

Н.П.БРУСЕНЦОВ,
С.П.МАСЛОВ,
В.П.РОЗИН,
А.М.ТИШУЛИНА

**малая
цифровая
вычислительная
машина
«семунь»**



Н. П. БРУСЕНЦОВ, С. П. МАСЛОВ, В. П. РОЗИН, А. М. ТИШУЛИНА

МАЛАЯ ЦИФРОВАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА «СЕТУНЬ»

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1965

А Н Н О Т А Ц И Я

Книга представляет собой описание цифровой вычислительной машины «Сетунь», разработанной в Вычислительном центре Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и являющейся первой в мире цифровой машиной, работающей в троичной системе счисления, а также одной из немногих серийно выпускаемых машин с магнитными усилителями в качестве схемных элементов.

Основное назначение книги — служить пособием для инженеров и техников, занятых эксплуатацией машин «Сетунь», и отчасти для программистов. Вместе с тем книга может представить интерес и вне связи с машиной «Сетунь», поскольку в ней впервые описаны реальные цифровые схемы и устройства, работающие в троичном коде.

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Московского университета

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Глава I. Общая характеристика машины</i>	5
§ 1. Эксплуатационно-технические параметры машины	5
§ 2. Блок-схема машины	9
<i>Глава II. Представление чисел и команд</i>	14
§ 1. Троичная система счисления	14
§ 2. Кодирование чисел и команд в машине	17
§ 3. Кодирование при вводе и выводе	20
<i>Глава III. Система команд</i>	22
<i>Глава IV. Пульт управления</i>	29
§ 1. Функции ключей и кнопок пульта	31
§ 2. Аппарат останова по заданному адресу	33
<i>Глава V. Ввод и вывод данных</i>	35
<i>Глава VI. Основные логические элементы</i>	41
§ 1. Быстродействующий магнитный усилитель с питанием импульсами тока	41
§ 2. Осуществление простейших логических операций	44
§ 3. Основные логические ячейки	48
<i>Глава VII. Основные логические узлы</i>	53
§ 1. Узлы управляющих схем	53
§ 2. Узлы арифметических схем	55
<i>Глава VIII. Арифметическое устройство</i>	59
§ 1. Выполнение операций «сложение», «вычитание», «поразрядное умножение»	59
§ 2. Выполнение операций «нормализация» и «сдвиг»	62
§ 3. Выполнение умножения	64
<i>Глава IX. Центральное устройство управления</i>	67
§ 1. Распределитель импульсов	67
§ 2. Арифметическая часть центрального устройства управления	70

§ 3. Схема пуска	72
§ 4. Схема останова	76
§ 5. Работа центрального устройства управления при выполнении операций с магнитным барабаном и с устройствами ввода-вывода	79
Глава X. Оперативное запоминающее устройство	82
§ 1. Принцип хранения троичных цифр	84
§ 2. Матричный переключатель и схема выбора координатного трансформатора	86
§ 3. Усилители считывания	89
§ 4. Регистр запоминающего устройства	92
Глава XI. Запоминающее устройство на магнитном барабане	94
§ 1. Блок магнитного барабана	95
§ 2. Блок управления барабаном	96
§ 3. Формирование импульсов записи	100
§ 4. Усиление считываемых с барабана сигналов	104
§ 5. Панель автономного управления барабаном	107
Глава XII. Управление вводом	109
§ 1. Ввод в виде чисел и ввод в виде команд	109
§ 2. Работа фотосчитывающих устройств	112
§ 3. Работа программной части блока УВ	113
Глава XIII. Управление выводом	116
§ 1. Вывод в виде чисел и вывод в виде команд	116
§ 2. Работа устройств вывода	119
§ 3. Работа программной части блока УП	120
Глава XIV. Система питания и размещение устройств машины	122
§ 1. Блок-схема системы питания	122
§ 2. Генератор импульсов тока для питания логических устройств	125
§ 3. Размещение устройств машины	129
Приложение. Таблицы выполнения операций	131
Литература	139

Г л а в а I

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНЫ

Малая автоматическая цифровая вычислительная машина «Сетунь» (рис. 1) предназначена для решения научно-технических и хозяйственных задач средней сложности.

Машина может быть эффективно использована в высших учебных заведениях, конструкторских бюро, научно-исследовательских институтах и лабораториях, на заводах.

§ 1. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МАШИНЫ

Машина характеризуется следующими эксплуатационно-техническими данными.

Система счисле — троичная с цифрами — 1, 0, 1.
ния для чисел и ко-
манд в машине

Разрядность чи- — 18 троичных разрядов (длинное сло-
сел в машине
во), эквивалентно 29 двоичным или
8 десятичным разрядам;
9 троичных разрядов (короткое сло-
во), эквивалентно 14 двоичным или 4
десятичным разрядам.

Запятая — фиксированная после второго разря-
да: числа по абсолютной величине не
превосходят 4,5;
плавающая (программированная),
имеются операции нормализации и
сдвига, позволяющие представлять
порядок 5-разрядным троичным ко-
дом, что соответствует диапазону чи-
сел от 10^{-57} до 10^{+57} .

