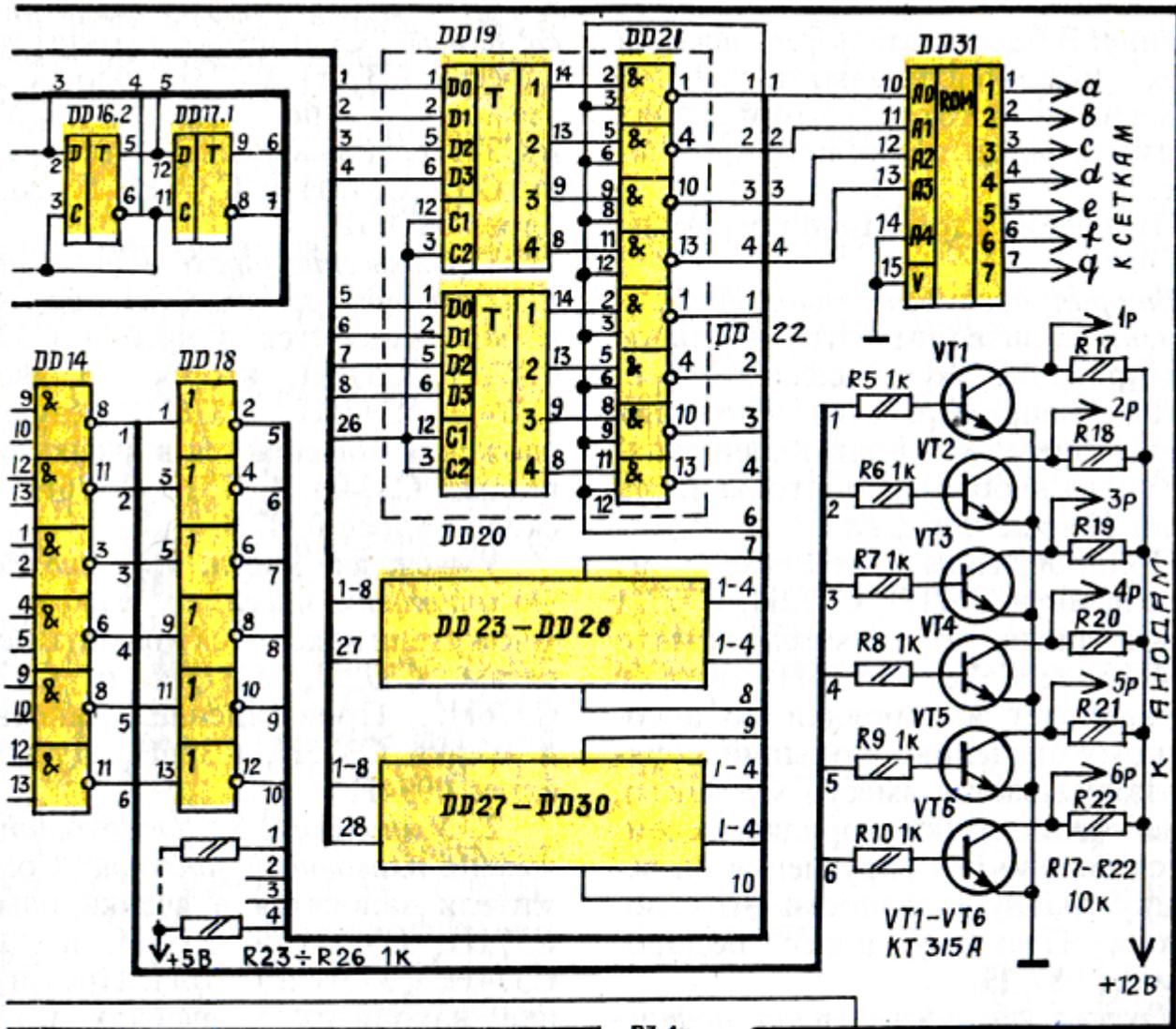


Рис. 60. Клавиатура и дисплей (альтернативный вариант).



В результате нормализации в исходные ячейки памяти записывается число, у которого 14-й разряд мантиссы равен нулю, а 13-й — единице.

Пусковой адрес подпрограммы 092DH.

*Вторая обслуживающая подпрограмма* производит относительное нормирование двух чисел. Это требуется, например, для сложения чисел в формате с плавающей запятой, когда необходимо, чтобы числа имели равные порядки.

Подпрограмма извлекает из ячеек памяти C371H, C372H, C373H первое число, а из ячеек памяти C374H, C375H, C376H — второе и сравнивает их порядки по абсолютному значению. Большой порядок записывается вместо меньшего, а число с меньшим порядком сдвигается вправо без округления на величину, равную разности этих порядков. Пусковой адрес подпрограммы 0877H.

*Третья обслуживающая подпрограмма* предназначена для передачи трехбайтного числа из памяти в регистры А—В—С. Начальный адрес трехбайтного числа должен находиться в регистровой паре HL. Пусковой адрес 0A8CH.

*Четвертая обслуживающая подпрограмма* пересыпает из регистров А—В—С три байта в ОЗУ по начальному адресу в регистровой паре HL. Пусковой адрес 0A92H.

А теперь более подробно остановимся на подпрограммах арифметических операций.

**Сложение чисел.** 1. *Сложение однобайтных чисел со знаком.* Слагаемые находятся по адресам C371H и C374H, результат размещается в ячейке ОЗУ C374H. Пусковой адрес 0849H.

2. *Сложение двухбайтных чисел со знаком.* Слагаемые находятся по адресам C372H, C373H (первое слагаемое) и по

адресам C375H и C376H, сумма размещается в ячейки ОЗУ C375H и C376H. Пусковой адрес 08DDH.

3. *Сложение трехбайтных чисел с плавающей запятой.* Первое слагаемое заносится в ячейки C371H, C372H, C373H, второе — в ячейки C374H, C375H, C376H, результат сложения помещается в ячейки с адресами C374H, C375H, C376H. Пусковой адрес 0987H.

**Умножение чисел.** 1. *Умножение двухбайтных чисел со знаком.* Сомножители находятся в памяти по адресам C372H, C373H и C375H, C376H. Произведение заносится в ячейки C375H, C376H. Пусковой адрес 0994H.

2. *Умножение трехбайтных чисел с плавающей запятой.* Сомножители заносятся в ячейки памяти C371H, C372H и C373H, а также C374H, C375H и C376H. Произведение находится в ячейках C374H, C375H и C376H. Пусковой адрес 09ECH.

**Деление чисел.** 1. *Деление двухбайтных чисел с фиксированной запятой.* Делимое и делитель находятся в памяти по адресам C375H, C376H, C372H, C373H. Частное в ячейках C375H и C376H. Пусковой адрес 09F9H.

2. *Деление чисел с плавающей запятой.* Делимое находится в адресах C374H, C375H, C376H, делитель — в адресах C374H, C375H, C376H. Пусковой адрес 0A6FH.

**Показательная функция.** Показатель степени заносится в ячейку C364, а основание степени в ячейки памяти C371H, C372H, C373H. Результат записывается в ячейки памяти C374H, C375H, C376H. Пусковой адрес 0B08H.

**Логарифмическая функция (натуральный логарифм).** Аргумент заносится в ячейки ОЗУ С361Н, С362Н, С363Н, а значение функции записывается в ячейки ОЗУ С368Н, С369Н, С36АН. Пусковой адрес 0В6ВН.

**Тригонометрические функции.** 1. Sin x ( $0 < x < \pi/4$ ). Аргумент заносится в ячейки ОЗУ C361H, C362H, C363H, а значение функции — C355H, C366H, C367H. Пусковой адрес 0C87H.

2. Cos x ( $0 < x < \pi/4$ ). Аргумент заносится в ячейки ОЗУ C361H, C362H, C363H, а значение функции— C365H, C366H, C367H. Пусковой адрес 0D32H.

3.  $\operatorname{Tg} x$  ( $0 < x < \pi/4$ ). Аргумент заносится в ячейки ОЗУ C361H, C362H, C363H, а значение функции в ячейки C374H, C375H, C376H. -Пусковой адрес 0E47H.

4. Ctg x ( $0 < x < \pi/4$ ). Аргумент заносится в ячейки ОЗУ C361H, C362H, C363H, а значение функции заносится по адресам C374H, C375H, C376H. Пусковой адрес 0F61H.

5. Arctg x ( $0 < x < 1$ ). Аргумент заносится в ячейки ОЗУ C361H, C362H, C363H, а значение функции C365H, C366H, C367H. Пусковой адрес 0E75H.

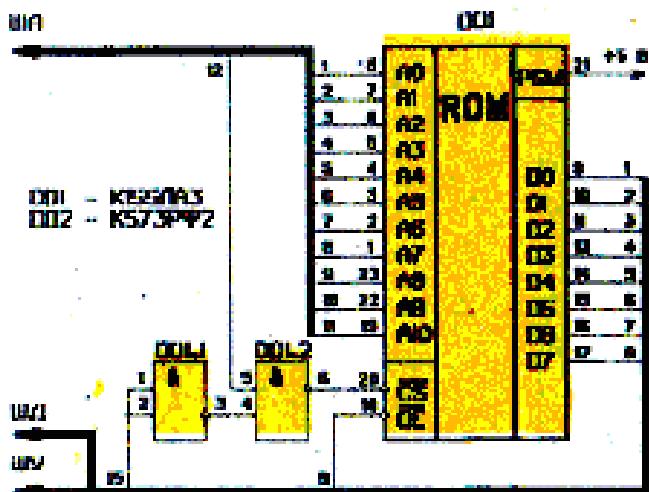
6.  $\text{Arcsin } x$  ( $-1 < x < 1$ ). Аргумент заносится в ячейки ОЗУ C361H, C362H,

С363Н, а значение функции С365Н, С366Н, С367Н. Пусковой адрес 0D47Н.

7. Arccos x (-1<x<1). Аргумент заносится в ячейки ОЗУ C361H, C362H, C363H, а значение функции— C365H, C366H, C367H. Пусковой адрес 0E40H.

8. Arcctg x (0<x<1). Аргумент заносится в ячейки ОЗУ C361H, C362H, C363H, а значение функции в ячейки ОЗУ C365H, C366H, C367H. Пусковой адрес 0F8FH.

Далее приведена распечатка кодов библиотечки программ (табл. 9). Схема подключения ПЗУ с библиотечкой изображена на рисунке 61.



**Рис. 61. Схема подключения ПЗУ с библиотечкой.**

## 9. Коды библиотечки программ

-9 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -A -B -C -D -E -F

0800	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0810	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0820	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0830	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0840	00	00	00	00	00	00	00	00	00	21	71	C3	0E	02	7E	A7	
0850	FA	63	08	0D	47	21	74	C3	7E	A7	FA	63	08	80	FA	6F	
0860	08	77	C9	E6	7F	2F	C6	01	0D	CA	5D	08	C3	54	08	2F	

0870	C6	01	F6	80	C3	61	08	21	74	C3	7E	A7	FA	83	08	47
0880	C3	8B	08	E6	7F	2F	C6	01	C3	7F	08	21	71	C3	7E	A7
0890	FA	9D	08	90	CA	CC	08	FA	CD	08	C3	A5	08	E6	7F	2F
08A0	C6	01	C3	93	08	4F	21	71	C3	7E	21	74	C3	77	23	7E
08B0	E6	7F	57	23	5E	97	7A	1F	57	7B	1F	37	3F	5F	0D	CA
08C0	C5	08	C3	B6	08	73	2B	7E	E6	80	B2	77	C9	2F	C6	01
08D0	4F	21	74	C3	7E	21	71	C3	77	23	C3	AF	08	21	73	C3
08E0	4E	2B	7E	A7	FA	FF	08	47	21	76	C3	5E	2B	7E	A7	FA
08F0	0E	09	57	EB	09	EB	7A	A7	FA	1D	09	72	23	73	C9	E6
0900	7F	2F	47	79	2F	C6	01	4F	3E	00	88	C3	E7	08	E6	7F
0910	2F	57	7B	2F	C6	01	5F	3E	00	8A	C3	F2	08	2F	57	7B
0920	2F	C6	01	5F	3E	00	8A	F6	80	57	C3	FB	08	7E	A7	FA
0930	36	09	4F	C3	3E	09	E6	7F	2F	C6	01	C3	32	09	23	7E
0940	E6	80	47	7E	E6	7F	57	23	7E	A7	CA	7E	09	5F	0D	7B
0950	17	5F	7A	17	A7	FA	5C	09	57	C3	4E	09	1F	57	7B	1F
0960	5F	0C	7A	1F	57	7B	1F	5F	0C	73	2B	7A	B0	77	2B	79
0970	A7	FA	76	09	77	C9	2F	C6	01	F6	80	C3	74	09	7A	A7
0980	CA	75	09	97	C3	4D	09	CD	77	08	CD	DD	08	21	74	C3
0990	CD	2D	09	C9	21	72	C3	7E	21	75	C3	AE	E6	80	F5	7E
09A0	E6	7F	57	23	5E	97	67	6F	06	08	3A	73	C3	1F	4F	DA
09B0	C1	09	7C	1F	67	7D	1F	6F	AF	05	CA	C5	09	79	C3	AD
09C0	09	19	C3	B2	09	06	06	3A	72	C3	1F	4F	DA	DE	09	7C
09D0	1F	67	7D	1F	6F	AF	05	CA	E2	09	79	C3	CA	09	19	C3
09E0	CF	09	11	76	C3	7D	12	1B	F1	B4	12	C9	CD	49	08	CD
09F0	94	09	21	74	C3	CD	2D	09	C9	21	72	C3	7E	21	75	C3
0A00	AE	E6	80	F5	7E	E6	7F	57	23	5E	21	72	C3	7E	E6	7F
0A10	47	23	4E	EB	16	02	1E	01	7D	91	6F	7C	98	67	FA	2D
0A20	0A	17	3F	7A	17	57	DA	50	0A	29	C3	18	0A	17	3F	7A
0A30	17	57	DA	5C	0A	09	29	7C	B7	FA	2D	0A	C3	18	0A	7D
0A40	91	6F	7C	98	67	FA	54	0A	17	3F	7B	17	5F	DA	66	0A
0A50	29	C3	3F	0A	17	3F	7B	17	5F	DA	66	0A	09	29	7C	B7
0A60	FA	54	0A	C3	3F	0A	21	75	C3	F1	B2	77	23	73	C9	21
0A70	71	C3	7E	17	3F	1F	77	CD	49	08	CD	F9	09	21	74	C3
0A80	CD	2D	09	21	71	C3	7E	17	3F	1F	77	C9	7E	23	46	23
0A90	4E	C9	77	23	70	23	71	C9	0E	01	16	20	1E	00	62	6B
0AA0	FE	02	D2	A8	0A	C3	E6	0A	06	08	07	DA	B2	0A	05	C3
0AB0	AA	0A	05	CA	DB	0A	F5	AF	7A	1F	57	7B	1F	5F	0C	F1
0AC0	07	D2	B2	0A	19	D2	B2	0A	F5	7C	1F	67	7D	1F	6F	AF
0AD0	7A	1F	57	7B	1F	5F	0C	F1	C3	B2	0A	3D	FE	01	CA	E6
0AE0	0A	54	5D	C3	A8	0A	AF	84	FA	F0	0A	29	0D	C3	E6	0A
0AF0	7C	1F	67	7D	1F	6F	0C	AF	7C	1F	32	78	C3	7D	1F	32
0B00	79	C3	0C	79	32	77	C3	C9	3A	64	C3	E6	7F	CA	5E	0B

0B10	F5	21	71	C3	CD	8C	0A	21	74	C3	CD	92	0A	F1	3D	CA
0B20	29	0B	F5	CD	EC	09	C3	1D	0B	3A	64	C3	A7	F2	6A	0B
0B30	21	71	C3	CD	8C	0A	F5	C5	21	74	C3	CD	8C	0A	21	71
0B40	C3	CD	92	0A	21	74	C3	3E	01	06	20	0E	00	CD	92	0A
0B50	CD	6F	0A	C1	F1	21	71	C3	CD	92	0A	C3	6A	0B	21	74
0B60	C3	3E	01	06	20	0E	00	CD	92	0A	C9	3E	02	06	20	0E
0B70	00	21	7A	C3	CD	92	0A	3E	01	21	77	C3	CD	92	0A	21
0B80	6B	C3	CD	92	0A	21	64	C3	77	06	A0	21	7D	C3	CD	92
0B90	0A	21	61	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	21	77	C3
0BA0	CD	8C	0A	21	74	C3	CD	92	0A	CD	87	09	21	74	C3	CD
0BB0	8C	0A	21	65	C3	CD	92	0A	21	7D	C3	CD	8C	0A	21	74
0BC0	C3	CD	92	0A	CD	87	09	21	65	C3	CD	8C	0A	21	71	C3
0BD0	CD	92	0A	CD	6F	0A	21	74	C3	CD	8C	0A	21	65	C3	CD
0BE0	92	0A	21	68	C3	CD	92	0A	21	6B	C3	CP	8C	0A	21	71
0BF0	C3	CD	92	0A	21	7A	C3	CD	8C	0A	21	74	C3	CD	92	0A
0C00	CD	87	09	21	74	C3	CD	8C	0A	21	6B	C3	CD	92	0A	21
0C10	64	C3	34	34	21	65	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A
0C20	CD	08	0B	21	6B	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	CD
0C30	6F	0A	21	68	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	CD	87
0C40	09	21	74	C3	CD	8C	0A	21	68	C3	CD	92	0A	21	72	C3
0C50	7E	17	3F	1F	77	CD	77	08	CD	DD	08	21	75	C3	7E	E6
0C60	7F	CA	67	0C	C3	E8	0B	23	7E	FE	02	DA	71	0C	C3	E8
0C70	0B	21	68	C3	7E	A7	FA	7D	0C	3C	C3	85	0C	3D	E6	7F
0C80	CA	85	0C	F6	80	77	C9	21	62	C3	21	64	C3	36	01	21
0C90	61	C3	CD	8C	0A	21	65	C3	CD	92	0A	21	6B	C3	36	02
0CA0	21	64	C3	34	34	7E	CD	98	0A	21	61	C3	CD	8C	0A	21
0CB0	71	C3	CD	92	0A	CD	08	0B	21	77	C3	CD	8C	0A	21	71
0CC0	C3	CD	92	0A	CD	6F	0A	21	6B	C3	35	CA	E3	0C	21	75
0CD0	C3	7E	17	3F	1F	77	2B	CD	8C	0A	21	68	C3	CD	92	0A
0CE0	C3	A0	0C	21	68	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	CD
0CF0	87	09	21	65	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	CD	87
0D00	09	21	74	C3	CD	8C	0A	21	65	C3	CD	92	0A	21	72	C3
0D10	7E	17	3F	1F	77	CD	77	08	CD	DD	08	21	75	C3	7E	E6
0D20	7F	CA	27	0D	C3	9B	0C	23	7E	FE	02	DA	31	0D	C3	9B
0D30	0C	C9	21	62	C3	21	64	C3	36	00	23	36	01	23	36	20
0D40	23	36	00	CD	9B	0C	C9	21	62	C3	7E	E6	80	F5	7E	E6
0D50	7F	77	21	64	C3	36	01	21	61	C3	CD	8C	0A	21	65	C3
0D60	CD	92	0A	23	AF	36	01	23	36	20	23	77	23	36	02	23
0D70	36	20	23	77	23	36	02	23	36	20	23	77	21	77	C3	36
0D80	01	23	36	20	23	77	CD	EE	0D	CD	34	0F	CD	15	0F	21
0D90	77	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	CD	EC	09	21	65
0DA0	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	CD	87	09	21	74	C3

0DB0	CD	8C	0A	21	7A	C3	CD	92	0A	21	72	C3	7E	17	3F	1F
0DC0	77	CD	77	08	CD	DD	08	21	75	C3	7E	E6	7F	CA	DF	0D
0DD0	21	7A	C3	CD	8C	0A	21	65	C3	CD	92	0A	C3	86	0D	23
0DE0	7E	FE	02	D2	D0	0D	21	66	C3	46	F1	B0	77	C9	21	6E
0DF0	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	21	6B	C3	CD	8C	0A
0E00	21	74	C3	CD	92	0A	CD	87	09	21	74	C3	CD	8C	0A	21
0E10	6E	C3	CD	92	0A	21	68	C3	CD	8C	0A	21	74	C3	CD	92
0E20	0A	CD	6F	0A	21	77	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A
0E30	CD	EC	09	21	74	C3	CD	8C	0A	21	77	C3	CD	92	0A	C9
0E40	CD	47	0D	CD	92	0F	C9	CD	32	0D	21	65	C3	CD	8C	0A
0E50	21	7B	C3	CD	92	0A	CD	87	0C	21	65	C3	CD	8C	0A	21
0E60	74	C3	CD	92	0A	21	7B	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92
0E70	0A	CD	6F	0A	C9	21	62	C3	7E	E6	80	F5	7E	E6	7F	77
0E80	21	64	C3	36	01	23	AF	77	23	77	23	77	23	36	01	23
0E90	36	20	23	77	23	36	02	23	36	20	23	77	CD	15	0F	21
0EA0	74	C3	CD	8C	0A	21	6E	C3	CD	92	0A	CD	34	0F	CD	15
0EB0	0F	21	75	C3	7E	17	3F	1F	77	21	6E	C3	CD	8C	0A	21
0EC0	71	C3	CD	92	0A	CD	87	09	21	65	C3	CD	8C	0A	21	71
0ED0	C3	CD	92	0A	CD	87	09	21	74	C3	CD	8C	0A	21	65	C3
0EE0	CD	92	0A	21	72	C3	7E	17	3F	1F	77	CD	77	08	CD	DD
0EF0	08	21	75	C3	7E	E6	7F	CA	00	0F	CD	34	0F	C3	9C	0E
0F00	23	7E	FE	02	DA	0D	0F	CD	34	0F	C3	9C	0E	21	66	C3
0F10	46	F1	B0	77	C9	21	61	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92
0F20	0A	CD	08	0B	21	68	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A
0F30	CD	6F	0A	C9	21	64	C3	34	34	21	68	C3	CD	8C	0A	21
0F40	71	C3	CD	92	0A	21	6B	C3	CD	8C	0A	21	74	C3	CD	92
0F50	0A	CD	87	09	21	74	C3	CD	8C	0A	21	68	C3	CD	92	0A
0F60	C9	CD	87	0C	21	65	C3	CD	8C	0A	21	7B	C3	CD	92	0A
0F70	CD	32	0D	21	65	C3	CD	8C	0A	21	74	C3	CD	92	0A	21
0F80	7B	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	CD	6F	0A	C9	CD
0F90	75	0E	21	65	C3	CD	8C	0A	21	71	C3	CD	92	0A	2B	7E
0FA0	17	3F	1F	77	23	23	36	01	23	36	32	23	36	42	CD	87
0FB0	09	21	74	C3	CD	8C	0A	21	65	C3	CD	92	0A	C9	C3	87
0FC0	09	C3	EC	09	C3	6F	0A	C3	C7	0F	C3	98	0A	C3	08	0B
0FD0	C3	D0	0F	C3	6B	0B	C3	87	0C	C3	32	0D	C3	47	0D	C3
0FE0	40	0E	C3	75	0E	C3	61	0F	C3	47	0E	C3	8F	0F	C3	49
0FF0	08	C3	DD	08	C3	94	09	C3	F9	09	C3	8C	0A	C3	92	0A

## ГЛАВА 11. ОТ ИНДИКАТОРОВ — К ЭКРАНУ. ДИСПЛЕЙНЫЙ МОДУЛЬ «ЮТ-88»

Пришло время сделать второй шаг и расширить конфигурацию нашего персонального компьютера — дополнить его дисплейным модулем. Он позволит не только выводить информацию на экран телевизора (дисплей), но и подключить к компьютеру стандартную клавиатуру, оснащенную буквами русского и латинского алфавитов, цифрами, математическими и другими символами.

В первом модуле «ЮТ-88» дисплей был 6-разрядным на светодиодных индикаторах. Каждый символ в нем складывался из комбинации семи светящихся сегментов. Теперь, подключив дисплейный модуль, вы сможете выводить на экран и записывать в специальное экранное ОЗУ целую страницу текста объемом 28 строк по 64 символа. Начертание каждого символа формируется специальным дешифратором на стандартной матрице размером 5 x 7 точек.

Принцип работы дисплейного модуля тот же, что и у предыдущего. Но теперь положение каждого символа на экране записывается в определенную ячейку экранного ОЗУ.

ОЗУ страницы располагается в адресном пространстве от E000 до EFFF. Адрес E000 соответствует верхнему крайнему слева знакоместу, а EFFF — нижнему крайнему справа.

Соответствие между адресами ячеек и

положением символа на экране достигается синхронизацией импульсов строчной и кадровой разверток. Вырабатываются они дисплейным модулем. Адресация ячеек памяти при записи информации происходит от шины адреса микроЭВМ, а при чтении — от счетчиков, тактируемых синхроимпульсами дисплейного модуля. Переключение адресных выводов ОЗУ производится с помощью коммутатора.

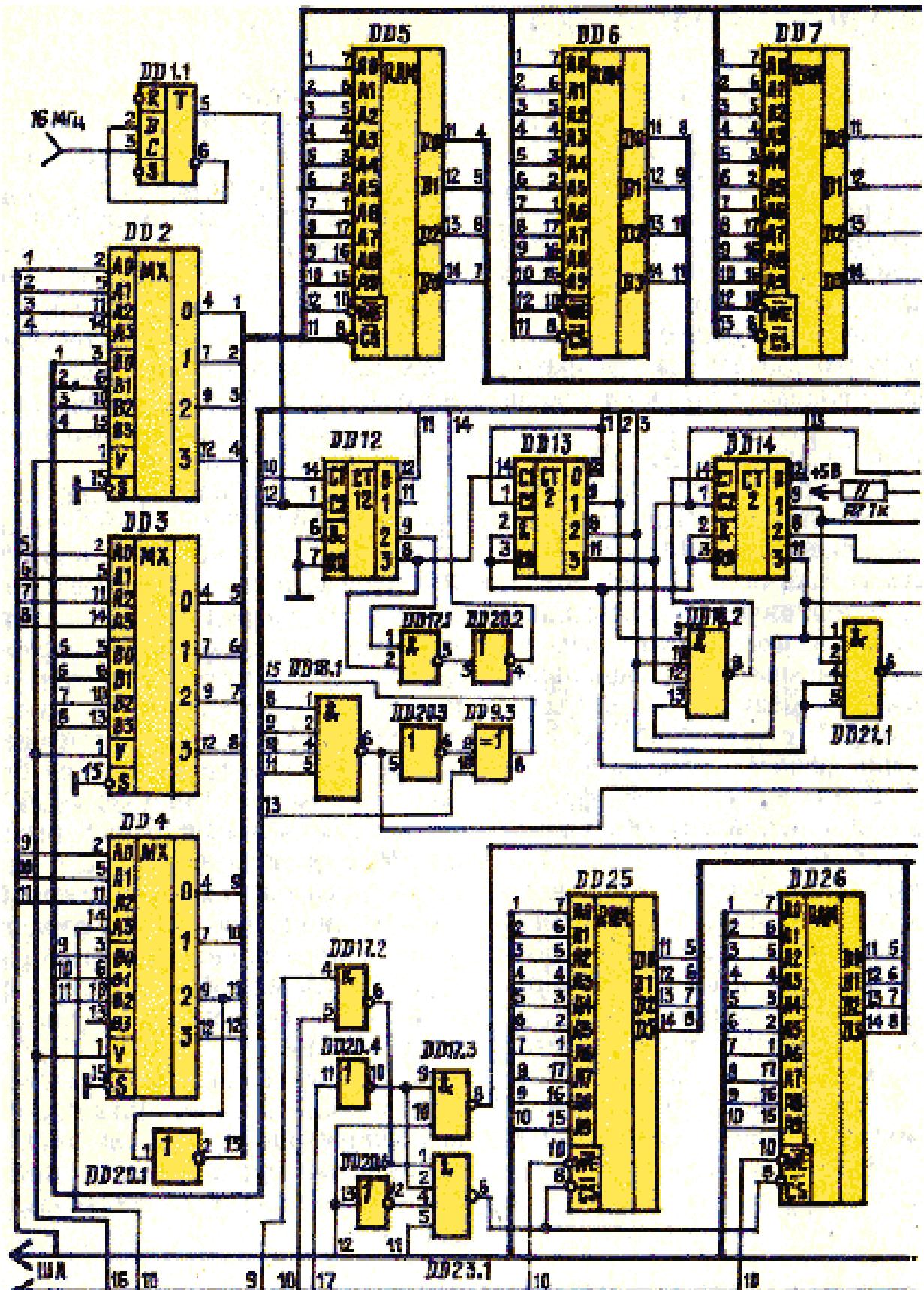
ОЗУ страницы выполнено на микросхемах KP541РУ2, а ПЗУ знакогенератора на микросхеме K573РФ2. В дисплейном модуле имеется специальный разряд ОЗУ, который используется для хранения информации о текущем положении очередного символа — курсора. Эта одноразрядная информация размещается в адресном пространстве всей страницы, занимая около 2000 ячеек памяти. При считывании информации из ОЗУ страницы одновременно считывается она и из ячеек курсора. Наличие единицы в ячейке курсора приводит к инверсии высвечиваемого на экране телевизора символа — фон становится светлым, а контуры символа темными.

