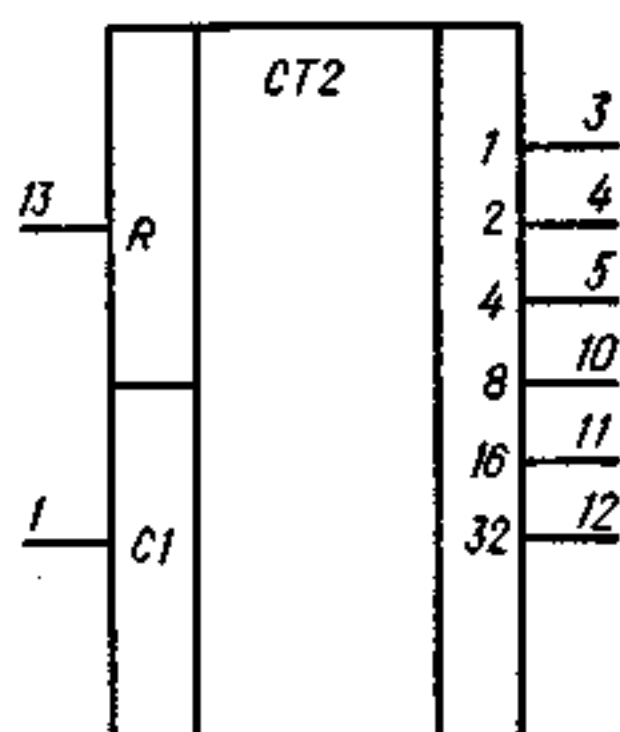


### 3.7. Счетчики импульсов

В состав КМДП серий ИС включены счетчики импульсов, которые относятся к микросхемам средней интеграции. Основное функциональное назначение этих типов ИС — счет импульсов и деление частот. Счетчики импульсов КМДП-серий можно разделить на две условные группы: специализированные счетчики, основное назначение которых — построение электронных часов, секундомеров, таймеров, и универсальные счетчики общего назначения. Условность групп состоит в том, что счетчики импульсов первой группы могут также использоваться в иных целях, например для мультиметров, цифровых измерительных приборов и устройств. Одновременно универсальные счетчики могут использоваться в электронных часах, но иногда это менее эффективно.

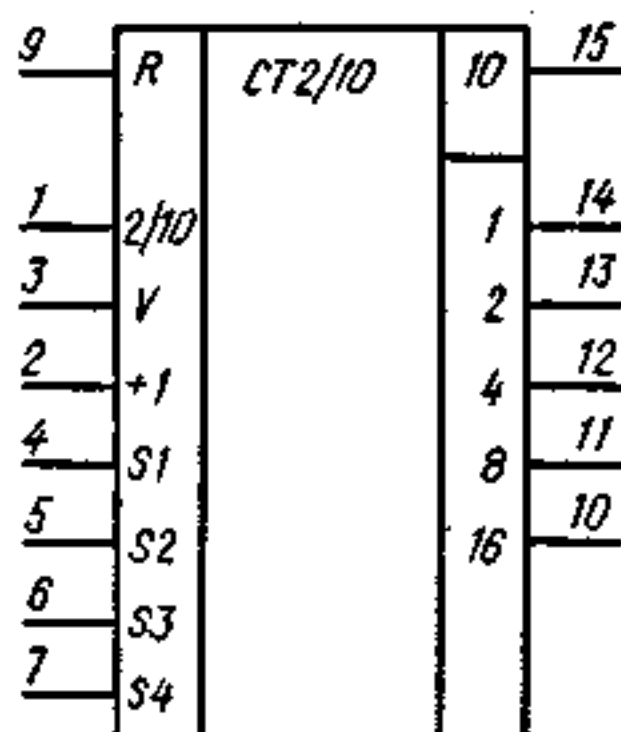
Основные параметры счетчиков импульсов приведены в табл. 3.5.

Микросхема *K176IE1* является простейшим шестиразрядным асинхронным двоичным счетчиком импульсов. Она имеет счетный вход *C1*, установочный вход асинхронного сброса *R* (установка «нуля») и шесть выходов, на которых содержится



7-общий; 14—+ $U_{уп}$ ;  
*K176IE1*

Рис. 3.56. Микросхема типа ИЕ1



8-общий; 16—+ $U_{уп}$ ;  
*K176IE2*

Рис. 3.57. Микросхема типа ИЕ2

счетчика выдается двоичным числом. Условное обозначение МС приведено на рис. 3.56.

Микросхема *K176IE2* — счетчик, который может работать как двоичный, так и как десятичный. Счетчик имеет пять двоичных выходов (выводы 10...14) и один десятичный (вывод 15). По входам (выводы 4...7) в счетчик может быть занесено начальное значение при низком уровне на входе «+1». По входу *R* счетчик асинхронно устанавливается в нулевое состояние. На вход *V* подается сигнал тактовой частоты (ТИ). Вход 2/10 (вывод 1) является переключением режима счета (двоичный-десятичный). Если на входе 2/10 высокий уровень, счетчик работает как двоичный, при низком (нулевом) потенциале — как десятичный и на выводе 15 появляются импульсы с частотой  $f/10$ .

Простейшее включение счетчика *K176IE2* как делителя частоты: вывод 2 соединить с выводом 16, а выводы 4, 5, 6, 7, 8 — заземлить. На вывод 3 подать частоту  $f$ . На выводах 14, 13, 12, 11, 10 появятся частоты  $f/2$ ,  $f/4$ ,  $f/8$ ,  $f/16$  и  $f/32$  соответственно. Вход «+1» служит для разрешения счета.

Условное обозначение ИС *K176IE2* приведено на рис. 3.57.

Микросхема *K176IE3* является счетчиком импульсов, снабженным дешифратором для вывода информации на семисегментный индикатор. Входные импульсы с частотой  $f$  подаются на вход *T* (вывод 4). На выводах 2 и 3 получаем частоты  $f/2$  и  $f/6$ . Выходы *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* служат для подключения семи сегментов цифрового индикатора. Если индикатор светодиодный, то вход *C* (вывод 6) МС следует заземлить. Для электролюминесцентного индикатора на вход *C* подается модулирующая импульсная последовательность 32 или 64 кГц. Сброс показаний

индикатора на нуль осуществляется по входу  $R$  (вывод 5). Условное обозначение ИС К176ИЕ3 приведено на рис. 3.58, соответствующие сегменты индикатора выводам дешифратора — на рис. 3.59.

Микросхема К176ИЕ4 является десятичным счетчиком импульсов, снабженным дешифратором для вывода информации на семисегментный индикатор. Отличие ее от предыдущей состоит в том, что на выводе 2 выделяется частота  $f/10$ , а на выводе 3 —  $f/4$ . Условное обозначение ИС приведено на рис. 3.60.

Микросхема К176ИЕ5 служит генератором секундных импульсов для электронных часов и других программаторов и таймеров. К выводам 9 и 10 непосредственно подключается кварцевый резонатор (либо сюда подается эталонная частота от постороннего генератора). Частота кварцевого резонатора  $f$  может быть 16 384 Гц (т. е.  $2^{14}$  Гц) либо 32 768 Гц (т. е.  $2^{15}$  Гц). На буферных выводах 11 и 12 присутствует сформированная и усиленная последовательность с частотой  $f$ . На выводе 1 име-