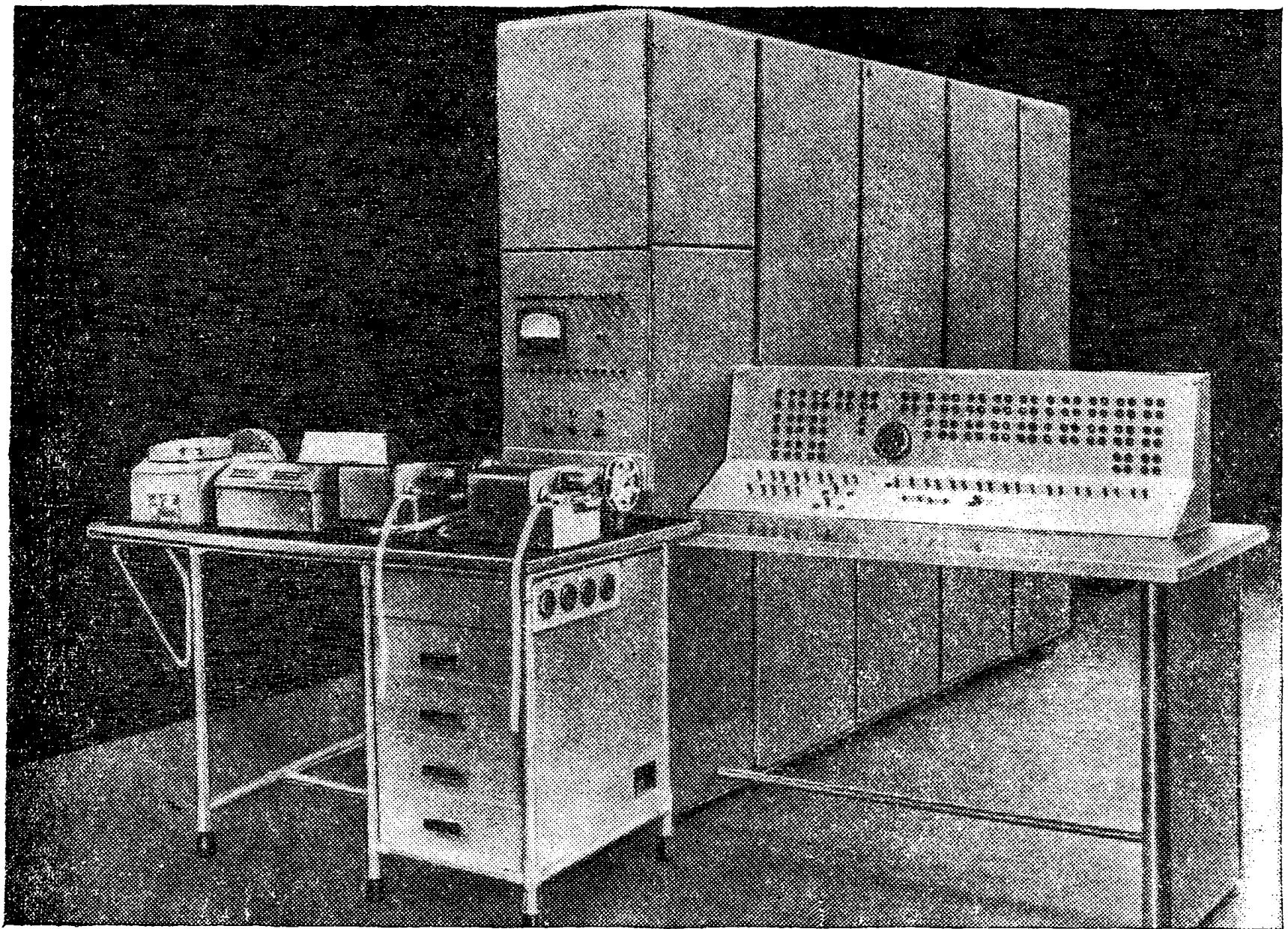


Рис. 1. Вычислительная машина «Сетунь»

Структура манд — одноадресная с признаком модификации адресной части; все команды представляются 9-разрядными (короткими) словами.

Количество операций — 24.

Память машины — из двух ступеней:

- 1) основное запоминающее устройство на магнитном барабане емкостью не менее 1944 коротких слов;
- 2) оперативное запоминающее устройство на ферритовых сердечниках емкостью 162 коротких слова. Пересылка из одного устройства в другое — группами по 54 коротких слова.

Принцип работы основных устройств — арифметическое устройство последовательного действия с отдельным блоком для выполнения быстрого умножения; запоминающие устройства параллельного действия.

Длительности выполнения основных операций при работе с оперативной памятью — сложение-вычитание — 180 мксек, умножение — 320 мксек, передача управления — 100 мксек.

Длительность пересылки 54 коротких кодов между барабаном и оперативной памятью — максимальная — 12 500 мксек, минимальная — 2500 мксек, средняя — 7500 мксек.

Средняя оперативная скорость — при работе с оперативной памятью — 4800 операций в секунду, при использовании магнитного барабана — 1 — 2 тыс. операций в секунду.

Пример — система линейных алгебраических уравнений 20-го порядка решается с использованием плавающих масштабов за 8 мин, включая ввод программы и исходных данных и печать результатов, которая занимает 2 мин.

Ввод данных в машину — с пятипозиционной бумажной перфоленты со скоростью 800 строк в секунду; входных устройств — два; буквенный текст и десятичные числа произ-

вольной формы вводятся в виде групп алфавитно-цифровых знаков до 162 знаков в одной группе;

команды, представленные девятеричным кодом, вводятся группами по 54 команды.

Вывод данных из машины — путем печати буквенно-цифрового текста при помощи электрифицированной пишущей машинки ЭУМ-46 со скоростью 7 знаков в секунду и получения перфоленты посредством перфоратора ПЛ-20 со скоростью 20 строк в секунду;

в комплекте машины имеются две машинки ЭУМ-46 (с русским алфавитом и с латинским алфавитом) и два перфоратора ПЛ-20;

имеется возможность вывода данных на телетайп.

Подготовка данных для ввода в машину — получением перфоленты на аппарате СТА-2М.

Система математического обслуживания — автокод и интерпретирующая система, осуществляющая автоматизацию обмена информацией между магнитным барабаном и оперативной памятью, введение плавающей запятой и использование библиотеки стандартных подпрограмм;

имеются варианты интерпретирующей системы для вычислений с 6, 8 и 12 десятичными знаками и для вычислений с комплексными числами.

Контроль исправности машины — выполнением тест-программ в профилактических режимах.

Готовность к решению задач — через 15 мин после подачи питания, включая проверку тест-программами.

Питание машины — сеть трёхфазного тока 220/380 в $\pm 10\%$; потребляемая мощность — 2,5 ква.

Охлаждение — естественное; машина работает нормально при температуре окружающего воздуха от +15 до +30° С.

Количества основных деталей	ес- — ферритовые сердечники (включая память)	— 7000,
	полупроводниковые диоды	— 4800,
	сопротивления	— 1400,
	транзисторы	— 320,
	конденсаторы	— 320,
	электронные лампы	— 37,
	электромагнитные реле	— 13.
Габариты	— шкаф $2,9 \times 1,85 \times 0,5$ м, пульт управления $1,6 \times 0,6 \times 1$ м, стол внешних устройств $1,2 \times 0,8 \times 0,75$ м, стол подготовки данных $1,2 \times 0,8 \times 0,75$ м,	
Площадь, необходимая для размещения машины	— 25 — 30 кв. м.	

§ 2. БЛОК-СХЕМА МАШИНЫ

Машина состоит из шести функциональных устройств (рис. 2): 1) арифметического устройства, 2) устройства управления, 3) оперативного запоминающего устройства, 4) устройства ввода, 5) устройства вывода, 6) запоминающего устройства на магнитном барабане.