Наш дисплейный модуль позволяет организовать не только постраничный вывод информации, но и так называемый «ролик», когда информация бежит на экране непрерывным потоком.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ДИСПЛЕЙНОГО МОДУЛЯ

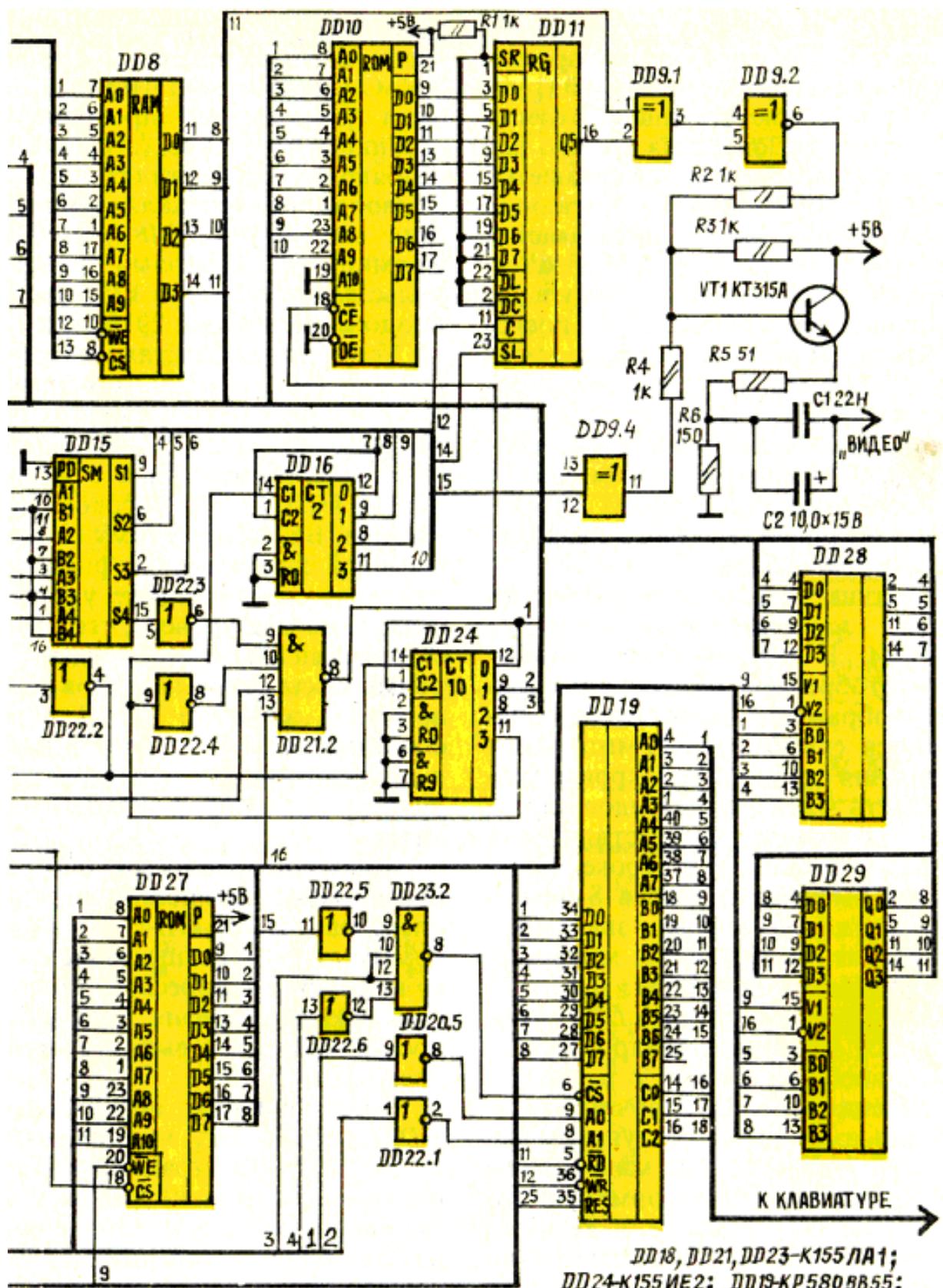
Принципиальная электрическая схема дисплейного модуля приведена на рисунке 62. Луч кинескопа модулируется сигналами, поступающими с выхода сдвигового регистра DD11, в который предварительно записывается

параллельный код строки одного символа. Таких строк для каждого символа в ПЗУ знакогенератора восемь. Начальный адрес каждой группы ячеек, соответствующих отдельному символу, определяется его



ШД и ШЧ  
 DD1-K155 TM2;  
 DD2-DD4-K555 K1M1;  
 DD5-DD8, } KPS4N PYZ;  
 DD10, DD27-KP573 PФ2;  
 DD9-K 155 LLA5;

Рис. 62. Схема дисплейного модуля.



DD18, DD21, DD23-K155ЛA1;  
DD24-K155ИЕ2; DD19-KP580ББ55;

DD11-K155 ИР13; DD13, DD14, } K155ИЕ5; DD15-K155ИМ3; DD20, DD22-K155ЛH1;  
DD12-K155 ИЕ4; DD16 } K155ИЕ5; DD17-K155ЛA3; DD28, DD29-K589 АП16.

адресом в знакогенераторе и снимается с ячеек памяти страницы. Считанный параллельный код записывается в регистр *DD11*, а затем преобразуется в последовательный. Импульсы, управляющие параллельной / последовательной работой регистра, формируются в микросхемах *DD12* (делитель на шесть), *DD17* и *DD20.2*. На выходе логического элемента «2И-НЕ» *DD17* формируются импульсы, период следования которых определяет длительность одного знакоместа в строке экрана.

Счетчик знакомест в строке построен на микросхемах *DD13* и *DD14*. В каждой строке может быть отображено 64 символа, причем отображение первого из них начинается спустя 8 знакомест после окончания строчного синхроимпульса. Шесть младших разрядов адреса ОЗУ страницы, осуществляющих привязку символов к строке, получаются вычитанием числа 8 из выходного кода счетчика знакомест. Вычитание выполняется микросхемой *DD15* типа K155ИМ3.

На выводе 12 счетчика *DD14* формируется строчный синхроимпульс длительностью 4,5 мкс с периодом повторения 63 мкс. Строчный гасящий синхроимпульс поступает с выхода старшего разряда микросхемы *DD15*. Счетчик *DD24* формирует восемь строк по горизонтали, которые отводятся под одно знакоместо по вертикали. С выхода этого счетчика импульсы подаются на адресацию трех младших разрядов ПЗУ знакогенератора.

Счетчик *DD16* и один триггер микросхемы *DD12* образуют счетчик строк с коэффициентом пересчета 327. С выхода этого счетчика импульсы подаются на адресацию ОЗУ страницы и курсора (старшие пять разрядов), осуществляя привязку символов по вертикали. На логических элементах

*DD18.1* и *DD20.3* формируется кадровый синхроимпульс длительностью 1250 мкс с периодом повторения 20160 мкс.

Узел на элементах микросхем *DD21.2*, *DD22.3*, *DD22.4* формирует сигнал запрета отображения, поступающий на вход СЕ микросхемы ПЗУ знакогенератора и отключающий ее выходы при высоком уровне сигнала. Благодаря этому на выходах регистра сдвига в узле формирования видеосигнала также устанавливается высокий уровень, что соответствует гашению изображения. Синхроимпульсы строк и кадров смешиваются в элементе *DD9.3* и после смешивания с видеосигналами в транзисторе *VT1* подаются на модулятор или на вход «ВИДЕО» телевизора.

Коммутатор адресов ОЗУ страницы и курсора выполнен на мультиплексорах *DD2—DD4*. Управление коммутатором осуществляется сигналом выборки адресного пространства низкого уровня E000—EFFF, поступающим на вывод 1 мультиплексоров.

Через шинные формирователи *DD28*, *DD29* и мультиплексоры *DD2—DD4* ОЗУ страницы и курсора подключается к шине данных и адреса микропроцессора. Это происходит при обращении к ним микропроцессора. Если при наличии сигнала выборки адресов E000—EFFF будет активен сигнал управления ЗПЗУ, то произойдет запись кода с шины данных в ОЗУ страницы, а если будет активен сигнал ЧТЗУ, то информация из ОЗУ страницы и курсора поступит на шину данных.

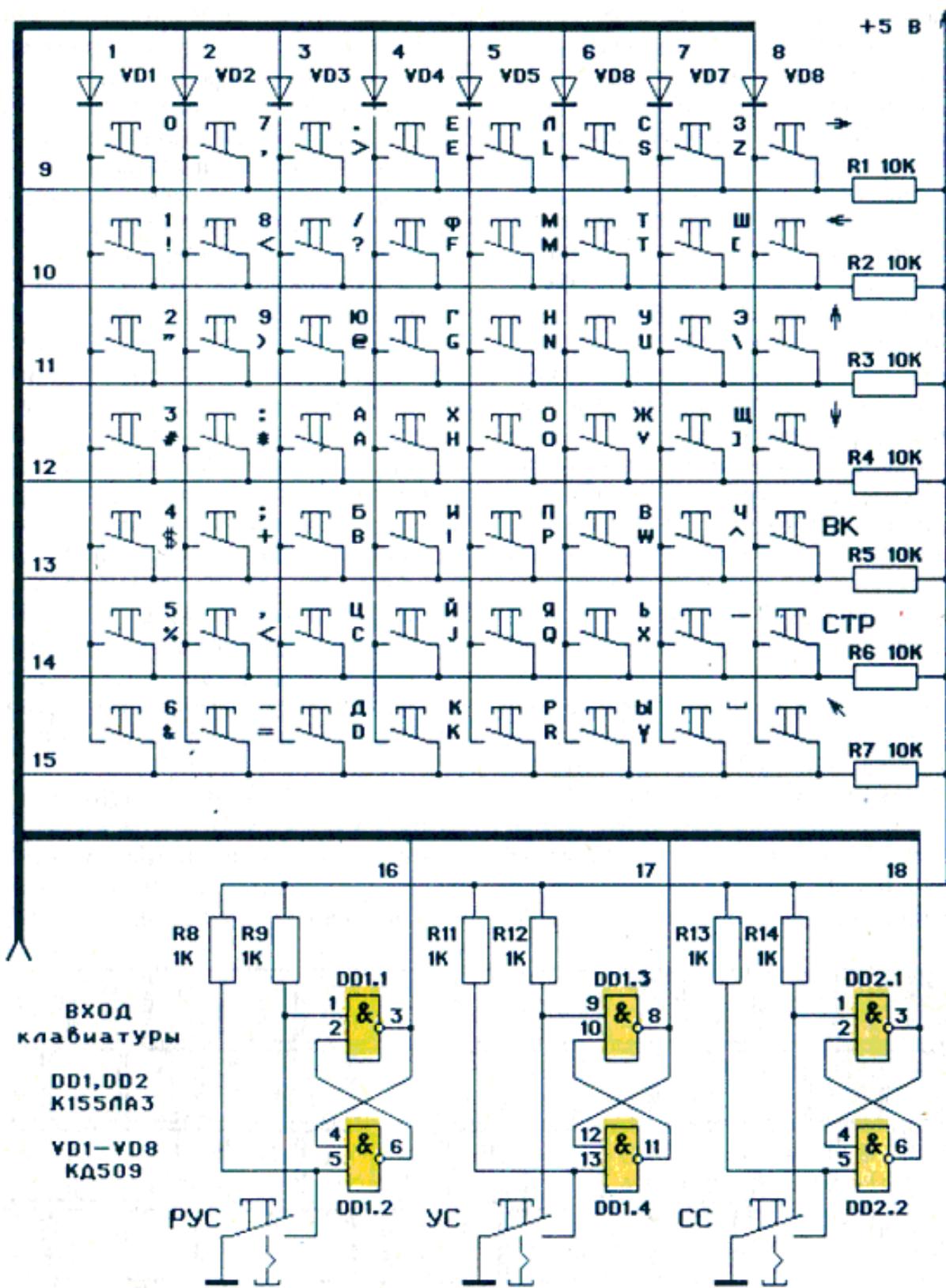


Рис. 63. Электрическая схема клавиатуры.

В состав дисплейного модуля входит и полная клавиатура, которая формирует все необходимые символы. Реализована она на программном уровне. В ней используется микросхема *ДД19* — программируемый периферийный адаптер (ППА) КР580ВВ55. Обмен информацией, засылка в ППА управляющих слов, вырабатываемых монитором, и передача в микропроцессор сведений о состоянии клавиатуры происходит по шине данных. Низкий уровень сигнала на управляющем входе CS (вывод 6) разрешает обмен информацией между ППА и микропроцессором. В состав ППА входят три порта — А, В, и С. Их функциональное назначение определяется кодом управляющего слова, которое загружается микропроцессором в регистр управляющего слова (РУС). Сигналы на адресных входах A0 и A1 производят селекцию одного из трех портов или регистра управляющего слова. Для работы клавиатуры ППА настроен на режим ввода/вывода (код управляющего слова 8BH). В этом случае канал А работает на вывод, а каналы В и

С на ввод информации.

Как видно из схемы на рисунке 63, клавиатура представляет собой матрицу нормально разомкнутых контактов. Замыкаются они при нажатии на клавиши. Диоды *VD1* — *VD8* служат для защиты канала А от повреждения при одновременном нажатии на несколько клавиш. Специальная программа осуществляет формирование нулевого уровня на каждом выходе канала А. Если не нажата ни одна из клавиш, то на всех разрядах канала В будут записаны единички. При нажатии какой-нибудь клавиши нулевой уровень с соответствующим каналом А попадает на один из входов канала В. МОНИТОР определяет, какая клавиша нажата, и соответствующий ей 7-разрядный код записывается в аккумулятор микропроцессора. Сократить число клавиш удается, используя клавиши модификации кода РУС, УС и СС. При нажатии на клавишу РУС формируются коды русского алфавита, клавиша УС позволяет формировать управляющие и графические символы, а клавиша



Рис. 64. Схема расположения клавиш.

СС служит для формирования кодов специальных символов. Микросхемы DD1, DD2 устраниют дребезг контактов. Типовое расположение клавиш показано на рисунке 64.

В дисплейный модуль входят также микросхемы ПЗУ/ОЗУ, которые необходимы для реализации программной части дисплейного модуля. В ПЗУ на микросхеме DD27 записана управляющая программа — МОНИТОР объемом 2 Кбайта, обслуживающая

дисплей и клавиатуру. ОЗУ выполнено на двух микросхемах DD25 и DD26 объемом 1 Кбайт и используется для организации стековой памяти и рабочих ячеек МОНИТОРа. ПЗУ расположено в адресном пространстве F800—FFFFH, а ОЗУ — в F400—F7FFH. (Распечатка кодов МОНИТОРа и знакогенератора приведена в таблицах 10 и 11.) В дисплейном модуле используются сигналы шин адреса, данных и управления первого модуля «ЮТ-88»

#### 10. Коды МОНИТОРа дисплейного модуля

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.A	.B	.C	.D	.E	.F
1800	C3	36	F8	C3	57	FD	C3	71	FB	C3	43	FC	C3	EE	FB	C3
1810	43	FC	C3	6B	FE	C3	2E	FC	C3	1F	F9	C3	9A	FD	C3	72
1820	FA	C3	76	FA	C3	AD	FA	C3	24	FB	C3	F6	FA	C9	FF	FF
1830	C3	77	FE	C3	7B	FE	3E	8B	D3	04	3E	82	D3	FB	31	AF
1840	F7	21	B0	F7	11	FF	F7	0E	00	CD	E7	F9	21	AF	F7	22
1850	BC	F7	21	D3	FA	CD	1F	F9	00	00	00	21	FF	DF	22	D1
1860	F7	21	2A	1D	22	CF	F7	3E	C3	32	C6	F7	31	AF	F7	21
1870	7F	FE	CD	1F	F9	00	00	00	00	CD	EB	F8	21	6C	F8	E5
1880	21	D3	F7	7E	FE	58	CA	EC	FE	55	CA	00	F0	F5	CD	
1890	29	F9	2A	CB	F7	4D	44	2A	C9	F7	EB	2A	C7	F7	F1	FE
18A0	44	CA	BF	F9	FE	43	CA	D1	F9	FE	46	CA	E7	F9	FE	53
18B0	CA	EE	F9	FE	54	CA	F9	F9	FE	4D	CA	20	FA	FE	47	CA
18C0	39	FA	FE	49	CA	7D	FA	FE	4F	CA	08	FB	FE	4C	CA	02
18D0	FA	FE	52	CA	62	FA	C3	17	FF	3E	63	BD	CA	EE	F8	E5
18E0	21	B7	FE	CD	1F	F9	E1	2B	C3	F0	F8	21	D3	F7	06	00
18F0	CD	57	FD	FE	08	CA	C9	F8	FE	7F	CA	D9	F8	C4	42	FC
1900	77	FE	0D	CA	17	F9	FE	2E	CA	6C	F8	06	FF	3E	F2	BD
1910	CA	A5	FA	23	C3	F0	F8	78	17	11	D3	F7	06	00	C9	7E
1920	A7	C8	CD	42	FC	23	C3	1F	F9	21	C7	F7	11	CD	F7	0E
1930	00	CD	E7	F9	11	D4	F7	CD	57	F9	22	C7	F7	22	C9	F7
1940	D8	3E	FF	32	CD	F7	CD	57	F9	22	C9	F7	D8	CD	57	F9
1950	22	CB	F7	D8	C3	A5	FA	21	00	00	1A	13	FE	0D	CA	8B
1960	F9	FE	2C	C8	FE	20	CA	5A	F9	D6	30	FA	A5	FA	FE	0A
1970	FA	7F	F9	FE	11	FA	A5	FA	FE	17	F2	A5	FA	D6	07	4F
1980	29	29	29	29	DA	A5	FA	09	C3	5A	F9	37	C9	7C	BA	C0

1990	7D	BB	C9	CD	A1	F9	CD	8D	F9	C2	9F	F9	33	33	C9	23
19A0	C9	3E	FF	A7	FE	03	C0	C3	A5	FA	E5	21	85	FE	CD	1F
19B0	F9	E1	C9	7E	C5	CD	2E	FC	3E	20	CD	42	FC	C1	C9	CD
19C0	51	FB	CD	B3	F9	CD	93	F9	7D	E6	0F	CA	BF	F9	C3	C2
19D0	F9	0A	BE	CA	E0	F9	CD	51	FB	CD	B3	F9	0A	CD	B4	F9
19E0	03	CD	93	F9	C3	D1	F9	71	CD	96	F9	C3	E7	F9	79	BE
19F0	CC	51	FB	CD	93	F9	C3	EE	F9	7E	02	03	CD	96	F9	C3
1A00	F9	F9	CD	51	FB	7E	B7	FA	0F	FA	FE	20	D2	11	FA	3E
1A10	2E	CD	42	FC	CD	93	F9	7D	E6	0F	CA	02	FA	C3	05	FA
1A20	CD	51	FB	CD	B3	F9	E5	CD	EB	F8	E1	D2	35	FA	E5	CD
1A30	57	F9	7D	E1	77	23	C3	20	FA	CD	8D	F9	CA	54	FA	EB
1A40	22	C3	F7	7E	32	C5	F7	36	F7	3E	C3	32	30	00	21	BB
1A50	FE	22	31	00	31	B8	F7	C1	D1	E1	F1	F9	2A	B6	F7	C3
1A60	C6	F7	7C	D3	FA	7D	D3	F9	DB	F8	02	03	CD	96	F9	C3
1A70	65	FA	2A	B0	F7	C9	E5	2A	B0	F7	7E	E1	C9	3A	CD	F7
1A80	B7	CA	88	FA	7B	32	CF	F7	CD	AD	FA	CD	51	FB	EB	CD
1A90	51	FB	EB	C5	CD	F6	FA	60	69	CD	51	FB	D1	CD	8D	F9
1AA0	C8	EB	CD	51	FB	3E	3F	CD	42	FC	C3	6C	F8	3E	FF	CD
1AB0	DF	FA	E5	09	EB	CD	DD	FA	E1	09	EB	E5	CD	EA	FA	3E
1AC0	FF	CD	DF	FA	E1	C9	06	00	70	23	7C	FE	F0	C2	C8	FA
1AD0	D1	E1	C9	1F	1A	2A	60	74	2F	38	38	2A	00	3E	08	CD
1AE0	71	FB	47	3E	08	CD	71	FB	4F	C9	3E	08	CD	71	FB	77
1AF0	CD	96	F9	C3	EA	FA	01	00	00	7E	81	4F	D2	00	FB	04
1B00	CD	8D	F9	C8	23	C3	F9	FA	79	B7	CA	10	FB	32	D0	F7
1B10	E5	CD	F6	FA	E1	CD	51	FB	EB	CD	51	FB	EB	E5	60	69
1B20	CD	51	FB	E1	C5	01	00	00	CD	EE	FB	05	E3	E3	C2	28
1B30	FB	0E	E6	CD	EE	FB	CD	69	FB	EB	CD	69	FB	EB	CD	5F
1B40	FB	21	00	00	CD	69	FB	0E	E6	CD	EE	FB	E1	CD	69	FB
1B50	C9	C5	CD	AA	F9	7C	CD	2E	FC	7D	CD	B4	F9	C1	C9	4E
1B60	CD	EE	FB	CD	96	F9	C3	5F	FB	4C	CD	EE	FB	4D	C3	EE
1B70	FB	C3	69	FF	57	21	00	00	39	31	00	00	22	C0	F7	0E
1B80	00	DB	A1	E6	01	5F	F1	79	E6	7F	07	4F	26	00	25	CA
1B90	DF	FB	F1	DB	A1	E6	01	BB	CA	8E	FB	B1	4F	15	3A	CF
1BA0	F7	C2	A6	FB	D6	12	47	F1	05	C2	A7	FB	14	DB	A1	E6
1BB0	01	5F	7A	B7	F2	D0	FB	79	FE	E6	C2	C4	FB	AF	32	CE
1BC0	F7	C3	CE	FB	FE	19	C2	86	FB	3E	FF	32	CE	F7	16	09
1BD0	15	C2	86	FB	2A	C0	F7	F9	3A	CE	F7	A9	C3	70	FF	2A
1BE0	C0	F7	F9	7A	B7	F2	A5	FA	CD	A1	F9	C3	75	FB	C3	77
1BF0	FF	F5	21	00	00	39	31	00	00	16	08	F1	79	07	4F	3E
1C00	01	A9	D3	A1	00	3A	D0	F7	47	F1	05	C2	09	FC	3E	00
1C10	A9	D3	A1	00	15	3A	D0	F7	C2	1D	FC	D6	0E	47	F1	05
1C20	C2	1E	FC	14	15	C2	FB	FB	F9	F1	C3	70	FF	C9	F5	0F
1C30	0F	0F	CD	37	FC	F1	E6	0F	FE	0A	FA	40	FC	C6	07	

1C40	C6	30	4F	E5	C5	D5	F5	2A	B2	F7	23	7E	E6	7F	77	2B
1C50	11	BA	FC	D5	3A	F8	F7	3D	FA	74	FC	CA	34	FD	E2	42
1C60	FD	79	DE	20	4F	0D	FA	6F	FC	CD	E2	FC	C3	65	FC	AF
1C70	32	F8	F7	C9	79	FE	18	CA	52	FD	FE	1F	CA	CE	FC	FE
1C80	08	CA	EA	FC	FE	18	CA	E2	FC	FE	19	CA	FE	FC	FE	1A
1C90	CA	F3	FC	FE	0A	CA	0B	FD	FE	0C	CA	D1	FC	7C	FE	EF
1CA0	C2	B3	FC	CD	6B	FE	B7	CA	AD	FC	CD	57	FD	CD	19	FD
1CB0	21	BF	EE	7E	E6	80	B1	77	23	D1	22	B2	F7	23	7E	F6
1CC0	80	77	11	00	18	19	22	B0	F7	F1	D1	C1	E1	C9	CD	D5
1CD0	FC	21	00	E8	C9	21	00	E8	36	20	23	7C	FE	F0	C8	C3
1CE0	D8	FC	23	7C	FE	EF	C0	CA	D1	FC	2B	7C	FE	E7	C0	21
1CF0	FF	EE	C9	11	40	00	19	7C	FE	EF	C0	26	E8	C9	11	C0
1D00	FF	19	7C	FE	E7	C0	11	00	08	19	C9	23	7D	E6	3F	C2
1D10	0B	FD	7C	FE	EF	CA	A3	FC	C9	21	40	E8	11	00	E8	7E
1D20	12	13	23	7C	FE	EF	C2	1F	FD	21	C0	EE	3E	20	77	2C
1D30	C2	2E	FD	C9	79	FE	59	C2	6F	FC	CD	D1	FC	3E	02	C3
1D40	70	FC	79	DE	20	4F	0D	3E	04	FA	70	FC	CD	F3	FC	C3
1D50	46	FD	3E	01	C3	70	FC	E5	D5	C5	3E	7F	32	F3	F7	CD
1D60	9A	FD	FE	FF	C2	74	FD	3E	00	32	F3	F7	3E	00	32	F4
1D70	F7	C3	5F	FD	57	3A	F4	F7	A7	C2	92	FD	3A	F3	F7	A7
1D80	CA	92	FD	3A	F3	F7	3D	32	F3	F7	C2	5F	FD	3E	01	32
1D90	F4	F7	CD	4B	FE	7A	C1	D1	E1	C9	C5	CD	AE	FD	47	0E
1DA0	FF	0D	C2	A1	FD	CD	AE	FD	B8	C2	9B	FD	C1	C9	C5	D5
1DB0	E5	06	00	0E	FE	16	08	79	D3	07	07	4F	DB	06	E6	7F
1DC0	FE	7F	C2	DF	FD	78	C6	07	47	15	C2	B7	FD	DB	06	E6
1DD0	80	CA	D9	FD	3E	FE	C3	DB	FD	3E	FF	E1	D1	C1	C9	1F
1DE0	D2	E7	FD	04	C3	DF	FD	78	FE	30	D2	FF	FD	C6	30	FE
1DF0	3C	DA	FB	FD	FE	40	D2	FB	FD	E6	2F	4F	C3	0C	FE	21
1E00	43	FE	D6	30	4F	06	00	09	7E	C3	DB	FD	DB	05	E6	07
1E10	FE	07	CA	3F	FE	1F	1F	D2	24	FE	1F	D2	2A	FE	79	F6
1E20	20	C3	DB	FD	79	E6	1F	C3	DB	FD	79	FE	40	D2	DB	FD
1E30	FE	30	D2	3A	FE	F6	10	C3	DB	FD	E6	2F	C3	DB	FD	79
1E40	C3	DB	FD	20	18	08	19	1A	0D	1F	0C	0E	BF	CD	5C	FE
1E50	D3	A1	2F	CD	5C	FE	D3	A1	0D	C2	4D	FE	06	2F	05	C2
1E60	5E	FE	C9	DB	06	E6	80	C2	63	FE	C9	AF	D3	07	DB	06
1E70	2F	E6	7F	C8	F6	FF	C9	2A	D1	F7	C9	22	D1	F7	C9	0D
1E80	0A	18	3D	3E	00	0D	0A	18	18	18	18	00	0D	0A	20	50
1E90	43	2D	0D	0A	20	48	4C	2D	0D	0A	20	42	43	2D	0D	0A
1EA0	20	44	45	2D	0D	0A	20	53	50	2D	0D	0A	20	41	46	2D
1EB0	19	19	19	19	19	19	00	08	20	08	00	22	B6	F7	F5	E1
1EC0	22	BE	F7	E1	2B	22	B4	F7	21	00	00	39	31	BE	F7	E5
1ED0	D5	C5	2A	B4	F7	31	AF	F7	CD	51	FB	EB	2A	C3	F7	CD
1EE0	8D	F9	C2	6C	F8	3A	C5	F7	77	C3	6C	F8	21	8C	FE	CD

1EF0	1F	F9	21	B4	F7	06	06	5E	23	56	C5	E5	EB	CD	51	FB
1F00	CD	EB	F8	D2	0F	FF	CD	57	F9	D1	D5	EB	72	2B	73	E1
1F10	C1	05	23	C2	F7	FE	C9	FE	42	CA	F3	FF	FE	57	CA	00
1F20	C0	FE	56	CA	29	FF	C3	7E	FF	F3	21	00	00	01	7A	01
1F30	DB	A1	A0	5F	DB	A1	A0	BB	CA	34	FF	5F	DB	A1	A0	23
1F40	BB	CA	3C	FF	5F	0D	C2	3C	FF	29	29	7C	B7	FA	5E	FF
1F50	2F	E6	20	0F	0F	47	0F	1F	80	3C	47	7C	90	32	CF	
1F60	F7	FB	CD	B4	F9	C3	6C	F8	FF	F3	E5	C5	D5	C3	74	FB
1F70	D1	C1	E1	FB	C3	2D	FC	F3	E5	C5	D5	C3	F1	FB	FE	4B
1F80	CA	86	FF	C3	6C	F8	E5	CD	F6	FA	E1	CD	51	FB	EB	CD
1F90	51	FB	EB	E5	60	69	CD	51	FB	E1	C3	6C	F8	FF	FF	FF
1FA0	FF															
1FB0	FF															
1FC0	00	F3	F5	C5	D5	E5	21	F0	FF	11	FD	F6	06	03	1A	3C
1FD0	27	12	BE	C2	DE	FF	AF	12	23	13	05	C2	CE	FF	2A	FE
1FE0	F6	3A	FD	F6	32	00	90	22	01	90	E1	D1	C1	F1	FB	C9
1FF0	60	60	24	2A	FE	C3	3A	FD	C3	EF	DF	C3	6C	F8	00	00

#### 11. Коды знакогенератора

.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 .A .B .C .D .E .F

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

0150 FF FB EA F1 EA FB FF FF FF FB FB E0 FB FB FF FF  
0160 FF FF F3 F3 FB F7 FF FF FF FF E0 FF FF FF FF  
0170 FF FF FF FF F3 F3 FF FF FE FD FB F7 EF FF FF  
0180 F1 EE EC EA E6 EE F1 FF FB F3 FB FB FB FB F1 FF  
0190 F1 EE FE F9 F7 EF E0 FF E0 FE FD F9 FE EE F1 FF  
01A0 FD F9 F5 ED E0 FD FD FF E0 EF E1 FE FE EE F1 FF  
01B0 F8 F7 EF E1 EE EE F1 FF E0 FE FD FB F7 F7 F7 FF  
01C0 F1 EE EE F1 EE EE F1 FF F1 EE EE F0 FE FD E3 FF  
01D0 FF F3 F3 FF FF F3 F3 FF F3 F3 FF F3 F3 FB F7 FF  
01E0 FD FB F7 EF F7 FB FD FF FF FF E0 FF E0 FF FF FF  
01F0 F7 FB FD FE FD FB F7 FF F1 EE FE FD FB FF FB FF  
0200 F1 EE EC EA E8 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 E1 FF E0 EF EF E1 EF EF E0 FF  
0230 E0 EF EF E1 EF EF FF F1 EE EF EF EC EE F0 FF  
0240 EE EE EE E0 EE EE FF F1 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 E0 FF EE E4 EA EA EE EE FF  
0270 EE EE E6 EA AC EE EE FF F1 EE EE EE EE F1 FF  
0280 E1 EE EE E1 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 FF EE EE EE EE EE E0 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 F1 FF  
02E0 FF EF F7 FB FD FE FF FF F1 FD FD FD FD F1 FF  
02F0 F1 EE FF FF FF FF FF FF FF FF FF F0 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 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 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 E6 FF EE E4 EA EA EE EE EE FF  
0370 EE EE EE E0 EE EE EE FF F1 EE EE EE EE E0 F1 FF  
0380 E0 EE EE EE EE EE FF F0 EE EE F0 FA F6 EE FF  
0390 E1 EE EE E1 EF EF FF F1 EE EF EF EF EE F1 FF  
03A0 E0 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 E0 FE FF