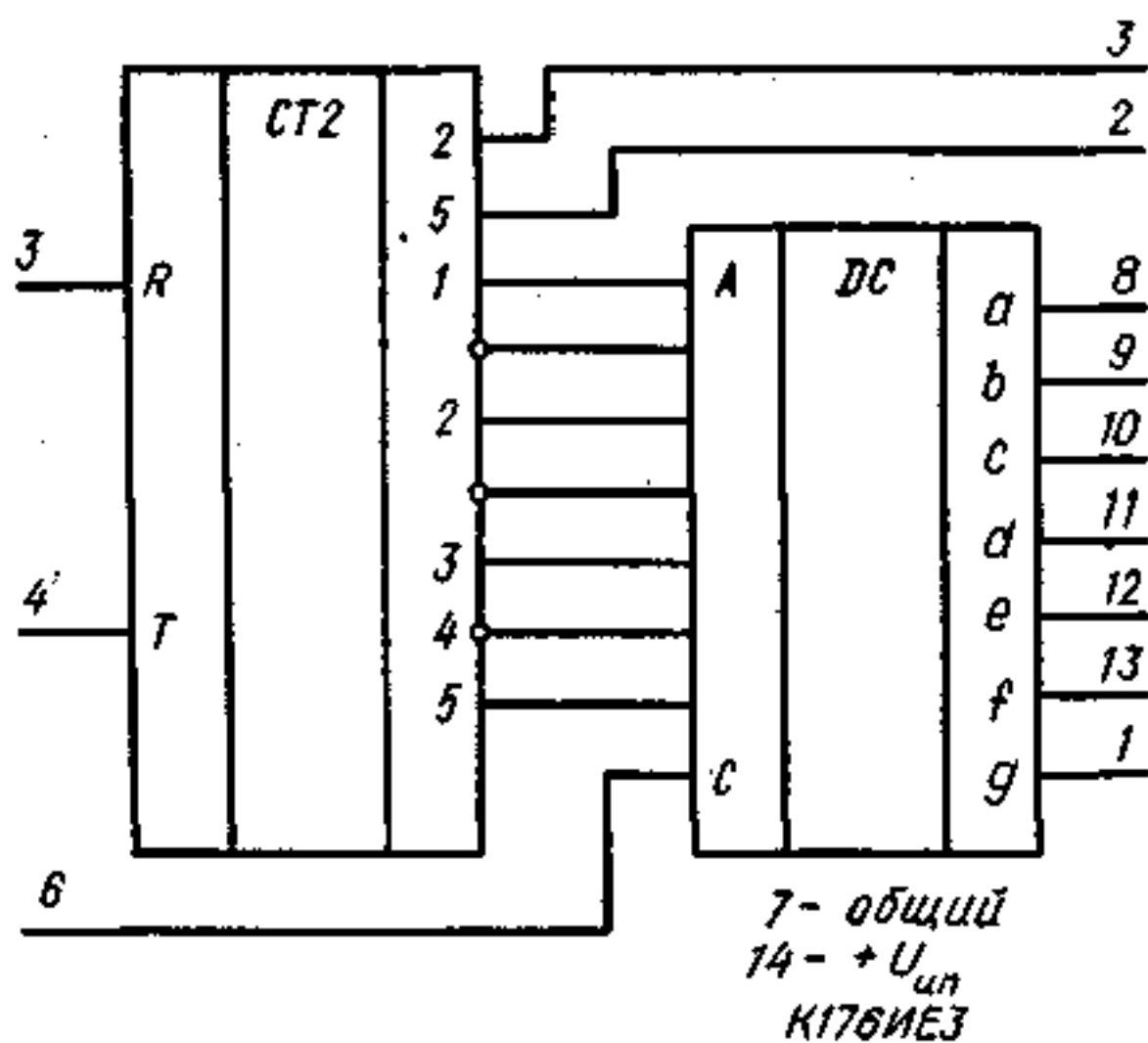


Рис. 3.58. Структурная схема ИС типа ИЕ3

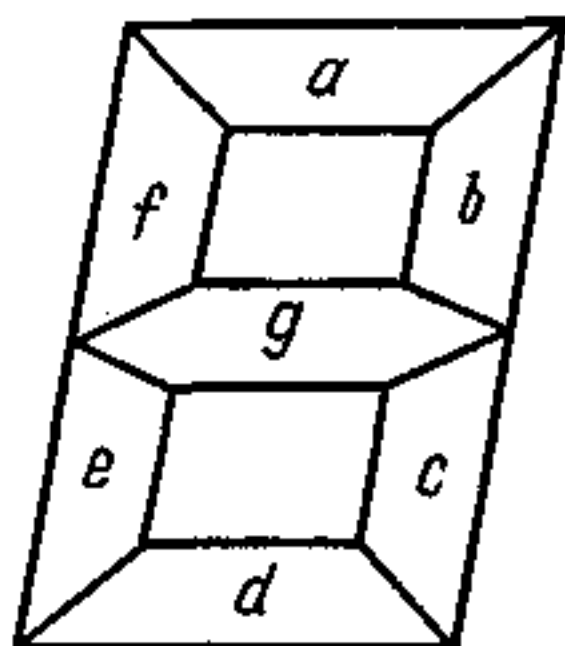


Рис. 3.59. Обозначение сегментов цифрового индикатора

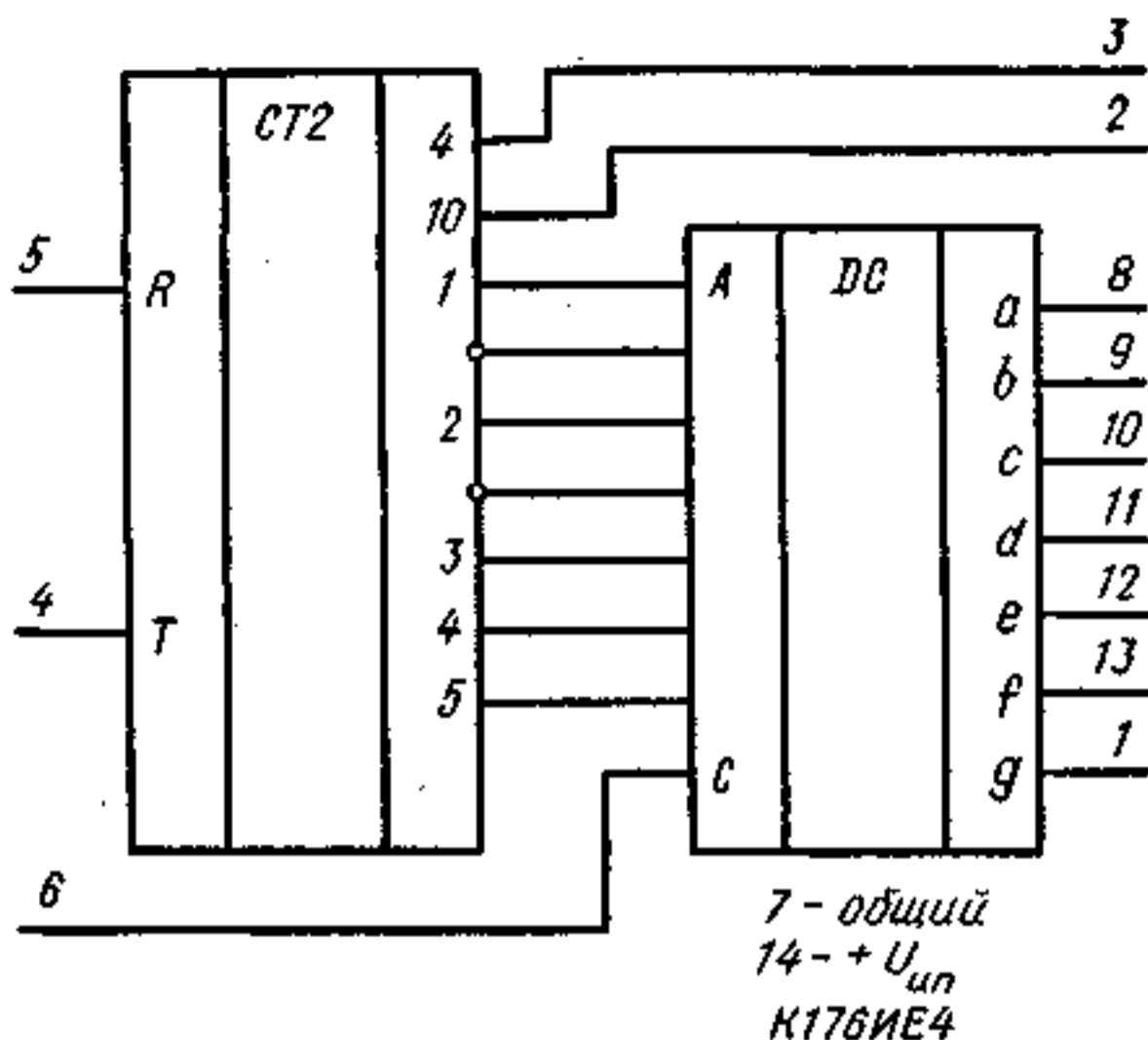
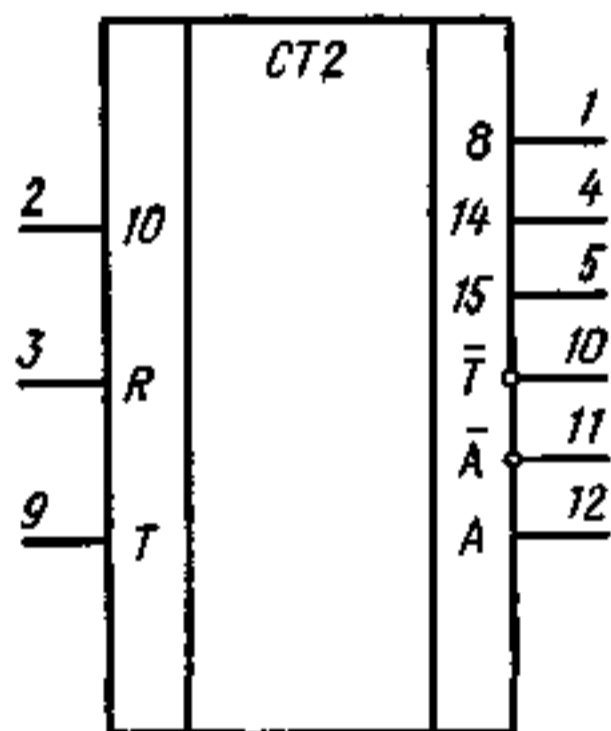


Рис. 3.60. Структурная схема ИС типа ИЕ4



7 - общий ; 14 - +  $U_{уп}$  ;  
K176IE5

Рис. 3.61. Микросхема типа ИЕ5

ется частота  $f/2^8$ . Вывод 4 дает частоту  $f/2^{14}$ , а вывод 5 —  $f/2^{15}$ . Таким образом, на выводе 4 будет последовательность секундных интервалов при входной частоте  $f = 2^{14}$  Гц, а на выводе 5 секундная последовательность появится при  $f = 2^{15}$  Гц. Чтобы счетчик давал секундную последовательность, выводы 1 и 2 следует перемкнуть, поскольку вывод 2 — это вход частоты  $f/2^8$ .

Условное обозначение ИС K176IE5 приведено на рис. 3.61.

Микросхемы 561IE8, К561IE8 представляют собой счетчики по модулю 10 с дешифратором. Они выполнены на основе пятикаскадного высокоскоростного счетчика Джонсона и дешифратора, преобразующего двоичный код в сигнал на одном из десяти выводов.

Если на входе разрешения счета  $V$  присутствует низкий уровень, счетчик осуществляет счет синхронно с положительным фронтом на тактовом входе  $C$ . При высоком уровне на входе  $V$  действие входа  $C$  запрещается и счет останавливается. Сброс счетчика осуществляется подачей высокого уровня на вход  $R$ . Счетчик имеет выход переноса  $P$ . Положительный фронт выходного сигнала переноса появляется через 10 импульсов на входе  $C$  и используется как входной сигнал для счетчика следующей декады. Структурная схема счетчиков 561ИЕ8, К561ИЕ8 и их условное обозначение приведены на рис. 3.62, а временные диаграммы работы — на рис. 3.63.

Состояния триггеров счетчика в процессе счета приведены в табл. 3.6.

Как нетрудно заметить из таблицы, для дешифрации каждого состояния счетчика необходим анализ состояний только двух триггеров, которые выделены полужирным шрифтом. Кроме того, благодаря использованию в счетчике сдвигающего регистра любой переход в новое состояние сопровождается изменением состояния только одного триггера. Это исключает появление ложных единиц в процессе переключения при деши-

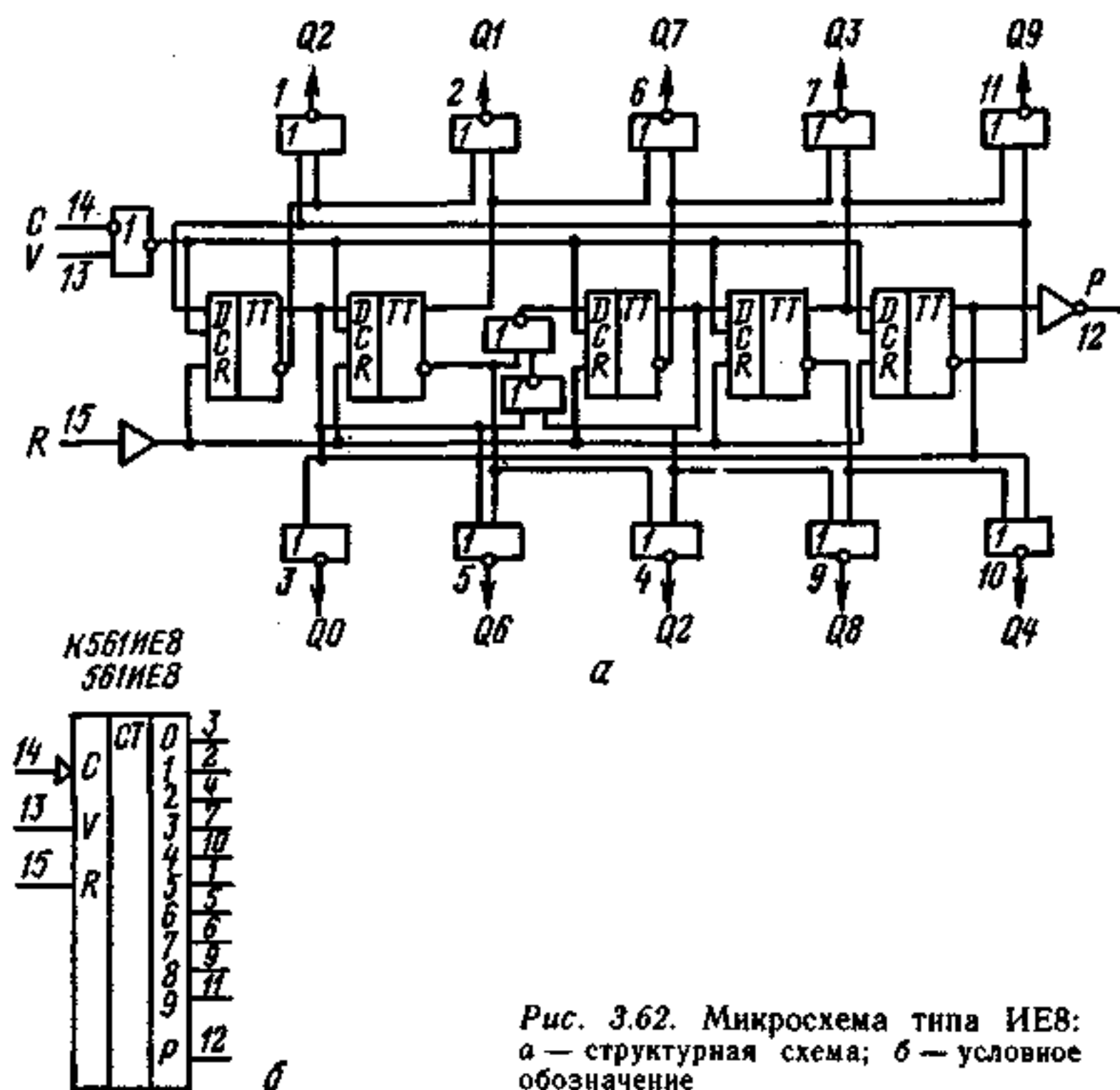


Рис. 3.62. Микросхема типа ИЕ8:  
а — структурная схема; б — условное обозначение

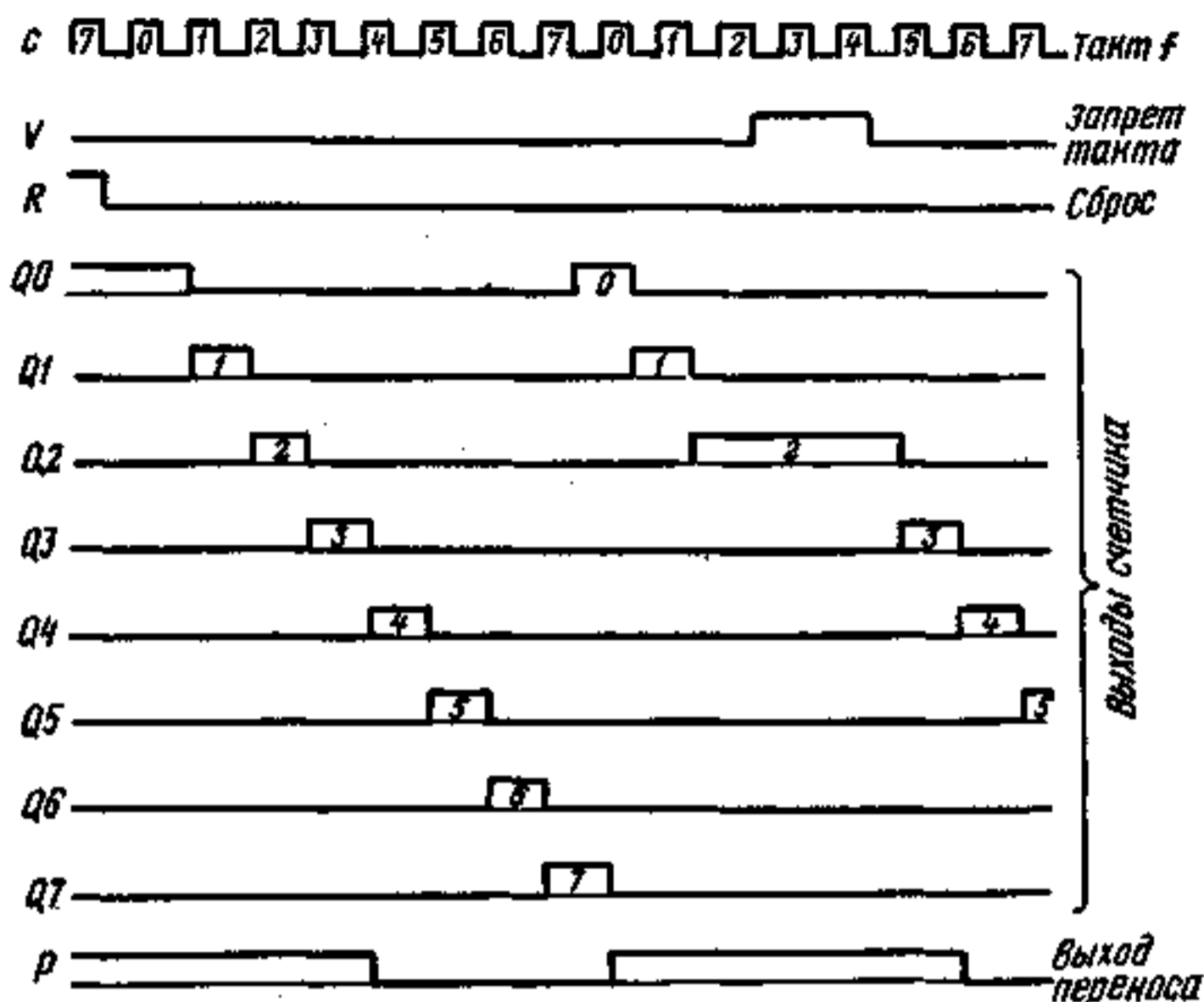


Рис. 3.63. Временные диаграммы работы счетчика типа ИЕ8

Таблица 3.6. Состояния счетчика ИЕ8

Q	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	P	(Q) <sup>+</sup>
0	0	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	0	1	2
2	1	1	0	0	0	1	3
3	1	1	1	0	0	1	4
4	1	1	1	1	0	1	5
5	1	1	1	1	1	0	6
6	0	1	1	1	1	0	7
7	0	0	1	1	1	0	8
8	0	0	0	1	1	0	9
9	0	0	0	0	1	0	0

фракции состояний. При этом, однако, из общего числа состояний в счетчике, равного  $2^N$ , используются только  $2N$ , где  $N$  — разрядность счетчика, равная в нашем случае 5. Остальные состояния оказываются нерабочими, и при попадании в них (например, при включении питания, если не предпринять специальных мер) необходимая последовательность состояний в счетчике будет нарушена. Для восстановления правильной последовательности в ИС предусмотрена автоматическая коррекция состояний, которая действует всякий раз, когда в первых трех триггерах счетчика формируется код  $S_1S_2S_3 = 010$ . В этом

случае при переходе счетчика в следующее состояние третий триггер  $S_3$  переходит в «0», а не «1».