Передача информации между блоками, в том числе ввод и вывод ее из машины, производится через оперативное запоминающее устройство. Это устройство обладает 9-разрядным сдвигающим регистром, посредством которого информация, поступающая на его вход в последовательной форме, преобразуется в параллельную форму для записи в запоминающее устройство, а информация, считываемая параллельно из запоминающего устройства, преобразуется в последовательную форму. Эта информация направляется в то или иное устройство в зависимости от состояния переключателя P_1 , которое в каждый момент определяется выполняемой программой.

Арифметическое устройство машины осуществляет выполнение команд сложения, вычитания, умножения, поразрядного умножения, сдвига, нормализации, а также команд посылки чисел в регистры арифметического устройства и записи результата в оперативное запоминающее устройство.

В арифметическом устройстве имеются два регистра: регистр множителя R и регистр результата S (аккумулятор). Регистр R состоит из 18 триггеров, управляющих ключами множительного устройства. Регистр S представляет собой 18-разрядный триггерный регистр со сдвигом влево и вправо.

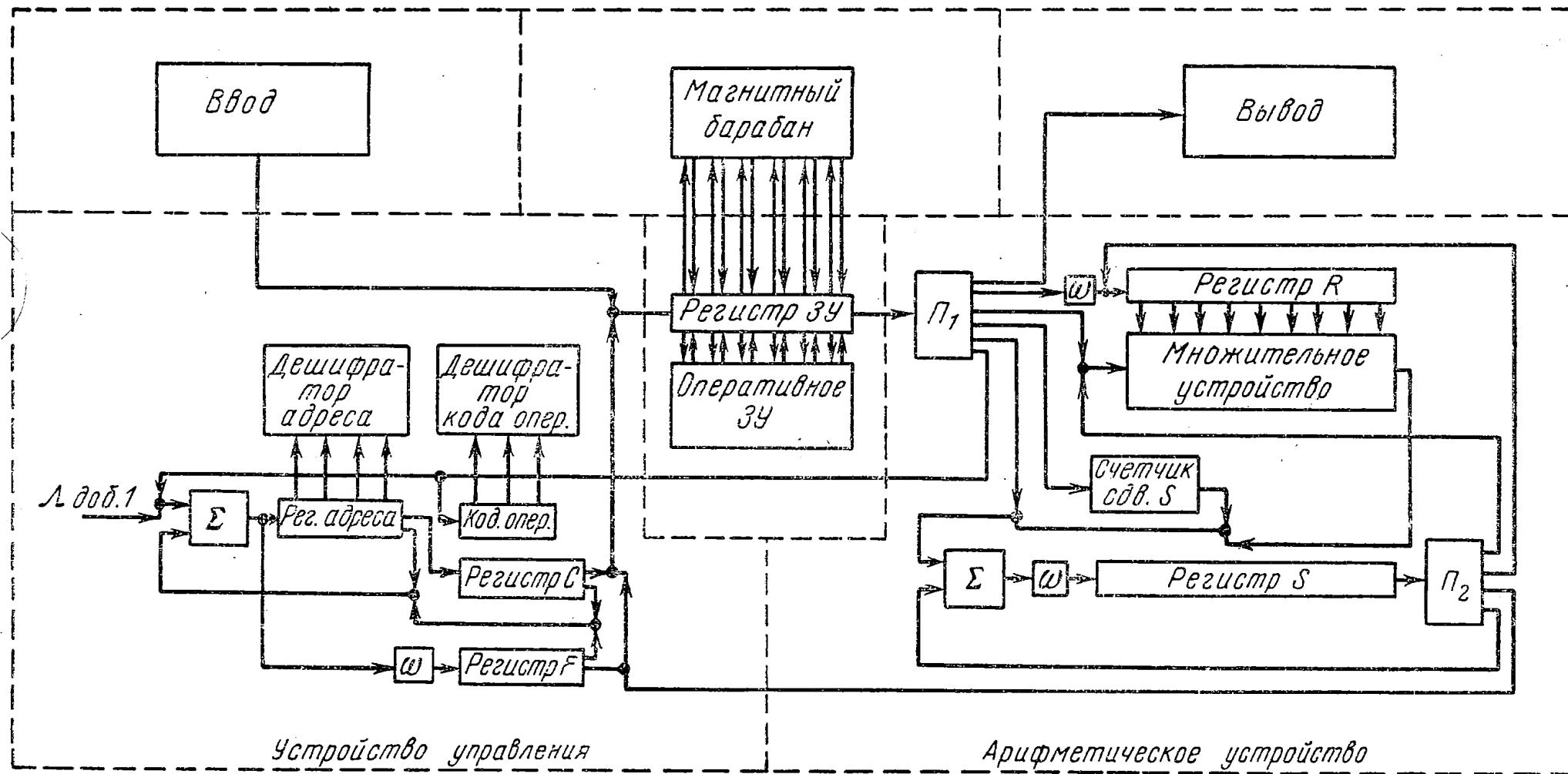


Рис. 2. Блок-схема вычислительной машины «Сетунь»

Число из регистра S посредством переключателя Π_2 может быть направлено по одному из четырех каналов. При выполнении команды сложения или вычитания оно подается на вход сумматора арифметического устройства одновременно с поступлением на второй вход этого сумматора числа, выбранного из оперативной памяти. При умножении число из регистра S может быть послано либо в регистр R в качестве множителя, либо на вход множительного устройства в качестве множимого. В случае записи содержимого регистра S в оперативную память переключатель Π_2 соединяет выход регистра S с входом регистра запоминающего устройства.

В регистр S число может быть принято из запоминающего устройства, из множительного устройства и из счетчика сдвигов при нормализации, причем во всех случаях оно проходит через сумматор.

Прием числа в регистр S сопровождается выработкой признака ω , $\omega(S)$ по правилу; если число положительно, то $\omega=1$, если отрицательно, то $\omega=-1$, если равно нулю, то $\omega=0$.

При поступлении числа в регистр R или в регистр модификации F устройства управления вырабатывается по тому же правилу признак ω , $\omega(R)$ или $\omega(F)$.

В зависимости от значения признака ω производится передача управления при выполнении команд условного перехода. При операциях, не связанных с выработкой признака ω , сохраняется его значение, выработанное предыдущей операцией.

В устройстве управления имеются три регистра: 9-разрядный регистр команды K , 5-разрядный регистр адреса команды C и 5-разрядный регистр модификации (индекс-регистр) F .

Регистр K состоит из двух частей: 5-разрядного триггерного регистра со сдвигом вправо, в который помещаются адреса чисел и команд при выборке этих чисел и команд из оперативного запоминающего устройства, и четырех триггеров кода операции, из которых три определяют характер последовательности управляющих импульсов в зависимости от принятого на них кода, а четвертый управляет механизмом модификации адресной части команды.