03F0	EE	EE	EE	E0	FE	FE	FE	FF	C0	FF						
0400	FF	F3	F3	F3	C3	C3	FF	FF	FF							
0410	FF	FF	FF	F0	F0	F3	F3	F3	FF	FF	C3	C3	F3	F3	F3	
0420	F3	F3	F3	F0	F0	F3	F3	F3	F3	F3	C3	C3	F3	F3	F3	
0430	FF	FF	FF	C0	C0	F3	F3	F3	F3	F3	C0	C0	FF	FF	FF	
0440	F3	FF	FF	C0	C0	FF	FF	FF								
0450	FF	F3	F3	F3	C0	C0	F3	F3	F3							
0460	F3	F3	F3	F0	F0	FF										
0470	F3	F3	F3	F3	C0	E1	F3	F3	E1	C0	F3	F3	F3	F3	F3	
0480	FF	FB	F9	C0	C0	F9	FB	FF	FF	F7	E7	C0	C0	E7	F7	FF
0490	FF	EB	C1	C1	E3	F7	FF	FF	F3	E1	C0	C0	D2	F3	E1	
04A0	E1	F3	D2	C0	D2	F3	E1	FF	F7	E3	C1	E3	F7	FF	FF	
04B0	F3	F3	C0	F3	F3	E1	ED	CC	FE	C0	EE	F6	EE	C0	FE	FE
04C0	E1	DE	CA	DE	D9	DE	D6	E1	FF	F7	D3	C0	F3	F7	FF	FF
04D0	FF	F3	ED	D2	D2	ED	F3	FF	FF	F7	F1	E7	D7	F0	EF	DF
04E0	FF	FB	E3	F6	F5	C3	FD	FE	FC	FB	E9	D2	DE	DE	ED	F3
04F0	F3	E1	E1	F3	F3	E1	E1	F3	FF	FF	FF	E1	C0	ED	FF	FF
0500	FF	FB	FF													
0510	F5	F5	F5	FF	FF	FF	FF	FF	F5	F5	E0	F5	E0	F5	F5	FF
0520	FB	F0	EB	F1	FA	E1	FB	FF	E7	E6	FD	FB	F7	EC	FC	FF
0530	FB	F5	F5	F3	EA	ED	F2	FF	F9	F9	FD	FB	FF	FF	FF	FF
0540	FD	FB	F7	F7	F7	FB	FD	FF	F7	FB	FD	FD	FD	FB	F7	FF
0550	FF	FB	EA	F1	EA	FB	FF	FF	FB	FB	E0	FB	FB	FF	FF	FF
0560	FF	FF	FF	F3	F3	FB	F7	FF	FF	FF	FF	E0	FF	FF	FF	FF
0570	FF	FF	FF	FF	F3	F3	FF	FF	FE	FD	FB	F7	EF	FF	FF	FF
0580	F1	EE	EC	EA	E6	EE	F1	FF	FB	F3	FB	FB	FB	F1	FF	
0590	F1	EE	FE	F9	F7	EF	E0	FF	E0	FE	FD	F9	FE	EE	F1	FF
05A0	FD	F9	F5	ED	E0	FD	FD	FF	E0	EF	E1	FE	FE	EE	F1	FF
05B0	F8	F7	EF	E1	EE	EE	F1	FF	E0	FE	FD	FB	F7	F7	F7	FF
05C0	F1	EE	EE	F1	EE	EE	F1	FF	F1	EE	EE	F0	FE	FD	E3	FF
05D0	FF	F3	F3	FF	FF	F3	F3	FF	F3	F3	FF	F3	F3	FB	F7	FF
05E0	FD	FB	F7	EF	F7	FB	FD	FF	FF	FF	E0	FF	E0	FF	FF	FF
05F0	F7	FB	FD	FE	FD	FB	F7	FF	F1	EE	FE	FD	FB	FF	FB	FF
0600	FF	FF	ED	EA	E2	EA	ED	FF	FF	FF	FD	F1	ED	ED	F2	FF
0610	F1	EF	EF	F3	ED	ED	F3	FF	FF	FF	ED	ED	ED	ED	F0	FE
0620	F3	FD	FD	F1	ED	ED	F3	FF	FF	FF	F3	ED	E3	EF	F1	FF
0630	FF	FF	FB	F1	EA	EA	F1	FB	FF	F3	ED	FB	F7	ED	F3	FF
0640	FF	FF	EE	F5	FB	F5	EE	FF	FF	FF	ED	ED	ED	E9	F6	FF
0650	FB	FF	ED	ED	ED	E9	F6	FF	FF	ED	ED	EB	E7	EB	ED	FF
0660	FF	FF	F9	F5	F5	F5	ED	FF	FF	FF	EE	E4	EA	EE	EE	FF
0670	FF	FF	ED	ED	E1	ED	ED	FF	FF	FF	F3	ED	ED	ED	F3	FF
0680	FF	FF	E1	ED	ED	ED	ED	FF	FF	FF	F1	ED	F1	F9	E5	FF
0690	FF	EF	E3	ED	ED	E3	EF	FF	FF	F3	ED	EF	ED	F3	FF	

06A0	FF	FF	E0	EA	EA	EA	FF	FF	ED	ED	ED	F1	FD	E3		
06B0	FF	FF	EA	F1	F1	EA	EE	FF	F7	EB	E7	E3	ED	ED	F3	FF
06C0	FF	FF	EF	E7	EB	EB	E7	FF	FF	EE	E6	6A	EA	E6	FF	
06D0	FF	FF	F3	ED	F3	ED	F3	FF	FF	EA	EA	EA	EA	E0	FF	
06E0	FF	FF	F3	ED	F9	ED	F3	FF	FF	EA	EA	EA	EA	E0	FE	
06F0	FF	FF	ED	ED	ED	F1	FD	FF	C0							
0700	ED	EA	EA	E2	EA	EA	ED	FF	FB	F5	EE	EE	E0	EE	EE	FF
0710	E0	EF	EF	E1	EE	EE	E1	FF	ED	ED	ED	ED	E0	FE	FF	
0720	F9	F5	F5	F5	F5	E0	EE	FF	E0	EF	EF	E1	EF	EF	E0	FF
0730	FB	E0	EA	EA	E0	FB	FB	FF	E0	EE	EF	EF	EF	EF	EF	FF
0740	EE	EE	F5	FB	F5	EE	EE	FF	EE	EE	EC	EA	E6	EE	EE	FF
0750	EA	EE	EC	EA	E6	EE	EE	FF	EE	ED	EB	E7	EB	ED	EE	FF
0760	F8	F6	F6	F6	F6	E6	E6	FF	EE	E4	EA	EA	EE	EE	EE	FF
0770	EE	EE	EE	E0	EE	EE	EE	FF	F1	EE	EE	EE	EE	EE	F1	FF
0780	E0	EE	EE	EE	EE	EE	EE	FF	F0	EE	EE	F0	FA	F6	EE	FF
0790	E1	EE	EE	E1	EF	EF	EF	FF	F1	EE	EF	EF	EF	EE	F1	FF
07A0	E0	FB	FB	FB	FB	FB	FB	FF	EE	EE	EE	F5	FB	F7	EF	FF
07B0	EE	EA	EA	F1	EA	EA	EE	FF	E1	EE	EE	E1	EE	EE	E1	FF
07C0	EF	EF	EF	E1	EE	EE	E1	FF	EE	EE	EE	E6	EA	EA	E6	FF
07D0	F1	EE	EE	F2	EE	EE	E1	FF	EE	EA	EA	EA	EA	E0	FF	
07E0	F1	EE	FE	F8	FE	EE	F1	FF	EA	EA	EA	EA	EA	E0	FE	FF
07F0	EE	EE	EE	E0	FE	FE	FE	FF	C0	C0	C0	C0	C0	C0	FF	

Запуск МОНИТОРа дисплейного модуля производится с адреса F800H. При этом происходит настройка указателя стека, занесение констант и начальных значений в рабочие ячейки ОЗУ, настройка программируемого периферийного адаптера клавиатуры.

После настройки адаптера клавиатуры на экране дисплея выводится сообщение «ЮТ-88». Появление на экране стрелки и курсора говорит о том, что можно вводить директиву (команду).

## 12. Сигналы шин адреса, данных и управления дисплейного модуля «ЮТ-88»

Номер сигнала шины управления на общей схеме	Обозначение сигнала	Назначение сигнала
9	<u>ЧТЗУ</u>	Чтение ПЗУ/ОЗУ
10	<u>ЗПЗУ</u>	Запись в ОЗУ
11	<u>ЧТВВ</u>	Чтение портов
12	<u>ЗПВВ</u>	Запись в порты
15	<u>OXXX</u>	Выборка области 0FFFH
16	<u>EXXX</u>	Выборка области E000—EFFFH
17	<u>FXXX</u>	Выборка области F000—FFFFH

## ДИРЕКТИВЫ МОНИТОРА ДИСПЛЕЙНОГО МОДУЛЯ

Директивы МОНИТОРа «ЮТ-88» приведены в таблице 13. Все они задаются соответствующими латинскими буквами. Затем вводятся параметры директивы. Записываются они в виде шестнадцатеричных чисел и отделяются друг от друга запятыми. Символ Н после шестнадцатеричных чисел опускают. Незначащие нули в левых разрядах чисел можно не набирать. Символом окончания ввода директивы или директивы с параметром является символ «ВК».

Директивы имеют те же самые обозначения, что и директивы мониторов «Микро-80», «РК-86» и «МИКРОШИ». Введены и новые директивы — «К», «V», «B», «W».

Директива «D» позволяет просмотреть на экране дисплея содержимое области памяти в виде 2разрядных шестнадцатеричных чисел, представленных в формате таблицы. Сначала набирается буква D, затем начальный адрес области памяти, запятая и конечный адрес области памяти, нажимается кнопка «ВК».

Директива «L» аналогична предыдущей, но только вместо шестнадцатеричных чисел на экран выводятся их символьные представления. Если при исполнении этой директивы встречается код, не соответствующий ни одному алфавитно-цифровому символу, то выводятся точки. После буквы набирается начальный адрес области памяти, запятая и конечный адрес области памяти, нажимается клавиша «ВК».

Директива «M» позволяет просматривать и при необходимости изменять содержимое одной или нескольких ячеек памяти. После набора директивы, набора адреса и нажатия на клавишу «ВК» на экран дисплея выводится 2-разрядное

шестнадцатеричное число — содержимое ячейки памяти набранного адреса. Можно нажать клавишу «ВК», и тогда содержимое ячейки не изменится. Можно до нажатия клавиши «ВК» набрать новое двухразрядное шестнадцатеричное число и затем «ВК». Для выхода из этой директивы нужно нажать клавишу «.» (точка).

Директива «F» позволяет во все ячейки заданной области памяти записывать одинаковые коды. После набора директивы набирают начальный адрес, запятую, конечный адрес, запятую, шестнадцатеричное 2-разрядное число и «ВК».

С помощью директивы «T» можно копировать содержимое одной области памяти в другую. После набора директивы набирают начальный и конечный адреса копируемой области памяти через запятую, затем начальный адрес копии и «ВК».

Директива «C» дает возможность проверить идентичность двух областей памяти путем побайтного сравнения. После набора директивы вводят начальный адрес первой области, затем запятую и начальный адрес другой сравниваемой области и «ВК». При несовпадении содержимого ячеек памяти на дисплей выводится адрес ячейки из первой области и содержимое несовпадающих ячеек памяти.

Директива «S» осуществляет поиск байта в заданной области памяти. После набора директивы вводят начальный адрес, запятую, конечный адрес области поиска, запятую, искомый байт и «ВК». В результате на экран дисплея будут выведены адреса ячеек памяти, в которых будут обнаружены байты, равные заданному.

### 13. Директивы МОНИТОРа дисплейного модуля «ЮТ-88»

Директива	Параметры	Назначение
D	АДР1, АДР2, ВК	Просмотр содержимого области памяти в шестнадцатеричном виде
L	АДР1, АДР2, ВК	Просмотр содержимого области памяти в символьном виде
K	АДР1, АДР2, ВК	Вычисление контрольной суммы области памяти
F	АДР1, АДР2, Константа	Запись константы в виде байта во все ячейки области памяти
C	АДР1, АДР2, АДР3, ВК	Сравнение содержимого двух областей памяти
T	АДР1, АДР2, АДР3, ВК	Пересылка содержимого одной области памяти в другую
S	АДР1, АДР2, Байт, ВК	Поиск байта в области памяти.
M	АДР, ВК	Просмотр или изменение содержимого ячеек памяти
V	ВК	Изменение константы чтения данных с магнитофона
G	АДР, ВК	Запуск программы с данного адреса
W	ВК	Запуск программы с адреса C000H
X	ВК	Вывод и модификация содержимого регистров микропроцессора
O	АДР1, АДР2, Константа, ВК	Вывод содержимого области памяти на магнитную ленту
I	АДР (смещение), Константа, ВК	Ввод информации с магнитной ленты
B	ВК	Вывод информации о времени на светодиодные индикаторы (при одновременной работе МОНИТОРа микроЭВМ минимальной конфигурации)
R	АДР1, АДР2, АДР3	Ввод данных из ПЗУ с адресами АДР1, АДР2 в ОЗУ с начальным адресом АДР3

С помощью директивы «K» можно вычислить контрольную сумму данных в определенной области ОЗУ и ПЗУ. Эта сумма выдается на экран дисплея в виде 4-разрядного шестнадцатеричного числа. После набора директивы вводят начальный адрес, запятую, конечный адрес области памяти и «ВК».

Директива «O» применяется для записи данных на ленту кассетного магнитофона. После набора директивы набирают начальный адрес, запятую, конечный адрес области памяти с записываемыми данными, запятую, байт, определяющий скорость вывода информации. Затем включают магнитофон в режиме записи, пускают лентопротяжный механизм и нажимают клавишу «ВК». Если в директиве не указан байт скорости, то будет использовано либо значение скорости предыдущей записи (если не была нажата

клавиша «Уст»), либо стандартное значение, записываемое в рабочую ячейку F7D0H при нажатии на клавишу «Уст». После завершения вывода информации на экране отображаются начальный и конечный адреса и контрольная сумма выведенной информации.

Директива «V» служит для измерения константы чтения при вводе информации с кассетного магнитофона. Для этого после набора директивы пускают магнитофон на воспроизведение и, услышав начало записи по однотонному звучанию, нажимают клавишу «ВК». Измеренная константа чтения выводится на дисплей и заносится в ячейку F7CFH.

МОНИТОР дисплейного модуля (как и МОНИТОР процессорного модуля) позволяет осуществить привязку работы программ к реальному времени благодаря специально встроенной программе часов. При совместном использовании этих двух модулей возможны два режима работы. В первом используется МОНИТОР процессорного модуля (для удобства в дальнейшем мы будем обозначать его как МОНИТОР—«О»). После запуска происходит установка времени и пуск часов. Затем после запуска МОНИТОРа дисплейного модуля (в дальнейшем это МОНИТОР—«F») с помощью директив «В», «ВК» можно вывести показания времени из ячеек памяти C3FDH, C3FEH, C3FFH на светодиодные индикаторы процессорного модуля. Второй режим предполагает отключение МОНИТОРА—«О» и использование программы часов в МОНИТОРе—«F». В этом случае информация о времени содержится в следующих ячейках памяти: F6FDH—секунды, F6FEH—минуты, F6FFH—часы. Чтобы запустить программу часов в МОНИТОРЕ—«F», необходимо убедиться до отключения МОНИТОРА—«О», что часы «идут» с помощью директивы «В». Затем директивой «М» загрузить в ячейки ОЗУ следующие коды C000H—F3H, C001H—C3H, C002H—00H, C003H—F8H, C038H—C3H, C039H—C1H, C03AH—FFH, F6FDH—00H (секунды), F6FEH—(код минуты), F6FFH—(код часы). Далее переключают ОЗУ из области C000—C3FFH в область 0000—03FFH, одновременно отключив МОНИТОР—«О» (для этого подойдет любой сдвоенный тумблер). Затем по сигналам точного времени необходимо нажать на клавишу «Уст», пусть тем самым часы в дисплейном модуле.

А теперь несколько слов о пользовании директивами записи и

чтения данных с магнитофона при наличии прерываний в микроЭВМ. Директивами записи и чтения МОНИТОРА—«О» (директивы «9», «А» соответственно) следует пользоваться при небольшом объеме информации, так как в драйверах записи и чтения байта на магнитофон этого МОНИТОРА программно не делается запрет прерывания, и при большом объеме данных для надежной записи и чтения на магнитофон следует аппаратно (с помощью дополнительного тумблера) отключать запрос прерывания от вывода **14** микропроцессора и подключать этот вывод на общий провод. Директивы записи и чтения данных «О» и «I» МОНИТОРА—«F» дисплейного модуля используют программный запрет прерывания в драйверах записи и чтения байта на магнитофон (остановка часов на время вывода и ввода байта). Это требует коррекции времени после работы с магнитофоном, например с помощью директивы «М». Используемый в «ЮТ-88» формат записи данных на магнитную ленту в МОНИТОРЕ—«О» совпадает с форматом записи, используемым в «Микро-80», а при использовании директив МОНИТОРА—«F» совпадает с форматом записи «РК-86». Благодаря этому обеспечивается программная совместимость по вводу данных с этими наиболее распространенными среди радиолюбителей микроЭВМ. Следует лишь напомнить, что контрольная сумма в «РК86» и «Микро-80» считается по-разному и совпадает лишь в младшем байте.

#### 14. Стандартные подпрограммы МОНИТОРа дисплейного модуля

Назначение	Адрес вызова	Параметры
Ввод с клавиатуры	F803H	Введенный код в регистре А
Ввод байта с магнитофона	F806H	Введенный байт в регистре А
Вывод символа на экран	F809H	Вводимый символ в виде кода в регистре С
Вывод байта на магнитофон	F80CH	Выводимый байт в регистре С
Опрос состояния клавиатуры	F812H	Не нажата — в регистре А — 00 Нажата — в регистре А — FFH
Вывод байта на экран в шестнадцатеричном виде	F815H	Выводимый байт в регистре А
Вывод сообщения на экран	F818H	Адрес начала сообщения в HL

В «ЮТ-88» контрольная сумма считается, как в «Микро-80». В частности, контрольная сумма МОНИТОРа—«F» — ED46H. При работе с МОНИТОРОМ—«F» порт ввода/вывода данных на кассетный магнитофон используется также для сигнализации коротким однотональным звуком нажатия клавиш. Поэтому удобно подключить к этому порту магнитофон в режиме записи (с остановленной лентой).

Последняя директива МОНИТОРа—«F» — «R». Она служит для чтения информации из ПЗУ, подключенного к дополнительному интерфейсу. Параметрами этой директивы являются начальный адрес ПЗУ, конечный адрес ПЗУ и адрес загрузки ОЗУ. МОНИТОР—«F» имеет стандартный набор подпрограмм (табл. 14), которыми можно пользоваться при написании программ на «ЮТ-88».

Набор подпрограмм в виде вектора переходов расположен в самом начале МОНИТОРа—«F» и полностью соответствует подпрограммам «Микро-80» и «РК-86». Это также обеспечивает программную совместимость «ЮТ-88» с «РК-86» и «Микро-80», конечно, при условии, что используются ресурсы «ЮТ-88» через вектор стандартных подпрограмм МОНИТОРа—«F».

Управляющие коды, как ясно из названия, ответственны за управление отображением информации на экране

дисплея (табл. 15.).

Функции перемещения курсора и перевода строки в них действуют одинаково до тех пор, пока курсор не окажется в нижней строке экрана. В этом случае при выполнении функции перевода строки нижняя строка становится второй снизу, вторая — третьей и т.д., а верхние строки будут теряться. При выполнении кода перемещения курсора на одну позицию вниз (если он находился на нижней строке) он перемещается в ту же позицию на верхней строке экрана.

Прямая адресация курсора (AP2) позволяет устанавливать курсор в любую позицию на экране. Для этого необходимо набрать последовательность кодов 1B (AP2) 59(Y)AX, AY, где AX — позиция строки относительно левого верхнего угла, AY — позиция знакоместа в строке. Напомним, что размер экрана в «ЮТ-88» — 28 строк на 64 знакоместа. Все перечисленные в таблице коды можно реализовать, нажав либо отдельную клавишу, либо одновременно две: UC + ..., как это показано в таблице 16.

Применение комбинации из двух клавиш позволяет сократить число используемых клавиш.

**15. Алфавитно-цифровые коды «ЮТ-88»**

Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ
20	пробел	38	8	50	Р	68	Х
21	!	39	9	51	Q	69	И
22	"	3A	:	52	Р	6A	Й
23	#	3B	;	53	С	6B	К
24	¤	3C	<	54	Т	6C	Л
25	%	3D	=	55	У	6D	М
26	&	3E	>	56	В	6E	Н
27	'	3F	?	57	W	6F	О
28	(	40	@	58	Х	70	П
29	)	41	А	59	Ү	71	Я
2A	*	42	В	5A	З	72	Р
2B	+	43	С	5B	[	73	С
2C	,	44	Д	5C	\	74	Т
2D	-	45	Е	5D	]	75	У
2E	.	46	Ф	5E	^	76	Ж
2F	/	47	Г	5F	—	77	В
30	0	48	Н	60	Ю	78	Ь
31	1	49	І	61	А	79	Ы
32	2	4A	Ј	62	Б	7A	Ъ
33	3	4B	К	63	Ц	7B	Ш
34	4	4C	Л	64	Д	7C	Э
35	5	4D	М	65	Е	7D	Щ
36	6	4E	Н	66	Ф	7E	Ч
37	7	4F	О	67	Г		

## 16. Управляющие коды МОНИТОРа дисплейного модуля

Код	Обозначение (эквивалентная операция)	Функция
08	(УС + Н)	Перемещение курсора на одну позицию влево
0A	ПС (УС + F)	Перевод строки
0C	(УС + L)	Установка курсора в нулевую позицию — верхний левый угол
0D	ВК (УС + M)	Установка курсора в начало строки
18	(УС + X)	Перемещение курсора на одну позицию вправо
19	(УС + Y)	Перемещение курсора на одну позицию вверх
1A	(УС + Z)	Перемещение курсора на одну позицию вниз
1B	AP2 (УС + :)	Прямая адресация курсора
1F	СТР (УС +)	Очистка экрана

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ОТЛАДКА ДИСПЛЕЙНОГО МОДУЛЯ

Дисплейный модуль лучше всего разместить на отдельной плате из фольгированного стеклотекстолита. Общий провод и цепь питания выполните печатными проводниками, остальной монтаж — тонким изолированным проводом. Дисплейный модуль соедините по шине данных, шине адреса и сигналам управления с помощью разъема. Возможны и другие варианты конструкции. Например, дисплейный модуль можно прикрепить непосредственно сверху процессорного модуля с помощью четырех стоек из изоляционного материала.

Налаживание модуля начинайте с проверки монтажа. Прозвоните все соединения по шинам питания и выводам микросхем и убедитесь, что нет коротких замыканий. Затем подключите питание к плате. На этом этапе налаживания с процессорного модуля на дисплейный модуль «скруткой» или витым парным проводом передаются только импульсы синхронизации частотой 16 МГц. Проверьте с помощью осциллографа наличие сначала строчных и кадровых синхроимпульсов, а затем импульсов на выходе счетчиков знакомест по горизонтали и вертикали.

Наконец, подключите видеовыход дисплейного модуля к телевизору и

добейтесь, чтобы весь экран был заполнен случайным набором символов. Только после этого через разъем соедините дисплейный модуль с процессорным. Но переходить к проверке дисплейного модуля в динамике можно, лишь убедившись, что нет нарушений в работе процессорного модуля. К примеру, если не проходит тест индикации — директива «3», то проверку дисплейного модуля необходимо провести в статике. После тщательного контроля разводки шины данных и шины адреса отключите дисплейный модуль от разъема процессорного модуля и запишите директивой «1» в ОЗУ процессорного модуля простейшую программу циклической записи чтения кода 55H или AAH в ОЗУ дисплейного модуля (табл. 17).

После запуска программы директивой «6» переведите процессорный модуль в шаговый режим работы с помощью приставки, описанной ранее. На шаге исполнения команды записи данных в ОЗУ на шине данных действует код 55H(AAH), а на шине адреса — адрес ячейки памяти дисплейного модуля. С помощью тестера

## 17. Программа отладки дисплейного модуля в статике

Адрес	Код	Комментарий
C000H	3E	Код засыпается в регистр А микропроцессора, значение его задается
C001H	55	также AA.
C002H	32	Пересылка кода 55 или AA в ячейку памяти ОЗУ с адресом F400H.
C003H	00	Значение адреса также задается равным E800H.
C004H	F4	
ШАГ ИСПОЛНЕНИЯ ДИСПЛЕЙНЫЙ МОДУЛЬ ПОДКЛЮЧАЮТ К ПРОЦЕССОРНОМУ		
C005H	3A	Чтение ОЗУ с адресом F400H и пересылка кода из этой ячейки в регистр
C006H	00	А микропроцессора.
C007H	F4	Адрес ячейки также задается равным E800H.
ШАГ ИСПОЛНЕНИЯ		
C008H	C3	Зацикливание программы записи/чтения ОЗУ.
C009H	00	
C00AH	C0	

убедитесь в наличии этих кодов, а также сигнала выборки микросхем ОЗУ и управляющих сигналов ЗПЗУ и ЧТЗУ. Изменяя адрес ОЗУ, проверьте в статике работу ОЗУ дисплейного модуля.

Проверку дисплейного модуля в динамике начните с подсчета контрольной суммы МОНИТОРа—«F» дисплейного модуля с помощью директивы «8». Контрольная сумма должна равняться ED46H. Затем проверьте в динамике ОЗУ дисплейного модуля, копируя адреса F4000, F7FF и E800, EFFFH, МОНИТОР—«F» с помощью программ копирования и сравнения данных МОНИТОРа—«O». После этого с помощью директивы «0» непрерывно записывайте код 33H в экранную область ОЗУ, начиная с адреса E800H. Если наблюдается последовательное заполнение строк экрана цифрами «3», то все в порядке. Искажение формы символа или вывод другого символа говорит о неисправности ПЗУ знакогенератора или обрывах в цепях, соединяющих выходы ПЗУ знакогенератора со входами регистра сдвига.

При корректном выводе различных символов (см. коды символов в табл. 15) директивой «7» запустите МОНИТОР—«F» дисплейного модуля по адресу

F800H. При этом экран очистится и в верхнем левом углу появится надпись «ЮТ-88», а также стрелка и курсор.

После этого подключите клавиатуру и проверьте работу директив МОНИТОРа—«F».

В процессе работы объем ОЗУ, которое расположено в адресах C000H—C3FFH и F400H—F7FFH, может оказаться недостаточным. Но его нетрудно нарастить. Увеличить объем ОЗУ до нескольких килобайт проще всего на основе микросхем ОЗУ статического типа. На рисунке 65 изображена электрическая схема блока ОЗУ объемом 4 Кбайта на двух микросхемах KP537РУ10 (*DD1, DD2*). Выбор микросхем осуществляется с помощью дешифратора (*DD3*), на выходе которого формируются сигналы выборки областей ОЗУ по 2 Кбайта в диапазоне адресов 0000H—7FFFH. В данном случае микросхемы ОЗУ выбираются в областях 3000H—37FFH (*DD1*) и 3800H—3FFFH (*DD2*).

Окончательную проверку работы дисплейного модуля можно провести с помощью игровой программы «ТЕТРИС». Распечатка программы (пусковой адрес 3000H) приведена в таблице 18.

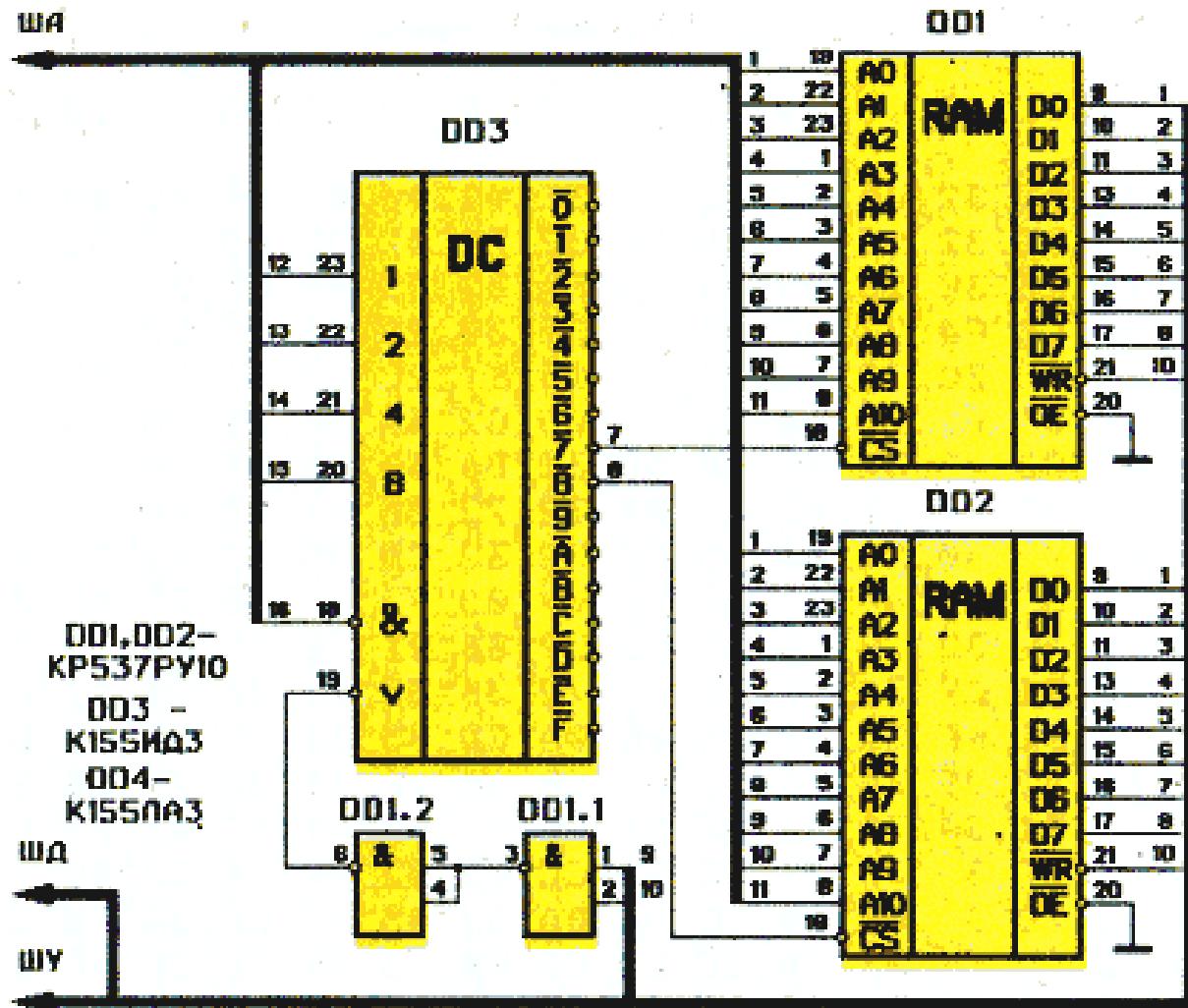


Рис. 65. Электрическая схема блока ОЗУ объемом 4 Кбайта.

При работе с дисплейным модулем и в дальнейшем с модулем динамического ОЗУ необходимо использовать дополнительный источник питания + 5В повышенной мощности. Его электрическая схема дана на рисунке 66.

Источник питания включает в себя понижающий трансформатор  $T_1$ , двухполупериодные выпрямители с фильтрующими конденсаторами и стабилизатор напряжения. Номинальное действующее значение напряжения на вторичной обмотке трансформаторов, при котором стабилизатор имеет максимальный кпд при токе нагрузки 5 А и максимальном размахе пульсаций 10 мВ, составляет около 8 В.