Нетрудно убедиться, что любой нерабочий код в счетчике за то или иное число сдвигов (счетных импульсов) оказывается преобразованным в рабочий код. Например, нерабочий код 01101 превращается в рабочий код за 4 сдвига:

00110 → 10011 → 01001 → 00000.

Длительность импульса запрета счета должна превышать 300 нс, а длительность тактовых (считываемых) импульсов — не менее 250 нс. Длительность импульса сброса — не менее 275 нс.

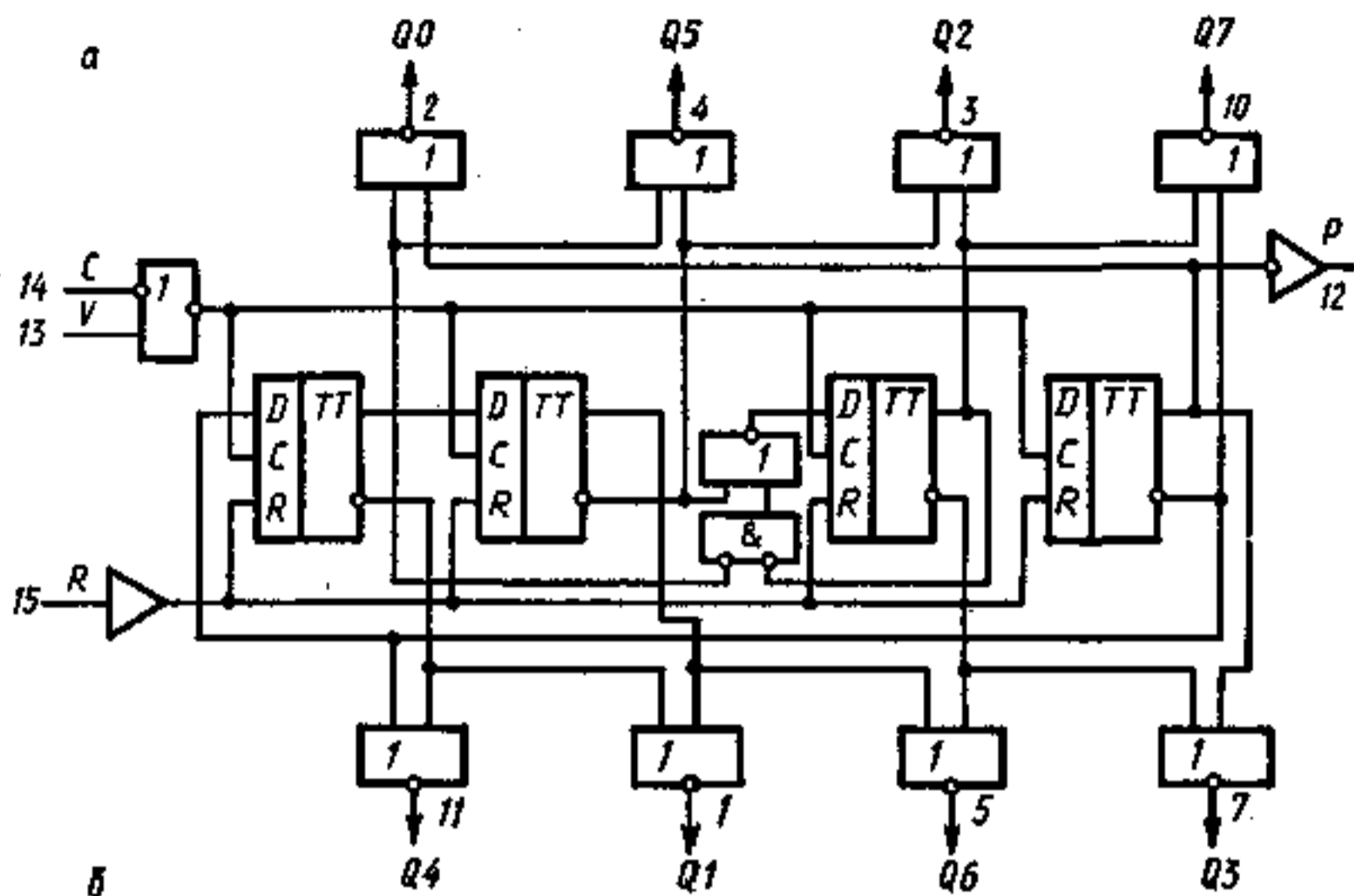
Микросхемы *K561ИЕ9*, *564ИЕ9* являются счетчиками по модулю 8 с дешифрацией состояний. Принцип работы их аналогичен счетчикам ИЕ8, но они содержат 4 триггера в счетчике Джонсона. Структурная схема и условное обозначение этого типа счетчиков приведены на рис. 3.64.

Следует отметить, что время задержки распространения сигнала от входа до информационных выходов  $Q1...Q7$  и до выхода переноса  $P$  у данного типа счетчиков различно. Для *K561ИЕ9* при  $U_{н.п} = 5$  В  $t_{зд.р}$  для выходов  $Q1...Q7$  составляет 3150 нс, а для вывода  $P$  — 1500 нс. Для МС *564ИЕ9* время задержки нормируется при  $U_{н.п} = 10$  В и составляет для выходов  $Q1...Q7$  — 700 нс, а для вывода  $P$  — 360 нс.

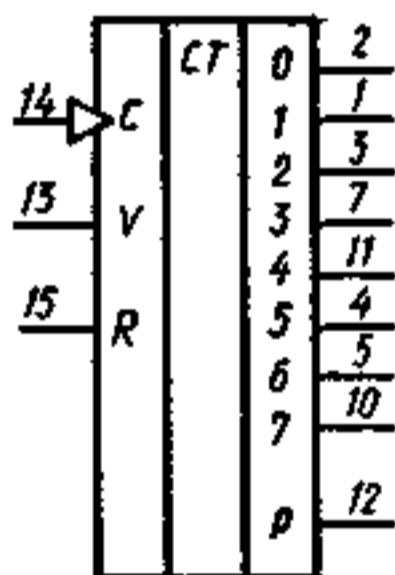
Отметим также, что нагрузочная способность по выходному току выхода  $P$  повышена, по сравнению с остальными выходами, выходные токи которых приведены в таблице основных параметров счетчиков КМДП. Для выхода  $P$  МС *K561ИЕ9* при  $U_{н.п} = 10$  В  $I_{вых}^0 = I_{вых}^1 = 0,13$  мА, а для МС *564ИЕ9* при  $U_{н.п} = 5$  В  $I_{вых}^0 = I_{вых}^1 = 0,3$  мА.

На основе микросхем ИЕ8 и ИЕ9 могут быть созданы счетчики с любым модулем. Например, на рис. 3.65 приведена схема счетчика-делителя с модулем  $N = 6$ . От выхода  $N$  (где  $2 < N < < 9$  для ИЕ8,  $2 < N < 7$  для ИЕ9) импульс подается на сброс  $RS$ -триггера, выполненного на *K561ЛЕ5* (может быть любой  $RS$ -триггер), который устанавливает счетчик в нулевое состояние. Выходной сигнал с частотой  $f/N$  снимается с выхода переноса  $P$  и используется для запуска следующего каскада.  $RS$ -триггер восстанавливает единичное состояние после сброса счетчика. Если  $N < 6$  для ИЕ8 и  $N < 5$  для ИЕ9, то на выходе переноса  $P$  не появляется высокий уровень. В этом случае в качестве сигнала переноса (входной сигнал для следующего каскада) можно использовать импульс на выходе  $Q0$  (вывод 3).

Основное применение счетчиков типа ИЕ8 и ИЕ9 — различные распределители уровней и импульсов, используемых в качестве формирователей управляющих сигналов либо серий синхроимпульсов. Кроме того, они находят применение при построении многоразрядных десятичных и восьмеричных счетчиков. При построении многоразрядных счетчиков ИС соединяются между собой с последовательным или параллельным формированием переноса с применением дополнительных ИС.



К 561 ИЕ9  
564 ИЕ9



16 -  $U_{\text{уп}}$   
8 - общий

Рис. 3.64. Микросхемы ИЕ9:  
а — структурная схема; б — условное обозначение

Примеры соединений многоразрядных счетчиков приведены на рис. 3.66.

Микросхемы К561ИЕ10, 564ИЕ10, Н564ИЕ10 содержат два независимых 4-разрядных двоичных счетчика с параллельным выходом. Для повышения быстродействия в ИС применен параллельный перенос во все разряды. Подача счетных импульсов может производиться либо в положительной полярности (высоким уровнем) на вход С, либо в отрицательной полярности (низким уровнем) на вход V. В первом случае разрешение счета устанавливается высоким уровнем на входе V, а во втором случае — низким уровнем на входе С.