Устройство управления обладает собственным сумматором, с помощью которого производится последовательное изменение адресов выполняемых команд и осуществляются операции, связанные с регистром модификации F , в том числе и сама модификация адресных частей команд.

К моменту начала операции адрес подлежащей выполнению команды принимается в регистр C , а сама команда — в регистр K , причем первыми поступают младшие разряды команды, содержащие признак модификации и код операции.

Адресная часть команды проходит в регистр K через сумматор, на второй вход которого может быть подано содержимое индекс-регистра F с положительным или отрицательным знаком в зависимости от признака модификации.

Установленная в регистре K модифицированная адресная часть команды в зависимости от характера выполняемой операции используется или как адрес числа, выбираемого из оперативной памяти, или как адрес, по которому в память производится запись числа, или как адрес команды, которой должно быть передано управление, или как условное число, содержащее информацию об обмене группой слов между оперативной памятью и магнитным барабаном, а также о работе с внешними устройствами.

При работе машины с длинными ячейками (18 разрядов) чтение (запись) производится дважды: сначала считываются или записываются 9 младших разрядов числа, а затем — 9 старших разрядов.

При выполнении команд безусловной передачи управления, так же как и условной, в том случае, если передача управления действительно производится, принятая в регистр K адресная часть команды передачи управления воспринимается как адрес новой команды; происходит выборка этой команды из памяти и прием ее в регистр K , в то время как сам адрес передается из регистра K в регистр C . Если же передача управления не должна производиться, то механизм выборки очередной команды работает так, как при всякой другой операции, а именно: адрес выполненной команды направляется из регистра C через сумматор в регистр K , причем в соответствующий момент на второй вход сумматора подается импульс, под действием которого происходит последовательное увеличение адреса, благодаря чему в регистр C поступает адрес следующей по порядку команды.

Структура цикла, соответствующего той или иной операции, задается распределителем импульсов (на блок-схеме не показан), который представляет собой замкнутое в кольцо линию задержки, в различных точках которой имеются ответвления, выдающие управляющие импульсы в нужный момент в зависимости от кода выполняемой операции. Время пробега импульса по распределителю в большинстве операций равно 180 мксек. При выполнении операций умножения, сдвига, нормализации и записи из регистра S в память длина кольца распределителя импульсов и соответственно длительность цикла увеличиваются. При выполнении операций передачи управления в случае, если передача происходит, длина этого кольца и длительность цикла уменьшаются до 100 мксек.

Во время работы с магнитным барабаном или с устройствами ввода-вывода центральное устройство управления ста-

новится в ждущий режим, подчиняясь импульсам, поступающим из автономных устройств управления магнитным барабаном, вводом и выводом.

При работе в однотактном режиме кольцо распределителя импульсов размыкается, и для выполнения каждой команды необходимо подать на вход распределителя пусковой импульс. Этот импульс формируется схемой пуска при каждом нажатии на кнопку «пуск» пульта управления. В случае, когда машина находится в автоматическом режиме, поступивший в распределитель пусковой импульс циркулирует в его кольце до тех пор, пока работа машины не будет прервана одним из «остановов»: командой «останов», переполнением в регистре S , схемой останова по заданному адресу, кнопкой «останов» или ключом «однотактный режим» на пульте управления.

Г л а в а II

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЕЛ И КОМАНД

§ 1. ТРОИЧНАЯ СИСТЕМА СЧИСЛЕНИЯ

Машина производит операции над числами, представленными в троичной системе счисления с цифрами 0, 1, —1. В этой же системе кодируются нечисловые данные: алфавитные знаки, команды, признаки и т. п.

Примером представления чисел в троичной системе счисления может служить запись в этой системе целых положительных чисел:

десятичное число 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10,
троичное число 0, 1, 1 $\bar{1}$, 10, 11, 1 $\bar{1}$ 1, 101.

Если в десятичной системе счисления имеется 10 цифр и веса соседних разрядов различаются в 10 раз (разряд единиц, разряд десятков, разряд сотен...), то в троичной системе используются только три цифры и веса соседних разрядов различаются в три раза (разряд единиц, разряд троек, разряд девяток, ...). Цифра 1, написанная первой левее запятой, обозначает единицу; эта же цифра, написанная второй левее запятой, обозначает тройку и т. д. Число 2 изображается цифрой 1 в разряде троек и цифрой $\bar{1}$ (минус единица) в разряде единиц.

Всякое число, записанное в троичной системе счисления с цифрами 0, 1, —1, можно представить в виде суммы целых степеней числа 3, причем если в данном разряде троичного изображения числа стоит цифра 1, то соответствующая этому разряду степень числа 3 входит в сумму со знаком «+», если же цифра —1, то со знаком «—», а если цифра 0, то вовсе не входит. Это можно выразить формулой:

$$\frac{\text{целая часть числа}}{\dots K_3 3^3 + K_2 3^2 + K_1 3^1 + K_0 3^0} + \frac{\text{дробная часть числа}}{K_{-1} 3^{-1} + K_{-2} 3^{-2} + K_{-3} 3^{-3} \dots},$$

где коэффициенты K_i могут принимать значения 1, 0, —1.

Для того чтобы число, представленное в троичной системе, перевести в десятичную систему, надо цифру каждого разряда данного числа умножить на соответствующую этому разряду степень числа 3 (в десятичном представлении) и полученные произведения сложить.

Некоторые числа, не представляющиеся точно конечным числом троичных разрядов, при приближенном представлении их с избытком и с недостатком имеют изображения, различные по всем разрядам. Например, число 0,5 с избытком изображается 1,1111..., а с недостатком — 0,1111...

Использование для представления чисел в машине троичной системы счисления обусловлено рядом преимуществ, которыми обладает эта система по сравнению с десятичной и отчасти с двоичной системами счисления. Троичное кодирование на 59% экономнее десятичного и на 5,4% экономнее двоичного. При этом для представления чисел с одинаковой точностью троичных разрядов требуется в 2,10 больше, чем десятичных, и в 1,58 раза меньше, чем двоичных. Последнее позволяет в машине последовательного действия при данной тактовой частоте сократить за счет использования троичной системы счисления время выполнения арифметических операций в 1,5—2 раза по сравнению со временем выполнения их с двоичными числами.

Благодаря тому что основание 3 нечетно, в троичной системе возможно симметричное относительно нуля расположение цифр: —1, 0, 1, с которым связаны два ценных свойства: естественность представления относительных чисел и отсутствие проблемы округления.