Для получения высокого кпд

стабилизатора его регулирующий элемент на транзисторах  $VT3 - VT5$  должен быть запитан от дополнительного выпрямителя источника смещения, выполненного на диодах. С целью упрощения стабилизатора дифференциальный усилитель в нем заменен обычным на транзисторе  $VT2.2$ , а образцовое напряжение формируется на стабилитроне  $VD5$ . Вместе с транзистором  $VT2.1$  этот стабилитрон образует генератор стабильного тока. Для получения минимального напряжения

18. Коды программы «Тетрис»

.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
3000	3E	01	32	7A	36	31	7F	3F	00	00	00	00	00	00	00	0E 1B
3010	CD	5D	32	0E	45	CD	5D	32	21	07	35	CD	52	32	21	10
3020	1F	E5	3E	23	06	15	CD	F4	33	25	05	C2	26	30	24	06
3030	0C	CD	F4	33	2C	05	C2	31	30	2D	06	15	CD	F4	33	24
3040	05	C2	3C	30	3E	2E	0E	14	E1	2C	E5	06	0A	CD	F4	33
3050	2C	05	C2	4D	30	E1	25	0D	C2	4A	30	21	95	35	CD	52
3060	32	CD	73	32	4F	CD	5D	32	D6	30	DA	5B	30	FE	08	D2
3070	5B	30	2F	E6	07	C6	01	32	72	36	01	00	40	0B	78	B1
3080	C2	7D	30	21	B2	35	CD	52	32	CD	7D	32	B7	23	FA	89
3090	30	67	AD	46	AE	6F	4E	09	0D	F2	97	30	7C	AD	32	73
30A0	36	AF	32	78	36	3D	32	59	36	21	CE	35	CD	52	32	C3
30B0	68	31	AF	32	59	36	3A	72	36	32	71	36	21	11	0C	06
30C0	14	3E	FF	32	79	36	0E	0A	CD	35	34	FE	5B	CA	D4	30
30D0	AF	32	79	36	2C	0D	C2	C8	30	2E	11	3A	79	36	B7	F2
30E0	4F	31	3A	72	36	D6	01	2F	E6	07	07	57	07	82	C6	05
30F0	07	57	3A	78	36	3C	BA	CC	CB	32	FE	64	C2	00	31	AF
3100	32	78	36	0E	00	0C	D6	0A	D2	05	31	C6	3A	EB	21	0B
3110	1E	CD	F4	33	2D	3E	20	CD	F4	33	79	C6	2F	4F	CD	5D
3120	32	EB	E5	54	14	0E	0A	5D	EB	CD	35	34	EB	CD	F4	33
3130	2C	0D	C2	27	31	24	2E	11	7C	FE	1F	C2	23	31	21	11
3140	1F	0E	0A	3E	2E	CD	F4	33	2C	0D	C2	45	31	E1	25	24
3150	05	C2	C1	30	06	06	21	5F	36	22	5D	36	EB	21	65	36
3160	7E	12	23	13	05	C2	60	31	21	47	34	11	18	00	CD	AA
3170	32	19	3D	C2	71	31	06	06	11	65	36	D5	7E	12	23	13
3180	05	C2	7C	31	D1	21	06	0F	3E	20	CD	F4	33	0E	20	CD
3190	5D	32	2C	7D	FE	0C	C2	88	31	2E	06	24	7C	FE	11	C2
31A0	88	31	21	07	10	0E	5B	CD	91	32	3A	59	36	B7	C2	B2
31B0	30	32	5C	36	21	15	1F	22	5A	36	32	76	36	32	77	36
31C0	CD	15	33	DA	14	32	0E	5B	CD	8C	32	3A	71	36	47	0E
31D0	01	CD	7D	32	B7	FA	FE	31	FE	36	CA	ED	33	FE	37	CA
31E0	5A	33	FE	38	CA	80	33	FE	39	CA	7B	33	FE	03	CA	14
31F0	32	FE	53	CA	2F	32	11	71	36	FE	20	CA	69	33	0B	78
3200	B1	C2	D1	31	32	76	36	3D	32	77	36	CD	EB	32	D2	CB
3210	31	C3	B2	30	21	EB	35	CD	52	32	CD	73	32	FE	59	CA
3220	0E	30	FE	4E	CA	00	F8	00	00	00	00	00	00	00	00	E5
3230	21	19	36	CD	52	32	C5	01	00	00	0B	78	B1	C2	3A	32
3240	C1	CD	7D	32	B7	FA	41	32	21	39	36	CD	52	32	E1	C3
3250	FE	31	7E	B7	C8	4F	23	CD	5D	32	C3	52	32	E5	D5	C5
3260	F5	CD	09	F8	F1	C1	D1	E1	C9	E5	D5	C5	CD	12	F8	C1

3270	D1	E1	C9	E5	D5	C5	CD	03	F8	C1	D1	E1	C9	CD	69	32
3280	B7	C2	73	32	F6	FF	C9	0E	2E	2A	5A	36	EB	2A	5D	36
3290	EB	79	CD	F4	33	E5	06	03	1A	13	85	6F	1A	13	84	67
32A0	79	CD	F4	33	05	C2	98	32	E1	C9	3A	74	36	32	75	36
32B0	3A	73	36	C6	BB	32	73	36	C5	47	0F	0F	0F	A8	C1	E6
32C0	07	CA	AA	32	32	74	36	C9	F5	3A	72	36	3D	FE	01	D2
32D0	D4	32	3E	01	32	72	36	32	71	36	D6	01	2F	E6	07	C6
32E0	30	E5	21	0B	1F	CD	F4	33	E1	F1	C9	C5	F5	AF	32	7A
32F0	36	F1	E5	CD	12	33	F5	3E	01	32	7A	36	F1	DA	05	33
3300	E1	CD	12	33	E5	E1	22	5A	36	0E	5B	F5	CD	8C	32	F1
3310	C1	C9	CD	87	32	3A	76	36	2A	5A	36	85	6F	3A	77	36
3320	84	67	E5	CD	35	34	FE	2E	C2	49	33	06	03	EB	2A	5D
3330	36	EB	1A	13	85	6F	1A	13	84	67	CD	35	34	FE	2E	C2
3340	49	33	05	C2	32	33	E1	B7	C9	E1	3A	76	36	2F	3C	85
3350	6F	3A	77	36	2F	3C	84	67	37	C9	3E	FF	32	76	36	AF
3360	32	77	36	CD	EB	32	11	76	36	3A	71	36	87	47	0E	01
3370	0B	78	B1	C2	70	33	12	03	C3	FE	31	3E	01	C3	5C	33
3380	3A	5C	36	3C	E6	03	32	5C	36	C5	CD	87	32	21	41	34
3390	11	18	00	3A	75	36	19	3D	C2	96	33	3A	5C	36	3C	11
33A0	06	00	19	3D	C2	A2	33	06	06	11	6B	36	EB	22	5D	36
33B0	1A	77	23	13	05	C2	B0	33	AF	32	76	36	32	77	36	CD
33C0	15	33	21	5F	36	22	5D	36	D2	D7	33	3A	5C	36	3D	E6
33D0	03	32	5C	36	C3	E4	33	11	6B	36	06	06	1A	77	23	13
33E0	05	C2	DC	33	0E	5B	CD	89	32	C1	C3	F0	33	CD	C8	32
33F0	AF	C3	5C	33	E5	D5	C5	47	CD	3E	34	70	3A	7A	36	B7
3400	C2	08	34	78	C1	D1	E1	C9	0E	1B	CD	5D	32	0E	59	CD
3410	5D	32	4A	CD	5D	32	4B	CD	5D	32	48	78	FE	5B	CC	5D
3420	32	FE	2E	C2	2C	34	0E	20	CD	5D	32	48	FE	23	CC	5D
3430	32	78	C3	60	32	E5	D5	CD	3E	34	7E	D1	E1	C9	C5	3E
3440	20	94	47	7D	87	4F	21	20	20	09	EB	21	7F	36	0F	4F
3450	78	0F	0F	47	E6	C0	B1	4F	78	E6	3F	47	09	C1	C9	FF
3460	00	02	00	01	00	00	FF	00	02	00	01	FF	00	02	00	01
3470	00	00	FF	00	02	00	01	FF	00	02	00	00	FF	00	FF	00
3480	02	01	00	01	00	FE	00	00	01	00	01	00	FE	FF	00	01
3490	00	FE	00	00	FF	00	01	00	FE	01	00	FF	00	02	00	00
34A0	01	00	FF	00	02	FF	00	01	00	FF	FF	EF	00	00	01	01
34B0	FF	00	FF	01	00	FF	FF	FF	00	00	01	01	FF	00	FF	FF
34C0	00	01	FF	01	00	00	01	FF	FF	00	FF	FF	00	01	FF	01
34D0	00	00	01	FF	FF	00	FF	FF	00	02	00	FF	FF	00	FF	00
34E0	02	01	FF	01	00	FE	00	01	01	00	01	00	FE	FF	01	00
34F0	FF	01	00	00	01	00	FF	01	00	00	01	00	FF	01	00	00
3500	01	00	FF	01	00	00	01	1B	59	24	20	0E	2E	2E	37	2E

3510	2E	20	20	20	20	20	2E	2E	38	2E	2E	20	20	20	20	20
3520	2E	2E	39	2E	2E	0D	0A	77	6C	65	77	6F	20	20	20	20
3530	77	72	61	7D	61	74	78	20	20	20	20	77	70	72	61	77
3540	6F	0D	0A	0A	75	77	65	6C	69	7E	69	74	78	20	73	6B
3550	6F	72	6F	73	74	78	20	20	2E	2E	36	2E	2E	0D	0A	0A
3560	20	20	2E	2E	50	52	4F	42	45	4C	2E	2E	20	20	20	20
3570	20	73	62	72	6F	73	69	74	78	0D	0A	0F	0A	20	20	20
3580	20	2E	2E	53	2E	2E	20	20	20	20	20	20	20	20	0E	70
3590	61	75	7A	61	00	1B	59	21	20	77	61	7B	20	75	72	6F
35A0	77	65	6E	78	28	30	2D	37	29	20	3F	20	20	20	20	20
35B0	08	00	1B	59	22	20	6E	61	76	6D	69	74	65	20	6C	60
35C0	62	75	60	20	6B	6C	61	77	69	7B	75	20	21	00	1B	59
35D0	22	20	7E	69	73	6C	6F	20	70	6F	6C	6E	79	68	20	73
35E0	74	72	6F	6B	20	20	20	30	30	0D	00	1B	59	36	28	69
35F0	67	72	61	20	7A	61	6B	6F	6E	7E	65	6E	61	2C	20	76
3600	65	6C	61	65	74	65	20	70	6F	77	74	6F	72	69	74	78
3610	3F	0F	20	28	59	2F	4E	29	00	1B	59	36	28	77	6F	64
3620	69	74	65	6C	78	2C	20	75	73	74	61	6C	20	2D	20	6F
3630	74	64	6F	68	6E	69	20	21	00	1B	59	36	28	20	20	20
3640	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3650	20	20	20	20	20	20	20	20	00	00	00	00	00	00	00	00
3660	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

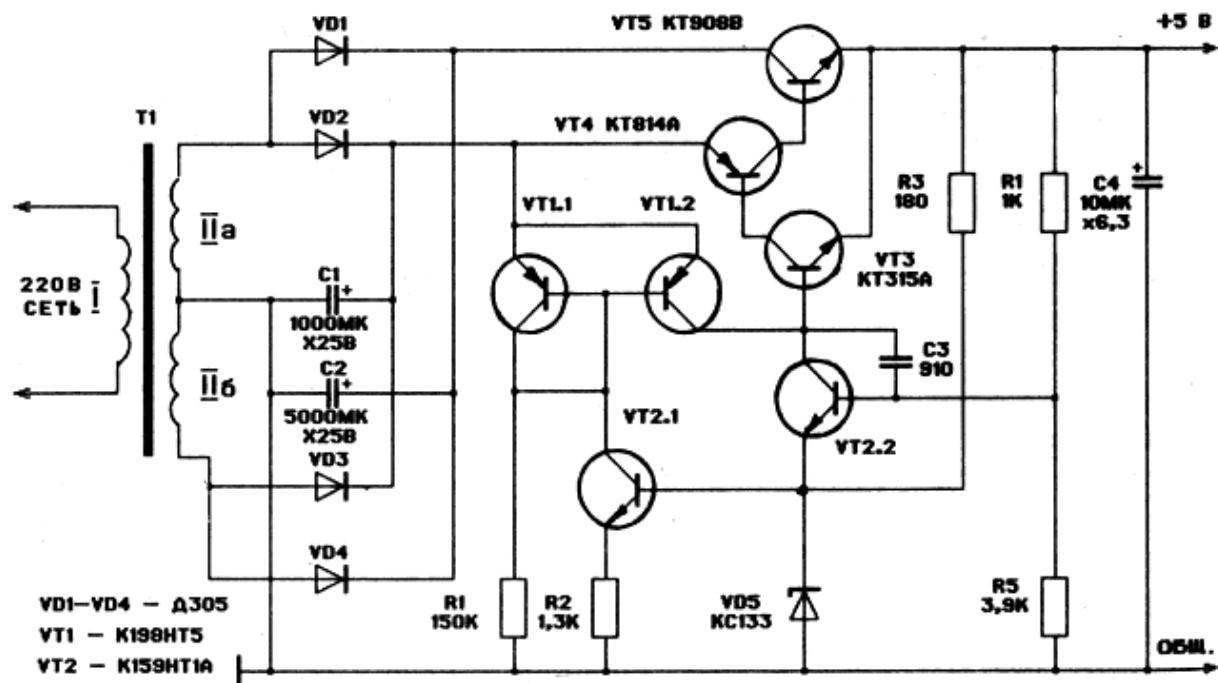


Рис. 66. Электрическая схема дополнительного источника питания.

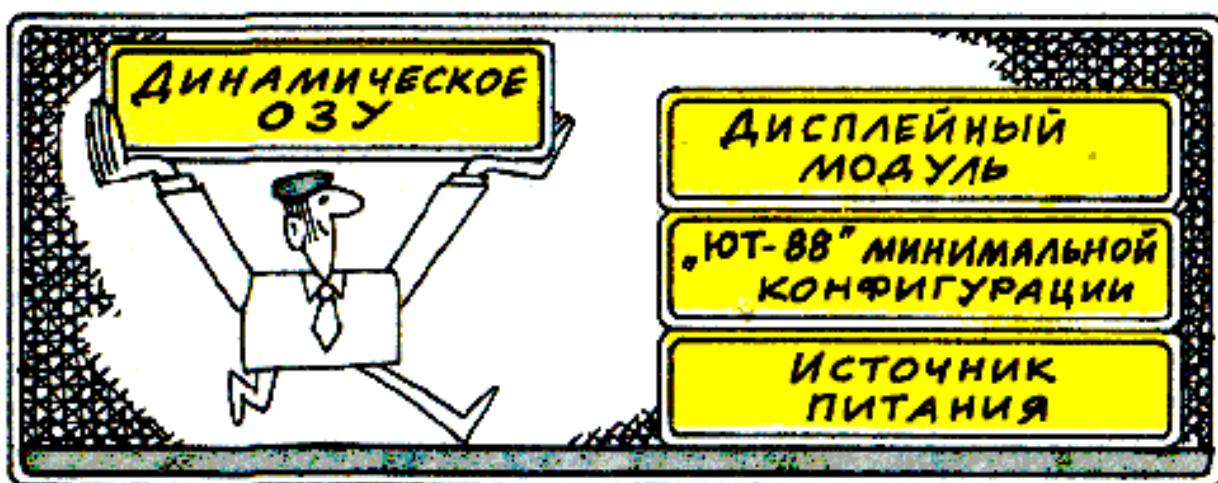
работы этого генератора применено «токовое зеркало» на транзисторах  $VT1.1$ ,  $VT1.2$ . Режим генератора тока устанавливают резистором  $R2$  на уровне 2 мА. При установке требуемого напряжения на выходе + 5 В может потребоваться подстройка резистора  $R4$ . В источнике питания дисплейного модуля транзисторную сборку K159HT1

можно заменить транзисторами КТ315, а К159HT5 на КТ361. Все они должны быть подобраны по коэффициенту передачи тока. Корпуса их желательно склеить попарно. В качестве понижающего трансформатора рекомендуем использовать ТН-35-127/220-50.

## ГЛАВА 12. МОДУЛЬ ДИНАМИЧЕСКОГО ОЗУ «ЮТ-88»

Теперь, когда собран дисплейный модуль, можно приступить к следующему модулю — динамического ОЗУ. Собрав его, вы сможете оснастить свою микроЭВМ операционной системой СР/М (о ней мы расскажем чуть позже) и заметно пополнить программное

обеспечение микроЭВМ. Новый модуль позволит вам использовать те сотни и тысячи прикладных и игровых программ, разработанных под эту операционную систему. Все они требуют большого объема памяти, так что без модуля дополнительного ОЗУ вам не обойтись.



### ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА

В этом модуле используются интегральные микросхемы, в которых хранение информации в матрице ячеек памяти определяется наличием заряда в запоминающих емкостных элементах. Однако если к этим элементам долгое время не обращаться, то за счет тока утечки информация может стереться. Для предотвращения этого эффекта необходимо периодически считывать

информацию из каждой ячейки памяти. При этом усилитель считываия автоматически восстанавливает заряд на запоминающих емкостях, обеспечивая сохранность данных. Такой режим работы динамического ОЗУ называется *регенерацией*.

В динамическом ОЗУ каждый столбец матрицы ячеек памяти имеет свой

усилитель считывания, поэтому процедуру регенерации можно выполнять одновременно для всей строки. Ограниченоное число выводов на корпусе микросхем ОЗУ требует применения коммутации (мультиплексирования) режима выборки адреса, при котором для выбора строк и столбцов матрицы ячеек памяти используются одни и те же адресные входы.

Вначале производится выбор строк путем подачи соответствующего кода на адресные входы A0...A7 и нулевого уровня на вход сигнала выборки строк RAS. При этом, код строки записывается в адресный регистр и с помощью дешифратора строк выбирается регенерируемая строка. Для надежного хранения информации необходимо производить режим регенерации по всему диапазону строк с периодом не более 2 мс.

Существует несколько стандартных алгоритмов процедуры регенерации. В частности, можно до начала регенерации приостановить работу микропроцессора, воздействуя на его вход ГТ. Получив ответный сигнал ОЖ, можно произвести цикл регенерации. В описываемом модуле динамического ОЗУ использован другой путь: регенерация происходит не в моменты остановки микропроцессора, а в интервале времени между двумя любыми циклами обращения к памяти. Минимальный цикл между обращениями к памяти для микропроцессора KP580BM80A равен трем тактам (трем периодам тактовой синхросерии Ф2). При используемой в компьютере частоте квадрового резонатора 16 МГц длительность такта составляет 0,565 мкс. Для реализации «прозрачной» регенерации ОЗУ в этом случае имеется достаточно времени даже при

использовании микросхем K565РУ5Д с временем цикла 450 мс.

Такой режим регенерации позволяет организовать обмен данными в синхронном режиме, не требует информации о состоянии микропроцессора и, главное, исключает его простой.

В режимах чтения и записи регенерация ячеек памяти, подключенных к выбранной строке, осуществляется автоматически. В режиме чтения на вход микросхем WE подается уровень логической единицы, а в режиме записи — уровень логического нуля, после чего на входы A0...AH подается код столбца и с некоторой задержкой нулевой уровень на вход выбора столбца CAS. С помощью дешифратора столбцов определенная шина столбца через соответствующий ключ выборки подключается кшине данных, осуществляя запись или считывание информации в выбранной ячейке памяти.

Электрическая схема модуля динамического ОЗУ изображена на рисунке 67. Модуль включает в себя контроллер ОЗУ на микросхемах DD1 — DD11 и основной блок ОЗУ объемом 64 Кбайта на микросхемах DD12 — DD19, перекрывающий адресное пространство 0000H FFFFH. Модуль динамического ОЗУ может быть использован как с процессорным, так и с дисплейным модулем.

Поскольку в процессорном и в дисплейном модулях могут быть свои ПЗУ — ОЗУ, в модуле динамического ОЗУ имеется 8-ходовая схема (DD8) блокировки запросов обращения к модулю динамического ОЗУ. В частности, при работе модуля динамического ОЗУ только с микроЭВМ минимальной конфигурации на входы блокировки

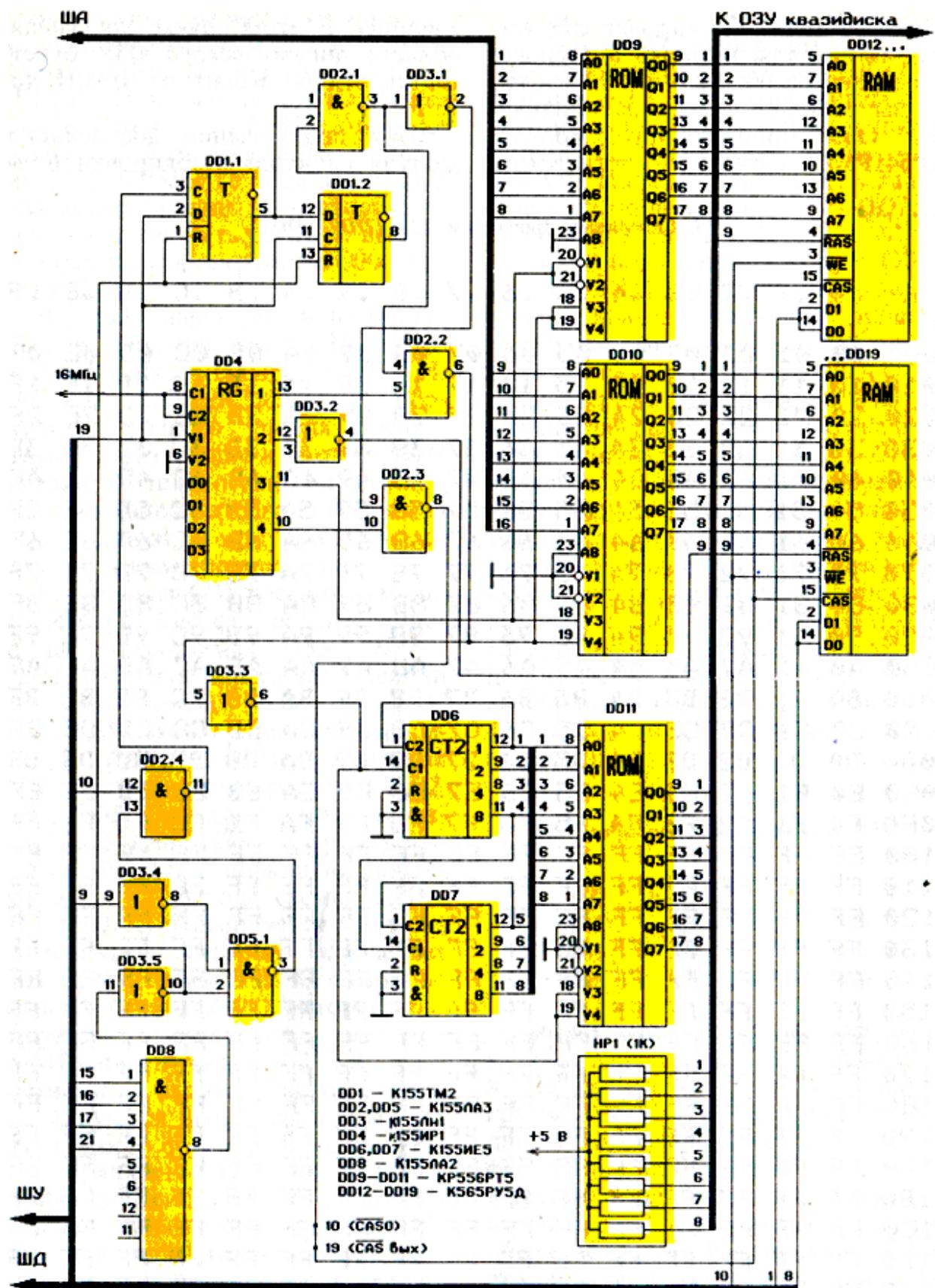


Рис. 67. Электрическая схема динамического ОЗУ.

следует подать сигналы выборки адресного пространства 0000H—0FFFH, а на входы выборки кристалла микросхем ОЗУ процессорного модуля KP541РУ2 — сигналы логической единицы. В этом случае доступная область динамического

ОЗУ будет составлять 60 Кбайт от 1000H до FFFFH.

При подключении дисплейного модуля на входы блокировки подключают

## 19. Содержимое микросхем ПЗУ (*DD9—DD11*)

сигналы выборки адресного пространства 0000H—0FFFFH, E000H—EFFFH и F000H—FFFH. При работе с МОНИТОРом в F800H—FFFFH можно на входы выборки кристалла микросхем ПЗУ KP556PT5 подать сигналы логической единицы, а со входа блокировки отключить сигналы выборки адресного пространства 0000H—0FFFH.

В такой конфигурации доступная область динамического ОЗУ составит 56 Кбайт от 0000H до DFFFH. Сигналы выборки адресных пространств низкого уровня препятствуют образованию в триггере DD1 сигнала длительностью, определяющей временной интервал обращения к ОЗУ. При этом модуль ОЗУ находится в режиме регенерации.

Контроллер ОЗУ состоит из мультиплексора адреса, реализованного на микросхемах ПЗУ DD9 — DD11, счетчика адреса регенерации на микросхемах DD6 и DD7 (K155IE5), схемы управления на регистре DD4 (K155IP1), триггерах DD1 и логических микросхемах DD2, DD3, DD5. При поступлении сигналов ЧТЗУ или ЗПЗУ по фронту импульса Ф2ТТЛ с помощью триггеров DD1 на выходе схемы «2И—НЕ» (DD2.1) формируется импульс, длительность которого определяет цикл обращения к ОЗУ. С помощью регистра сдвига (DD4), который тактируется импульсами частотой 16 МГц и импульсами Ф2ТТЛ, подаваемыми на входы регистра сдвига, формируются импульсы временных шкал. После объединения с импульсом обращения к ОЗУ они дают управляющие сигналы CAS, сигналы подключения адресов строк и столбцов (для мультиплексоров) и сигналы подключения адреса регенерации.

После завершения обмена данными модуль ОЗУ переходит в режим регенерации с одним сигналом RAS, формируемым инвертированием одного из импульсов временных шкал (вывод 12 DD4). Содержимое микросхем ПЗУ, используемых в качестве мультиплексоров (DD9—DD11), приведено в таблице 19.

После подключения модуля ОЗУ к микроЭВМ минимальной конфигурации вначале отключают провод от вывода 8 микросхемы DD8, переводя тем самым работу модуля ОЗУ только в режим регенерации. Сначала осциллографом проверяют на выводах микросхем ОЗУ DD12-DD19 наличие адресов регенерируемых строк, импульсы RAS. Затем, используя простейшую программу, записанную в области статистического ОЗУ процессорного модуля директивой «1» и запущенную директивой «6», добиваются появления на выходе логического элемента DD1 импульса обращения к ОЗУ, а на выводе 15 микросхем ОЗУ — сигнала CAS (табл. 20).

## 20. Программа отладки модуля ОЗУ

C000	3E	22	
C002	32	00	40
C005	3A	00	40
C008	C3	00	C0

Затем с помощью директив «0» и «5» записывают и считывают в ОЗУ данные. С помощью подпрограммы МОНИТОРа копирования данных (пусковой адрес 0200H) заносят данные из одной области ОЗУ в другую и, используя директиву «8», вычисляют контрольные суммы обеих областей. В исправном ОЗУ эти области должны иметь одинаковые контрольные суммы.

## ПРОГРАММАТОР ПЗУ «ЮТ-88»

Предлагаем вам несложную приставку к компьютеру «ЮТ-88» для программирования микросхем ПЗУ.

Чаще всего в радиолюбительской практике используются микросхемы репрограммируемых ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием К573РФ2 и К573РФ5. Именно для них и предназначен программатор. Приставка очень проста в изготовлении и через разъем легко подключается к шинам данных, адреса и управления компьютера «ЮТ-88».

Принципиальная электрическая схема программатора приведена на рисунке 68. В основе программатора лежит использование аппаратно-программных средств микросхемы параллельного интерфейса

КР580ВВ55. С вспомогательным интерфейсом вы уже сталкивались при рассмотрении директив МОНИТОРа дисплейного модуля. Чтение данных из этого интерфейса осуществляется с помощью специальной директивы «R». Вспомогательным интерфейсом в программаторе служит микросхема *DD3*. Микросхемы *DD1* и *DD2* используются для формирования сигнала выборки кристалла микросхемы *DD3*. Микросхема ПЗУ должна быть установлена в панельку.

После сборки и монтажа приставки сначала следует проверить, как будет выполняться директива «R». Для этого в панельку приставки

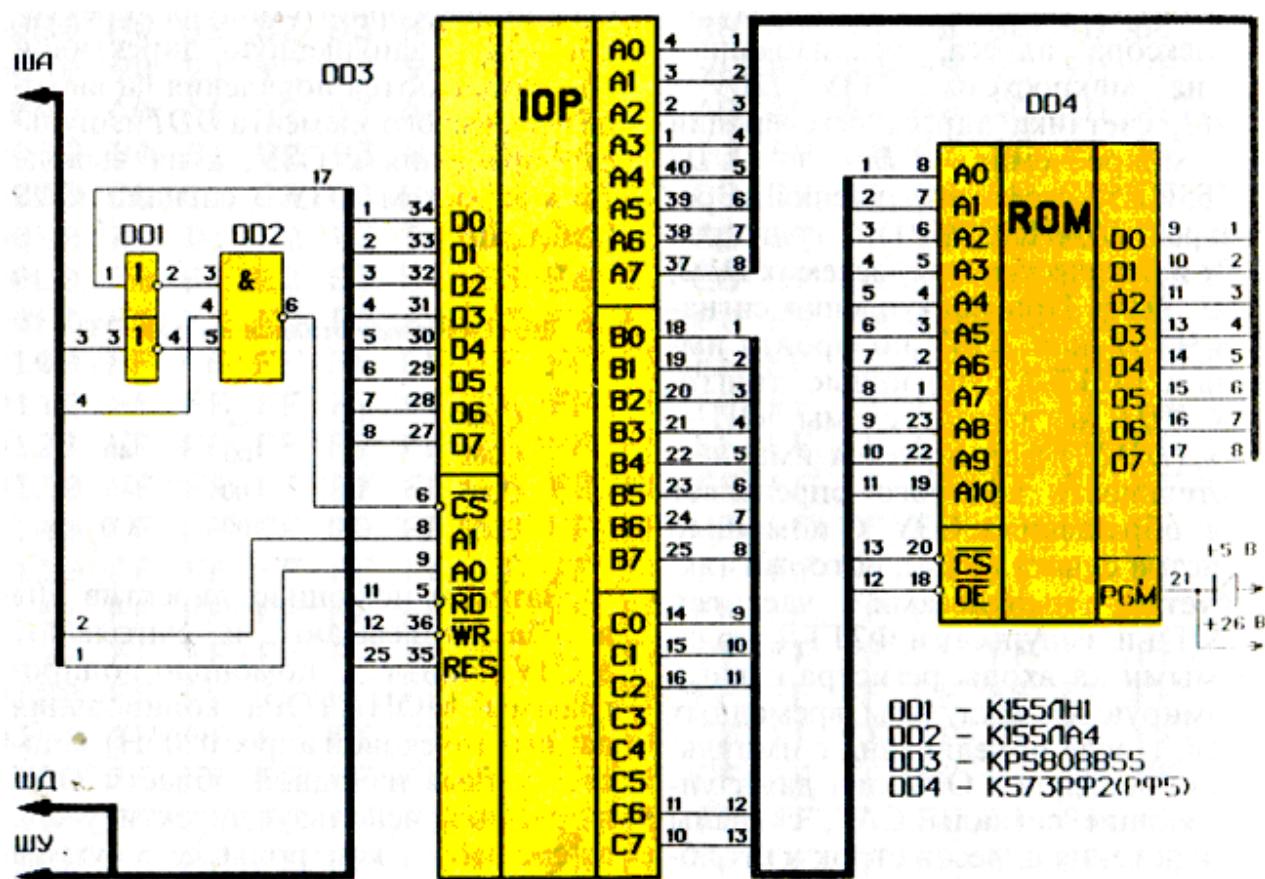


Рис. 68. Электрическая схема программатора.