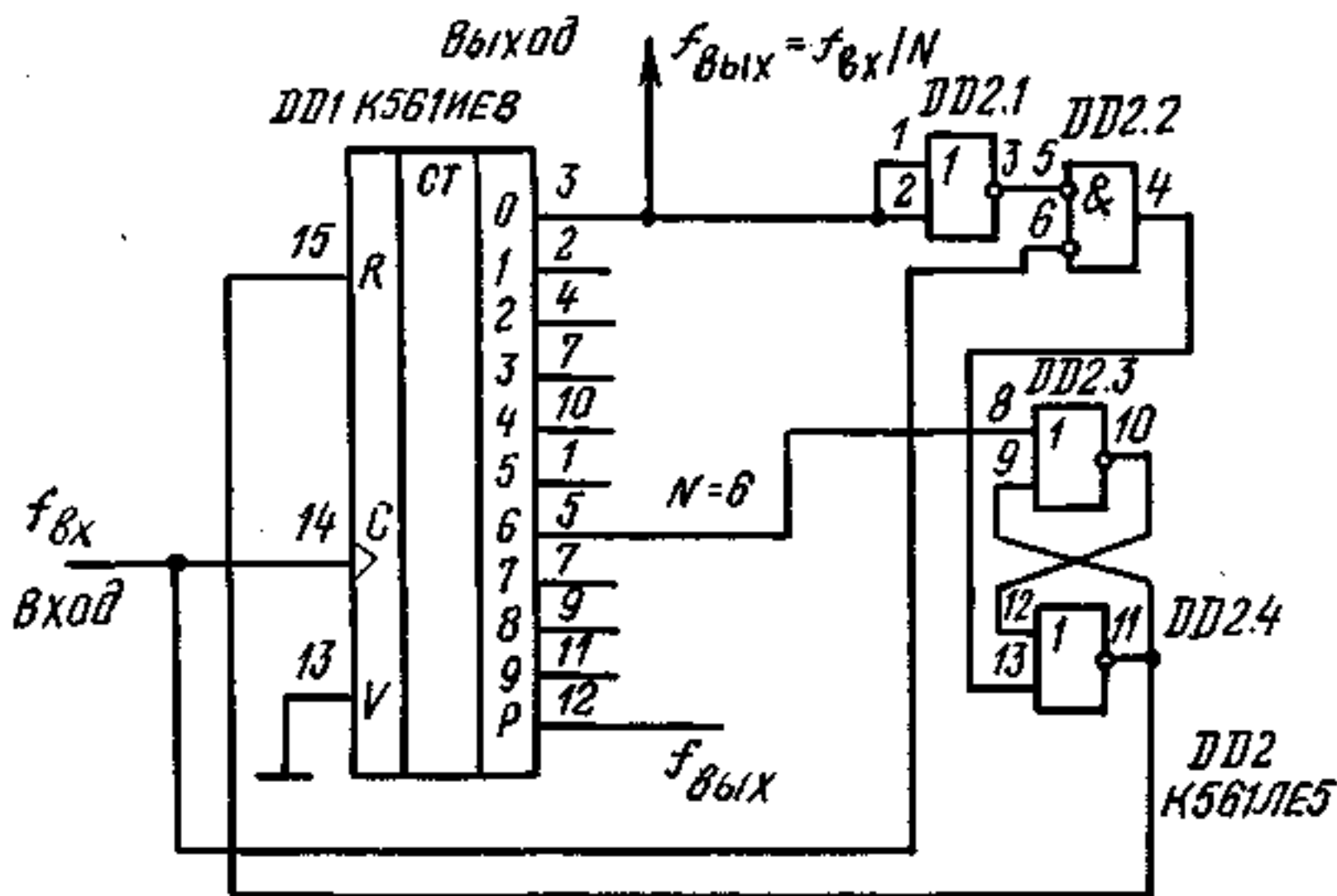


Рис. 3.65. Счетчик на основе ИЕ8 с укороченным циклом работы

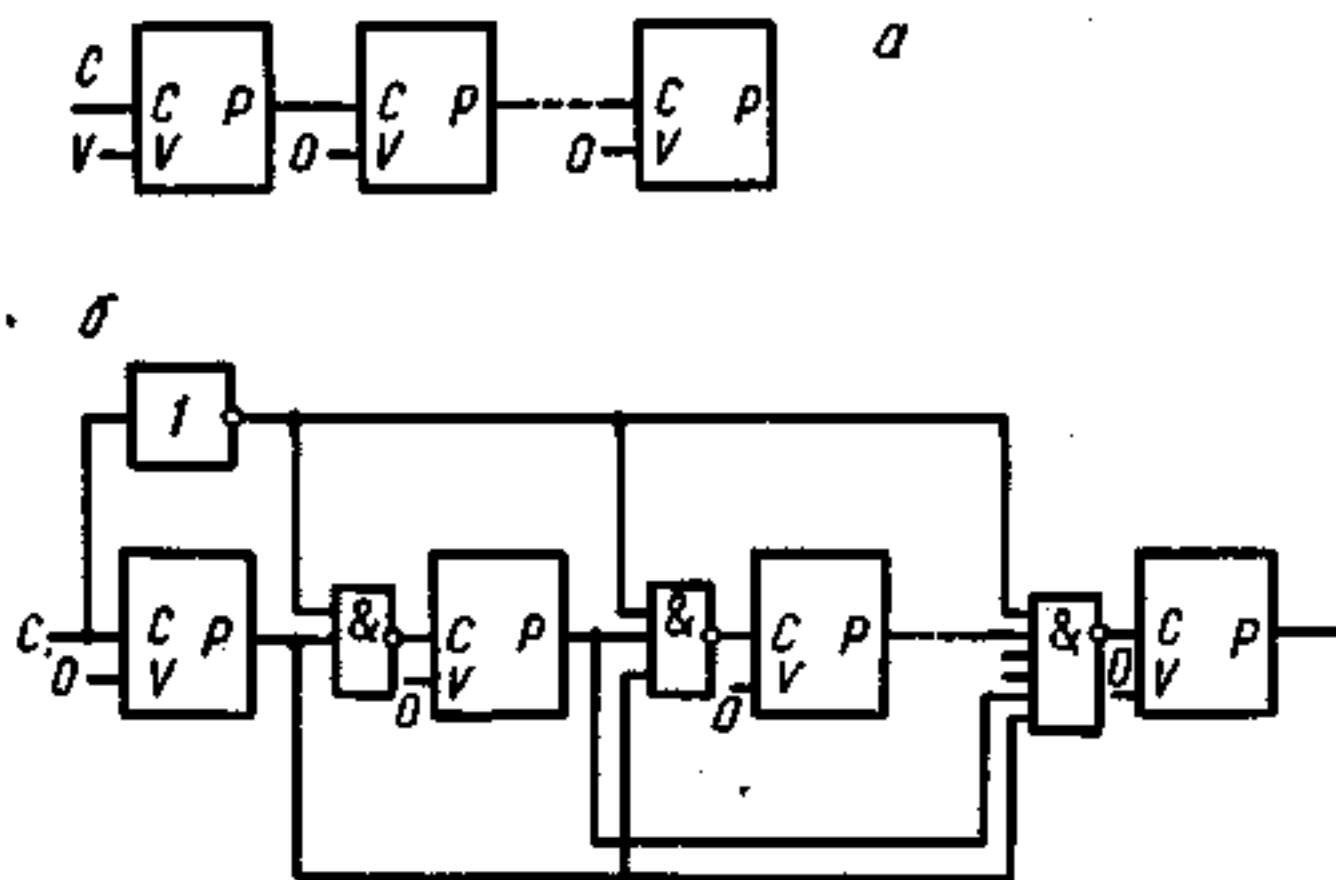


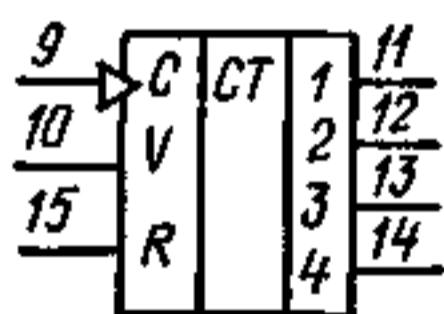
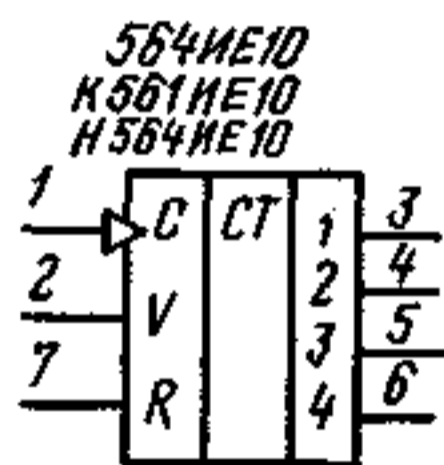
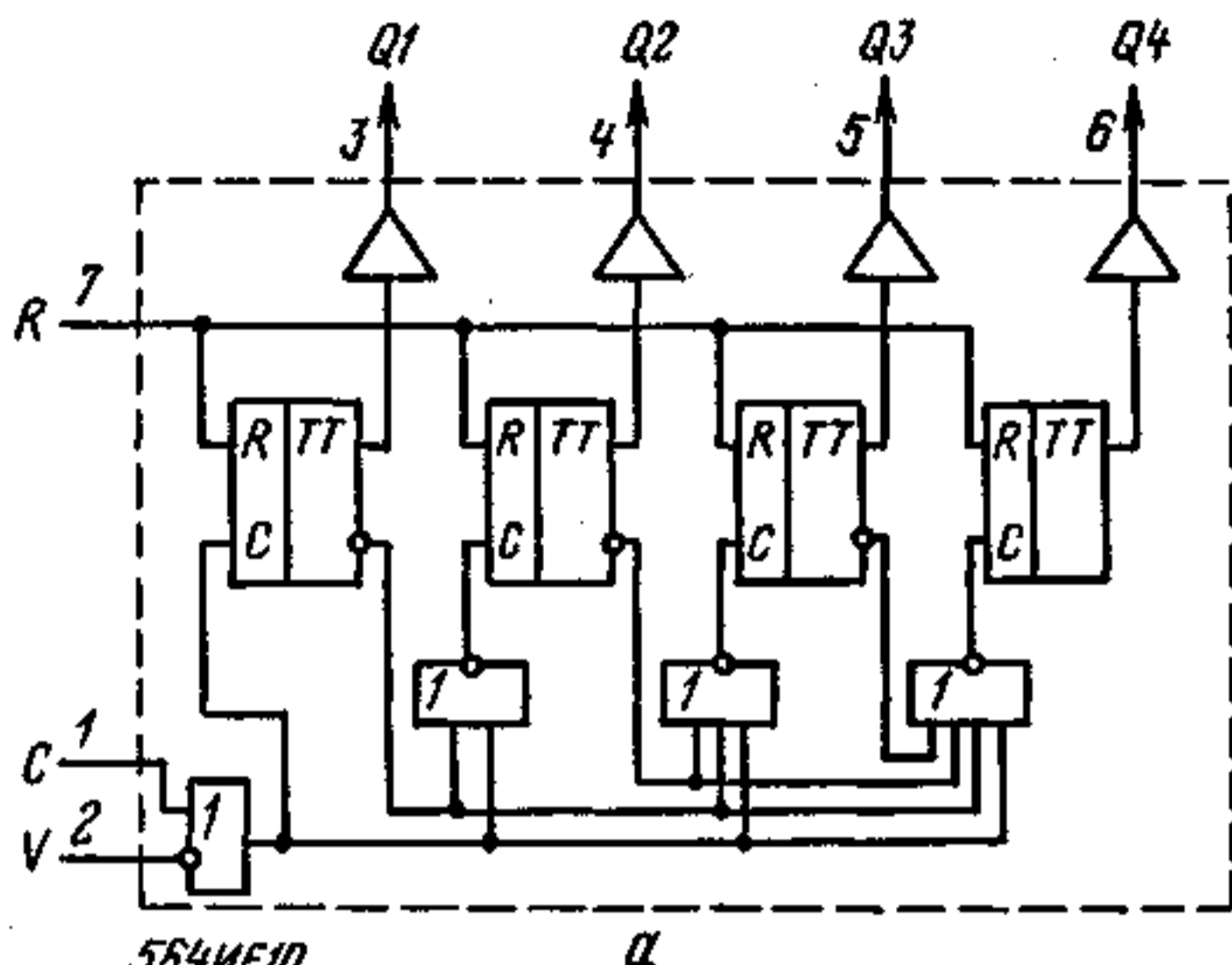
Рис. 3.66. Нарращивание разрядности счетчика на основе ИЕ8 или ИЕ9:

а — с последовательным переносом; б — с параллельным переносом

Структурная схема и условное обозначение счетчиков типа ИЕ10 приведены на рис. 3.67.

При построении многоразрядных счетчиков с числом разрядов более четырех соединение между собой ИС ИЕ10 может, как и в предыдущем случае, производиться с последовательным





16 - Цип  
8 - ОбщИ

б

Рис. 3.67. Микросхемы типа ИЕ10:  
а — структурная схема одного счетчика;  
б — условное обозначение ИС.

или параллельным формированием переноса. В первом случае на вход С (вывод 1 или 9) следующего каскада счетчика подается высокий уровень с выхода Q4 (выводы 6 или 14) предыдущего каскада. Схема соединения каскадов счетчика с параллельным переносом приведена на рис. 3.68.

Микросхемы К561ИЕ11, 564ИЕ11, Н564ИЕ11 представляют собой двоичные реверсивные 4-разрядные счетчики с параллельной записью начального числа.

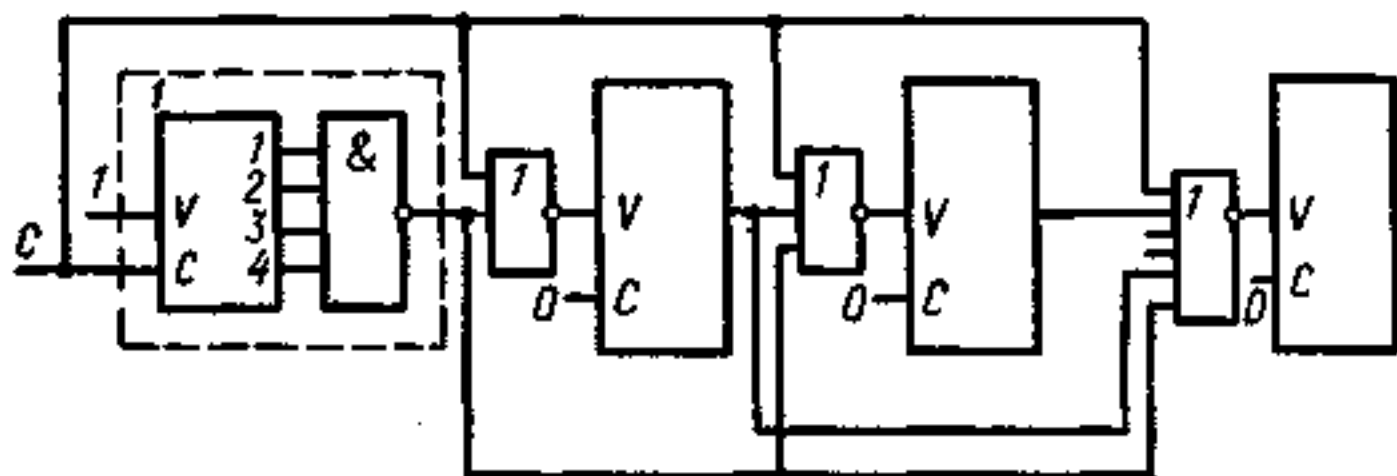


Рис. 3.68. Нарастивание разрядности счетчиков на ИС типа ИЕ10 с параллельным переносом

На рис. 3.69 приведены структурная схема и условное обозначение счетчиков типа ИЕ11. Табл. 3.7 поясняет работу устройства. В соответствии с таблицей изменение направления счета на входе  $\pm 1$  допускается при любом состоянии счетчика при условии, что счетный импульс на входе  $C$  имеет высокий уровень. При одновременном действии сигналов  $R$  и  $V$  в счетчике будет выполняться установка в «0» независимо от сигналов на входах  $D1...D4$ . При одновременном же действии сигналов  $C$  и  $V$  будет выполняться установка в соответствии с сигналами на входах  $D1...D4$ .

Счет на увеличение выполняется при высоком уровне на входе  $\pm 1$  и на уменьшение — при низком уровне на входе  $\pm 1$ . Вход  $P0$  и выход  $P$  имеют активные напряжения низкого уровня,

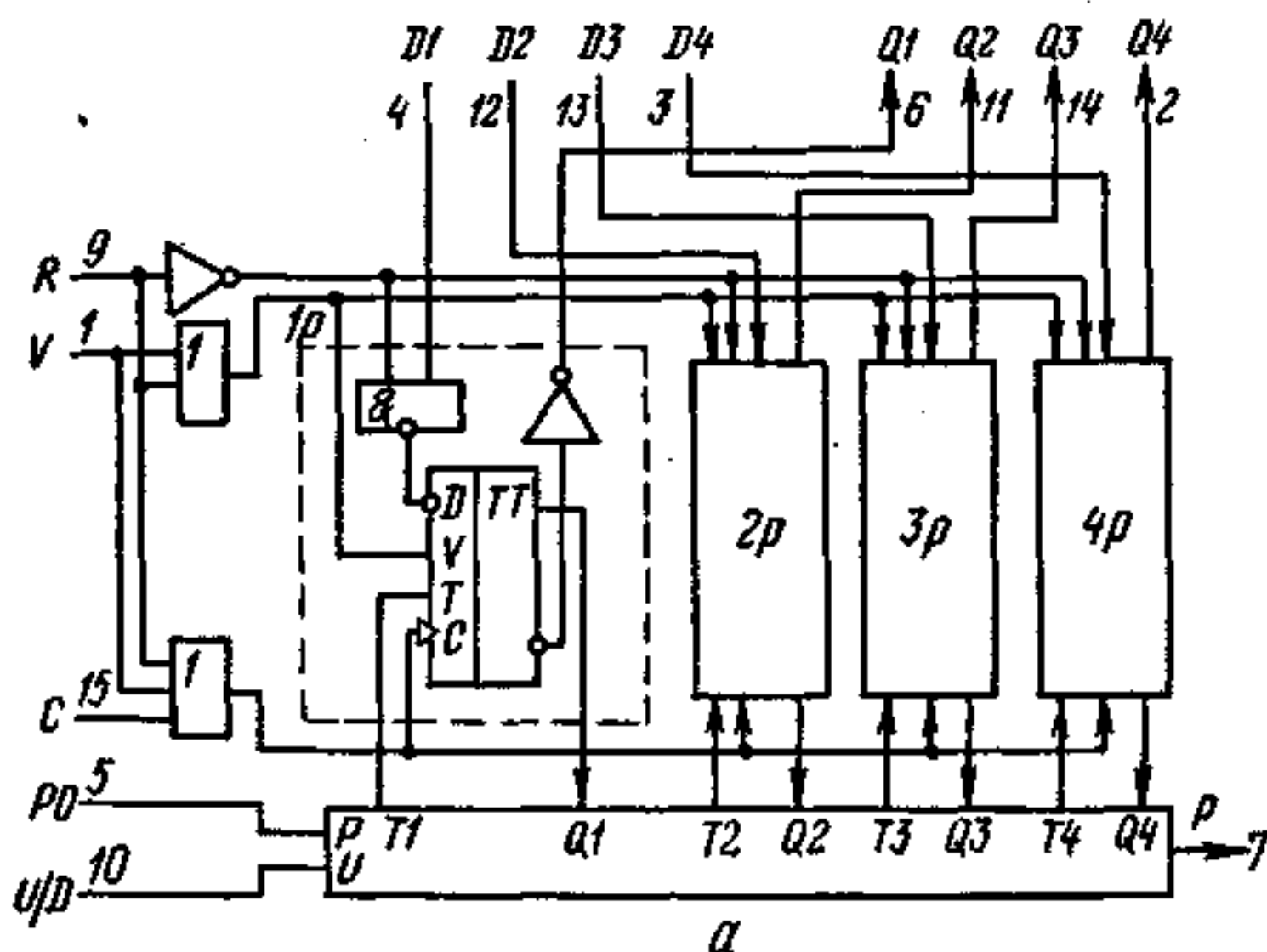
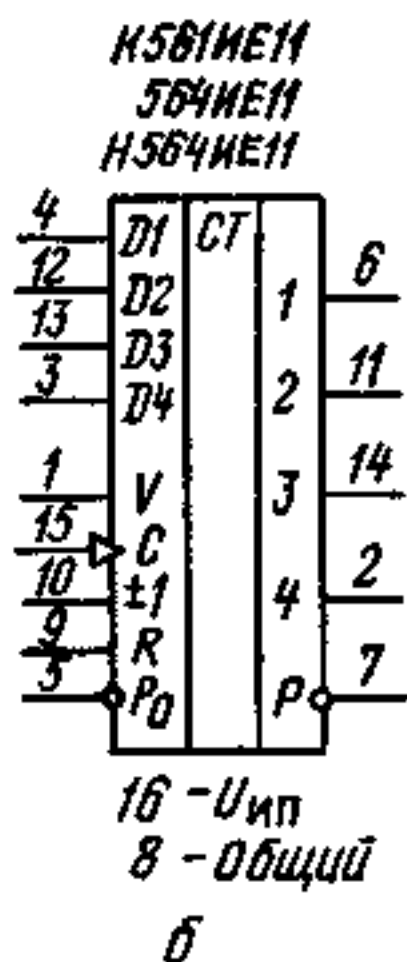