Наличие положительной и отрицательной цифр позволяет непосредственно представлять как положительные, так и отрицательные числа. При этом нет необходимости в специальном разряде знака и не надо вводить дополнительный (или обратный) код для выполнения арифметических операций с относительными числами. Все действия над числами, представленными в троичной системе счисления с цифрами 0, 1, —1, выполняются естественно с учетом знаков чисел. Знак числа определяется знаком старшей значащей цифры числа: если она положительна, то и число положительно, если отрицательна, то и число отрицательно. Для изменения знака числа надо изменить знаки всех его цифр (т. е. инвертировать его код).

$$\begin{aligned} \text{Например: } & 10\bar{1} = 8, \\ & \bar{1}01 = -8. \end{aligned}$$

Другим полезным следствием симметричного расположения значений цифр является отсутствие проблемы округления чисел: абсолютная величина части числа, представленной

отбрасываемыми младшими цифрами, никогда не превосходит половины абсолютной величины части числа, соответствующей младшей значащей цифре младшего из сохраняемых разрядов. Следовательно, в результате отбрасывания младших цифр числа всегда получается наилучшее при данном количестве оставшихся цифр приближение этого числа, и округления не требуется.

Арифметические действия над числами в троичной системе с цифрами 0, 1, $\bar{1}$, выполняются по общим для позиционных систем счисления правилам и следующим таблицам:

Таблица сложения

1-е слагаемое	0	1	0	$\bar{1}$	0	1	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$
2-е слагаемое	0	0	1	0	$\bar{1}$	$\bar{1}$	1	1	$\bar{1}$
Сумма	0	1	1	$\bar{1}$	$\bar{1}$	0	0	$\bar{1}$	1
Перенос	0	0	0	0	0	0	0	1	$\bar{1}$

Таблица умножения

1-й сомножитель	0	1	0	$\bar{1}$	0	1	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$
2-й сомножитель	0	0	1	0	$\bar{1}$	$\bar{1}$	1	1	$\bar{1}$
Произведение	0	0	0	0	0	$\bar{1}$	$\bar{1}$	1	1

Вычитание сводится к сложению с предварительным изменением знака (инвертированием) вычитаемого.

Примеры: 1) $43 + 75 = 118$;

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} 1\bar{1}\bar{1}\bar{1} \\ + 10\bar{1}10 \\ \hline 11101 \end{array} \end{array} \quad (43) \quad (75) \quad (118)$$

?) $5 \times 8 = 40$;

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} 1\bar{1}\bar{1} \\ \times 10\bar{1} \\ \hline 111 \\ 000 \\ \hline 1\bar{1}\bar{1} \\ \hline 1111 \end{array} \end{array} \quad (5) \quad (8) \quad (40)$$

§ 2. КОДИРОВАНИЕ ЧИСЕЛ И КОМАНД В МАШИНЕ

Для представления данных в машине применяются троичные слова (коды) трех длин: 18-разрядные, 9-разрядные и 5-разрядные.

Основным является 9-разрядное слово. Передача информации между блоками машины, включая устройства ввода и вывода, производится в виде 9-разрядных слов; все команды являются 9-разрядными словами; 9-разрядные слова используются для представления чисел с 4 верными десятичными знаками.

18-разрядное слово состоит из двух 9-разрядных, оно соответствует числу с 8 верными десятичными знаками.

5-разрядными словами представляются адреса ячеек памяти, адресные части команд и числа для их модификации, а также порядки чисел при вычислениях с плавающими масштабами.

Для хранения 5-разрядных слов в запоминающих устройствах используются первые пять разрядов 9-разрядных ячеек (разряды нумеруются слева направо, т. е. начиная со старшего).

Вообще, прием слов в регистры и в ячейки запоминающего устройства производится по следующему правилу.

Если в регистре (ячейке) меньше разрядов, чем в принимаемом слове, то он заполняется старшими разрядами слова, начиная с первого, а непоместившиеся младшие разряды будут потеряны.

Если в регистре больше разрядов, чем в принимаемом слове, то слово располагается в первых (старших) разрядах регистра, а незанятые младшие разряды заполняются нулями.

Всякое слово, принятое в регистр S арифметического устройства, а также в регистр R или в качестве множимого в устройство умножения, рассматривается как троичное число, у которого запятая стоит после второго разряда, т. е. абсолютная величина этого числа всегда меньше 4,5.

При вычислениях с плавающей запятой числа представляются в виде $x = X \cdot 3^p_x$, где X — мантисса числа; p_x — порядок числа.

Число называется нормализованным, если его мантисса удовлетворяет условию

$$0,5 < |X| < 1,5.$$

Применительно к принятому в машине представлению чисел это условие означает, что мантисса нормализованного числа должна содержать в первом разряде нуль, а во втором разряде — цифру, отличную от нуля, т. е. 1 или —1.

Порядок p_x представляется 5-разрядным словом, причем p_x всегда число целое, т. е. запятая стоит после 5-го разряда.

Адреса ячеек памяти, адресные части команд и числа для модификации их также можно рассматривать как троичные 5-разрядные целые числа.

Слово, представляющее команду, состоит из трех частей:

$$\begin{array}{c} K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 \quad K_6 K_7 K_8 K_9 \\ \hline A \qquad \Theta \qquad \pi_F \end{array}$$

старшие пять разрядов составляют адресную часть A ; шестой, седьмой и восьмой разряды — код операции Θ ; девятый разряд — признак модификации адресной части π_F .

Адресная часть A всех команд, за исключением относящихся к магнитному барабану и к внешним устройствам, является адресом некоторой ячейки оперативного запоминающего устройства. В запоминающем устройстве 162 короткие (9-разрядные) ячейки, причем адреса присвоены не только самим ячейкам, но и парам соседних ячеек следующим образом:

Ячейки памяти	-3	-2	0	1	3	4
Адреса коротких ячеек	00010	00011	00000	00001	00010	00011
Адреса длинных ячеек	00011		00001		00011	

Можно считать, что в запоминающем устройстве 81 длинная (18-разрядная) ячейка, каждую из которых можно использовать или целиком, или как две половины, обладающие самостоятельными адресами. Адрес полной длинной ячейки содержит в пятом разряде цифру 1, адрес ее половины, соответствующей девяти старшим разрядам числа, — цифру 0, адрес младшей половины — цифру 1. Фактически в случае, когда указан адрес с цифрой 1 в пятом разряде, производятся два обращения к запоминающему устройству — сначала к ячейке с младшими разрядами и затем к ячейке со старшими разрядами 18-разрядного слова.

Команды хранятся в 9-разрядных ячейках запоминающего устройства, причем при выполнении их друг за другом на участках программы, не содержащих переходов, адрес очередной команды получается из адреса выполняемой команды по-разному, в зависимости от цифры пятого разряда адреса выполняемой команды: если эта цифра 0, то адрес увеличивается на единицу, если 1, то на 2.