вставьте незапрограммированную микросхему и на клавиатуре компьютера наберите: R, 7FF, 1000 BK, т.е. перепишите все содержимое ПЗУ в ОЗУ. При правильной работе приставки все адресное пространство ОЗУ от 1000H до 17FFH заполнится кодом FFH, в чем можно будет убедиться с помощью директивы D1000, 17FF BK. Есть и другой способ проверки — измерить

контрольную сумму с помощью директивы K1000, 17FF BK. Она должна равняться F800H. Затем с помощью директивы «M» набейте коды программы (табл. 21). Контрольная сумма программы равна 62B9H. Программу запишите на магнитофон. Копируется она в адреса 2000H, 27FFH с помощью директив T, 7FF, 2000 BK для ее последующей записи в ПЗУ.

#### 21. Коды программатора

.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 .A .B .C .D .E .F

0100	3E	90	D3	FB	3E	C0	D3	FA	21	D6	03	CD	8D	03	CD	3C
0110	02	CD	78	03	21	6A	05	22	68	05	CD	93	02	FE	00	CA
0120	08	01	79	FE	52	CA	48	01	FE	57	CA	8C	01	FE	43	CA
0130	00	00	FE	50	CA	00	00	FE	45	CA	00	F8	21	62	04	CD
0140	8D	03	CD	24	02	C3	08	01	3E	90	D3	FB	21	C6	04	CD
0150	8D	03	CD	3C	02	21	6A	05	22	68	05	CD	0D	03	3D	C2
0160	4C	01	E5	11	00	00	01	00	08	CD	15	02	77	13	23	0B
0170	78	B1	C2	69	01	D1	2B	EB	CD	9F	03	C5	CD	78	03	E1
0180	CD	6D	03	CD	78	03	CD	03	F8	C3	08	01	21	06	05	CD
0190	8D	03	CD	3C	02	21	6A	05	22	68	05	CD	0D	03	3D	02
01A0	8C	01	E5	3E	80	D3	FB	3E	0D	D3	FB	21	7F	04	CD	8D
01B0	03	CD	03	F8	CD	78	03	11	00	00	01	00	08	E1	7E	D3
01C0	F8	7B	D3	F9	7A	EE	49	D3	FA	3E	0F	D3	FB	CD	30	02
01D0	3E	0E	D3	FB	3E	90	D3	FB	7B	D3	F9	7A	D3	FA	DB	F8
01E0	BE	CA	F9	01	C5	0E	23	CD	09	F8	CD	78	03	C1	3E	80
01F0	D3	FB	3E	0D	D3	FB	C3	BE	01	23	13	0B	3E	80	D3	FB
0200	3E	0D	D3	FB	78	B1	C2	BE	01	21	C6	03	CD	8D	03	CD
0210	03	F8	C3	08	01	7B	D3	F9	7A	D3	FA	DB	F8	F5	3E	0D
0220	D3	FB	F1	C9	C5	01	FF	FF	0B	78	B1	C2	28	02	C1	C9
0230	C5	01	00	A0	0B	78	B1	C2	34	02	C1	C9	C5	E5	06	00
0240	21	6A	05	CD	03	F8	FE	08	C2	56	02	7B	B7	CA	43	02
0250	CD	81	02	C3	43	02	FE	18	C2	66	02	7B	B7	CA	43	02
0260	CD	81	02	C3	5B	02	77	4F	CD	09	F8	FE	0D	CA	7D	02
0270	23	04	78	FE	32	C2	43	02	3E	FF	C3	7E	02	AF	E1	C1
0280	C9	05	2B	0E	08	CD	09	F8	0E	20	CD	09	F8	0E	08	CD
0290	09	F8	C9	E5	2A	68	05	7E	4F	FE	20	C2	A2	02	AF	C3
02A0	AE	02	FE	0D	C2	AC	02	3E	01	C3	AE	02	3E	FF	23	22
02B0	68	05	E1	C9	D5	11	00	00	CD	93	02	B7	FA	CF	02	F5

02C0	7A	B7	C2	CA	02	F1	3E	FF	D1	C9	F1	4B	C3	C8	02	14	
02D0	7A	FE	03	D2	C6	02	7B	07	07	07	07	E6	F0	5F	CD	EB	
02E0	02	B7	C2	C6	02	79	B3	5F	C3	8B	02	79	FE	30	DA	0A	
02F0	03	FE	47	D2	0A	03	FE	41	DA	00	03	D6	37	C3	07	03	
0300	FE	3A	D2	0A	03	E6	0F	4F	AF	C9	3E	FF	C9	C5	D5	21	
0310	00	00	06	00	CD	93	02	B7	FA	2B	03	F5	78	B7	C2	27	
0320	03	F1	3E	FF	D1	C1	C9	F1	C3	24	03	04	7B	FE	05	D2	
0330	22	03	16	04	AF	7D	17	6F	7C	17	67	15	C2	34	03	CD	
0340	EB	02	B7	C2	22	03	79	B5	6F	C3	14	03	C5	47	E6	F0	
0350	0F	0F	0F	CD	5F	03	78	E6	0F	CD	5F	03	C1	C9	FE		
0360	0A	DA	66	03	C6	07	C6	30	4F	CD	09	F8	C9	F5	7C	CD	
0370	4C	03	7D	CD	4C	03	F1	C9	C5	0E	0D	CD	09	F8	0E	0A	
0380	CD	09	F8	C1	C9	C5	0E	20	CD	09	F8	C1	C9	F5	C5	7E	
0390	B7	CA	9C	03	4F	CD	09	F8	23	C3	8F	03	C1	F1	C9	F5	
03A0	E5	01	00	00	79	86	4F	78	CE	00	47	23	7C	BA	C2	A4	
03B0	03	7D	BB	C2	A4	03	79	86	4F	78	CE	00	47	E1	F1	C9	
03C0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
03D0	00	00	00	00	00	00	0D	0A	20	20	20	20	20	20	70	72	6F
03E0	67	72	61	6D	6D	61	74	6F	72	20	20	70	7A	75	20	35	
03F0	37	33	72	66	32	2D	72	66	35	20	20	20	20	20	0D	0A	
0400	0D	0A	20	20	20	20	20	70	65	72	65	7E	65	6E	78	20	
0410	6B	6F	6D	61	6E	64	20	20	20	3A	20	20	20	20	0D	0A	
0420	20	52	20	2D	20	7E	74	65	6E	69	65	20	0D	0A	20	57	
0430	20	2D	20	7A	61	70	69	73	78	20	0D	0A	20	45	20	2D	
0440	20	77	79	68	6F	64	20	77	20	6D	6F	6E	69	74	6F	72	
0450	20	20	20	0D	0A	0D	0A	20	6B	6F	6D	61	6E	64	61	20	
0460	3E	00	0D	0A	0D	0A	20	20	20	2A	20	20	6F	20	7B	20	
0470	69	20	62	20	6B	20	61	20	20	2A	20	20	0D	0A	00	0D	
0480	0A	0D	0A	20	77	6B	6C	60	7E	69	74	65	20	6E	61	70	
0490	72	71	76	65	6E	69	65	20	2B	32	36	20	77	6F	6C	78	
04A0	74	20	00	0D	0A	20	77	79	6B	6C	60	7E	69	74	65	20	
04B0	6E	61	70	72	71	76	65	6E	69	65	20	2B	32	36	20	77	
04C0	6F	6C	78	74	20	00	0D	0A	20	20	20	20	20	20	20	20	
04D0	72	65	76	69	6D	20	7E	74	65	6E	69	71	20	20	20	20	
04E0	20	20	20	0D	0A	0D	0A	20	7A	61	64	61	6A	74	65	20	
04F0	6E	61	7E	61	6C	78	6E	79	6A	20	61	64	72	65	73	20	
0500	6F	7A	75	20	20	00	0D	0A	20	20	20	20	20	20	20	20	
0510	72	65	76	69	6D	20	7A	61	70	69	73	69	20	20	20	20	
0520	20	20	20	0D	0A	0D	0A	20	7A	61	64	61	6A	74	65	20	
0530	6E	61	7E	61	6C	78	6E	79	6A	20	61	64	72	65	73	20	
0540	6F	7A	75	20	20	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	

Запуск программы производите директивой G100, в результате чего на экране дисплея появится заголовок и меню:

Программатор ПЗУ \*\*ЮТ-88\*\*

Перечень команд:

R — ЧТЕНИЕ W — ЗАПИСЬ E —  
ВЫХОД в МОНИТОР  
КОМАНДА

Дальнейшая работа идет в диалоговом режиме. Если задать команду R, то появится сообщение: РЕЖИМ ЧТЕНИЯ ЗАДАЙТЕ НАЧАЛЬНЫЙ АДРЕС ОЗУ

Задав адрес, например 1000, вы прочтете на экране контрольную сумму незапrogramмированной ПЗУ: F800.

Задав команду W, перейдете в режим программирования:

РЕЖИМ ЗАПИСИ  
ЗАДАЙТЕ НАЧАЛЬНЫЙ АДРЕС  
ОЗУ

Допустим, вы хотите запrogramмировать первую микросхему ПЗУ, записав в нее программу программатора. Для этого укажите адрес 2000, куда она была скопирована. После этого на экране появится текст:

ВКЛЮЧИТЕ НАПРЯЖЕНИЕ  
+ 26 вольт

При программировании микросхем ПЗУ на вывод 21 подается напряжение + 24...+26В, причем между выводом 21 микросхемы и источником напряжения необходимо включить токоограничивающий резистор сопротивлением 200...300 Ом, в

противном случае микросхема ПЗУ может быть испорчена. Подключив источник, нажимают кнопку ВК. Начинается процесс программирования, который завершается появлением сообщения:

ВЫКЛЮЧИТЕ НАПРЯЖЕНИЕ  
+ 26В

Выключив напряжение дополнительного источника и нажав на клавишу ВК, вы опять вызываете меню. Для проверки правильности программирования микросхемы ПЗУ считайте ее содержимое с помощью директивы «R» и убедитесь в правильности контрольной суммы. Учитывая, что программа занимает меньше 2 Кбайт, совпадение контрольной суммы произойдет, если во всех остальных ячейках записаны нули. Однако для дальнейшего использования оставшегося пространства в микросхеме ПЗУ советуем заполнить его кодом FFH.

Во время программирования происходит проверка каждой ячейки памяти ПЗУ, и если совпадения данных в ПЗУ и ОЗУ не происходит, то на экране появляется символ #, сигнализирующий о необходимости прервать процесс программирования, отключив напряжение + 26В.

Информация для записи в ПЗУ может размещаться в любом месте адресного пространства компьютера, кроме области 0000H—07FFH.

## ГЛАВА 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «ЮТ-88»

Теперь познакомьтесь с программным обеспечением персонального компьютера «ЮТ88» (рис.69) — его операционной системой (ОС).

Она представляет собой несколько специальных программ, предназначенных для управления всеми ресурсами компьютера и облегчения процесса создания и отладки новых программ. Иначе говоря, операционная система является как бы посредником между компьютером и его пользователем.

Предлагаем вам всемирно известную ОС СР/М, под которую разработаны десятки тысяч самых разных прикладных программ.

Эта система была создана Г. Килдэлом в 1975 г. для микроЭВМ, использующих микропроцессор 8080 фирмы Интел (КР580ВМ80А -советский аналог). С того времени ОС СР/М стала



одной из наиболее широко используемых операционных систем и считается «промышленным стандартом», поскольку она применяется многими производителями компьютеров в разных странах мира и обеспечивает работу десятков тысяч прикладных программ, разработанных программистами. Разработан аналог СР/М и у нас в стране под названием МИКРОДОС.

ОС СР/М предназначена для использования совместно с разработанным мощным прикладным программным обеспечением, включая компиляторы языков высокого уровня (ФОРТРАН, ПАСКАЛЬ, СИ и др.), средства организации баз данных, экранные редакторы, игры и многое другое.

ОС СР/М — дисковая операционная система. Она предусматривает работу компьютера с накопителем на гибком магнитном диске. В нашем случае роль гибкого диска будет выполнять электронный квазидиск, представляющий собой дополнительное ОЗУ объемом от 64 до 256 Кбайт.

ОС СР/М состоит из двух частей: постоянной и переменной. Постоянная часть — Базовая Дисковая Операционная Система (БДОС), переменная часть — Базовая Система Ввода/Вывода (БСВВ).

Постоянная часть БДОС может использоваться в разных компьютерах без изменений. В БДОС имеется специальный программный модуль-интерпретатор команд, который принимает и интерпретирует команды, вводимые с клавиатуры. Кроме того, БДОС организует управление ресурсами системы, прежде всего файлами, и обменом информацией между различными периферийными устройствами. В БДОС входит ряд резидентных процедур управления работой дисковой системы (вывод на экран оглавления диска, удаления дискового файла и др.).

Рис. 69. Программная часть компьютера.



Переменная часть БСВВ обеспечивает выполнение простейших операций передачи информации от микропроцессора к устройствам ввода/вывода с помощью драйверов нулевого уровня, входящих в МОНИТОР дисплейного модуля.

### Структура и размещение СР/М

Операционная система СР/М в виде распечатки шестнадцатеричных кодов представлена в приложении 2. Она включает в себя, кроме БДОС и БСВВ, еще и начальный загрузчик, обеспечивающий ее размещение как в требуемых адресах ОЗУ компьютера, так и на соответствующих «дорожках» электронного квазидиска. Операционную систему первоначально набирают вручную по директиве «М» МОНИТОРА «ЮТ-88», проверяя правильность набора по блокам в 1 Кбайт по таблице контрольных сумм. В адреса 4BF0H — 4FFFH во все ячейки директивы «F» заносится код E5H. Затем операционную систему записывают на магнитную ленту для последующего использования. Начальные адреса операционной системы 3100H — 4FFFH. Для ее загрузки необходимо набрать директиву G3100. В результате чего она будет загружена в ОЗУ квазидиска. При этом сразу же ей передается управление.

### 23. Контрольные суммы СР/М

K3100,	33FF	AC22
K3400,	37FF	D667
K3800,	3BFF	0FF5
K3C00,	3FFF	0F56
K4000,	43FF	3B98
K4400,	47FF	1A30
K4800,	4BFF	E8E6
K4C00,	4FFF	9400
K3100,	4FFF	7782

Часть ячеек памяти операционной системы СР/М используется в области 0000H — 0100H,

называемой базовой страницей памяти. Сюда включены несколько сегментов кодов и данных, обеспечивающих вход в БДОС и содержащих некоторые системные параметры. В частности, в ячейки 0—0002H записан переход на БДОС JMP DA03H, обеспечивающий перезапуск СР/М — «горячий» старт системы. В ячейку 0004H записывается номер диска (начальный номер диска А — 0).

В ячейки 0005—0007H записан переход на БДОС JMP CC06H. Этот переход может использоваться для вызова операций БДОС. Для этого размещают в регистр С номер функции, а в регистровую пару DE ее параметры, после чего используют команду CALL 0005H.

Перечень основных функций приведен в таблице 24.

Область памяти с 100H до нижнего адреса БДОС C400H называется областью транзитных программ. Именно в эту область загружаются прикладные программы для исполнения.

БДОС занимает адресное пространство от C400H до D9FFH, а БСВВ от DA00H до DBFFH.

Базовая система ввода/вывода реализует набор простейших операций работы с устройствами ввода/вывода и с квазидиском. Только эта часть непосредственно взаимодействует с внешними устройствами, только она зависит от особенностей и характеристик внешних устройств. Все другие компоненты СР/М общаются с периферией только через БСВВ.

Для обращения к реализуемым БСВВ функциям имеется 17 точек входа, расположенных по фиксированным адресам. Эти точки входа реализованы в БСВВ как «вектор переходов» — 17 команд перехода, каждая из которых передает управление некоторой из содержащихся внутри БСВВ подпрограмм или подпрограммам МОНИТОРа «ЮТ-88».

№	Название функции	Параметры
0	Завершение работы программы	C = 0
1	Ввод символа с клавиатуры	C = 1, символ в А
2	Вывод символа на экран	C = 2, Е код символа
6	Ввод/вывод	C = 6, Е код символа для вывода или Е = FFH для ввода в А код введенного символа. А = 00, если символ не введен
9	Вывод на экран сообщения	C = 9, DE — адрес начала сообщения
10	Ввод строки с клавиатуры	C = 0AH, DE — адрес буфера строки
11	Опрос состояния клавиатуры	C=0BH A = 00H — код готовности A = FFH — код неготовности

Точкой входа в БСВВ является ячейка DA00H, и далее следует вектор перехода, т.е. последовательность еще 16 инструкций.

DA00	JMP	BOOT	
DA03	JMP	WBOOT	
DA06	JMP	CONST	(F 812 — активность клавиатуры)
DA09	JMP	CONIN	(F 803 — прием с клавиатуры в А)
DA0C	JMP	CONOUT	(F 809 — вывод на дисплей)
DA0F	JMP	LIST	(F 809 — вывод на дисплей)
DA12	JMP	PUNCH	(F 80C — вывод на магнитофон)
DA15	JMP	READER	(F 806 — ввод с магнитофона)
DA18	JMP	HOME	
DA1B	JMP	SELDSK	
DA1E	JMP	SETTRK	
DA21	JMP	SETSEC	
DA24	JMP	SETDMA	
DA27	JMP	READ	
DA2A	JMP	WRITE	
DA2D	JMP	LISTST	
DA30	JMP	SECTRAN	

Все переходы можно разбить на три группы:  
— реинициализация CP/M (BOOT, WBOOT);  
— ввод/вывод символов (CONST, CONIN, CONOUT, LIST, PUNCH, LISTST, READER) — переходы на функции МОНИТОРа F;  
— ввод/вывод на диск (HOME, SELDSK, SETTRK, SETSEC, SETDMA, WRITE, SECTRAN).

Рассмотрим назначение отдельных точек входа, которые не связаны с функциями МОНИТОРа.

BOOT — точка инициализации операционной системы после начальной загрузки CP/M;

WBOOT инициализация после перезапуска, так называемый «горячий старт». Вызвать «горячий старт» системы можно вводом с клавиатуры управляющего символа YC + C;

HOME — установка головки текущего дисковода на нулевую дорожку;

SELDSK — выбор указанного в С дисковода (0—A, 1—B, 2—C, 3—D);

SETTRK — установка номера дорожки из С текущего дисковода;

SETSEC — установка номера сектора текущего дисковода из регистра С;

SETDMA — установка адреса для последующего прямого доступа к ОЗУ по ВС (В старший байт адреса, С — младший байт адреса);

READ — чтение одного сектора диска;

WRITE — запись одного сектора на диск.

Важной особенностью CP/M является возможность загрузки прикладных программ в память компьютера на место некоторых компонентов БДОС, в том случае программа не обращается к системным вызовам. При этом под прикладную программу отводится свыше 52 Кбайт ОЗУ. По окончании выполнения такой программы надо восстановить в памяти все компоненты CP/M и передать ей управление. Для этого прикладная программа

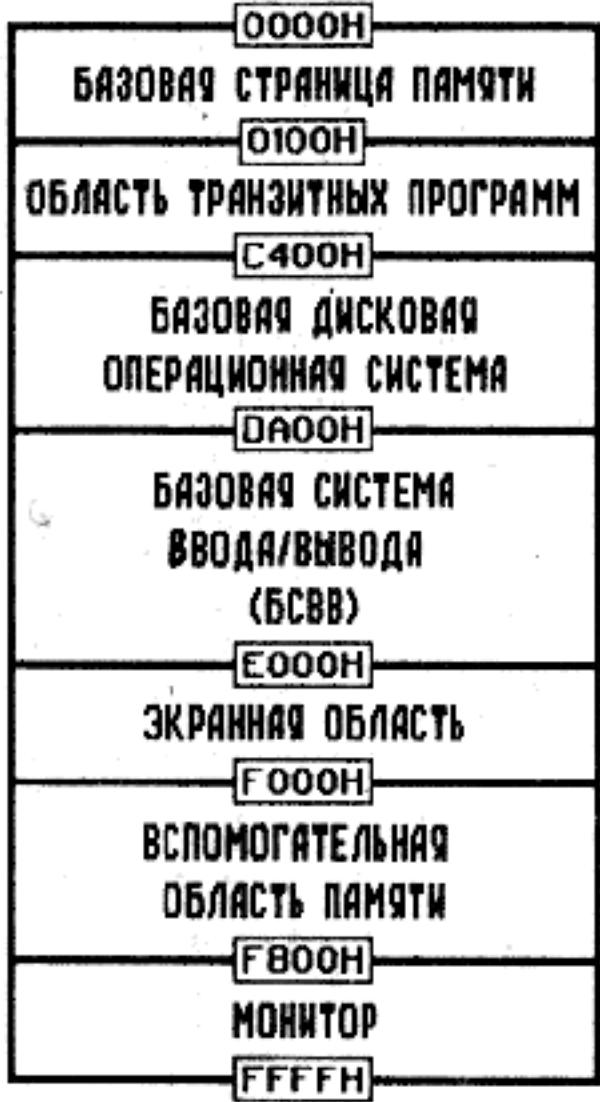


Рис. 70. Распределение зон ОЗУ СР/М.

по завершении должна передать управление на WBOOT («горячий СТАРТ»).

Распределение зон ОЗУ после загрузки в нее операционной системы СР/М показано на рисунке 70.

#### Файловая система СР/М

При использовании ОС СР/М появляется возможность снабдить программы и тексты специальными именами и хранить их в виде записей на гибком магнитном диске. Такой набор записей, рассматриваемый в процессе пересылки и обработки как единое целое, называется *файлом*.

Работа с файлами — одна из центральных задач СР/М, выполняется она постоянной частью СР/М — БДОС. Файловая система СР/М автоматически распределяет место в оглавлении и области данных при создании и расширении файла и освобождает место, занятое файлом при его удалении. Если для исполнения операции в оглавлении или области данных диска нет места, файловая система сообщает об этом. Файловая система СР/М обеспечивает 4 вида операций: доступ к файлам, доступ к оглавлению (каталогу), доступ к диску и смешанные операции. Каждый файл имеет только ему принадлежащее имя, состоящее из собственного имени и типа файла, разделенных точкой. Имя файла можно составить максимум из восьми символов, исключая символы \*?. Преимущественно используют латинские буквы и цифры. Для удобства применяются общепринятые названия типов файлов:

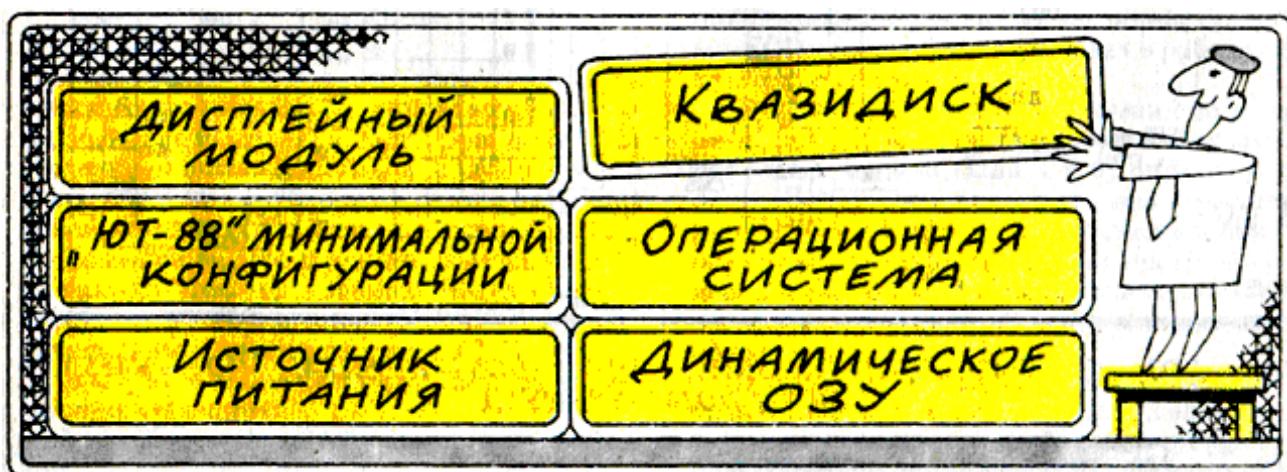
.COM — транзитная команда, программа в машинном коде, готовая к исполнению;

.MAC — программа на языке Ассемблера (текст);

.TXT — текстовый файл, подготовленный редактором;

.BAS — программа на Бейсике (текст);

.FOR — программа на Фортране (текст);

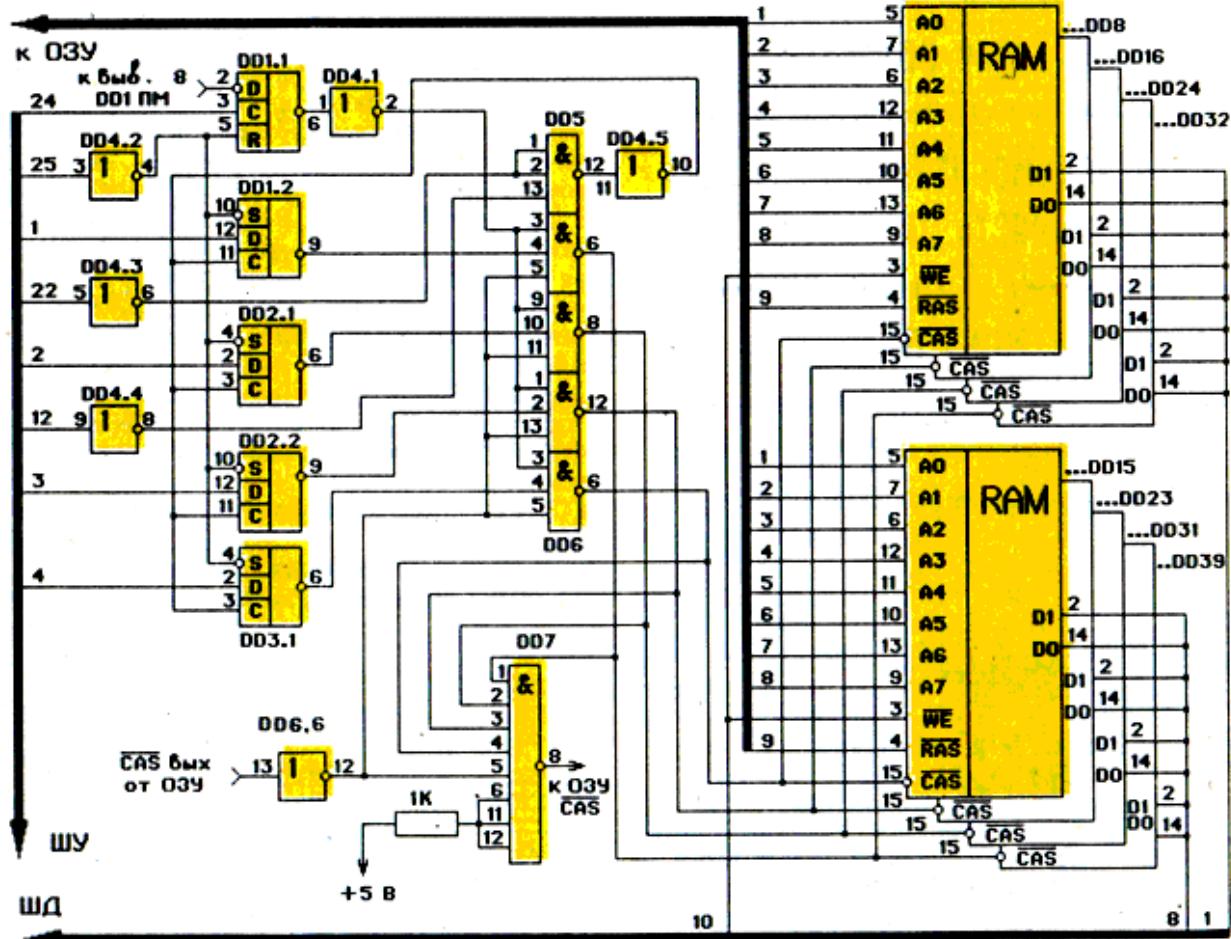


HLP — текстовый файл с разъяснением прикладной программы.

Прежде чем рассмотреть эти операции, познакомимся с конкретной организацией гибкого диска и его электронного заменителя — квазидиска.

Диск состоит из 77 дорожек, пронумерованных от 0 до 76. На каждой дорожке находится 26 секторов, и в каждом секторе 128 байт. Таким образом, емкость диска равна 256 байт. Это адресное пространство используется следующим образом: нулевая и первая дорожки содержат операционную систему CP/M, в частности, БДОС размещается в 26 секторах нулевой дорожки и в 19 секторах первой дорожки. Там размещается та же информация, что и в ОЗУ от C400H до D9FFH. С 20 по 26 сектор первой дорожки размещается БСВВ (DA00H — DBFFH). В двадцати шести секторах второй дорожки содержатся оглавление и справочные данные о файлах, находящихся на диске.

Электронный квазидиск — это модуль ОЗУ, подобный тому, который мы рассмотрели ранее, с объемом памяти 64 ... 256 Кбайт, имеющий дополнительные возможности по вводу/выводу информации в соответствии с командами БСВВ. Существуют разные способы организации обмена информацией с электронным квазидиском. Можно для этого использовать дополнительные порты приема и выдачи данных на квазидиск, порт управления и порты адресации квазидиском. Однако наиболее просто можно осуществить обмен с квазидиском, инициализируя его как адресное пространство стека. На рисунке 71 изображена электрическая схема квазидиска. Кроме микросхем ОЗУ, в него входит еще семь микросхем, которые требуются для практической реализации электронного квазидиска. Микросхемы ОЗУ включаются параллельно тем, что используются в модуле ОЗУ, т.е. всего может быть от одного до четырех блоков по восемь микросхем K565РУ5 в каждом.



DD1—DD3 — K155TM2; DD4 — K155ЛН1; DD5, DD6 — K155ЛА4; DD7 — K155ЛА2;  
DD8—DD39 — K565РУ5Д

Рис. 71. Электрическая схема квазидиска.

Отдельно у этих блоков включаются только выводы CAS: CAS 1 (квазидиск на 64 Кбайт, микросхемы ОЗУ DD8 — DD15), CAS 2 (квазидиск на 128 Кбайт, микросхемы ОЗУ DD16 — DD23), CAS 3 (квазидиск на 192 Кбайт, микросхемы DD24 — DD31) и CAS 4 (квазидиск на 256 Кбайт, микросхемы DD32 — DD39).

Такое простое взаимодействие с квазидиском достигнуто благодаря дополнительному управляющему сигналу, который формируется на микросхеме DD1.1 из слова состояния (2-й разряд) и который активен, когда идет обращение к стеку. Таким образом, при обращении к стеку и когда в порт 40Н записано 00, открывается электронный квазидиск. Если инициализация порта 40 не произведена, то стек формируется как обычно, в адресном пространстве основного ОЗУ.