Рис. 3.69. Микросхемы типа ИЕ11:  
а — структурная схема;



б — условное обозначение

Таблица 3.7. Состояния счетчика ИЕ11

C	P	±1	V	R	Q <sup>n+1</sup>
	1	x	0	0	Q <sup>n</sup>
	0	1	0	0	Q <sup>n+1</sup>
	0	0	0	0	Q <sup>n-1</sup>
x	x	x	1	0	D <sup>n+1</sup>
	x	x	0	0	Q <sup>n</sup>
x	x	x	x	1	0

Примечание:

- фронт импульса;
- спад импульса;
- x — любое состояние

именно в этом случае выполняется операция счета. Сброс R асинхронный и имеет преимущество по сравнению с сигналом записи V начального числа.

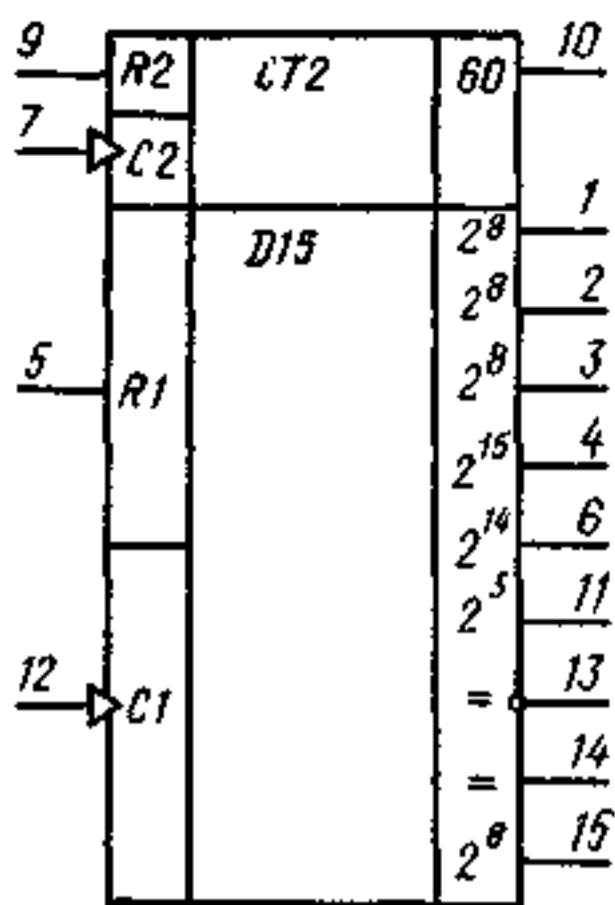
Микросхема K176IE12 содержит делитель частоты следования импульсов с коэффициентом деления 60- и 15-разрядный делитель частоты следования импульсов. ИС предназначена для использования в электронных часах. Условное обозначение ИС приведено на рис. 3.70.

Микросхема K176IE13 является специальным двоичным счетчиком, предназначенным для применения в электронных часах с будильником и календарем. Условное обозначение ИС приведено на рис. 3.71, где указаны и наименования выводов.

Микросхемы K561IE14, 564IE14, H564IE14 являются четырехразрядными реверсивными счетчиками с предварительной записью числа. Состав операций этого типа счетчиков тот же, что и у ИС ИЕ11, за исключением отсутствия установки в нуль, вместо которой введена операция переключения двоично-десятичного счета (2/10, вывод 9). При высоком уровне на выводе 9 осуществляется двоичный счет, при низком — двоично-десятичный.

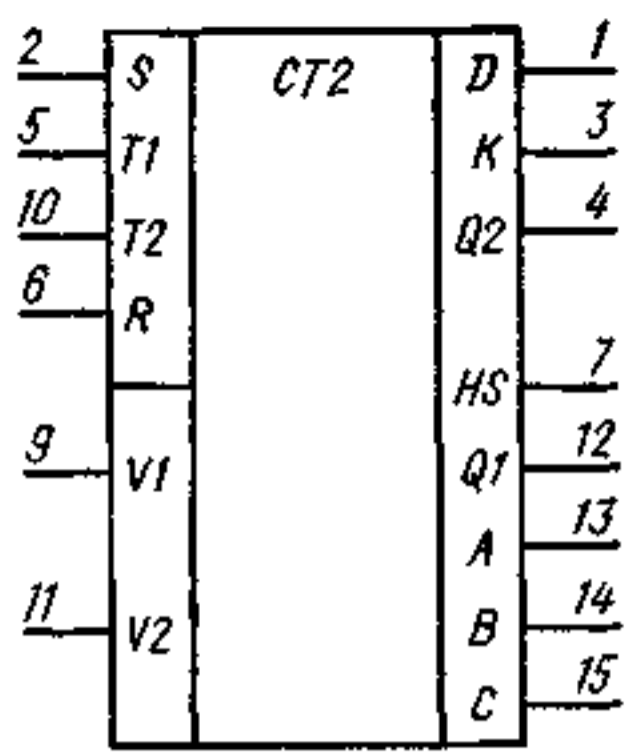
Структурная схема счетчика изображена на рис. 3.72.

Наращивание разрядности счетчиков ИЕ11 и ИЕ14 выполняется наиболее просто при последовательном формировании переноса на входах указанных ИС. В этом случае выход P соединяется со входом P0 соседней справа ИС, а на входе P0 самой левой ИС устанавливается нуль. При этом, в отличие от ИС ИЕ10, здесь последовательное формирование переноса не вносит увеличения задержки распространения сигнала от входа C



8 - общий ; 16 - +U<sub>уп</sub>,  
К176ИЕ12

Рис. 3.70. Микросхема типа ИЕ12



К176ИЕ13

- 1 - выход ; 2 - вход ;
- 3 - выход на календарь ;
- 4 - выход установки „0” ;
- 6 - вход установки „0” ;
- 5, 10 - входы тактовые ;
- 7 - выход звонка ;
- 8 - общий ;
- 9, 11 - входы управления ;
- 12 - выход стробирующего импульса ;
- 13, 14, 15 - выходы ;
- 16 - питание (+)

Рис. 3.71. Микросхема типа ИЕ13

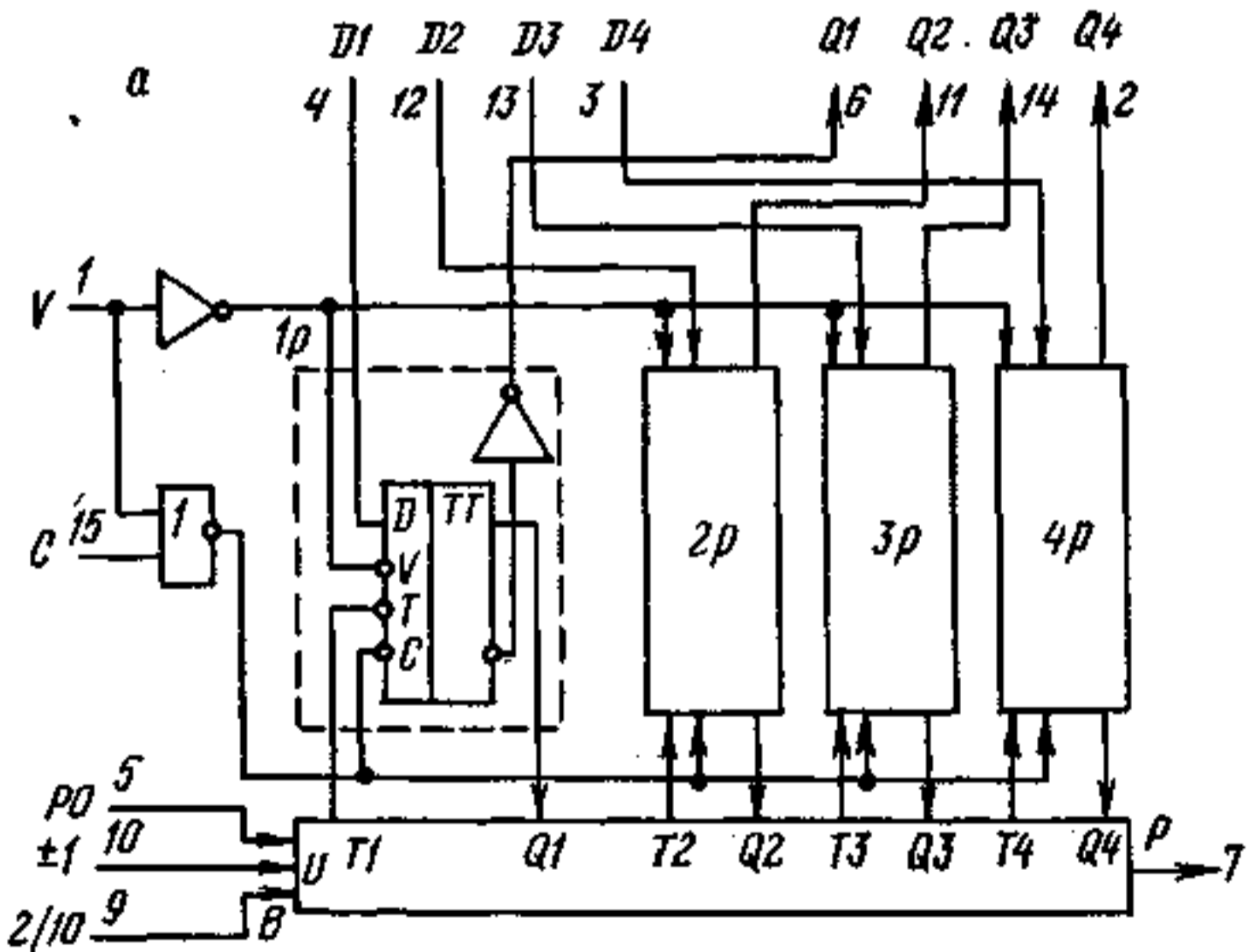
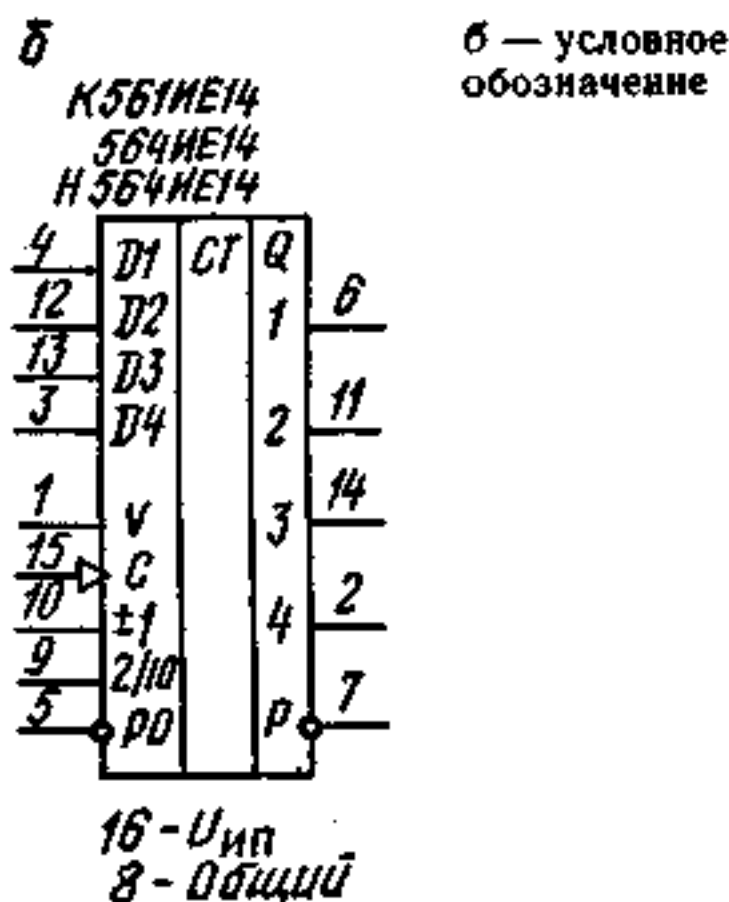


Рис. 3.72. Микросхемы типа ИЕ14:  
а - структурная схема;



к выходу  $Q$  самой старшей секции, поскольку перед появлением положительного фронта счетного импульса  $C$  вся информация, необходимая для смены состояния в счетчике, уже подготовлена и находится в первых ступенях двухтактных триггеров. Однако с увеличением степени наращивания разрядности увеличивается минимально допустимый период  $T$  следования счетных импульсов, который должен удовлетворять условию

$$T = (n - 1)t_{зд.р1} + t_{зд.р2},$$

где  $n$  — число последовательно включенных в счетчике ИС;  $t_{зд.р1}$  — задержка распространения сигнала в одной ИС от входа  $P0$  к выходу  $P$ ;  $t_{зд.р2}$  — задержка распространения сигнала от входа  $C$  к выходу  $Q$ . Уменьшения периода следования счетных импульсов можно достичь, используя параллельный перенос на входах  $P$ . Схема включения счетчиков типа ИЕ11 и ИЕ14 при параллельном переносе приведена на рис. 3.73.