В случае, когда в качестве адреса команды указан адрес 18-разрядной ячейки, т. е. адрес с цифрой 1 в пятом разряде (это возможно при выполнении безусловного или условного

перехода), машина два раза выполняет команду, содержащуюся в старшей половине этой ячейки (если эта команда не производит перехода) и затем выбирает очередную команду, хранящуюся в младшей половине ячейки.

Оперативное запоминающее устройство машины условно разделено на три зоны по 54 9-разрядные ячейки в каждой зоне. Принадлежность ячейки к той или иной зоне определяется старшой цифрой адреса этой ячейки: если в первом разряде адреса стоит цифра 0, то ячейка принадлежит нулевой зоне, если 1, — то первой зоне, если 1, — то минус первой зоне. Таким образом распределение ячеек по зонам будет следующим:

зона	адреса ячеек
1	с 11110 по 11111,
0	с 01110 по 01111,
1	с 11110 по 11111.

Удобно считать, что адрес ячейки оперативной памяти состоит из двух частей: $A = \alpha\Delta$, где α — номер зоны (один троичный разряд), Δ — номер ячейки в зоне Φ_α (четыре троичных разряда).

Команды, связанные с магнитным барабаном и с внешними устройствами, относятся не к отдельным ячейкам, а к зонам оперативной памяти (передача данных по этим командам производится зонами), поэтому только первый разряд их адресной части касается оперативной памяти, указывая номер α зоны Φ_α , к которой необходимо обратиться.

Функция четырех младших разрядов адресной части двояка: в командах, относящихся к магнитному барабану, они представляют номер зоны барабана, а в командах ввода-вывода используются для указания внешнего устройства и режима его работы.

Код операции Θ состоит из трех троичных разрядов, т. е. число различных операций может составлять $3^3 = 27$. Фактически используются только 24 кодовые комбинации (см. систему команд в гл. III), причем операции ввода и вывода обозначены одной и той же комбинацией 100 и различаются кодом адресной части команды. Комбинации 111, 110 и 111 не задействованы: прияя команду, у которой кодом операции Θ является одна из этих комбинаций, машина остановится.

Девятый разряд команды содержит признак модификации π_F . Если $\pi_F = 1$, то при поступлении команды в регистр K к ее адресной части прибавляется содержимое регистра модификации, если $\pi_F = 1$, то вычитается. При $\pi_F = 0$ модификация не производится.

§ 3. КОДИРОВАНИЕ ПРИ ВВОДЕ И ВЫВОДЕ

Представление команд троичным кодом при программировании и при вводе в машину неудобно и неэкономно, поэтому вне машины применяется девятеричная форма представления команд. Девятеричные цифры $\bar{4}$, $\bar{3}$, $\bar{2}$, $\bar{1}$, 0, 1, 2, 3, 4 сопоставляются парам троичных цифр:

$$\bar{1}\bar{1} = \bar{4}; \quad \bar{1}0 = \bar{3}; \quad \bar{1}1 = \bar{2}; \quad 0\bar{1} = \bar{1}; \quad 00 = 0;$$

$$11 = 4; \quad 10 = 3; \quad 1\bar{1} = 2; \quad 01 = 1.$$

При выводе из машины отрицательные девятеричные цифры обозначаются буквами:

девятеричная цифра	$\bar{1}$,	$\bar{2}$,	$\bar{3}$,	$\bar{4}$,
буква латинского алфавита	Z ,	Y ,	X ,	W ,
буква русского алфавита	Ц,	У,	Х,	Ж.

Девятиразрядному троичному коду команды соответствует пятиразрядный девятеричный код:

троичный код	K_1	$K_2 K_3$	$K_4 K_5$	$K_6 K_7$	$K_8 K_9$
девятеричный код . . .	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5

$$\text{Например: } (\bar{1}\bar{1}\bar{1}0101\bar{1})_3 = (\bar{1}\bar{4}\bar{3}39)_9.$$

Первый девятеричный разряд команды является неполным — в нем могут находиться только три девятеричные цифры: 1, 0 и $\bar{1}$. Если при вводе в машину в этом разряде окажется другая цифра, то машина воспримет лишь младшую половину ее троичного представления, т. е. вместо $\bar{4}$ введется $\bar{1}$, вместо $\bar{3}$ введется 0, вместо $\bar{2}$ введется 1 и т. д.

Представление данных на перфоленте для ввода в машину в принципе сводится к двоичному кодированию троичных чисел. Разряду троичного числа соответствуют две дорожки перфоленты, причем пробивка на первой дорожке обозначает цифру 1, пробивка на второй дорожке — цифру $\bar{1}$, отсутствие пробивок — цифру 0. Однако пятидорожечная перфолента (выбор которой обусловлен техническими причинами) не позволяет осуществить этим способом представление необходимых для кодирования десятичных цифр и буквенных символов трехразрядных троичных комбинаций. Поэтому правильное в указанном смысле представление на перфоленте имеют только 17 из 27 трехразрядных комбинаций, соответствующие числам от -4 до $+13$, исключая нуль, а остальным десяти комбинациям сопоставлены сочетания пробивок, не удовлетворяющие какому-нибудь простому правилу кодирования (см. таблицу в главе «Ввод и вывод данных»). Никакой ин-

формации не несут строки перфоленты, на которых или вообще нет ни одной пробивки, или имеются пробивки одновременно на 3, 4 и 5-й дорожках. Последнее можно использовать для «вычеркивания» той или иной строки перфоленты при исправлении ошибок.

Ввод данных с перфоленты в машину и вывод из машины на перфоленту или на печать могут производиться двумя способами, которые условно названы вводом (выводом) в виде символов и вводом (выводом) в виде команд. При вводе (выводе) в виде символов строке перфоленты соответствует трехразрядная троичная комбинация внутреннего кода машины, т. е. три строки перфоленты эквивалентны 9-разрядному слову машины, и в одну зону памяти вмещается 162 строки. При вводе (выводе) в виде команд 9-разрядному слову соответствует пять строк перфоленты, причем первой строке сопоставляется первый троичный разряд слова, а остальным четырем строкам — пары троичных разрядов. В режиме ввода в виде команд машина воспринимает только девять кодовых комбинаций перфоленты, соответствующих цифрам 4, 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3, 4, а строки с другими комбинациями игнорируются.