Каждый из блоков дополнительной памяти имитирует диск со следующими параметрами: общая емкость — 64 Кбайт; число «дорожек»— 64; число секторов на дорожке — 8.

Приведенная распечатка кодов загрузчика СР/М соответствует объему ОЗУ в 256 Кбайт. При использовании меньшего объема диска в ячейку ОЗУ загрузчика СР/М 4A50Н следует ввести поправку: для диска объемом 64 Кбайт — 39Н; для диска объемом 128 Кбайт — 79Н; для диска объемом 192 Кбайта- B9Н.

Как уже отмечалось, загрузка операционной системы СР/М осуществляется командой МОНИТОРа G3100. После этого на экране дисплея появляется сообщение:

CPM V—2,2 DISK RAM 256 K

A>

Появление на экране дисплея сообщения-подсказки A> говорит о готовности ОС СР/М к работе и приему команды. Если ввести некоторый произвольный набор символов, например:

A>BB

и нажать клавишу «ВК», то в ответ получим:

BB?

A>

При подаче в компьютер несуществующей или синтаксически ошибочной команды система выполнить ее не может. Она повторяет введенную серию символов с дополнением знака вопроса и переходит в режим ожидания новой команды, выдавая подсказку A>.

Если при наборе команды замечена ошибка еще до нажатия клавиши ВК, то можно вернуться назад клавишей ПРОБЕЛ или одновременным нажатием клавиш УС + Н.

В СР/М имеется еще ряд полезных управляющих символов:

УС + Х удаляет последнюю строку символов;

УС + М эквивалент нажатия «ВК»;

УС + J эквивалент перевода строки;

УС + S приостанавливает вывод текста на дисплей. Повторное нажатие возобновляет вывод текста.

Используемые в СР/М команды разбиваются на две категории:

встроенные команды («резидентные») и транзитные команды.

Встроенные команды по сути являются частью операционной системы СР/М. Обращение к ним и их использование осуществляются простым вводом имени соответствующей команды независимо от того, имеется ли в данный момент в системе квазидиск. В СР/М имеются следующие встроенные команды:

DIR — просмотр оглавления диска;

REN — переименование файлов;

ERA — удаление файлов;

TYPE — просмотр содержимого файла;

SAVE — сохранение на диске области ОЗУ в виде файла.

Например, если набрать команду DIR и нажать ВК, т.е. А> DIR <ВК>, то, поскольку в ОЗУ квазидиска отсутствуют какие-либо файлы, на экран дисплея будет выдано следующее сообщение:

No files

A>

Работу со встроенными командами мы рассмотрим в дальнейшем, а сейчас перейдем к транзитным командам, которые хранятся на диске в отдельных файлах с именами, оканчивающимися расширением «COM». Транзитные команды по сути дела являются программами СР/М, но термин «транзитные» подчеркивает, что их программы можно загружать в оперативную память с адреса 100Н, затем занести в диск, а при необходимости и удалить. Все транзитные команды в нашем случае, учитывая работу с электронным квазидиском, будут храниться на кассетах. Впрочем, если приспособить для питания квазидиска автомобильный аккумулятор, то отпадет необходимость в перегрузке квазидиска рабочими программами при перерывах в работе с отключением питания.

Для вызова транзитных команд на исполнение достаточно просто ввести имя файла без расширения «COM». СР/М определит наличие файла с указанным именем и расширением «COM» в каталоге квазидиска и при его обнаружении вызовет данную программу на исполнение. В СР/М имеется множество транзитных командных файлов, некоторые из них приведены далее.

В качестве примера рассмотрим работу транзитной команды CH.COM. Таблица распечатки

командного файла в шестнадцатеричных кодах приведена в приложении 2. В МОНИТОРе «ЮТ-88» эта программа набирается с адреса 100Н и записывается на кассету. Предварительно загружается операционная система СР/М и перезапускается директивой G с адреса DA00H, в результате чего на экране появится подсказка: А>

Чтобы занести файл CH.COM, который расположен в адресном пространстве 100Н-3FFH, воспользуемся резидентной командой SAVE, формат командной строки которой требует указания дополнительной информации: число сохраняемых на диске страниц памяти и имя файла. Одна страница памяти составляет 256 байт.

Наберем текст:

A>SAVE 3 CH.COM <BK>

В результате чего командный файл CH.COM будет занесен на диск. Воспользовавшись командой DIR

A> DIR <BK>

На экране получим ответ, подтверждающий наличие в каталоге CH.COM:

A: CH COM

A>

Файл CH.COM будет одним из наиболее часто нами используемых, так как с помощью него будет осуществляться обмен файлами между диском и кассетным магнитофоном.

Чтобы проиллюстрировать работу CH.COM, создадим с помощью встроенной команды SAVE некоторый вспомогательный небольшой по объему файл:

A>SAVE EX.COM <BK>

Проверим его наличие в каталоге с помощью команды DIR:

A:CH COM : EX COM

A>

Теперь на диске два файла. Запишем вспомогательный файл EX.COM на магнитную ленту кассетного магнитофона. Для этого наберем текст:

A>CH EX.COM<BK>

В результате на дисплее появится сообщение  
CHANGER VERS1.1 READY TR FOR  
OUTPUT, PRESS CR

что означает: если магнитофон к записи готов и его лентопротяжный механизм включен, нужно нажать на клавишу BK. После записи файла на магнитофон на экране появляется сообщение:

READY TR FOR VERIFY, PRESS CR

Если магнитофон готов к проверке записи, нужно нажать BK. Если запись сделана с ошибкой, то на дисплее появится сообщение:

VERIFY ERROR

В противном случае никакого сообщения не появляется, а вновь на экране подсказка

A>

169

С помощью встроенной команды уничтожим вспомогательный файл на диске:

A) ERA EX.COM <BK> Если теперь вывести оглавление диска, то

A> DIR <BK>

A: CH COM

т.е. EX.COM на диске уничтожен.

Восстановим файл EX.COM на диске, считав его с кассетного магнитофона. Для этого следует набрать:

A) CH EX.COM <BK>

Отсутствие имени файла в каталоге диска приводит к режиму чтения файла с магнитной ленты.

На дисплее появится сообщение READY TR FOR INPUT, PRESS CR т.е. при готовности магнитофона для воспроизведения записи нужно нажать BK. Если файл правильно считался в ОЗУ диска, появляется подсказка A>.

Проверить загрузку файла можно, опять применив команду DIR. При чтении файла возможны и различные сообщения:

NO SOURCE PRESENT, READ ERROR

что означает — файл не указан в командной строке или чтение с ошибкой.

NO DIRECTORY SPACE

означает, что не хватает памяти в каталоге диска.

NOT ENOUGH MEMORY

означает, что не достаточно места в ОЗУ электронного диска.

Рассмотрим работу с еще одним часто используемым файлом STAT.COM, который применяется для получения списка имен файлов на диске, определения размеров файлов, определения объема неиспользованного дискового пространства и для выполнения других функций. Предположим, что с помощью CH.COM мы считали STAT.COM на диск. При последовательном вводе команд STAT <BK> на дисплей выдается информация о состоянии квазидиска:

A:R/W, SPACE : 152K

A>

Это сообщение означает, что квазидиск установлен в режим ЧТЕНИЕ/ЗАПИСЬ и что объем оставшегося на диске свободного для доступа пространства составляет 152 Кбайт.

Команда STAT позволит изменять статус диска, защитив его от возможной на него записи. Чтобы установить режим «только чтение», необходимо набрать сообщение:

A>STAT A:R/0 Исполнение команды проверим

A>STAT <BK>

A:R/O, SPACE: 152K

A>

Команда STAT позволяет выводить на дисплей характеристики файлов.

A>STAT \*.\* <BK>

В результате обработки этой команды будут выданы характеристики всех файлов, которые хранятся на квазидиске. В нашем случае на диске имеется только один файл:

```
RECS BYTES EXT ACC  
41 6K 1 R/O A:STAT.COM  
BYTES REMAINING ON A:152K
```

A>

Представленные характеристики имеют следующий смысл:

RECS — определяет количество записей, из которых состоит данный файл. Одна запись содержит 128 байт;

BYTES — определяет округленное значение размера файла в килобайтах;

EXT — это еще одна единица измерения размера файла эквивалентен, если файл не превышает 16 Кбайт, то выдается 1;

ACC — от английского слова ACCESS — означает статус доступа к файлу, R/O — только чтение.

Команду STAT можно использовать для спецификации файла, когда известны не полное имя или расширение, а только некоторые символы из этого имени. Неизвестные символы дополняют метасимволами «\*» и «?» или их комбинациями. Например:

```
STAT FILE.*  
STAT *.COM  
STAT FI???.?0?  
STAT F??.*
```

и т.д.

Для обозначения группы символов используется метасимвол \*;

для обозначения одного символа — ?.

Такие метасимволы допускается применять и со встроенными командами DIR и ERA. В остальных случаях их использование приведет к возникновению ошибки. В первом из рассмотренных выше примеров командой STAT будут выведены характеристики всех файлов с именем FILE, имеющие любые расширения. Во втором — команда STAT выдает характеристики только командных файлов. В третьем примере осуществляется вывод всех файлов, у которых имена содержат буквы FY и любые другие две буквы и имеющих расширение со средней буквой О. В четвертом примере команда STAT приведет к выдаче характеристик всех файлов, начинающихся буквой F и имеющих любое расширение.

В имени файла может быть указано не более восьми метасимволов ?, а в расширении не более трех.

С помощью встроенной команды REN можно переименовать файл. Например:

A>REN FILE.COM = STAT.COM <BK>

Однако если файл имеет статус «только чтение», то переименовать его не удастся.

С помощью команды TYPE можно выводить на дисплей текстовые файлы.

С командой ERA мы уже знакомы. С помощью нее удаляются с диска файлы. Например:

A>ERA FILE.COM <BK>

A>

Если теперь вывести оглавление диска, то

A>DIR <BK>

NO files

A>, т.е. файл на диске уничтожен.

С командой ERA возможно использование метасимволов, например для удаления всех файлов

A>ERA \*.\* <BK>.

Файлы, имеющие статус «только чтение», удалены быть не могут.

Во избежание неожиданностей при использовании метасимволов с командой ERA прежде используйте команду DIR с той же последовательностью метасимволов, проверив все файлы, входящие в группу до их удаления.

Наиболее распространенные командные файлы операционной системы CP/M

1. POWER. COM, объем 15 Кбайт. Программа осуществляет обмен данными между периферийными устройствами, копирование файлов, тестирование дисков и т.д.

2. ED. COM, объем 7 Кбайт. Программа текстового строекоориентированного редактора.

3. WM. COM, объем 10 Кбайт. Программа экранного редактора, полностью использующего для создания текстовых файлов возможности дисплея.

4. L80. COM, объем 11 Кбайт. Программа, преобразующая файлы, полученные после трансляции, в файлы с исполняемым машинным кодом, а также осуществляющая сборку различных файлов в единый исполняемый файл.

5. MBASIC. COM, объем 28 Кбайт. Интерпретатор с языка Бейсик.

6. BASCOM. COM, объем 31 Кбайт. Компилятор с языка Бейсик.

7. F80. COM, объем 27 Кбайт. Компилятор с языка Фортран.

Рассмотрим первую в этом списке программу POWER, расширяющую возможности компьютера «ЮТ-88» при работе в операционной системе СР/М. Программа POWER предназначена для работы с файлами, находящимися в квазидиске или в ОЗУ. С ее помощью можно просматривать файлы, менять их содержимое и название, удалять, а также просматривать и менять информацию в ОЗУ. POWER позволяет получить информацию о квазидиске, тестировать квазидиск, изолировать бракованные области памяти.

Для вызова POWER необходимо после выхода в СР/М с помощью загрузчика CH.COM загрузить файл POWER.COM в квазидиск. Затем ввести:

a>POWER (вк)

После загрузки POWER на экране появится его промт:

AO=

POWER имеет два формата команд. Простой формат:

AO = команда (вк)

Сложный формат:

AO = команда параметр (вк)

Каждая команда может сопровождаться параметрами, изменяющими состояние работы программы POWER. Отдельные параметры могут задаваться вслед за промтами вообще без команды.

В POWER могут использоваться команды с многозначными файловыми ссылками, например для вывода каталога:

AO = команда R\*.\* или AO = команда R\*\*

В этом случае будет выведен каталог файлов, начинающихся с буквы R.

Если требуется указать в имени файла число неизвестных букв, то ставится ?:

AO = команда A??W.C?M — каталог файлов, имена которых начинаются с буквы A, заканчиваются W и содержат максимум 4 буквы, а расширение содержит 3 буквы, начинается с C и заканчивается M.

Чтобы вывести весь перечень команд программы POWER, необходимо набрать:

AO=?

Для вывода на экран списка скрытых команд нужно ввести:

aO=??

Для тестирования диска пользуются командой

AO = TEST

Диск полностью прочитывается, вычисляется контрольная сумма, изолируются дефектные сектора, образуя файл ==.=.= с целью принятия дальнейшего решения.

Информацию о диске — емкость, формат, плотность и где находятся системные треки — можно получить с помощью команды

AO=DISK

Информация о занятом и свободном пространстве на диске, о состоянии файлов (R/W — запись разрешена, R/O — запись запрещена) выводится с помощью команды

AO=STAT

Для просмотра каталога пользуются командой DIR.

Сортировка каталога осуществляется командой SORT.

Имеется пять способов сортировки каталога:

AO = SORT 1 (по именам файлов)

AO = SORT 2 (по именам файлов, но в конце идут системные файлы)

AO = SORT 3 (по типам расширения файлов)

AO = SORT 4 (по типам расширения, но в конце идут системные файлы)

AO = SORT 0 (без сортировки)

Переименовать файлы можно командой REN

AO = REN \*\*\* (старое имя файла)

Для установки состояния файлов — создания невидимых файлов — служит команда SETSYS, хотя они доступны СР/М

AO = SETSYS \*\*\* (имя файла)

Команда SETDIR противоположна по смыслу команде SETSYS.

Защита файлов от записи осуществляется командой SETRO

AO = SETRO \*\*\* (имя файла)

Команда SETWR противоположна по смыслу команде SETRO.

Подробную информацию о файле можно получить с помощью команды SIZE.

В первом столбце выдается количество использованных секторов, во втором — количество свободных секторов, в третьем — объем памяти, занимаемой файлом (кбайт), в четвертом — объем памяти, занимаемой группой файлов. Команды пересылки данных из квазидиска в ОЗУ и обратно:

1. AO = LOAD (имя файла, тип) XXXX

Эта команда загружает файл из квазидиска в ОЗУ, начиная с адреса XXXXH > 4000H. Завершается выполнение команды выводом на экран конечного адреса ОЗУ и числа секторов, которые занимает файл.

2. AO-SAVE (имя файла.тип) XXXX

YY

Команда загружает файл из ОЗУ с адреса XXXXH в квазидиск, занимая число секторов, равное YY (если файл был загружен командой LOAD и его длина не увеличилась, то количество секторов можно не указывать).

3. DUMPA — вывод на экран ASCII символов.

DUMPH — вывод на экран двоичных кодов.

DUMPX — вывод на экран и двоичных, и ASCII кодов.

Имеется несколько вариантов использования команды DUMP:

AO = DUMPH XXXX YYYY — вывод на экран информации с адреса XXXXH по адрес YYYYH

AO = DUMPH XXXX,N - вывод на экран N байт информации с адреса XXXXH.

AO-DUMPH XXXX, — вывод всей памяти, начиная с адреса XXXXH.

4. Просмотр и исправление текстов с помощью команды DS:

AO=DS XXXX

XXXXH — начальный адрес памяти. На экран выводится следующая информация:

адрес ячейки	шестнадцатеричный	десятичный
памяти	код	код

двоичный	ASCII	ENTER
код	код	(.)

ENTER — указывает, в каком коде будет внесено изменение (A), (H), (B), (D). Для перехода в другой код надо ввести .B(.) — в скобках указать один из символов. Просматривать информацию можно как в прямом, так и в обратном направлении. Для смены направления адресации на обратное вводят ^, при этом у адреса появится “-“. Выход из команды DS осуществляется вводом двух точек.

5. Заполнение памяти константой

AO = FILL XXXX YYYY ZZ Начальный адрес XXXXH, конечный адрес YYYYH и константа ZZH.

6. Перемещение содержимого памяти осуществляется командой MOVE

AO = MOVE XXXX YYYY ZZZZ

XXXXH — начальный адрес, YYYYH — конечный адрес, ZZZZH — новый адрес.

7. Программа сравнения содержимого памяти CM.

AO = CM XXXX YYYY ZZZZ

XXXXH,YYYYH — начальный и конечный адреса первой сравниваемой области памяти, ZZZZH — начальный адрес второй сравниваемой области памяти.

8. Поиск в памяти символов осуществляется команда SEARCH.

Эта команда выводит на дисплей номера найденных ячеек и коды (или символы ASCII), находящиеся в этих ячейках. Возможен размер искомой строки до 128 символов. Если искомым символам предшествовали знаки вопроса "?" то на экран выводятся найденные коды в контексте.

AO = SEARCH (начальный адрес) (конечный адрес) (байт) (байт)

В обычном режиме поиск ведется шестнадцатеричных кодов.

Если же искомая последовательность заключена в кавычки, то ведется поиск символов ASCII.

Для запуска программ в POWER имеются несколько команд:

1. Команда GO считывает программу с квазидиска, загружает ее в память и затем передает управление по новому адресу. Команда удобна для запуска программ, которые работают с адресами, отличающимся от стандартного 100H.

AO = GO (имя файла) XXXX

XXXXH — адрес загрузки программы.

2. Команда JP позволяет запустить программу, уже имеющуюся в памяти, с указанного адреса, при этом по завершении выполнения программы происходит выход из POWER:

AO = JP XXXX

XXXXH — адрес запуска программы.

3. Команда EX действует аналогично предыдущей команде, но по завершении выполнения программы управление возвращается POWER.

Программа, предполагающая возврат в POWER, должна заканчиваться командой C9 (RETURN).

4. Команда RUN осуществляет загрузку и исполнение одного или нескольких файлов.

AO = RUN (имя файла) для двух файлов

AO = RUN (имя файла) для всего диска.

Подсчет контрольной суммы файла осуществляют с помощью команды CHECK

AO = CHECK (имя файла)

В программе POWER имеется команда для выхода в CP/M

AO = EXIT

Учитывая большой объем программы POWER (15 Кбайт), распечатка кодов программы не приводится.

Благодаря блочно-модульному построению компьютера «ЮТ-88» его возможности можно расширять, подключая к нему различные периферийные устройства: принтер, дисковод, графический дисплей. Покажем, как это делается, на примере подключения принтера. Широкое распространение получили принтеры с мозаичной головкой типа CM6325, EC-7189, D-100, FX-80 и другие. Все эти печатающие устройства предназначены для работы с ПЭВМ, оснащенными параллельными интерфейсами CENTRONICS/ИРПР-М.

Данные по этому интерфейсу асинхронно выдаются в принтер, пока не будет заполнен его входной буфер. Принтер подтверждает прием данных сигналом готовности. Распечатка осуществляется одновременно с приемом данных до тех пор, пока буфер не будет пустым.

Знакосинтезирование печатаемых знаков осуществляется путем включения электромагнитов мозаичной головки, перемещающих иголки, которые, ударяя через красящую ленту по бумаге, образуют состоящий из точек знак. Движение иголок мозаичной головки, перемещение каретки, на которой головка закреплена, подача бумаги и смена красящей ленты осуществляются микропроцессором принтера.

Рассмотрим, как осуществить сопряжение компьютера «ЮТ-88» с конкретным, например наиболее распространенным принтером СМ-6325 (D-100).

Для организации интерфейса воспользуемся программируемым параллельным адаптером на БИС KP580BB55, которая уже была нами применена для реализации программатора.

В этом случае порт А KP580BB55 используется для вывода данных из компьютера в принтер, порт В — для выдачи импульса стробирования байта

передаваемых данных, а порт С — для приема сигнала готовности принтера.

Ниже приводится программа, которая позволяет выводить на принтер таблицы кодов (см. приложение 3).

В зависимости от начального и конечного адреса выводимых кодов необходимо откорректировать ячейки программы F491H, F492H — младший, старший байты начального адреса, F494H, F495H — младший, старший байты конечного адреса выводимой таблицы кодов. Затем запустить программу с адреса F490H.

Ограниченный объем книги не позволяет рассмотреть дальнейшие пути расширения компьютера «ЮТ-88». Однако возникающие вопросы по изготовлению (фотошаблоны, печатные платы, прожиг микросхем), программному обеспечению (копирование, описание программ) и просто ваши замечания и предложения просим направлять по адресу: 113556. Москва, а/я 75.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 1. КОДЫ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СР/М-64

	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.A	.B	.C	.D	.E	.F
3100	21	00	34	11	00	C4	7E	12	23	13	7C	FE	4C	C2	06	31
3110	7D	FE	00	C2	06	31	31	00	1C	21	FF	4F	3E	FE	03	40
3120	56	2B	5E	2B	D5	7C	FE	33	C2	20	31	3E	FF	D3	40	21
3130	E0	31	11	00	F5	7E	12	23	13	7C	FE	33	C2	35	31	C3
3140	00	DA	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3150	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3160	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3170	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3180	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3190	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
31A0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
31B0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
31C0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
31D0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
31E0	E5	C5	D5	F5	3A	15	F6	FE	00	C2	30	F5	79	FE	20	D2
31F0	12	F6	FE	08	CA	12	F6	FE	0A	CA	12	F6	FE	0D	CA	12
3200	F6	FE	1B	C2	2B	F5	3E	01	32	15	F6	F1	D1	C1	E1	C9
3210	3A	15	F6	FE	01	C2	B9	F5	79	FE	41	C2	43	F5	0E	19
3220	C3	0D	F6	FE	42	C2	4D	F5	0E	1A	C3	0D	F6	FE	43	C2
3230	57	F5	0E	18	C3	0D	F6	FE	44	C2	61	F5	0E	08	C3	0D
3240	F6	FE	45	C2	6B	F5	0E	1F	C3	0D	F6	FE	48	C2	75	F5
3250	0E	0C	C3	0D	F6	FE	4A	C2	8A	F5	2A	5A	F7	3E	F0	06
3260	20	70	23	BC	C2	81	F5	C3	05	F6	F5	4B	C2	A3	F5	2A
3270	5A	F7	AF	7D	E6	C0	C6	40	06	20	70	23	BD	C2	9A	F5
3280	C3	05	F6	FE	59	C2	17	F6	2A	5A	F7	11	01	F8	19	36
3290	00	3E	02	32	15	F6	C3	2B	F5	79	FE	1B	C2	C9	F5	3E
32A0	01	32	15	F6	0E	1F	C3	12	F6	3A	15	F6	FE	02	C2	E0
32B0	F5	AF	79	DE	20	32	16	F6	3E	03	32	15	F6	C3	2B	F5
32C0	AF	79	DE	20	FE	3F	DA	EB	F5	3E	3F	6F	3A	16	F6	0F
32D0	0F	4F	E6	C0	B5	6F	79	E6	07	F6	E8	67	22	5A	F7	11
32E0	01	F8	19	36	80	3E	00	32	15	F6	C3	2B	F5	3E	00	32
32F0	15	F6	C3	47	FC	00	00	C3	05	F6	00	00	00	00	00	00
3300	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3310	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3320	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

3330	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3340	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3350	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3360	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3370	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3380	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3390	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
33A0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
33B0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
33C0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
33D0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
33E0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
33F0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3400	C3	5C	C7	C3	58	C7	7F	00	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3410	20	20	20	20	20	20	20	20	43	4F	50	59	52	49	47	48	
3420	54	20	28	43	29	20	31	39	37	39	2C	20	44	49	47	49	
3430	54	41	4C	20	52	45	53	45	41	52	43	48	20	20	00	00	
3440	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
3450	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
3460	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
3470	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
3480	00	00	00	00	00	00	00	00	08	C4	00	00	5F	0E	02	C3	
3490	05	00	C5	CD	8C	C4	C1	C9	3E	0D	CD	92	C4	3E	0A	C3	
34A0	92	C4	3E	20	C3	92	C4	C5	CD	98	C4	E1	7E	B7	C8	23	
34B0	E5	CD	8C	C4	E1	C3	AC	C4	0E	0D	C3	05	00	5F	0E	0E	
34C0	C3	05	00	CD	05	00	32	EE	CB	3C	C9	0E	0F	C3	C3	C4	
34D0	AF	32	ED	CB	11	CD	CB	C3	CB	C4	0E	10	C3	C3	C4	0E	
34E0	11	C3	C3	C4	0E	12	C3	C3	C4	11	CD	CB	C3	DF	C4	0E	
34F0	13	C3	05	00	CD	05	00	B7	C9	0E	14	C3	F4	C4	11	CD	
3500	CB	C3	F9	C4	0E	15	C3	F4	C4	0E	16	C3	C3	C4	0E	17	
3510	C3	05	00	1E	FF	0E	20	C3	05	00	CD	13	C5	87	87	87	
3520	87	21	EF	CB	B6	32	04	00	C9	3A	EF	CB	32	04	00	C9	
3530	FE	61	D8	FE	7B	D0	E6	5F	C9	3A	AB	CB	B7	CA	96	C5	
3540	3A	EF	CB	B7	3E	00	C4	BD	C4	11	AC	CB	CD	CB	C4	CA	
3550	96	C5	3A	BB	CB	3D	32	CC	CB	11	AC	CB	CD	F9	C4	C2	
3560	96	C5	11	07	C4	21	80	00	06	80	CD	42	C8	21	BA	CB	
3570	36	00	23	35	11	AC	CB	CD	DA	C4	CA	96	C5	3A	EF	CB	
3580	B7	C4	BD	C4	21	08	C4	CD	AC	C4	CD	C2	C5	CA	A7	C5	
3590	CD	DD	C5	C3	82	C7	CD	DD	C5	CD	1A	C5	0E	0A	11	06	
35A0	C4	CD	05	00	CD	29	C5	21	07	C4	46	23	78	B7	CA	BA	
35B0	C5	7E	CD	30	C5	77	05	C3	AB	C5	77	21	08	C4	22	88	
35C0	C4	C9	0E	0B	CD	05	00	B7	C8	0E	01	CD	05	00	B7	C9	
35D0	0E	19	C3	05	00	11	80	00	0E	1A	C3	05	00	21	AB	CB	

35E0	7E	B7	C8	36	00	AF	CD	BD	C4	11	AC	CB	CD	EF	C4	3A
35F0	EF	CB	C3	BD	C4	11	28	C7	21	00	CC	06	06	1A	BE	C2
3600	CF	C7	13	23	05	C2	FD	C5	C9	CD	98	C4	2A	8A	C4	7E
3610	FE	20	CA	22	C6	B7	CA	22	C6	E5	CD	8C	C4	E1	23	C3
3620	0F	C6	3E	3F	CD	8C	C4	CD	98	C4	CD	DD	C5	C3	82	C7
3630	1A	B7	C8	FE	20	DA	09	C6	C8	FE	3D	C8	FE	5F	C8	FE
3640	2E	C8	FE	3A	C8	FE	3B	C8	FE	3C	C8	FE	3E	C8	C9	1A
3650	B7	C8	FE	20	C0	13	C3	4F	C6	85	6F	D0	24	C9	3E	00
3660	21	CD	CB	CD	59	C6	E5	E5	AF	32	F0	CB	2A	88	C4	EB
3670	CD	4F	C6	EB	22	8A	C4	EB	E1	1A	B7	CA	89	C6	DE	40
3680	47	13	1A	FE	3A	CA	90	C6	1B	3A	EF	CB	77	C3	96	C6
3690	78	32	F0	CB	70	13	06	08	CD	30	C6	CA	B9	C6	23	FE
36A0	2A	C2	A9	C6	36	3F	C3	AB	C6	77	13	05	C2	98	C6	CD
36B0	30	C6	CA	C0	C6	13	C3	AF	C6	23	36	20	05	C2	B9	C6
36C0	06	03	FE	2E	C2	E9	C6	13	CD	30	C6	CA	E9	C6	23	FE
36D0	2A	C2	D9	C6	36	3F	C3	DB	C6	77	13	05	C2	C8	C6	CD
36E0	30	C6	CA	F0	C6	13	C3	DF	C6	23	36	20	05	C2	E9	C6
36F0	06	03,	23	36	00	05	C2	F2	C6	EB	22	88	C4	E1	01	0B
3700	00	23	7E	FE	3F	C2	09	C7	04	0D	C2	01	C7	78	B7	C9
3710	44	49	52	20	45	52	41	20	54	59	50	45	53	41	56	45
3720	52	45	4E	20	55	53	45	52	F9	16	00	00	00	6B	21	10
3730	C7	0E	00	79	FE	06	D0	11	CE	CB	06	04	1A	BE	C2	4F
3740	C7	13	23	05	C2	3C	C7	1A	FE	20	C2	54	C7	79	C9	23
3750	05	C2	4F	C7	0C	C3	33	C7	AF	32	07	C4	31	AB	CB	C5
3760	79	1F	1F	1F	E6	0F	5F	CD	15	C5	CD	B8	C4	32	AB	
3770	CB	C1	79	E6	0F	32	EF	CB	CD	BD	C4	3A	07	C4	B7	C2
3780	98	C7	31	AB	CB	CD	98	C4	CD	D0	C5	C6	41	CD	8C	C4
3790	3E	3E	CD	8C	C4	CD	39	C5	11	80	00	CD	D8	C5	CD	D0
37A0	C5	32	EF	CB	CD	5E	C6	C4	09	C6	3A	F0	CB	B7	C2	A5
37B0	CA	CD	2E	C7	21	C1	C7	5F	16	00	19	19	7E	23	66	6F
37C0	E9	77	C8	1F	C9	5D	C9	AD	C9	10	CA	8E	CA	A5	CA	21
37D0	F3	76	22	00	C4	21	00	C4	E9	01	DF	C7	C3	A7	C4	52
37E0	45	41	44	20	45	52	52	4F	52	00	01	F0	C7	C3	A7	C4
37F0	4E	4F	20	46	49	4C	45	00	CD	5E	C6	3A	F0	CB	B7	C2
3800	09	C6	21	CE	CB	01	0B	00	7E	FE	20	CA	33	C8	23	D6
3810	30	FE	0A	D2	09	C6	57	78	E6	E0	C2	09	C6	78	07	07
3820	07	80	DA	09	C6	80	DA	09	C6	82	DA	09	C6	47	0D	C2
3830	08	C8	C9	7E	FE	20	C2	09	C6	23	0D	C2	33	C8	78	C9
3840	06	03	7E	12	23	13	05	C2	42	CB	C9	21	80	00	81	CD
3850	59	C6	7E	C9	AF	32	CD	CB	3A	F0	CB	B7	C8	3D	21	EF
3860	CB	BE	C8	C3	BD	C4	3A	F0	CB	B7	C8	3D	21	EF	CB	BE
3870	C8	3A	EF	CB	C3	BD	C4	CD	5E	C6	CD	54	C8	21	CE	CB
3880	7E	FE	20	C2	8F	CB	06	0B	36	3F	23	05	C2	88	C8	1E