Микросхемы КА561ИЕ156, 564ИЕ15 представляют собой программируемые счетчики-делители с переменным коэффициентом деления. Установка коэффициента деления  $N$  в счетчике осуществляется согласно выражению

$$N = M(1000P_1 + 100P_2 + 10P_3 + P_4) + P_5, \quad (3.1)$$

где  $P_1 \dots P_4$  — варьируемые коэффициенты, называемые ниже множителями тысяч, сотен, десятков и единиц;  $P_5$  — остаток;  $M$  — коэффициент, называемый далее модулем.

Коэффициенты  $P_1 \dots P_4$  принимают значения в диапазоне 0...15. Модуль  $M$  принимает значения, равные 2, 4, 5, 8 и 10. Диапазоны изменения коэффициентов  $P_1$  и  $P_5$  зависят от выбора  $M$ , как показано в табл. 3.8. В той же таблице приведен диапазон представляемых чисел  $N$ . Если установить  $P_1 = P_5 = 0$ , то для любых значений  $P_2 \dots P_4$  при изменении модуля  $M$  формируется сетка частот с постоянным отношением их значений:  $f/N$ ,

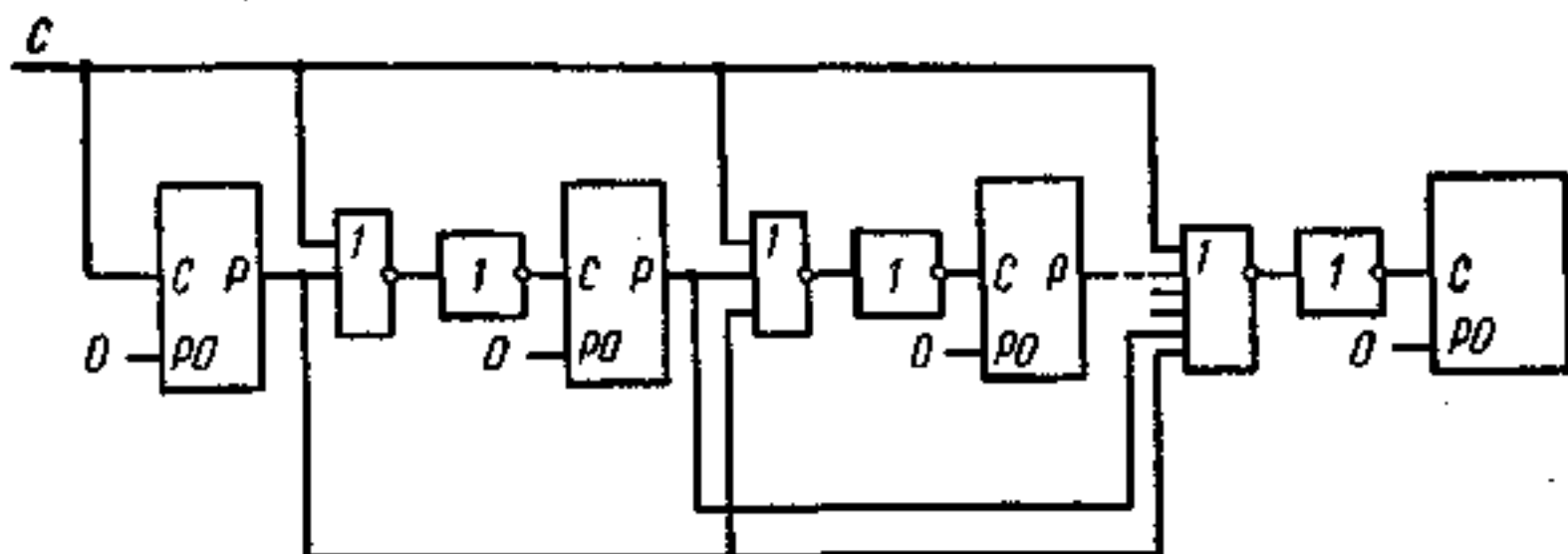


Рис. 3.73. Нарращивание разрядности счетчиков на ИС типа ИЕ11 или ИЕ14 с параллельным переносом

Таблица 3.8 Выбор значения модуля  $M$

$M$	$P_{\text{бmax}}$	$P_{\text{лmin}}$	$N_{\text{min}}$	$N_{\text{max}}$
2	1	7	3	17 331
4	3	3	3	18 663
5	4	1	3	13 329
8	7	1	3	21 327
10	9	0	3	16 659

$1,25f/N$ ,  $2f/N$ ,  $2,5f/N$ ,  $5f/N$ . Это может оказаться полезным при реализации синтезатора частот, в котором при изменении частоты задающего генератора требуется сохранить отношения между синтезируемыми частотами.

Расчет коэффициентов  $M$  и  $P_i$  для заданного  $N$  производится следующим образом:

а) для заданного  $N$  при различных значениях  $M$  определяется разложение в виде

$$N = N_0 M + P, \quad (3.2)$$

где  $N_0$  и  $P$  — соответственно целая часть и остаток при делении  $N$  на  $M$ ;

б) выбирается одно из значений модуля  $M$ , для которого остаток  $P$  не превышает максимального значения  $P_{\text{б}}$ , взятого из табл. 3.8;

в) находится представление числа  $N_0$ :

$$N_0 = 1000P_1 + 100P_2 + 10P_3 + P_4.$$

Поскольку в (3.1) диапазон изменения коэффициентов  $P_i$  превышает основание системы счисления, равное 10, то представление числа  $N$  оказывается неоднозначным. Первое представление соответствует обычному десятичному представлению коэффициентов  $P_i$ . Во втором представлении все цифры десятичного представления, для которых выполняется условие  $P_i \leq 5$ , заменяются на  $P_i + 10$ . Одновременно производится замена  $P_i - 1$  на  $P_{i-1} - 1$ . Второе представление будем назы-

вать шестнадцатиричным. Оно позволяет получать более широкий диапазон представления чисел  $N_0$ .

*Пример 1.* Найти разложение числа  $N = 1079$ .

Находим разложения (3.2) для различных значений  $M$ :

$$\begin{aligned} M = 2, \quad N &= 2 \times 539 + 1; & M = 4, \quad N &= 4 \times 269 + 3; \\ M = 5, \quad N &= 5 \times 215 + 4; & M = 8, \quad N &= 8 \times 134 + 7; \\ M = 10, \quad N &= 10 \times 107 + 9. \end{aligned}$$

Из сравнения полученных остатков с максимально возможными значениями, взятыми из табл. 3.8, для разложения  $N = 1079$  оказываются пригодными любые значения. Выберем  $M = 2$ .

Представление  $N_0$  в десятичной форме уже найдено. Для перевода его в шестнадцатиричную форму необходимо в представлении  $N_0 = 539$  изменить коэффициент  $P_3$ , для которого выполняется условие  $P_3 \leq 5$  и  $P_2/P_3 = 3 + 10 = 13$ ;  $P_2 = 5 - 1 = 4$ . В результате получаем для разложения  $N = 1079$  следующие значения коэффициентов.

На рис. 3.74 показана структурная схема ИС ИЕ15, которая содержит пять счетчиков  $P1...P5$  вычитающего типа, четыре стробируемых преобразователя 1 однофазного кода в парафазный код, дешифратор 7 конца счета, формирователь 10 кода модуля, формирователь 8 сигнала предустановки счетчика, формирователь 9 выходного сигнала. Счетчики  $P2...P4$  четырехразрядные. После состояния 0 они, если не действует сигнал предустановки, переходят в состояние 9, т. е. осуществляют счет по модулю 10. Счетчики  $P1$  и  $P5$  имеют переменную длину, которая задается кодом модуля  $M$ . В зависимости от  $M$  происходит перераспределение в группе 6 из четырех разрядов на счетчик остатков  $P5$  и счетчик тысяч  $P1$ .

Формирователь конца счета фиксирует в счетчике состояние 2, начиная с которого должна производиться последовательность операций по новой предустановке счетчика, если это требуется в заданном режиме.

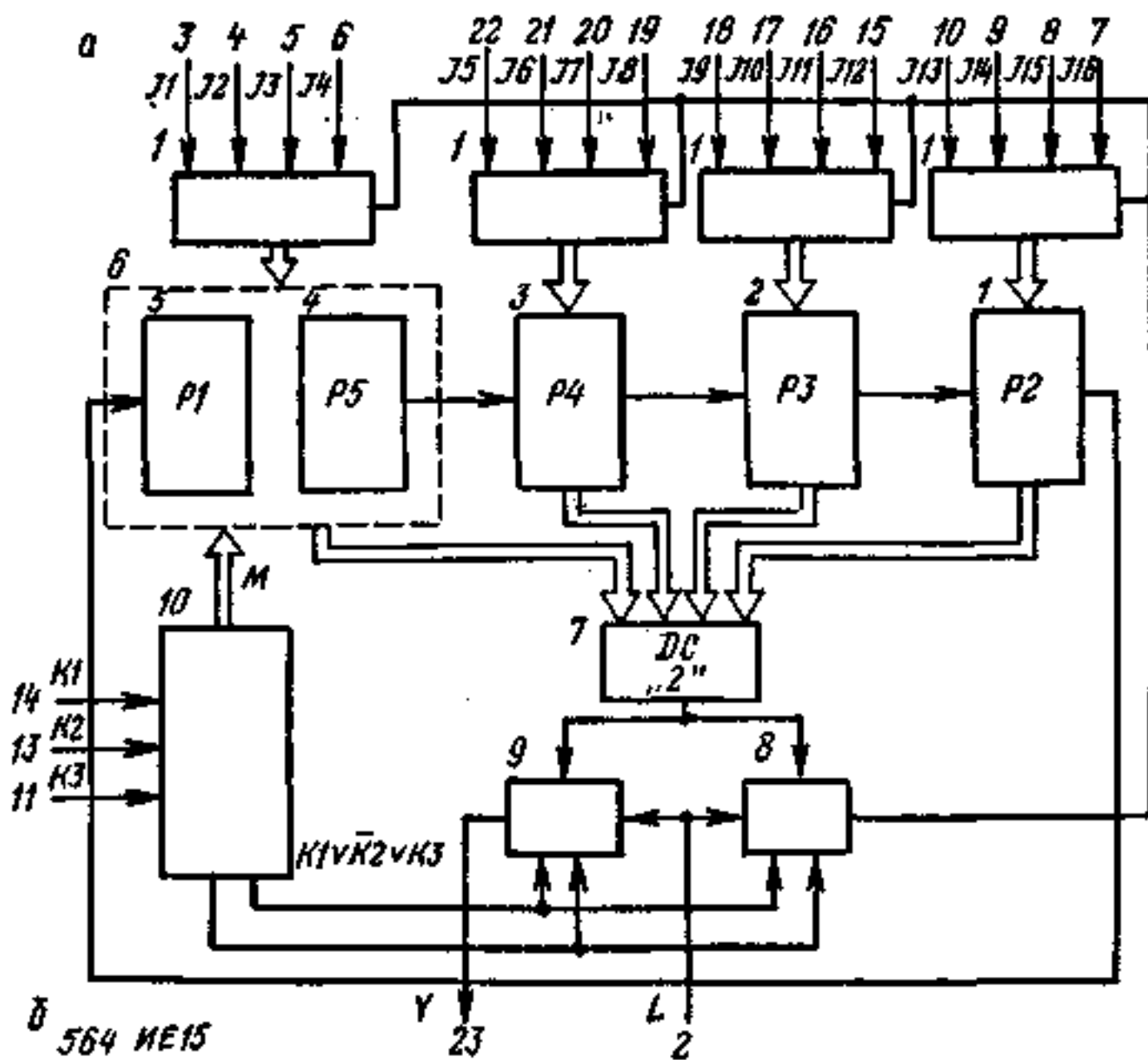
Для управления счетчиком используются сигналы:  $J1...J4$  — код  $P_5$  и  $P_6$ ;  $J5...J8$  — код  $P_4$ ;  $J9...J12$  — код  $P_3$ ;  $J13...J16$  — код  $P_2$ ;  $K_1...K_3$  — код выбора модуля  $M$ ;  $C$  — тактовые импульсы;  $L$  — установка режима (0 — многократный счет, 1 — однократный счет);  $Y$  — выходной сигнал.

В обозначениях сигналов  $J_i$  большим значениям индекса соответствуют старшие разряды в представлении соответствующего коэффициента  $P_i$ . Например, для рассмотренного выше примера имеем следующее задание на входах  $J_i$ :

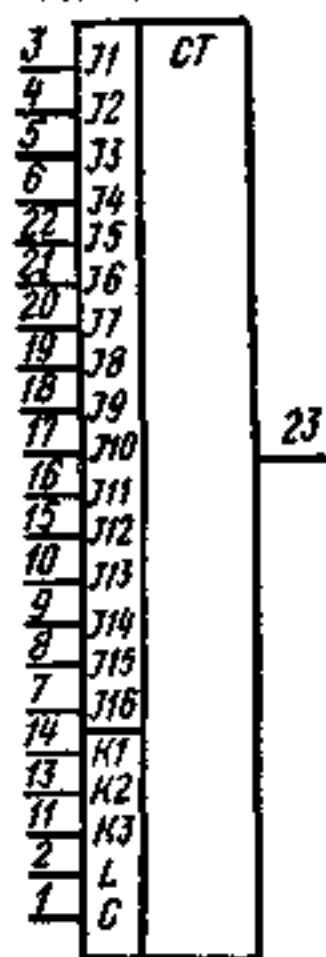
$$\begin{array}{cccc} J_1 J_2 J_3 J_4 & J_5 J_6 J_7 J_8 & J_9 J_{10} J_{11} J_{12} & J_{13} J_{14} J_{15} J_{16} \\ \underbrace{1\ 0\ 0\ 0}_{P_5\ P_1} & \underbrace{1\ 0\ 0\ 1}_{P_4} & \underbrace{1\ 0\ 1\ 1}_{P_3} & \underbrace{0\ 0\ 1\ 0}_{P_2} \end{array}$$

В счетчике реализуются режимы, указанные в табл. 3.9.