Г л а в а III

СИСТЕМА КОМАНД

Система команд машины дана в приведенной ниже таблице, в которой применены следующие условные обозначения:

A — код адресной части команды; в частности, адрес ячейки оперативной памяти;

Θ — код операции;

π_F — младший разряд кода команды, являющийся признаком модификации адресной части;

a — старший разряд адресной части, являющийся номером зоны оперативной памяти;

Δ — код четырех младших разрядов адресной части; в частности, номер зоны магнитного барабана;

S, R, C, F — обозначения регистров (см. раздел «Блок-схема машины»);

ω — признак, фиксирующий знак результата операции:

$$\omega(x) = 1, \quad \text{если } x > 0,$$

$$\omega(x) = 0, \quad \text{если } x = 0,$$

$$\omega(x) = -1, \quad \text{если } x < 0,$$

используется для управления условными переходами;

Φ_a — зона оперативной памяти с номером a ;

M_Δ — зона магнитного барабана с номером Δ ;

A^*, a^*, Δ^* — модифицированные коды адресной части и ее составляющих;

СИСТЕМА КОМАНД МАШИНЫ «СЕТУНЬ»

Название опера- ции	Код операции		Содержание команды	Выработка признака ω	Время выпол- нения (мкsec)	Пояснения
	девяте- ричный Θ , $\pi_F = 0$	троичный Θ				
Посылка в S	30	100	$(A^*) \Rightarrow (S)$	$\omega(S)$	180	Содержимое ячейки A^* оператив- ной памяти копируется в регистр S , вырабатывается $\omega(S)$, прежнее содер- жимое S теряется
Сложение в S	33	101	$(S) + (A^*) \Rightarrow (S)$	$\omega(S)$	180	К содержимому S прибавляется со- держимое ячейки A^* , вырабатывается $\omega(S)$, при переполнении происходит останов
Вычитание в S	$3\bar{3}$	$1\bar{0}\bar{1}$	$(S) - (A^*) \Rightarrow (S)$	$\omega(S)$	180	Из содержимого S вычитается содер- жимое ячейки A^* , вырабатывается $\omega(S)$, при переполнении происходит останов
Умножение «0»	40	110	$(S) \Rightarrow (R); (A^*) (R) \Rightarrow (S)$	$\omega(S)$	320	Содержимое S пересыпается в R , S очищается. Содержимое ячейки A^* умножается на содержимое R и стар- шая часть произведения посыпается в S (младшая часть произведения теряет- ся). Вырабатывается $\omega(S)$; при пе- реполнении — останов
Умножение «1»	43	111	$(S) + (A^*) (R) \Rightarrow (S)$	$\omega(S)$	320	Содержимое ячейки A^* умножается на содержимое R и старшая часть произведения прибавляется к содер- жимому S (младшая часть произве- дения теряется), вырабатывается $\omega(S)$; при переполнении — останов

Продолжение

Название операции	Код операции		Содержание команды	Выработка признака ω	Время выполнения (мкsec)	Пояснения
	девятеричный Θ , $\pi_F = 0$	троичный Θ				
Умножение « $\bar{1}$ »	43	111	$(A^*) + (S)(R) \Rightarrow (S)$	$\omega(S)$	320	Содержимое S умножается на содержимое R ; в S принимается содержимое ячейки A^* , к которому затем прибавляется старшая часть произведения $(S)(R)$, вырабатывается $\omega(S)$; при переполнении — останов
Поразрядное умножение	20	110	$(A^*) \otimes (S) \Rightarrow (S)$	$\omega(S)$	180	Содержимое ячейки A^* поразрядно перемножается с содержимым S ; вырабатывается $\omega(S)$
Посылка в R	23	111	$(A^*) \Rightarrow (R)$	$\omega(R)$	180	Содержимое ячейки A^* копируется в регистр R ; вырабатывается $\omega(R)$; прежнее содержимое R теряется.
«Останов»	23	111	Стоп; $(A^*) \Rightarrow (R)$	$\omega(R)$	—	Приняв команду с кодом операции 111 в регистр K , машина останавливается, не приступая к ее выполнению. Работу можно продолжить нажатием кнопки «пуск» — при этом произойдет посылка в R и выборка очередной команды
Условный переход «0»	10	010	$A^* \Rightarrow (C)$ при $\omega = 0$	сохраняется	100; 180	Если $\omega = 0$, то выборка очередной команды производится из ячейки с адресом A^* , который затем посыпается в регистр C ; если $\omega \neq 0$, то адрес для выборки очередной команды формируется из содержимого C обычным порядком; состояние триггера ω сохраняется неизменным

Продолжение

Название операции	Код операции		Содержание команды	Выработка признака ω	Время выполнения (мкsec)	Пояснения
	девятеричный Θ , $\pi_F = 0$	троичный Θ				
Условный переход «1»	13	011	$A^* \Rightarrow (C)$ при $\omega = 1$	сохраняется	100; 180	Аналогично условному переходу «0», но вместо $\omega = 0$ и $\omega \neq 0$ читать $\omega = 1$ и $\omega \neq 1$
Условный переход « $\bar{1}$ »	$\bar{1}3$	$01\bar{1}$	$A^* \Rightarrow (C)$ при $\omega = \bar{1}$	сохраняется	100; 180	Аналогично условному переходу «0», но вместо $\omega = 0$ и $\omega \neq 0$ читать $\omega = \bar{1}$ и $\omega \neq \bar{1}$
Безусловный переход	00	000	$A^* \Rightarrow (C)$	сохраняется	100	Выборка очередной команды производится из ячейки с адресом A^* , который затем посыпается в регистр C ; состояние триггера ω сохраняется неизменным
Запись из C	03	001	$(C) \Rightarrow (A^*)$	сохраняется	180	Содержимое регистра C копируется в ячейку оперативной памяти с адресом A^* ; состояние триггера ω сохраняется неизменным
Запись из F	$0\bar{3}$	$00\bar{1}$	$(F) \Rightarrow (A^*)$	$\omega(F)$	180	Содержимое регистра F копируется в ячейку оперативной памяти с адресом A^* ; вырабатывается $\omega(F)$
Посылка в F	$\bar{1}0$	$0\bar{1}0$	$(A^*) \Rightarrow (F)$	$\omega(F)$	180	Содержимое ячейки A^* копируется в регистр F ; вырабатывается $\omega(F)$; прежнее содержимое F теряется
Сложение в F	$\bar{1}3$	$0\bar{1}1$	$(F) + (A^*) \Rightarrow (F)$	$\omega(F)$	180	К содержимому F прибавляется по модулю 3^5 содержимое ячейки A^* ; вырабатывается $\omega(F)$