3890	00	D5	CD	E9	C4	CC	EA	C7	CA	1B	C9	3A	EE	CB	0F	0F
38A0	0F	E6	60	4F	3E	0A	CD	4B	C8	17	DA	0F	C9	D1	7B	1C
38B0	D5	E6	03	F5	C2	CC	C8	CD	98	C4	C5	CD	D0	C5	C1	C6
38C0	41	CD	92	C4	3E	3A	CD	92	C4	C3	D4	C8	CD	A2	C4	3E
38D0	3A	CD	92	C4	CD	A2	C4	06	01	78	CD	4B	C8	E6	7F	FE
38E0	20	C2	F9	C8	F1	F5	FE	03	C2	F7	C8	3E	09	CD	4B	C8
38F0	E6	7F	FE	20	CA	0E	C9	3E	20	CD	92	C4	04	78	FE	0C
3900	D2	0E	C9	FE	09	C2	D9	C8	CD	A2	C4	C3	D9	C8	F1	CD
3910	C2	C5	C2	1B	C9	CD	E4	C4	C3	98	C8	D1	C3	B6	CB	CD
3920	5E	C6	FE	0B	C2	42	C9	01	52	C9	CD	A7	C4	CD	39	C5
3930	21	07	C4	35	C2	82	C7	23	7E	FE	59	C2	82	C7	23	22
3940	88	C4	CD	54	C8	11	CD	CB	CD	EF	C4	3C	CC	EA	C7	C3
3950	86	CB	41	4C	4C	20	28	59	2F	4E	29	3F	00	CD	5E	C6
3960	C2	09	C6	CD	54	C8	CD	D0	C4	CA	A7	C9	CD	98	C4	21
3970	F1	CB	36	FF	21	F1	CB	7E	FE	80	DA	87	C9	E5	CD	FE
3980	C4	E1	C2	A0	C9	AF	77	34	21	80	00	CD	59	C6	7E	FE
3990	1A	CA	86	CB	CD	8C	C4	CD	C2	C5	C2	86	CB	C3	74	C9
39A0	3D	CA	86	CB	CD	D9	C7	CD	66	C8	C3	09	C6	CD	F8	C7
39B0	F5	CD	5E	C6	C2	09	C6	CD	54	C8	11	CD	CB	D5	CD	EF
39C0	C4	D1	CD	09	C5	CA	FB	C9	AF	32	ED	CB	F1	6F	26	00
39D0	29	11	00	01	7C	B5	CA	F1	C9	2B	E5	21	80	00	19	E5
39E0	CD	D8	C5	11	CD	CB	CD	04	C5	D1	E1	C2	FB	C9	C3	D4
39F0	C9	11	CD	CB	CD	DA	C4	3C	C2	01	CA	01	07	CA	CD	A7
3A00	C4	CD	D5	C5	C3	86	CB	4E	4F	20	53	50	41	43	45	00
3A10	CD	5E	C6	C2	09	C6	3A	F0	CB	F5	CD	54	C8	CD	E9	C4
3A20	C2	79	CA	21	CD	CB	11	DD	CB	06	10	CD	42	C8	2A	88
3A30	C4	EB	CD	4F	C6	FE	3D	CA	3F	CA	FE	5F	C2	73	CA	EB
3A40	23	22	88	C4	CD	5E	C6	C2	73	CA	F1	47	21	F0	CB	7E
3A50	B7	CA	59	CA	B8	70	C2	73	CA	70	AF	32	CD	CB	CD	E9
3A60	C4	CA	6D	CA	11	CD	CB	CD	0E	C5	C3	86	CB	CD	EA	C7
3A70	C3	86	CB	CD	66	C8	C3	09	C6	01	82	CA	CD	A7	C4	C3
3A80	86	CB	46	49	4C	45	20	45	58	49	53	54	53	00	CD	F8
3A90	C7	FE	10	D2	09	C6	5F	3A	CE	CB	FE	20	CA	09	C6	CD
3AA0	15	C5	C3	89	CB	CD	F5	C5	3A	CE	CB	FE	20	C2	C4	CA
3AB0	3A	F0	CB	B7	CA	89	CB	3D	32	EF	CB	CD	29	C5	CD	BD
3AC0	C4	C3	89	CB	11	D6	CB	1A	FE	20	C2	09	C6	D5	CD	54
3AD0	C8	D1	21	83	CB	CD	40	C8	CD	D0	C4	CA	6B	CB	21	00
3AE0	01	E5	EB	CD	D8	C5	11	CD	CB	CD	F9	C4	C2	01	CB	E1
3AF0	11	80	00	19	11	00	C4	7D	93	7C	9A	D2	71	CB	C3	E1
3B00	CA	E1	3D	C2	71	CB	CD	66	C8	CD	5E	C6	21	F0	CB	E5
3B10	7E	32	CD	CB	3E	10	CD	60	C6	E1	7E	32	DD	CB	AF	32
3B20	ED	CB	11	5C	00	21	CD	CB	06	21	CD	42	C8	21	08	C4
3B30	7E	B7	CA	3E	CB	FE	20	CA	3E	CB	23	C3	30	CB	06	00

3B40	11	81	00	7E	12	B7	CA	4F	CB	04	23	13	C3	43	CB	78
3B50	32	80	00	CD	98	C4	CD	D5	C5	CD	1A	C5	CD	00	01	31
3B60	AB	CB	CD	29	C5	CD	BD	C4	C3	82	C7	CD	66	C8	C3	09
3B70	C6	01	7A	CB	CD	A7	C4	C3	86	CB	42	41	44	20	4C	4F
3B80	41	44	00	43	4F	4D	CD	66	C8	CD	5E	C6	3A	CE	CB	D6
3B90	20	21	F0	CB	B6	C2	09	C6	C3	82	C7	00	00	00	00	00
3BA0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	24	24	24
3BB0	20	20	20	20	53	55	42	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3BC0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3BD0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3BE0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3BF0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3C00	F9	16	00	00	00	6B	C3	11	CC	99	CC	A5	CC	AB	CC	B1
3C10	CC	EB	22	43	CF	EB	7B	32	D6	D9	21	00	00	22	45	CF
3C20	39	22	0F	CF	31	41	CF	AF	32	E0	D9	32	DE	D9	21	74
3C30	D9	E5	79	FE	29	D0	4B	21	47	CC	5F	16	00	19	19	5E
3C40	23	56	2A	43	CF	EB	E9	03	DA	C8	CE	90	CD	CE	CE	12
3C50	DA	0F	DA	D4	CE	ED	CE	F3	CE	F8	CE	E1	CD	FE	CE	7E
3C60	D8	B3	D8	45	D8	9C	D8	A5	D8	AB	D8	C8	D8	D7	D8	E0
3C70	D8	E6	D8	EC	D8	F5	DB	FE	D8	04	D9	0A	D9	11	D9	2C
3C80	D1	17	D9	1D	D9	26	D9	2D	D9	41	D9	47	D9	4D	D9	0E
3C90	D8	53	D9	04	CF	04	CF	9B	D9	21	CA	CC	CD	E5	CC	FE
3CA0	03	CA	00	00	C9	21	D5	CC	C3	B4	CC	21	E1	CC	C3	B4
3CB0	CC	21	DC	CC	CD	E5	CC	C3	00	00	42	64	6F	73	20	45
3CC0	72	72	20	4F	6E	20	20	3A	20	24	42	61	64	20	53	65
3CD0	63	74	6F	72	24	53	65	6C	65	63	74	24	46	69	6C	65
3CE0	20	52	2F	4F	24	E5	CD	C9	CD	3A	42	CF	C6	41	32	C6
3CF0	CC	01	BA	CC	CD	D3	CD	C1	CD	D3	CD	21	0E	CF	7E	36
3D00	00	B7	C0	C3	09	DA	CD	FB	CC	CD	14	CD	D8	F5	4F	CD
3D10	90	CD	F1	C9	FE	0D	C8	FE	0A	C8	FE	09	C8	FE	08	C8
3D20	FE	20	C9	3A	0E	CF	B7	C2	45	CD	CD	06	DA	E6	01	C8
3D30	CD	09	DA	FE	13	C2	42	CD	CD	09	DA	FE	03	CA	00	00
3D40	AF	C9	32	0E	CF	3E	01	C9	3A	0A	CF	B7	C2	62	CD	C5
3D50	CD	23	CD	C1	C5	CD	0C	DA	C1	C5	3A	0D	CF	B7	C4	0F
3D60	DA	C1	79	21	0C	CF	FE	7F	C8	34	FE	20	D0	35	7E	B7
3D70	C8	79	FE	08	C2	79	CD	35	C9	FE	0A	C0	36	00	C9	79
3D80	CD	14	CD	D2	90	CD	F5	0E	5E	CD	48	CD	F1	F6	40	4F
3D90	79	FE	09	C2	48	CD	0E	20	CD	48	CD	3A	0C	CF	E6	07
3DA0	C2	96	CD	C9	CD	AC	CD	0E	20	CD	0C	DA	0E	08	C3	0C
3DB0	DA	0E	23	CD	48	CD	CD	C9	CD	3A	0C	CF	21	0B	CF	BE
3DC0	D0	0E	20	CD	48	CD	C3	B9	CD	0E	0D	CD	48	CD	0E	0A
3DD0	C3	48	CD	0A	FE	24	C8	03	C5	4F	CD	90	CD	C1	C3	D3
3DE0	CD	3A	0C	CF	32	0B	CF	2A	43	CF	4E	23	E5	06	00	C5

3DF0	E5	CD	FB	CC	E6	7F	E1	C1	FE	0D	CA	C1	CE	FE	0A	CA
3E00	C1	CE	FE	08	C2	16	CE	78	B7	CA	EF	CD	05	3A	0C	CF
3E10	32	0A	CF	C3	70	CE	FE	7F	C2	26	CE	78	B7	CA	EF	CD
3E20	7E	05	2B	C3	A9	CE	FE	05	C2	37	CE	C5	E5	CD	C9	CD
3E30	AF	32	0B	CF	C3	F1	CD	FE	10	C2	48	CE	E5	21	0D	CF
3E40	3E	01	96	77	E1	C3	EF	CD	FE	18	C2	5F	CE	E1	3A	0B
3E50	CF	21	0C	CF	BE	D2	E1	CD	35	CD	A4	CD	C3	4E	CE	FE
3E60	15	C2	6B	CE	CD	B1	CD	E1	C3	E1	CD	FE	12	C2	A6	CE
3E70	C5	CD	B1	CD	C1	E1	E5	C5	78	B7	CA	8A	CE	23	4E	05
3E80	C5	E5	CD	7F	CD	E1	C1	C3	78	CE	E5	3A	0A	CF	B7	CA
3E90	F1	CD	21	0C	CF	96	32	0A	CF	CD	A4	CD	21	0A	CF	35
3EA0	C2	99	CE	C3	F1	CD	23	77	04	C5	E5	4F	CD	7F	CD	E1
3EB0	C1	7E	FE	03	78	C2	BD	CE	FE	01	CA	00	00	B9	DA	EF
3EC0	CD	E1	70	0E	0D	C3	48	CD	CD	06	CD	C3	01	CF	CD	15
3ED0	DA	C3	01	CF	79	3C	CA	E0	CE	3C	CA	06	DA	C3	0C	DA
3EE0	CD	06	DA	B7	CA	91	D9	CD	09	DA	C3	01	CF	3A	03	00
3EF0	C3	01	CF	21	03	00	71	C9	EB	4D	44	C3	D3	CD	CD	23
3F00	CD	32	45	CF	C9	3E	01	C3	01	CF	00	00	00	00	00	00
3F10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3F20	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3F30	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3F40	00	00	00	00	00	00	00	21	0B	CC	5E	23	56	EB	E9	0C
3F50	0D	C8	1A	77	13	23	C3	50	CF	3A	42	CF	4F	CD	1B	DA
3F60	7C	B5	C8	5E	23	56	23	22	B3	D9	23	23	22	B5	D9	23
3F70	23	22	B7	D9	23	23	EB	22	D0	D9	21	B9	D9	0E	08	CD
3F80	4F	CF	2A	BB	D9	EB	21	C1	D9	0E	0F	CD	4F	CF	2A	C6
3F90	D9	7C	21	DD	D9	36	FF	B7	CA	9D	CF	36	00	3E	FF	B7
3FA0	C9	CD	18	DA	AF	2A	B5	D9	77	23	77	2A	B7	D9	77	23
3FB0	77	C9	CD	27	DA	C3	BB	CF	CD	2A	DA	B7	C8	21	09	CC
3FC0	C3	4A	CF	2A	EA	D9	0E	02	CD	EA	D0	22	E5	D9	22	EC
3FD0	D9	21	E5	D9	4E	23	46	2A	B7	D9	5E	23	56	2A	B5	D9
3FE0	7E	23	66	6F	79	93	78	9A	D2	FA	CF	E5	2A	C1	D9	7B
3FF0	95	5F	7A	9C	57	E1	2B	C3	E4	CF	E5	2A	C1	D9	19	DA
4000	0F	D0	79	95	78	9C	DA	0F	D0	EB	E1	23	C3	FA	CF	E1
4010	C5	D5	E5	EB	2A	CE	D9	19	44	4D	CD	1E	DA	D1	2A	B5
4020	D9	73	23	72	D1	2A	B7	D9	73	23	72	C1	79	93	4F	78
4030	9A	47	2A	D0	D9	EB	CD	30	DA	4D	44	C3	21	DA	21	C3
4040	D9	4E	3A	E3	D9	B7	1F	0D	C2	45	D0	47	3E	08	96	4F
4050	3A	E2	D9	0D	CA	5C	D0	B7	17	C3	53	D0	80	C9	2A	43
4060	CF	11	10	00	19	09	3A	DD	D9	B7	CA	71	D0	6E	26	00
4070	C9	09	5E	23	56	EB	C9	CD	3E	D0	4F	06	00	CD	5E	D0
4080	22	E5	D9	C9	2A	E5	D9	7D	B4	C9	3A	C3	D9	2A	E5	D9
4090	29	3D	C2	90	D0	22	E7	D9	3A	C4	D9	4F	3A	E3	D9	A1

40A0	B5	6F	22	E5	D9	C9	2A	43	CF	11	0C	00	19	C9	2A	43
40B0	CF	11	0F	00	19	EB	21	11	00	19	C9	CD	AE	D0	7E	32
40C0	E3	D9	EB	7E	32	E1	D9	CD	A6	D0	3A	C5	D9	A6	32	E2
40D0	D9	C9	CD	AE	D0	3A	D5	D9	FE	02	C2	DE	D0	AF	4F	3A
40E0	E3	D9	81	77	EB	3A	E1	D9	77	C9	0C	0D	C8	7C	B7	1F
40F0	67	7D	1F	6F	C3	EB	D0	0E	80	2A	B9	D9	AF	B6	23	0D
4100	C2	FD	D0	C9	0C	0D	C8	29	C3	05	D1	C5	3A	42	CF	4F
4110	21	01	00	CD	04	D1	C1	79	B5	6F	78	B4	67	C9	2A	AD
4120	D9	3A	42	CF	4F	CD	EA	D0	7D	E6	01	C9	21	AD	D9	4E
4130	23	46	CD	0B	D1	22	AD	D9	2A	C8	D9	23	EB	2A	B3	D9
4140	73	23	72	C9	CD	5E	D1	11	09	00	19	7E	17	D0	21	0F
4150	CC	C3	4A	CF	CD	1E	D1	C8	21	0D	CC	C3	4A	CF	2A	B9
4160	D9	3A	E9	D9	85	6F	D0	24	C9	2A	43	CF	11	0E	00	19
4170	7E	C9	CD	69	D1	36	00	C9	CD	69	D1	F6	80	77	C9	2A
4180	EA	D9	EB	2A	B3	D9	7B	96	23	7A	9E	C9	CD	7F	D1	D8
4190	13	72	2B	73	C9	7B	95	6F	7A	9C	67	C9	0E	FF	2A	EC
41A0	D9	EB	2A	CC	D9	CD	95	D1	D0	C5	CD	F7	D0	2A	BD	D9
41B0	EB	2A	EC	D9	19	C1	0C	CA	C4	D1	BE	C8	CD	7F	D1	D0
41C0	CD	2C	D1	C9	77	C9	CD	9C	D1	CD	E0	D1	0E	01	CD	B8
41D0	CF	C3	DA	D1	CD	E0	D1	CD	B2	CF	21	B1	D9	C3	E3	D1
41E0	21	B9	D9	4E	23	46	C3	24	DA	2A	B9	D9	EB	2A	B1	D9
41F0	0E	80	C3	4F	CF	21	EA	D9	7E	23	BE	C0	3C	C9	21	FF
4200	FF	22	EA	D9	C9	2A	C8	D9	EB	2A	EA	D9	23	22	EA	D9
4210	CD	95	D1	D2	19	D2	C3	FE	D1	3A	EA	D9	E6	03	06	05
4220	87	05	C2	20	D2	32	E9	D9	B7	C0	C5	CD	C3	CF	CD	D4
4230	D1	C1	C3	9E	D1	79	E6	07	3C	5F	57	79	0F	0F	0F	E6
4240	1F	4F	78	87	87	87	87	B1	4F	78	0F	0F	0F	E6	1F	
4250	47	2A	BF	D9	09	7E	07	1D	C2	56	D2	C9	D5	CD	35	D2
4260	E6	FE	C1	B1	0F	15	C2	64	D2	77	C9	CD	5E	D1	11	10
4270	00	19	C5	0E	11	D1	0D	C8	D5	3A	DD	D9	B7	CA	88	D2
4280	C5	E5	4E	06	00	C3	8E	D2	0D	C5	4E	23	46	E5	79	B0
4290	CA	9D	D2	2A	C6	D9	7D	91	7C	98	D4	5C	D2	E1	23	C1
42A0	C3	75	D2	2A	C6	D9	0E	03	CD	EA	D0	23	44	4D	2A	BF
42B0	D9	36	00	23	0B	78	B1	C2	B1	D2	2A	CA	D9	EB	2A	BF
42C0	D9	73	23	72	CD	A1	CF	2A	B3	D9	36	03	23	36	00	CD
42D0	FE	D1	0E	FF	CD	05	D2	CD	F5	D1	C8	CD	5E	D1	3E	E5
42E0	BE	CA	D2	D2	3A	41	CF	BE	C2	F6	D2	23	7E	D6	24	C2
42F0	F6	D2	3D	32	45	CF	0E	01	CD	6B	D2	CD	8C	D1	C3	D2
4300	D2	3A	D4	D9	C3	01	CF	C5	F5	3A	C5	D9	2F	47	79	A0
4310	4F	F1	A0	91	E6	1F	C1	C9	3E	FF	32	D4	D9	21	D8	D9
4320	71	2A	43	CF	22	D9	D9	CD	FE	D1	CD	A1	CF	0E	00	CD
4330	05	D2	CD	F5	D1	CA	94	D3	2A	D9	D9	EB	1A	FE	E5	CA
4340	4A	D3	D5	CD	7F	D1	D1	D2	94	D3	CD	5E	D1	3A	D8	D9

4350	4F	06	00	79	B7	CA	83	D3	1A	FE	3F	CA	7C	D3	78	FE
4360	0D	CA	7C	D3	FE	0C	1A	CA	73	D3	96	E6	7F	C2	2D	D3
4370	C3	7C	D3	C5	4E	CD	07	D3	C1	C2	2D	D3	13	23	04	0D
4380	C3	53	D3	3A	EA	D9	E6	03	32	45	CF	21	D4	D9	7E	17
4390	D0	AF	77	C9	CD	FE	D1	3E	FF	C3	01	CF	CD	54	D1	0E
43A0	0C	CD	18	D3	CD	F5	D1	C8	CD	44	D1	CD	5E	D1	36	E5
43B0	0E	00	CD	6B	D2	CD	C6	D1	CD	2D	D3	C3	A4	D3	50	59
43C0	79	B0	CA	D1	D3	0B	D5	C5	CD	35	D2	1F	D2	EC	D3	C1
43D0	D1	2A	C6	D9	7B	95	7A	9C	D2	F4	D3	13	C5	D5	42	4B
43E0	CD	35	D2	1F	D2	EC	D3	D1	C1	C3	C0	D3	17	3C	CD	64
43F0	D2	E1	D1	C9	79	B0	C2	C0	D3	21	00	00	C9	0E	00	1E
4400	20	D5	06	00	2A	43	CF	09	EB	CD	5E	D1	C1	CD	4F	CF
4410	CD	C3	CF	C3	C6	D1	CD	54	D1	0E	0C	CD	18	D3	2A	43
4420	CF	7E	11	10	00	19	77	CD	F5	D1	C8	CD	44	D1	0E	10
4430	1E	0C	CD	01	D4	CD	2D	D3	C3	27	D4	0E	0C	CD	18	D3
4440	CD	F5	D1	C8	0E	00	1E	0C	CD	01	D4	CD	2D	D3	C3	40
4450	D4	0E	0F	CD	18	D3	CD	F5	D1	C8	CD	A6	D0	7E	F5	E5
4460	CD	5E	D1	EB	2A	43	CF	0E	20	D5	CD	4F	CF	CD	78	D1
4470	D1	21	0C	00	19	4E	21	0F	00	19	46	E1	F1	77	79	BE
4480	78	CA	8B	D4	3E	00	DA	8B	D4	3E	80	2A	43	CF	11	0F
4490	00	19	77	C9	7E	23	B6	2B	C0	1A	77	13	23	1A	77	1B
44A0	2B	C9	AF	32	45	CF	32	EA	D9	32	EB	D9	CD	1E	D1	C0
44B0	CD	69	D1	E6	80	C0	0E	0F	CD	18	D3	CD	F5	D1	C8	01
44C0	10	00	CD	5E	D1	09	EB	2A	43	CF	09	0E	10	3A	DD	D9
44D0	B7	CA	E8	D4	7E	B7	1A	C2	DB	D4	77	B7	C2	E1	D4	7E
44E0	12	BE	C2	1F	D5	C3	FD	D4	CD	94	D4	EB	CD	94	D4	EB
44F0	1A	BE	C2	1F	D5	13	23	1A	BE	C2	1F	D5	0D	13	23	0D
4500	C2	CD	D4	01	EC	FF	09	EB	09	1A	BE	DA	17	D5	77	01
4510	03	00	09	EB	09	7E	12	3E	FF	32	D2	D9	C3	10	D4	21
4520	45	CF	35	C9	CD	54	D1	2A	43	CF	E5	21	AC	D9	22	43
4530	CF	0E	01	CD	18	D3	CD	F5	D1	E1	22	43	CF	C8	EB	21
4540	0F	00	19	0E	11	AF	77	23	0D	C2	46	D5	21	0D	00	19
4550	77	CD	8C	D1	CD	FD	D3	C3	78	D1	AF	32	D2	D9	CD	A2
4560	D4	CD	F5	D1	C8	2A	43	CF	01	0C	00	09	7E	3C	E6	1F
4570	77	CA	83	D5	47	3A	C5	D9	A0	21	D2	D9	A6	CA	8E	D5
4580	C3	AC	D5	01	02	00	09	34	7E	E6	0F	CA	B6	D5	0E	0F
4590	CD	18	D3	CD	F5	D1	C2	AC	D5	3A	D3	D9	3C	CA	B6	D5
45A0	CD	24	D5	CD	F5	D1	CA	B6	D5	C3	AF	D5	CD	5A	D4	CD
45B0	BB	D0	AF	C3	01	CF	CD	05	CF	C3	78	D1	3E	01	32	D5
45C0	D9	3E	FF	32	D3	D9	CD	BB	D0	3A	E3	D9	21	E1	D9	BE
45D0	DA	E6	D5	FE	80	C2	FB	D5	CD	5A	D5	AF	32	E3	D9	3A
45E0	45	CF	B7	C2	FB	D5	CD	77	D0	CD	84	D0	CA	FB	D5	CD
45F0	8A	D0	CD	D1	CF	CD	B2	CF	C3	D2	D0	C3	05	CF	3E	01

4600	32	D5	D9	3E	00	32	D3	D9	CD	54	D1	2A	43	CF	CD	47
4610	D1	CD	BB	D0	3A	E3	D9	FE	80	D2	05	CF	CD	77	D0	CD
4620	84	D0	0E	00	C2	6E	D6	CD	3E	D0	32	D7	D9	01	00	00
4630	B7	CA	3B	D6	4F	0B	CD	5E	D0	44	4D	CD	BE	D3	7D	B4
4640	C2	48	D6	3E	02	C3	01	CF	22	E5	D9	EB	2A	43	CF	01
4650	10	00	09	3A	DD	D9	B7	3A	D7	D9	CA	64	D6	CD	64	D1
4660	73	C3	6C	D6	4F	06	00	09	09	73	23	72	0E	02	3A	45
4670	CF	B7	C0	C5	CD	8A	D0	3A	D5	D9	3D	3D	C2	BB	D6	C1
4680	C5	79	3D	3D	C2	BB	D6	E5	2A	B9	D9	57	77	23	14	F2
4690	8C	D6	CD	E0	D1	2A	E7	D9	0E	02	22	E5	D9	C5	CD	D1
46A0	CF	C1	CD	B8	CF	2A	E5	D9	0E	00	3A	C4	D9	47	A5	B8
46B0	23	C2	9A	D6	E1	22	E5	D9	CD	DA	D1	CD	D1	CF	C1	C5
46C0	CD	B8	CF	C1	3A	E3	D9	21	E1	D9	BE	DA	D2	D6	77	34
46D0	0E	02	0D	0D	Q2	DF	D6	F5	CD	69	D1	E6	7F	77	F1	FE
46E0	7F	C2	00	D7	3A	D5	D9	FE	01	C2	00	D7	CD	D2	D0	CD
46F0	5A	D5	21	45	CF	7E	B7	C2	FE	D6	3D	32	E3	D9	36	00
4700	C3	D2	D0	AF	32	D5	D9	C5	2A	43	CF	EB	21	21	00	19
4710	7E	E6	7F	F5	7E	17	23	7E	17	E6	1F	4F	7E	1F	1F	1F
4720	1F	E6	0F	47	F1	23	6E	2C	2D	2E	06	C2	8B	D7	21	20
4730	00	19	77	21	0C	00	19	79	96	C2	47	D7	21	0E	00	19
4740	78	96	E6	7F	CA	7F	D7	C5	D5	CD	A2	D4	D1	C1	2E	03
4750	3A	45	CF	3C	CA	84	D7	21	0C	00	19	71	21	0E	00	19
4760	70	CD	51	D4	3A	45	CF	3C	C2	7F	D7	C1	C5	2E	04	0C
4770	CA	84	D7	CD	24	D5	2E	05	3A	45	CF	3C	CA	84	D7	C1
4780	AF	C3	01	CF	E5	CD	69	D1	36	C0	E1	C1	7D	32	45	CF
4790	C3	78	D1	0E	FF	CD	03	D7	CC	C1	D5	C9	0E	00	CD	03
47A0	D7	CC	03	D6	C9	EB	19	4E	06	00	21	0C	00	19	7E	0F
47B0	E6	80	81	4F	3E	00	88	47	7E	0F	E6	0F	80	47	21	0E
47C0	00	19	7E	87	87	87	87	F5	80	47	F5	E1	7D	E1	B5	E6
47D0	01	C9	0E	0C	CD	18	D3	2A	43	CF	11	21	00	19	E5	72
47E0	23	72	23	72	CD	F5	D1	CA	0C	D8	CD	5E	D1	11	0F	00
47F0	CD	A5	D7	E1	E5	5F	79	96	23	78	9E	23	7B	9E	DA	06
4800	D8	73	2B	70	2B	71	CD	2D	D3	C3	E4	D7	E1	C9	2A	43
4810	CF	11	20	00	CD	A5	D7	21	21	00	19	71	23	70	23	77
4820	C9	2A	AF	D9	3A	42	CF	4F	CD	EA	D0	E5	EB	CD	59	CF
4830	E1	CC	47	CF	7D	1F	D8	2A	AF	D9	4D	44	CD	0B	D1	22
4840	AF	D9	C3	A3	D2	3A	D6	D9	21	42	CF	BE	C8	77	C3	21
4850	D8	3E	FF	32	DE	D9	2A	43	CF	7E	E6	1F	3D	32	D6	D9
4860	FE	1E	D2	75	D8	3A	42	CF	32	DF	D9	7E	32	E0	D9	E6
4870	E0	77	CD	45	D8	3A	41	CF	2A	43	CF	B6	77	C9	3E	22
4880	C3	01	CF	21	00	00	22	AD	D9	22	AF	D9	AF	32	42	CF
4890	21	80	00	22	B1	D9	CD	DA	D1	C3	21	D8	CD	72	D1	CD
48A0	51	D8	C3	51	D4	CD	51	D8	C3	A2	D4	0E	00	EB	7E	FE

48B0	3F	CA	C2	D8	CD	A6	D0	7E	FE	3F	C4	72	D1	CD	S1	D8
48C0	0E	0F	CD	18	D3	C3	E9	D1	2A	D9	D9	22	43	CF	CD	51
48D0	D8	CD	2D	D3	C3	E9	D1	CD	51	D8	CD	9C	D3	C3	01	D3
48E0	CD	51	D8	C3	BC	D5	CD	51	D8	C3	FE	D5	CD	72	D1	CD
48F0	51	D8	C3	24	D5	CD	51	D8	CD	16	D4	C3	01	D3	2A	AF
4900	D9	C3	29	D9	3A	42	CF	C3	01	CF	EB	22	B1	D9	C3	DA
4910	D1	2A	BF	D9	C3	29	D9	2A	AD	D9	C3	29	D9	CD	51	D8
4920	CD	3B	D4	C3	01	D3	2A	BB	D9	22	45	CF	C9	3A	D6	D9
4930	FE	FF	C2	3B	D9	3A	41	CF	C3	01	CF	E6	1F	32	41	CF
4940	C9	CD	51	D8	C3	93	D7	CD	51	D8	C3	9C	D7	CD	51	D8
4950	C3	D2	D7	2A	43	CF	7D	2F	5F	7C	2F	2A	AF	D9	A4	57
4960	7D	A3	5F	2A	AD	D9	EB	22	AF	D9	7D	A3	6F	7C	A2	67
4970	22	AD	D9	C9	3A	DE	D9	B7	CA	91	D9	2A	43	CF	36	00
4980	3A	E0	D9	B7	CA	91	D9	77	3A	DF	D9	32	D6	D9	CD	45
4990	D8	2A	0F	CF	F9	2A	45	CF	7D	44	C9	CD	51	D8	3E	02
49A0	32	D5	D9	0E	00	CD	07	D7	CC	03	D6	C9	E5	00	00	00
49B0	00	80	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
49C0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
49D0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
49E0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
49F0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
4A00	C3	80	DA	C3	9E	DA	C3	12	F8	C3	03	F8	C3	00	F5	C3
4A10	09	F8	C3	0C	F8	C3	06	F8	C3	0C	DB	C3	11	DB	C3	2A
4A20	DB	C3	5E	DB	C3	6D	DB	C3	73	DB	C3	9E	DB	C3	09	DB
4A30	C3	63	DB	43	DA	00	00	00	00	00	00	F6	DB	4B	DA	95
4A40	DC	76	DC	01	02	03	04	05	06	07	08	08	00	03	07	00
4A50	39	00	1F	00	80	00	08	00	06	00	1F	0A	20	43	50	4D
4A60	20	56	20	2D	20	32	2E	32	20	20	44	49	53	4B	20	52
4A70	41	4D	20	2D	20	32	35	36	4B	2E	0A	00	00	00	00	00
4A80	31	00	01	21	5A	DA	CD	93	DA	AF	32	04	00	32	03	00
4A90	C3	E7	DA	7E	B7	C8	4F	CD	09	F8	23	C3	93	DA	31	80
4AA0	00	0E	00	CD	11	DB	CD	0C	DB	06	2C	0E	00	16	01	21
4AB0	00	C4	C5	D5	E5	4A	CD	5E	DB	C1	C5	CD	6D	DB	CD	73
4AC0	DB	FE	00	C2	9E	DA	E1	11	80	00	19	D1	C1	05	CA	E7
4AD0	DA	14	7A	FE	09	DA	B2	DA	16	01	0C	C5	D5	E5	CD	2A
4AE0	DB	E1	D1	C1	C3	B2	DA	F3	21	03	DA	22	01	00	01	80
4AF0	00	CD	6D	DB	3E	C3	32	00	00	32	05	00	21	06	CC	22
4B00	06	00	3A	04	00	4F	C3	00	C4	3E	FF	C9	0E	00	C3	2A
4B10	DB	21	00	00	79	32	F1	DB	FE	01	D0	3A	F1	DB	6F	26
4B20	00	29	29	29	29	11	33	DA	19	C9	3E	FE	32	EC	DB	79
4B30	FE	40	DA	59	DB	D6	40	4F	3E	FD	32	EC	DB	79	FE	40
4B40	DA	59	DB	D6	40	4F	3E	FB	32	EC	DB	79	FE	40	DA	59
4B50	DB	D6	40	4F	3E	F7	32	EC	DB	21	ED	DB	71	C9	21	EE