Режим запрета на счет и установка счетчика в исходное со-



б 564 ИЕ15  
КА561 ИЕ156



24 - Цип  
12 - общий

Рис. 3.74. Микросхемы типа ИЕ15 и ИЕ156:

а — структурная схема; б — условное обозначение

стояние ( $\bar{K}_2\bar{K}_3=1$ ). В этом режиме осуществляется загрузка кода  $N$  в счетчик и запрещается счет. Для выполнения операции загрузки требуется время, равное трем периодам тактовой частоты, и, следовательно, переход в новый режим не может производиться ранее, чем за указанное время.

Режим многократного счета ( $L=0$ ) является основным. В нем циклически повторяется следующая последовательность операций. При достижении в счетчике состояния 2, фиксируемого дешифратором 2, подготавливается сигнал предустановки, по которому с задержкой на два периода тактовой частоты в счетчик загружается новое значение  $N$ . Далее начинается последовательное считывание единиц из счетчиков  $P1...P5$ . При этом счетчик остатка  $P5$  из состояния 0 в указанном цикле всегда переходит в состояние



Таблица 3.9. Режимы работы счетчика ИЕ15

$L$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$M$	$N$	Режим
0	1	1	1	2	var	Многократный счет
0	0	1	1	4	»	
0	1	0	1	5	»	
0	0	0	1	8	»	
X	0	1	0	10	»	
0	1	1	0	10	10 000	
1	1	1	1	2	var	Однократный счет
1	0	1	1	4	»	
1	1	0	1	5	»	
1	0	0	1	8	»	
1	1	1	0	10	»	
X	X	0	0	—	—	Запрет счета и предустановка

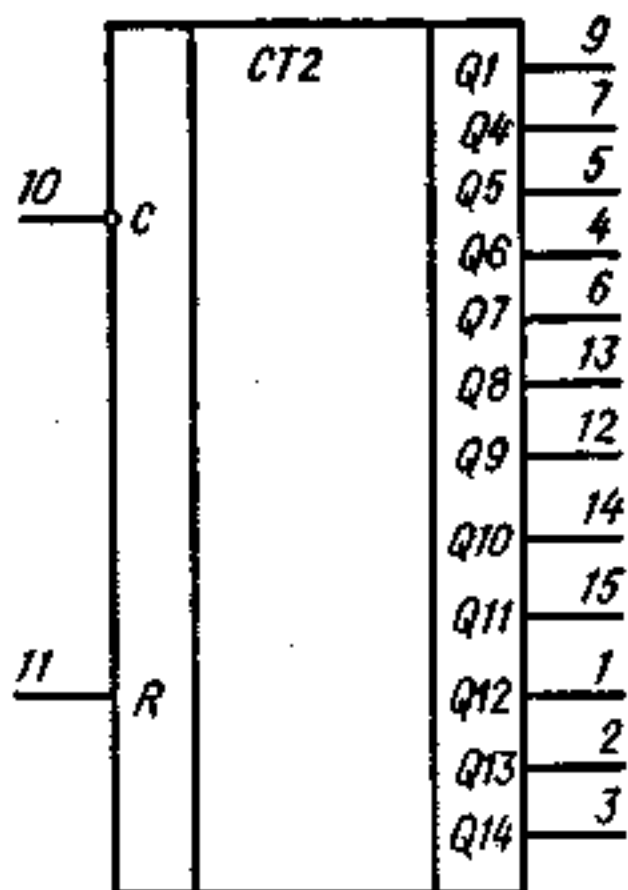
$M = 1$ , т. е. счетчик после считывания остатка далее будет работать по модулю  $M$ . Счетчики  $P1...P5$  после каждого своего обнуления будут переходить в состояние 9, т. е. будут считать по модулю 10. После достижения в счетчике состояния 0 на выходе формируется один импульс тактовой частоты.

Режим однократного счета ( $L = 1$ ). Отметим сразу, что этому режиму обязательно предшествует режим установки счетчика в исходное состояние. После перехода в указанное состояние и установки режима однократного счета выполняется один цикл счета, по окончании которого на выходе  $Y$  счетчика устанавливается состояние 1, которое сохраняется на все последующие тактовые импульсы. При этом счет в счетчиках  $1...5$  продолжается, и если установить  $L = 0$ , то на выходе  $Y$  появятся импульсы с частотой  $f/N$ . Чтобы осуществить повторный однократный запуск, необходимо установить вновь режим установки счетчика в исходное состояние, после чего возвратиться в режим однократного счета.

Микросхемы  $K561IE16$ ,  $561IE16$  содержат четырнадцатиразрядный асинхронный счетчик с последовательным переносом. Сброс счетчика в нуль осуществляется импульсом положительной полярности длительностью не менее 550 нс по входу  $R$ . Содержимое счетчика увеличивается по отрицательному перепаду (срезу) импульса по входу  $C$ . Максимальная частота входных импульсов при  $U_{н.п} = 10$  В достигает 4 мГц. Устройство имеет выходы от 1,4...14 разрядов. Условное обозначение ИС приведено на рис. 3.75.

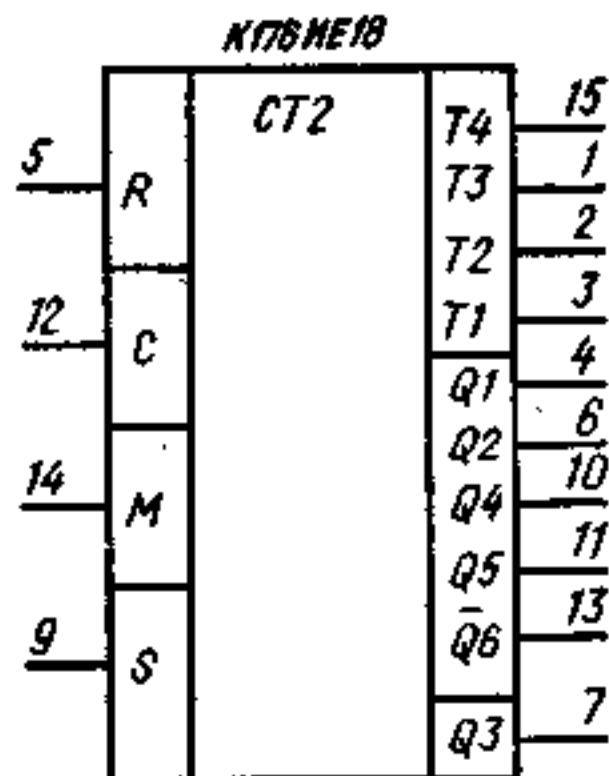
Микросхема  $K176IE18$  является специальным счетчиком с мультиплексором. Она предназначена для использования в электронных часах. Условное обозначение ее приведено на рис. 3.76, где указано назначение выводов.

Микросхемы  $K561IE19$ ,  $564IE19$  — пятиразрядные синхронные счетчики Джонсона с предварительной установкой.



8 - общий; 16 - +U<sub>пит</sub>  
561IE16, К561IE16

Рис. 3.75. Микросхема типа IE16



1,2,3,15 - выходы мультиплексора  
4,6,10,11,13 - выходы делителей  
5 - установка „0”  
7 - выход сигнала звонка  
8 - общий  
9 - вход сигнала звонка  
12 - вход делителя  
14 - вход управления скважностью мультиплексора  
16 - питание (+)

Рис. 3.76. Микросхема типа IE18

От каждого триггера счетчика сделан инверсный выход  $Q1...Q5$  (через буферные усилители). Счетчики имеют пять входов предварительной записи (установки)  $S1...S5$ , считывание с которых осуществляется при высоком уровне на входе  $V$ . Вход  $D$  служит для ввода последовательной информации в первый триггер (рис. 3.77).

Максимальная входная частота для IE19 при  $U_{пит} = 10$  В равна 3 МГц. Время установки выходных сигналов 350 нс. Условное обозначение IE19 приведено на рис. 3.78.

На базе IE19 можно строить делители частоты с коэффициентом деления  $N$ , где  $2 < N < 10$ . Для деления на четные числа ( $N = 2, 4, 6, 8, 10$ ) требуется соединить вход  $D$  с выходом  $Q5$  при  $N = 10$ , с  $Q4$  при  $N = 8$ , с  $Q3$  при  $N = 6$ ,  $Q2$  при  $N = 4$ ,  $Q1$  при  $N = 2$ . Для деления на нечетное число необходимо подать два выходных сигнала через элемент И (для  $N = 3$  — выходы  $Q1$  и  $Q2$ , для  $N = 5$  —  $Q2$  и  $Q3$ , для  $N = 7$  —  $Q3$  и  $Q4$ , для  $N = 9$  —  $Q4$  и  $Q5$ ). Делитель с  $N = 7$  приведен на рис. 3.79.

Микросхема КР156IE20 — двенадцатиразрядный двоичный счетчик с выходами от каждого разряда. Имеет асинхронный сброс положительным импульсом по входу  $R$ . Счет происходит по отрицательному фронту импульса на входе  $C$ . Условное обозначение ИС изображено на рис. 3.80.

Микросхема КР156IE21 — синхронный четырехразрядный

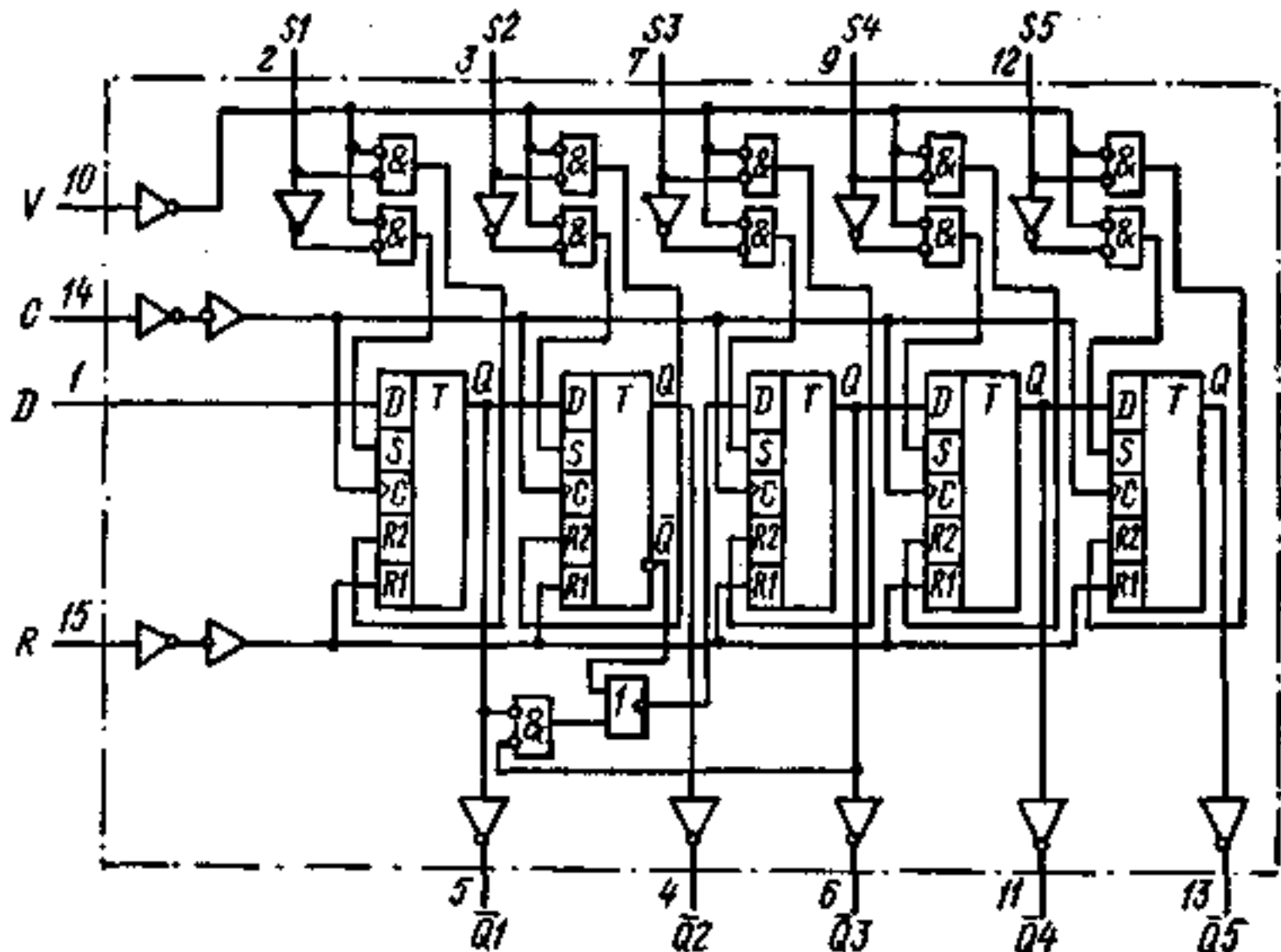
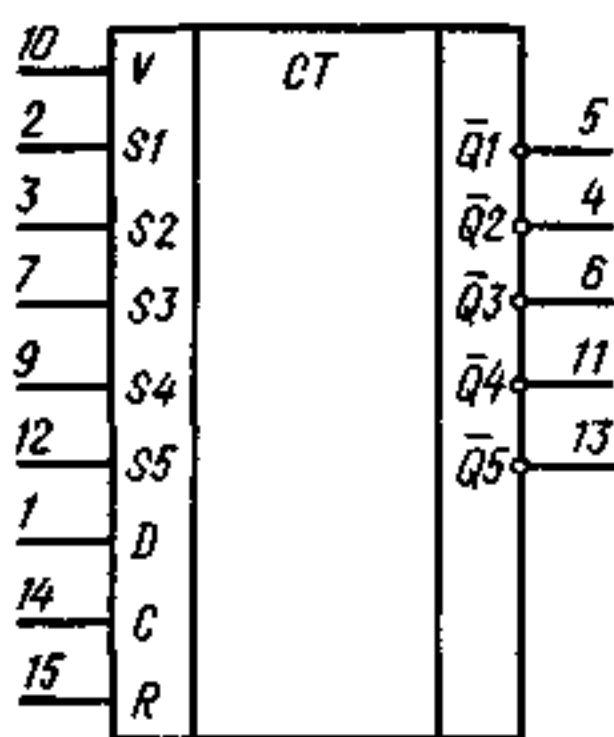