4B60 DB 71 C9 06 00 EB 09 7E 32 EE DB 6F C9 69 60 22  
 4B70 EF DB C9 CD C8 DB 21 00 00 39 22 F4 DB 2A F2 DB  
 4B80 F9 2A EF DB 06 40 3A EC DB D3 40 D1 73 23 72 23  
 4B90 05 C2 8B DB 3E FF D3 40 2A F4 DB F9 AF C9 CD C8  
 4BA0 DB 19 22 F2 DB 21 00 00 39 22 F4 DB 2A F2 DB F9  
 4BB0 2A EF DB 19 2B 06 40 3A EC DB D3 40 56 2B 5E 2B  
 4BC0 D5 05 C2 BC DB C3 94 DB 21 00 00 11 00 04 3A ED  
 4BD0 DB B7 CA DA DB 19 3D C2 D5 DB 11 80 00 3A EE DB  
 4BE0 3D CA E8 DB 19 C3 E0 DB 22 F2 DB C9 E5 E5 E5 E5  
 4BF0 E5 E5

## 2. КОДЫ ПРОГРАММЫ CH.COM

.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 .A .B .C .D .E .F

0100	C3	EB	01	43	48	41	4E	47	45	52	20	56	45	52	53	20
0110	31	2E	31	0D	0A	0D	0A	24	52	45	41	44	59	20	54	52
0120	20	46	4F	52	20	49	4E	50	55	54	2C	20	50	52	45	53
0130	53	20	43	52	2E	24	52	45	41	44	59	20	54	52	20	46
0140	4F	52	20	4F	55	54	50	55	54	2C	20	50	52	45	53	53
0150	20	43	52	2E	24	52	45	41	44	59	20	54	52	20	46	4F
0160	52	20	56	45	52	49	46	59	2C	20	50	52	45	53	53	20
0170	43	52	2E	24	52	45	41	44	20	45	52	52	4F	52	2E	0D
0180	0A	24	56	45	52	49	46	59	20	45	52	52	4F	52	2E	0D
0190	0A	24	4E	4F	20	53	4F	55	52	43	45	20	46	49	4C	45
01A0	20	50	52	45	53	45	4E	54	2E	0D	0A	24	4E	4F	54	20
01B0	45	4E	4F	55	47	48	20	4D	45	4D	4F	52	59	2E	0D	0A
01C0	24	4E	4F	20	44	49	52	45	43	54	4F	52	59	20	53	50
01D0	41	43	45	2E	0D	0A	24	44	49	53	4B	20	46	55	4C	4C
01E0	2E	0D	0A	24	2E	00	E9	00	00	00	00	31	00	05	11	03
01F0	01	0E	09	CD	05	00	3A	5D	00	FE	20	C2	09	02	11	92
0200	01	0E	09	CD	05	00	C3	00	00	11	5C	00	0E	0F	CD	05
0210	00	FE	FF	CA	2D	03	21	00	05	22	E4	01	2A	E4	01	EB
0220	0E	1A	CD	05	00	11	5C	00	0E	14	CD	05	00	B7	C2	4E
0230	02	2A	E4	01	11	80	00	19	22	E4	01	7C	2A	06	00	BC
0240	DA	1C	02	11	AC	01	0E	09	CD	05	00	C3	00	00	11	36
0250	01	0E	09	CD	05	00	0E	01	CD	05	00	CD	1F	03	11	00
0260	05	2A	E4	01	CD	07	03	22	E6	01	2A	E4	01	11	00	05
0270	7D	93	6F	7C	9A	67	22	E8	01	2E	00	0E	00	CD	F8	03
0280	2D	C2	7B	02	0E	E6	CD	F8	03	2A	E6	01	4D	CD	F8	03
0290	4C	CD	FB	03	2A	E8	01	4D	CD	F8	03	4C	CD	FB	03	EB
02A0	21	00	05	4E	CD	F8	03	23	1B	7A	B3	C2	A3	02	11	55
02B0	01	0E	09	CD	05	00	0E	01	CD	05	00	CD	1F	03	2A	E6

02C0	01	3E	FF	CD	F4	03	BD	C2	F7	02	CD	02	03	BC	C2	F7
02D0	02	2A	E8	01	CD	02	03	BD	C2	F7	02	CD	02	03	BC	C2
02E0	F7	02	EB	21	00	05	CD	02	03	BE	C2	F7	02	23	1B	7A
02F0	B3	C2	E6	02	C3	00	00	11	82	01	0E	09	CD	05	00	C3
0300	00	00	3E	08	C3	F4	03	01	00	00	1A	81	4F	3E	00	88
0310	47	13	7A	BC	C2	0A	03	7B	BD	C2	0A	03	69	60	C9	0E
0320	02	1E	0D	CD	05	00	0E	02	1E	0A	C3	05	00	11	18	01
0330	0E	09	CD	05	00	0E	01	CD	05	00	CD	1F	03	3E	FF	CD
0340	F4	03	6F	C0	02	03	67	22	E6	01	CD	02	03	6F	CD	02
0350	03	67	22	E8	01	EB	21	00	05	CD	02	03	77	23	1B	7A
0360	B3	C2	59	03	2A	E8	01	11	00	05	19	CD	07	03	EB	2A
0370	E6	01	7A	BC	C2	7C	03	7B	BD	CA	87	03	11	74	01	0E
0380	09	CD	05	00	C3	00	00	11	5C	00	0E	16	CD	05	00	FE
0390	FF	C2	9F	03	11	C1	01	0E	09	CD	05	00	C3	00	00	21
03A0	00	05	22	E4	01	2A	E4	01	EB	0E	1A	CD	05	00	11	5C
03B0	00	0E	15	CD	05	00	B7	CA	CD	03	11	D7	01	0E	09	CD
03C0	05	00	11	5C	00	0E	13	CD	05	00	C3	00	00	2A	E4	01
03D0	11	80	00	19	22	E4	01	2A	E8	01	7D	06	80	6F	7C	DE
03E0	00	67	22	E8	01	B5	C2	A5	03	11	5C	00	0E	10	CD	05
03F0	00	C3	00	00	CD	06	F8	C9	CD	0C	F8	C9	00	00	00	00

### 3. ПРОГРАММА ПРИНТЕРА

0000	0	.	1	.	2	.	3	.	4	.	5	.	6	.	7	.	8	.	9	.	A	.	B	.	C	.	D	.	E	.	F			
1100	21	00	00	11	00	00	3E	82	D3	FB	3E	FF	D3	FA	CD	31																		
1110	F5	CD	51	FB	CD	C0	F4	CD	B3	F9	CD	02	F5	CD	8D	F9																		
1120	23	C2	B7	F4	C3	6C	F8	7D	E6	0F	CA	A1	F4	C3	A7	F4																		
1130	C5	C3	0E	F5	7C	CD	E9	F4	7D	CD	03	F5	C1	C9	F5	DB																		
1140	F9	E6	01	CA	CF	F4	79	D3	F8	AF	D3	FA	DB	F9	E6	01																		
1150	C2	DC	F4	3E	FF	D3	FA	F1	C9	F5	0F	0F	0F	0F	0F	CD	F2																	
1160	F4	F1	E6	0F	FE	0A	FA	FB	F4	C6	07	C6	30	4F	CD	CE																		
1170	F4	C9	7E	C5	CD	E9	F4	3E	20	CD	FD	F4	C1	C9	0E	0A																		
1180	CD	CE	F4	0E	20	CD	CE	F4	CD	CE	F4	CD	CE	F4	CD	CE																		
1190	F4	CD	AA	F9	C3	C4	F4	7E	A7	C8	CD	FD	F4	23	C3	27																		
11A0	F5	E5	0E	0D	CD	CE	F4	21	44	F5	CD	27	F5	E1	0E	0A																		
11B0	CD	CE	F4	C9	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	2E	30	20																
11C0	2E	31	20	2E	32	20	2E	33	20	2E	34	20	2E	35	20	2E																		
11D0	36	20	2E	37	20	2E	38	20	2E	39	20	2E	41	20	2E	42																		
11E0	20	2E	43	20	2E	44	20	2E	45	20	2E	46	00	00	00	00																		

### 3. СЛОВАРИК ПРОГРАММИСТА

(Пояснения к некоторым терминам, встречающимся в книге)

**Адрес** — число, обозначающее номер ячейки памяти с данными или командой. Как правило, записывается в шестнадцатеричном коде.

**Адресное пространство микропроцессора** — совокупность адресов внутренних регистров и запоминающих устройств, регистров внешних устройств (ввода/вывода, памяти). Содержимое регистра адреса микропроцессора достаточно для обращения к каждому из названных устройств. Объем адресного пространства микропроцессора определяется разрядностью его шины адреса. У микропроцессора KP580BM80A она 16-разрядная, следовательно, адресное пространство составляет  $2^{16}$  ячеек памяти.

**Адресация** — обращение микропроцессора к заданной области памяти или внешнему устройству.

**Адаптер** — устройство для согласования входных и выходных сигналов разных устройств. Чаще всего используется для согласования устройства ввода/вывода с магнитофоном, телефоном или линиями связи.

**Ассемблер** — этот термин употребляется в двух значениях. В одном случае это символьный язык программирования, каждому оператору которого соответствует одна операция ЭВМ. В другом программа, преобразующая исходную, написанную на языке Ассемблер, в команды, «понятные» микропроцессору.

**Алгоритм** — последовательность действий, которая приводит к решению поставленной задачи. Алгоритмы для ЭВМ удобнее составлять в виде блок-схемы.

**Байт** — единица информации, равная восьми битам. В микропроцессоре KP580BM80A, имеющем 8-разрядную шину данных, обработка ведется байтами. В 16-разрядных микропроцессорах можно обрабатывать сразу два байта.

**Бит** — минимальная единица измерения объема информации. Может принимать только два значения — «1» или «0». Форма записи — двоичная.

**Драйвер** — обслуживающая программа, обеспечивающая управление данными при вводе и выводе. Например, драйвер кассетного магнитофона — это программа записи и чтения данных с линейного выхода магнитофона.

**Данные** — информация, представленная в такой форме, которую можно распознать автоматическому устройству или человеку.

**Декремент** — величина, на которую автоматически уменьшается другая величина.

**Дешифратор** — преобразователь кода в управляющие сигналы.

**Директива** — предложение, обычно в форме приказа, в языках программирования.

**Дискета** — небольшой гибкий пластиковый диск с нанесенным на его поверхность тонким слоем магнитного вещества. Предназначен для долговременного хранения программ и данных.

**Дисковод** — механизм, приводящий дискету во вращение при считывании или записи информации.

**Дисплей** — устройство для отображения данных. В первом модуле «ЮТ-88» используется простейший шестиразрядный семисегментный алфавитно-цифровой дисплей на светодиодных индикаторах.

**Загрузчик** — программа, размещающая готовую к выполнению рабочую программу непосредственно в ОЗУ пользователя.

**ЗУ** — запоминающее устройство, фиксирующее информацию таким образом, чтобы она могла быть в любой момент воспроизведена.

**Внешнее ЗУ** — запоминающее устройство, размещающееся вне микропроцессора.

**Индикатор** — устройство для визуального или акустического отображения информации. Например, симисегментный светодиодный индикатор, пьезоэлемент и т.д.

**Инициализация** — установка в начальное (исходное) состояние различных технических устройств-счетчиков, регистров, триггеров и др.

**Интерпретатор** — специальная программа, которая последовательно преобразует по смыслу каждый отдельный оператор программы и исполняет его.

**Интерфейс** — система подключения к портам ввода/вывода микроЭВМ внешних устройств клавиатуры, дисплея, графопостроителя, магнитофона, дисковода.

**Канал** — совокупность технических средств для передачи данных от одного устройства к другому.

**Клавиатура** — набор клавиш для ручного ввода данных в ЭВМ.

**Код** — данные, представленные в определенном виде.

**Команда** — управляющий сигнал, вызывающий выполнение определенной операции в исполнительном устройстве.

**Арифметическая команда** — команда, определяющая арифметическую операцию.

**Команда арифметического сдвига** — команда сдвига во всех позициях, кроме знаковой.

**Команда Ассемблера** — команда, управляющая ходом работы программы Ассемблера.

**Команда безусловного перехода** — команда, изменяющая порядок естественной выборки команд.

**Команда ввода/вывода** — команда микропроцессора, вызывающая выполнение программы ввода/вывода информации.

**Логическая команда** — машинная команда, определяющая логическую операцию.

**Команда логического сдвига** — команда сдвига во всех позициях ячейки.

**Машинная команда** — команда, входящая в состав системы команд ЭВМ.

**Команда останова** — машинная команда, вызывающая прекращение выборки и исполнения команд в программе.

**Команда перехода** — команда, вызывающая изменения в естественной последовательности выборки команд.

**Прерываемая команда** — машинная команда, в ходе исполнения которой допустимо прерывание.

**Команда процессора** — машинная команда, определяющая действие микропроцессора.

**Регистровая команда** — машинная команда, операнды которой находятся в регистрах микропроцессора.

**Команда сдвига** — машинная команда, вызывающая перемещение всех значений разрядов ячейки или части этих значений на заданное количество разрядов.

**Команда условного перехода** — машинная команда перехода по одному из указанных адресов в зависимости от условия, заданного в этой же команде.

**Комментарий** — фрагмент программы, предназначенный для восприятия ее человеком. При вводе в ЭВМ игнорируется.

**Компилятор** — программа, переводящая программу, написанную на каком-либо языке программирования, на другой язык.

**Константа** — постоянная величина.

**Контроллер** — устройство для управления внешними устройствами.

**Контроллер программируемый** — специализированная микроЭВМ, предназначенная для решения узкого круга задач.

**Листинг** — вывод данных на печатающие устройства, распечатанные данные.

**Магистраль** — канал передачи информации, обеспечивающий обмен ею между устройствами.

**Массив** — в программировании: матрица элементов одинакового типа.

**МикроЭВМ** — вычислительное устройство на основе микропроцессора или портативная ЭВМ для индивидуального использования.

**Мини-ЭВМ** — ЭВМ массового использования (персональный компьютер). Отличительные особенности — высокая надежность, невысокая стоимость, развитое программное обеспечение.

**Модем** — (модулятор-демодулятор) тональный — устройство для подключения информационного

входа ЭВМ к телефонной линии для обмена информацией с другими ЭВМ и банками данных.

**Монитор** — специальная программа, входящая в состав системного программного обеспечения микроЭВМ, осуществляющая взаимодействие микропроцессора с клавиатурой, дисплеем, ОЗУ. Управляет вводом и исполнением других программ. В директивы МОНИТОРа входит также функция отладки, запуска и исполнения программ пользователя.

**Мультиплексирование** — разбивка одного канала данных на два или несколько. Для этой цели обычно используются специальные микросхемы мультиплексоры.

**Накопитель** — устройство для записи и хранения информации. Может быть выполнен на базе кассетного магнитофона, гибкого магнитного диска (НГМД) и т.д.

**Обращение к памяти** — запрос на чтение из памяти, запись в память или поиск в памяти заданной информации.

**Объектный код** — программа в машинном коде.

**Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ)** — устройство, предназначенное для кратковременного хранения информации, работающее как на запись, так и на чтение данных. Различают два типа микросхем ОЗУ: статическое ОЗУ и динамическое ОЗУ. Первые, как правило, имеют небольшой объем (до 64 Кбайт), информация в них сохраняется все время, пока подается напряжение питания. Вторые имеют значительно больший объем памяти (до 1 Мбайта), но для сохранения записанной в них информации на специальный вход микросхемы необходимо постоянно подавать сигналы регенерации (восстановления) содержимого ОЗУ. При прекращении их поступления все данные из памяти стираются. Считывание информации из ОЗУ занимает доли секунд.

**Операнд** — символы, которые определяют место операции в памяти.

**Оператор** — символы, которыми закодирована определенная последовательность выполнения команд.

**Операция** — последовательность действий ЭВМ.

**Операционная система** — система программного обеспечения, расширяющая возможности ЭВМ, повышающая эффективность использования прикладных программ и облегчающая работу пользователя.

**Подпрограмма** — вспомогательная программа, облегчающая и ускоряющая процесс обработки данных или работу другой, более сложной программы.

**Переход** — передача управления.

**Прерывание** — прекращение выборки и исполнения команды выполняемой программы. Может осуществляться как по команде извне, так и программным способом. По соответствующему сигналу можно продолжить выполнение программы с того места, в котором она была прервана.

**Регистр** — блок памяти малого объема, встроенный в микропроцессор, к которому он адресуется независимо от шины адреса. Емкость регистра определяется длиной машинного слова, а время доступа к регистру значительно меньше, чем к ОЗУ.

**Адресный регистр** — устройство, в котором хранятся данные адреса.

**Базовый регистр** — регистр для хранения базовых адресов.

**Индексный регистр** — регистр для хранения индекса для адресов.

**Регистр команд** — устройство для оперативного хранения текущей выполняемой команды.

**Редактор** — специальная программа для составления и корректировки программопользователя с учетом языка программирования и архитектуры ЭВМ.

**Репрограммируемое постоянное запоминающее устройство** — микросхема памяти, предназначенная для долговременного хранения записанной информации. При необходимости записанную информацию можно стереть и записать новую.

**Сброс** — приведение в исходное состояние.

**Слово машинное** — данные, соответствующие одной ячейке оперативной памяти ЭВМ.

**Слово состояния** — многоразрядный код, появляющийся на шине данных микропроцессора в начале каждого машинного цикла и сообщающий о состоянии микропроцессора.

**Совместимость** — свойство одной или нескольких моделей ЭВМ одинаково исполнять программы.

**Состояние** — распределение сигналов микропроцессора.

**Состояние ожидания** — в этом состоянии микропроцессора команды не обрабатываются, однако разрешенные прерывания могут происходить.

**Состояние прерывания** — состояние микропроцессора от момента прерывания до момента сброса управляющего сигнала прерывания.

**Состояние останова** — переход микропроцессора в состояние, при котором прекращается автоматическая выборка команд из памяти и их исполнение.

**Сумма контрольная** — заложенный в программу определенный набор символов, позволяющий проконтролировать правильность ввода программы пользователя. Вычисляется контрольная сумма после ввода программы в ОЗУ.

**Такт** — промежуток времени между двумя последовательными сигналами синхронизации работы блоков микропроцессора. Каждая команда выполняется за один или несколько тактов. В некоторых случаях под тактом подразумевают промежуток времени между сменой состояний микропроцессора.

**Тест** — программа для проверки работоспособности ЭВМ в целом и ее отдельных узлов.

**Транслятор** — специальная программа преобразования программ на некотором языке в программу на другом языке с сохранением ее функций.

**Файл** — набор данных.

**Флаг** — одноразрядный индикатор.

**Язык программирования** — искусственный язык для представления программ в виде, «понятном» ЭВМ. Основные языки персональных компьютеров Бейсиц, Фокал, Паскаль, Ада и другие.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Бирюков С.А. Цифровые устройства на интегральных микросхемах.— М.: Радио и связь, 1987.
- Борисов В.Г., Паргин А.С. Введение в цифровую технику.— М.: Радио и связь, 1987.
- Буреев Л.Н., Дудко А.Л., Захаров В.Н. Простейшая микроЭВМ.— М.: Энергоатомиздат, 1989.
- Гилмор Ч. Введение в микропроцессорную технику.— М.: Мир, 1984.
- Григорьев В.П. Программное обеспечение микропроцессорных систем.— М.: Энергоатомиздат, 1983.
- Димитрова М., Пунджиев В. 33 схемы с логическими элементами.— Л.: Энергоатомиздат, 1988.
- Зеленко Г., Попов С., Панов В. и др. Радиолюбителю о микропроцессоре и микроЭВМ//Радио - 1982. - № 9—12; 1983.— № 2—4; № 6 - 12 .
- Зеленко Г., Панов В., Попов С. Электронный квазидиск для персональной ЭВМ// Микропроцессорные средства и системы.—1986. № 4.
- Зеленский В.А., Хромой Б.П. Бытовые электронные автоматы.— М.: Радио и связь, 1988.
- Интегральные микросхемы/Под ред. Б. В. Тарабрина. М.: Энергоатомиздат, 1985.
- Корнейчук В.И., Тарасенко В.П. Вычислительные устройства на микросхемах.— Киев: Техника, 1988.
- Кофрон Дж. Технические средства микропроцессорных систем.— М.: Мир, 1983.
- Майоров В.Г., Гаврилов А.И. Практический курс программирования микропроцессорных систем.— М.: Машиностроение, 1989.
- Мальцева Л.А., Фромберг Э.М., Ямпольский В.С. Основы цифровой техники.— М.: Радио и связь, 1986.
- Полупроводниковые БИС запоминающих устройств/Под ред. А.Ю. Гордона и Ю.Н. Дьякова.— М.: Радио и связь, 1986.
- Справочник по схемотехнике для радиолюбителя/Под ред. В.П. Боровского. Киев: Техника, 1989.
- Тищенко В.Г., Тищенко Г.В. МикроЭВМ — своими руками.— Киев: Рад. шк., 1989.
- Токхейм Р. Основы цифровой электроники.— М.: Мир, 1988.
- Фролов В.В. Язык радиосхем.— М.: Радио и связь, 1988.
- Хокинс Г. Цифровая электроника для начинающих.— М.: Мир, 1986.
- Щило В.Л. Популярные цифровые микросхемы.— М.: Радио и связь, 1987.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
<b>Часть I. 27 устройств на элементах цифровой электроники .....</b>	<b>4</b>
Глава 1. Несколько слов о цифровой Электронике .....	—
1 + 1 = ? .....	—
Логика - основа цифровой электроники.....	8
Три кита цифровой электроники .....	9
Правнучка электронной лампы.....	13
Знакомьтесь — ТТЛ.....	14
Читаем схемы .....	15
Глава 2. Практические советы по сборке радиосхем .....	17
Оборудование рабочего места .....	—
Монтаж — дело серьезное .....	18
Самодельные печатные платы .....	19
Рекомендации по сборке радиосхем .....	20
Глава 3. Питание цифровых устройств на любой вкус .....	22
Как выбрать источник питания.....	23
Параметрический стабилизатор напряжения .....	—
Стабилизатор на операционном усилителе.....	24
Стабилизатор на специализированной микросхеме .....	27
Глава 4. Домашняя измерительная лаборатория ..	28
Логический пробник на транзисторах .....	29
Логический пробник с цифровой индикацией.....	30
Генератор одиночного импульса .....	32
Частотомер на микросхеме.....	33
Импульсный зонд.....	34
Генератор импульсов.....	35
Глава 5. Конструкции занимательные и полезные .....	37
Вызывное устройство .....	—
Электронная сирена .....	38
Указатели поворотов для велосипеда.....	39
Автомодель обретает «голос» .....	40
Цветомузыкальная приставка .....	41
Новогодняя «мигалка».....	42
Электронная «курица».....	43
Пробник для проверки приемника.....	44
Устройство, контролирующее питание .....	45
Глава 6. Считывающая электроника .....	46
Триггер: элемент один, состояний — два .....	—
Типы триггеров .....	48
Как работают счетчики.....	50
Генератор случайного числа .....	52
Устройство для проверки реакции .....	53
Приставка к будильнику.....	55
Глава 7. Кодирование, декодирование и распределение информации.....	57
Шифраторы и дешифраторы .....	58
Переключатели без контактов .....	59
«Электронные кубики».....	62
Цифровое реле времени.....	63
Электронный таймер-секундомер.....	64
Глава 8. Кладовая информации .....	69
Регистры .....	—
Запоминающие устройства .....	72
Бегущие огни .....	74
Автомат световых эффектов .....	76
Соло на ПЗУ .....	77
Музыкальная шкатулка .....	79
Глава 9. Информация по заказу .....	82
Программируемая K155РЕ3 .....	—
Послушный килобит .....	87
<b>Часть II. МикроЭВМ своими руками .....</b>	<b>89</b>
Глава 10. Первый шаг — микроЭВМ	
минимальной конфигурации «ЮТ-88» .....	—
Структурная схема .....	91
Источники питания .....	94
Электрическая схема .....	95
Программное обеспечение .....	101
Управляющая программа	
микроЭВМ — МОНИТОР .....	103
Сборка и налаживание микроЭВМ .....	113
Если есть не все детали .....	118
Библиотечка программ вычисления	
функций .....	121
Глава 11. От индикаторов — к экрану.	
Дисплейный модуль «ЮТ-88» .....	129
Электрическая схема дисплейного модуля .....	—
Директивы МОНИТОРа .....	142
Изготовление и отладка дисплейного	
Модуля .....	147
Глава 12. Модуль динамического ОЗУ	
«ЮТ-88» .....	153
Электрическая схема .....	—
Программатор ПЗУ «ЮТ-88» .....	158
Глава 13. Программное обеспечение «ЮТ-88» ..	161
Операционная система СР/М .....	
Приложения .....	173
1. Коды операционной системы	
СР/М-64 .....	—
2. Коды программы СН. СОМ .....	183
3. Программа принтера .....	184
3. Словарь программиста .....	185
Рекомендуемая литература .....	188

**Учебное издание**

**Бартенев Владимир Григорьевич  
Алгинин Борис Евгеньевич**

**ОТ САМОДЕЛОК НА ЛОГИЧЕСКИХ  
ЭЛЕМЕНТАХ ДО МИКРОЭВМ**

**Зав. редакцией Н. В. Хрусталь**

**Редактор Т. А. Чамаева**

**Художники М. Б. Колтовой,**

**Е. С. Шабельник, О. А. Кознов**

**Художественный редактор Г. П. Погосова**

**Технический редактор Н.Н. Матвеева**

**Корректор И. Н. Панкова**

**ИБ № 13253**

Сдано в набор 02.12.91. Подписано к печати  
14.10.92. Формат 70X90<sup>1/16</sup>. Бум. типограф. № 1.  
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л.  
14.04+0,29 форз. Усл. кр.-отт. 28,59. Уч.-изд. л.  
14,07 + 0,42' форз. Тираж 62 000 экз. Заказ 3204.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство  
«Просвещение» Министерства печати и  
информации Российской Федерации. 127521,  
Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Отпечатано с диапозитивов Можайского  
полиграфкомбината Министерства печати и  
информации Российской Федерации. 143200, г.  
Можайск, ул. Мира, 93, на Смоленском  
полиграфическом комбинате Министерства печати  
и информации Российской Федерации. 214020,  
Смоленск, ул. Смольянинова, 1.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»  
ВЫПУСТИТ В 1993 —1994гг.  
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ  
СЛЕДУЮЩИЕ КНИГИ ПО ИНФОРМАТИКЕ И ФИЗИКЕ:**

***Вершинин О. Е. За страницами учебника информатики.***

Книга написана живым, образным языком, доступно и увлекательно, содержит много исторических сведений, интересных фактов, краткие биографии известных ученых и инженеров. Из нее можно получить более подробную информацию о непрерывных технологических процессах, системах автоматизированного регулирования, автоматизированных системах управления, физических основах электронно-цифровой и микропроцессорной техники. Все это поможет понять устройство персональных компьютеров и программирование для них.

***Гутман Г.Н., Корнилова О.М. Муравьиные сказки.***

Книга в занимательной форме знакомит с основными понятиями алгоритмизации и современного программирования. Предлагаемые задачи, написанные в форме сказок, обладают острой привлекательностью и развивают фантазию, пространственное воображение и алгоритмический стиль мышления. Книга богата иллюстрирована.

Книга может быть полезна родителям, не знакомым с программированием.

***Гильберг Л. А. От самолета к орбитальному комплексу.***

Книга о развитии отечественной авиации и космонавтики, о физических основах полета в космос, о творчестве наиболее выдающихся создателей летательных аппаратов разных типов.

***Григас Г.К., Дагенев А., Аугутис К. В. Сто задач по программированию.***

Сборник разнообразных задач с решениями и программами этих решений. Все программы написаны на языке Паскаль и подобраны таким образом, что будут понятны начинающему программисту, знакомящемуся с основами программирования и с языком Паскаль.

***Дегтярев Б. Пожидаев С. В., Михайлова В. С. Прикладные программы по физике.***

Даны прикладные программы на Бейсике к проведению физического практикума с помощью ПМК и ЭВМ.

***Иванов А. С., Проказа А. Т. Мир механики и техники.***

Книга вводит читателя в увлекательный мир техники, основанный на механических закономерностях. Приведено много разнообразных примеров с иллюстрациями.

**Иванов Б. Н. Этузы о физике.**

Автор рассказывает о своей профессии и науке — физике, раскрывает масштабность современного знания, повествует об основных объектах природы и изучающих их науках.

**Нестеренко А. В. Сети ЭВМ.**

Написанная в занимательной форме, доступным языком книга ответит на вопросы: что такое сети ЭВМ? Как они появились? Что послужило причиной их возникновения? В ней читатель также познакомится с развитием средств связи и обработки информации, приведших в настоящее время к появлению компьютерных коммуникаций, которые получают все более широкое распространение и в скором времени потеснят факсимильную и телетайпную связь. Тематика книги актуальна и вместе с тем недостаточно освещена в современной научно-популярной литературе.

*Роузелл Г., Герберт С. Физика:* Пер. с англ. /Под ред. В. Г. Разумовского. В книге дано положение основных разделов школьного курса физики в Великобритании с широким использованием эксперимента, качественных задач и упражнений творческого характера.

**Спиридонов О. Я. Свет: физика, информация, жизнь.**

Книга посвящена уникальному и многогранному явлению — свету. В ней рассказывается о тайнах природы света, о роли света в возникновении и поддержании жизни на Земле.

**Заказать книги можно в местном Книготорге по тематическому плану выпуска издательства «Просвещение».**