Рис. 3.77. Структурная схема счетчика типа ИЕ19



8 - общий; 16 — +  $U_{уп}$ ;  
К561ИЕ19; 564ИЕ19

Рис. 3.78. Условное обозначение ИС типа ИЕ19

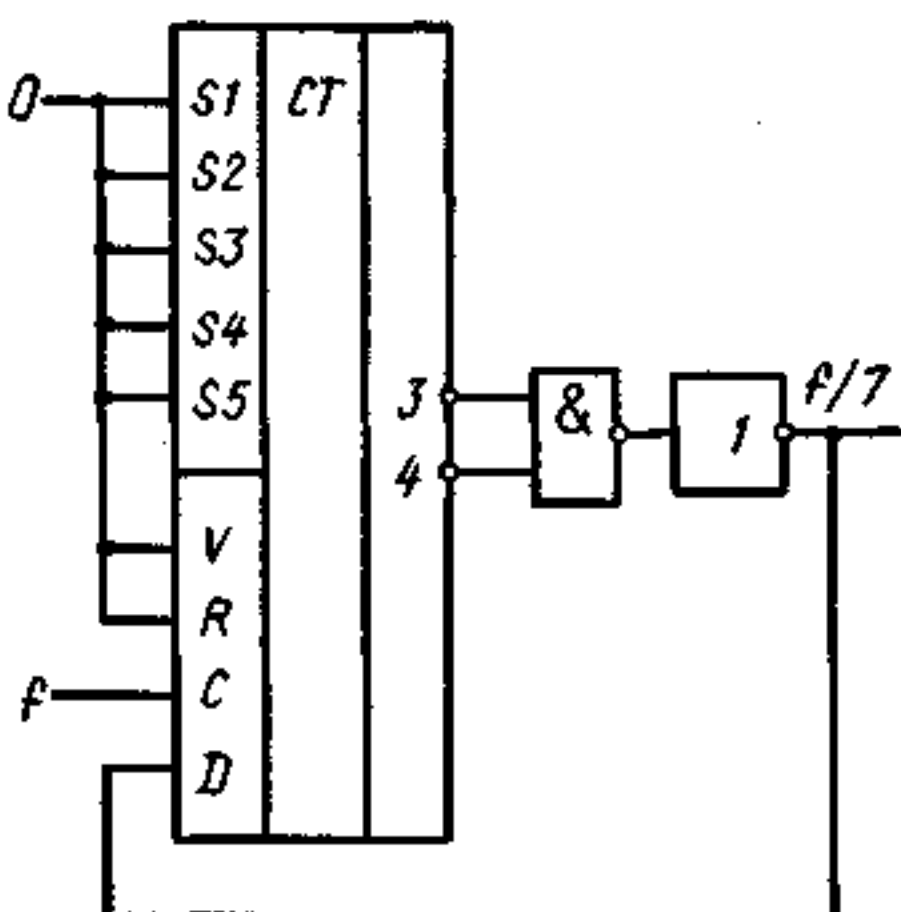
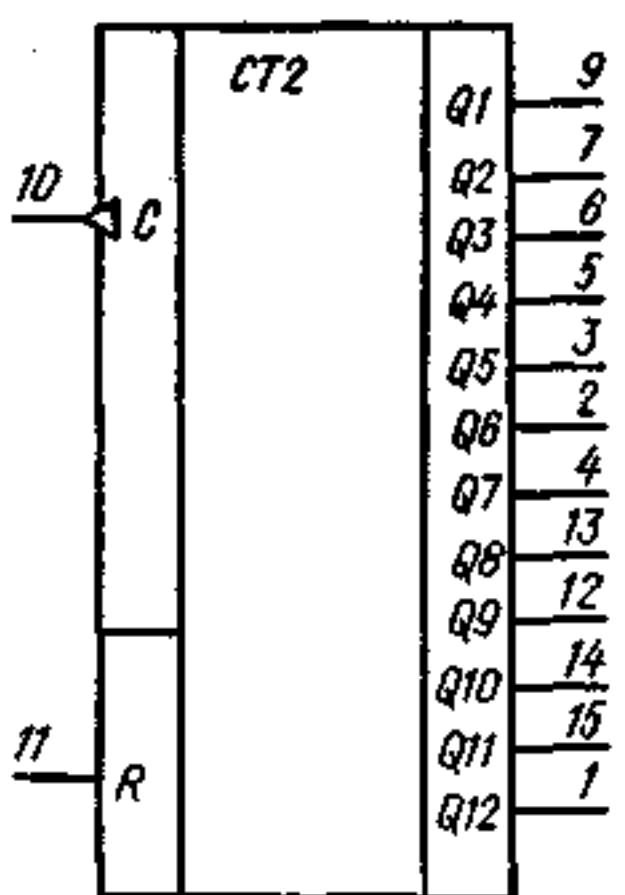


Рис. 3.79. Счетчик с укороченным циклом на ИС типа ИЕ19

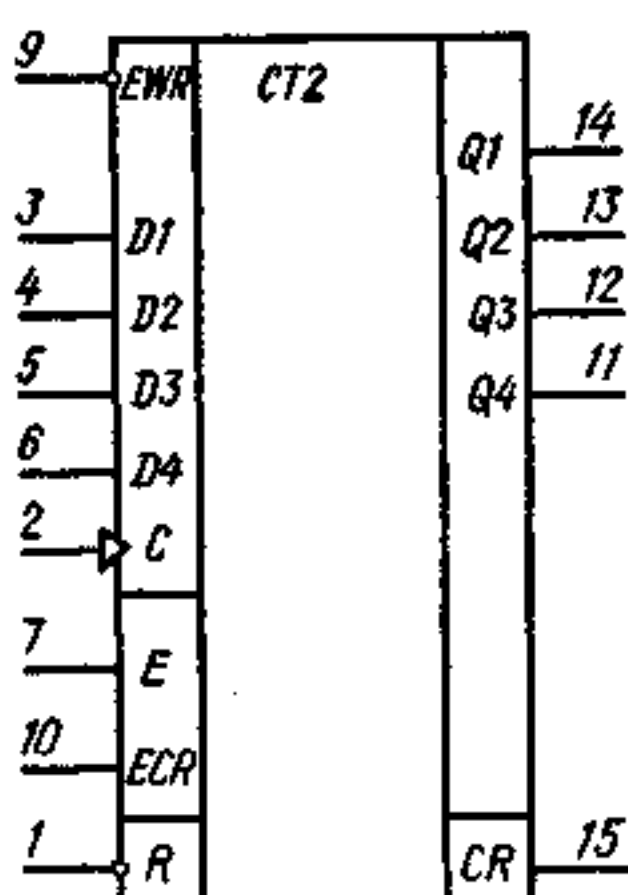
двоичный счетчик с предварительной установкой. Условное обозначение ИС приведено на рис. 3.81.

Для осуществления счета на входах  $EWR$ ,  $E$ ,  $ECR$  и  $R$  должны быть установлены высокие уровни. Счет происходит по положительному фронту синхроимпульса на входе  $C$ . Для записи



8 - общий; 16 — +  $U_{уп}$ ;  
КР1561ИЕ20

Рис. 3.80. Микросхема типа ИЕ20



8 - общий; 16 — +  $U_{уп}$ ;  
КР1561ИЕ21

Рис. 3.81. Микросхема типа ИЕ21

в счетчик числа с входов  $D1...D4$  на входе  $R$  должен быть высокий уровень, а на входе  $EWR$  — низкий. Запись числа осуществляется по положительному фронту синхроимпульса на входе  $C$ . Сохранение состояния счетчика происходит если на входах  $E$  или  $ECR$  установлен низкий уровень. Сброс счетчика асинхронный низким уровнем на  $R$ . Перенос (выход  $CR$ ) разрешается двумя высокими уровнями по входам  $ECR$  и  $R$ .

Основные параметры счетчиков

Тип микросчетчика	U <sub>н.п.</sub>	U <sup>в</sup> <sub>вх.</sub>	U <sup>в</sup> <sub>вх.</sub>	I <sub>вх.</sub>	I <sub>вх.</sub>	I <sup>в</sup> <sub>вх.</sub>	I <sub>вх.</sub>	I <sup>в</sup> <sub>вх.р.</sub>	I <sup>в</sup> <sub>вх.р.</sub>	f <sub>с</sub>	f <sub>м</sub>	C <sub>сч.</sub>
		В	В	мкА	мА	мА	мкА	нс	нс	мГц	мГц	пФ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
К176ИЕ1	9	0,3	8,2	±0,1	—	—	20	—	—	—	1	—
К176ИЕ2	9	0,3	8,2	±0,1	—	—	100	—	—	2	—	—
К176ИЕ3	9	0,3	8,2	±0,5	—	—	250	—	—	—	1	—
К176ИЕ4	9	0,3	8,2	±0,5	—	—	250	—	—	—	1	—
К176ИЕ5	9	0,3	8,2	±0,5	—	—	250	—	—	—	1	—
56ИЕ8	5	0,8	4,2	—	0,15	0,15	—	1400	1400	—	1	—
	10	1,0	9,0	—	0,35	0,35	—	350	350	—	3	—
	15	—	—	0,1	—	—	20	—	—	—	—	5
К56ИЕ8	5	0,8	4,2	—	0,15	0,15	—	—	—	—	—	—
	10	1,0	9,0	—	0,35	0,35	—	350	350	—	3	5
	15	—	—	0,3	—	—	20	—	—	—	—	—
К56ИЕ9	5	0,8	4,2	—	—	—	50	3150*	3150*	—	—	—
	10	1,0	9,0	0,2	0,05*	0,05*	100	—	—	—	—	—
	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
564ИЕ9	5	0,8	4,2	—	0,1*	0,05*	5	—	—	—	—	8
	10	1,0	9,0	0,05	—	—	10	700*	700*	—	—	—
	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
К56ИЕ10	5	0,8	4,2	—	0,2	0,2	50	1500	1500	—	—	—
	10	1,0	9,0	0,2	0,5	0,2	100	500	500	—	—	—
564ИЕ10	5	0,8	4,2	—	0,4	0,5	5	700	700	—	—	—
	10	—	—	0,05	—	0,5	—	—	—	—	—	—
Н564ИЕ10	10	1,0	9,0	—	0,9	—	10	360	360	—	—	—
К56ИЕ11	5	0,8	4,2	—	0,4	0,5	—	—	—	—	—	—
	10	1,0	9,0	—	0,9	0,5	—	400*	400*	—	—	15
	15	—	—	0,3	—	—	20	—	—	—	—	—
564ИЕ11	5	0,8	4,2	—	0,4	0,5	—	—	—	—	—	—
	10	—	—	0,05	—	—	10	310	310	—	—	15
Н564ИЕ11	10	1,0	9,0	—	0,9	0,5	—	—	—	—	—	—
К176ИЕ12	9	0,3	8,2	±0,1	—	—	25	—	—	1,2	—	—
К176ИЕ13	9	0,3	8,2	±0,1	—	—	50	—	—	1,2	—	—
К56ИЕ14	5	0,8	4,2	—	0,4	0,12	—	—	—	—	—	—
	10	1,0	9,0	—	0,6	0,2	—	320	320	—	3	10
	15	—	—	0,3	—	—	100	—	—	—	—	—
564ИЕ14	5	0,8	4,2	—	0,4	0,12	—	—	—	—	1,5	—
	10	1,0	9,0	0,05	0,6	0,2	10	360	360	—	3,0	10
564ИЕ14	15	—	—	0,1	—	—	20	—	—	—	—	—
КА56ИЕ156	5	0,8	4,2	—	2	0,4	—	360	360	—	—	—
	10	1,0	9,0	0,05	4	0,9	20	180	180	—	1,5	10
	15	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—
564ИЕ15	5	0,8	4,2	—	2	0,4	—	360	360	—	1,5	—
	10	1,0	9,0	0,05	4	0,9	20	180	180	—	3,0	10
	15	—	—	0,1	—	—	50	—	—	—	—	—
56ИЕ16	5	0,8	4,2	—	0,15	0,15	—	850	850	—	1,5	—
	10	1,0	9,0	—	0,35	0,35	—	340	340	—	4,0	5
	15	—	—	0,1	—	—	20	—	—	—	—	—
К56ИЕ16	5	0,8	4,2	—	0,15	0,15	—	—	—	—	—	—
	10	1,0	9,0	—	0,35	0,35	—	340	340	—	4,0	5
	15	—	—	0,3	—	—	20	—	—	—	—	—
К176ИЕ18	9	0,3	8,2	±0,1	—	—	50	—	—	—	—	—
К56ИЕ19	5	0,8	4,2	—	0,15	0,15	—	—	—	—	—	—
	10	1,0	9,0	—	0,35	0,35	—	350	350	—	3,0	7,5
	15	—	—	0,3	—	—	50	—	—	—	—	—
564ИЕ19	5	0,8	4,2	—	0,15	0,15	—	—	1000	—	1,0	—
564ИЕ19	10	1,0	9,0	—	0,35	0,35	10	350	350	—	—	7,5
	15	—	—	0,1	—	—	50	—	—	—	—	—
КР156ИЕ20	5	0,5	4,5	—	0,44	-0,8	20	5000*	5000*	—	—	—
	10	1,0	9,0	—	1,1	-0,4	40	1800*	1800*	—	—	—
	15	1,5	13,5	±0,3	3,0	-1,2	80	1400*	1400*	—	—	—
КР156ИЕ21	5	0,5	4,5	—	0,44	-0,44	20	880*	880*	—	—	—
	10	1,0	9,0	—	1,1	-1,1	40	370*	370*	—	—	—
	15	1,5	13,5	—	3,0	-3,0	80	250*	250*	—	—	—

\* Для разных входов и выходов параметр имеет различные значения (пояснения в тексте).