Продолжение

Название операции	Код операции		Содержание команды	Выработка признака ω	Время выполнения (мкsec)	Пояснения
	девятеричный Θ , $\pi_F = 0$	троичный Θ				
Сложение в F с (C)	13	011	$(C) + (A^*) \Rightarrow (F)$	$\omega(F)$	180	Содержимое C копируется в F с прибавлением к нему по модулю 3 ⁵ содержимого ячейки A^* , вырабатывается $\omega(F)$, прежнее содержимое F теряется
Сдвиг	20	110	Сдв. (S) на $(A^*) \Rightarrow (S)$	$\omega(S)$	280÷375 при $ N \leq 19 : 280 + 5 N $ при $ N > 19 : 375$	Содержимое регистра S сдвигается согласно числу сдвигов N , указанному в пяти старших разрядах ячейки A^* ; если $N > 0$, то сдвиг влево, если $N < 0$, то — вправо; разряды, вышедшие за пределы регистра S , теряются и не могут вызвать переполнения; вырабатывается $\omega(S)$
Запись из S	23	111	$(S) \Rightarrow (A^*)$	$\omega(S)$	225	Содержимое регистра S копируется в ячейку A^* ; вырабатывается $\omega(S)$
Нормализация	25	111	Норм. $(S) \Rightarrow (A^*)$; $(N) \Rightarrow (S)$	$\omega(S)$	250—360 при $ N = 0; 1 : 250$ при $ N \geq 2 : 280 + 5 N $	Содержимое S сдвигается так, чтобы $0,5 < (S) < 1,5$ и затем отсылается в ячейку A^* ; в старшие пять разрядов регистра S принимается число произведенных сдвигов N ; при сдвиге влево $N < 0$; при сдвиге вправо $N > 0$; вырабатывается $\omega(S)$
Ввод-вывод	30	100	Ввод в Φ_a^* Вывод из Φ_a^*	сохраняется	—	Производится ввод массива данных с перфоленты в зону Φ_a^* оперативной

Продолжение

Название операции	Код операции		Содержание команды	Выработка признака ω	Время выполнения (мксек)	Пояснения
	девятеричный Θ , $\pi_F = 0$	троичный Θ				
Запись на МБ	33	101	$(\Phi_\alpha^*) \Rightarrow (M_\Delta^*)$	сохраняется	12 500 макс. 2 500 мин. 7 500 ср.	памяти или вывод содержимого зоны Φ_α^* на печать или на перфоленту; номер зоны Φ_α^* , номер внешнего устройства и режим его работы указаны в коде адресной части A^* команды; состояние триггера ω сохраняется неизменным
Считывание с МБ	33	101	$(M_\Delta^*) \Rightarrow (\Phi_\Delta^*)$	сохраняется	12 500 макс. 2 500 мин. 7 500 ср.	Содержимое зоны M_Δ^* магнитного барабана копируется в зону Φ_Δ^* оперативной памяти; состояние триггера ω сохраняется неизменным
Не задействована	40	110	Стоп	сохраняется	—	Содержимое зоны M_Δ^* магнитного барабана копируется в зону Φ_α^* оперативной памяти; состояние триггера ω сохраняется неизменным
Не задействована	43	111	Стоп	сохраняется	—	Приняв команду в регистр K , машина останавливается; продолжить работу можно только выполнением другой команды с пульта управления или начальным пуском, предварительно нажав кнопку «останов»
Не задействована	43	111	Стоп	сохраняется	—	

() — обозначение содержимого; например: (A) — содержимое ячейки с адресом A , (S) — содержимое регистра S ;

\Rightarrow — обозначение засылки например: $(A) \Rightarrow (S)$ — содержимое ячейки A заслать (скопировать) на место содержимого регистра S ;

\otimes — обозначение операции поразрядного умножения.

N — число сдвигов в операциях «сдвиг» и «нормализация».

Операции с внешними устройствами, соответствующие команде «ввод-вывод» ($\Theta=30$), в данной таблице не конкретизированы — подробное описание их дано в разделе «Ввод и вывод данных».

Г л а в а IV

ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ

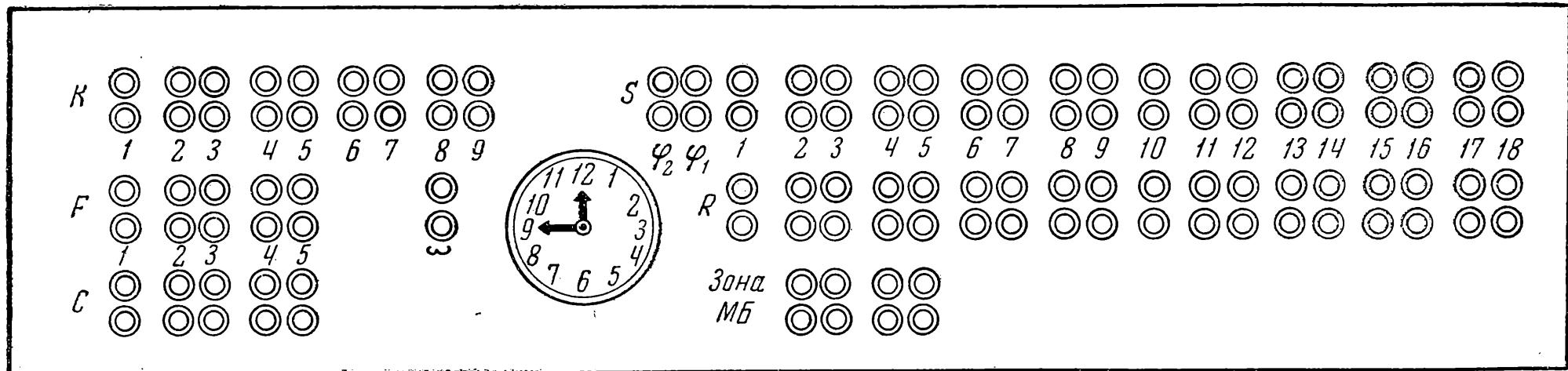
Пульт управления предназначен для ручного управления машиной. Он состоит из двух панелей: вертикальной и наклонной (рис. 3).

На вертикальной панели расположены неоновые лампочки, посредством которых осуществляется индикация содержимого регистров S , R , K , F , C , триггера ω и номера зоны магнитного барабана, по которому произошло последнее обращение. Кроме того, на вертикальной панели имеются часы. Содержимое указанных регистров, триггера ω и номера зоны МБ представлено на пульте в троичном коде. Каждому троичному разряду соответствует пара неоновых лампочек, расположенных одна под другой. Свечение верхней лампочки обозначает цифру 1, свечение нижней — цифру 1, отсутствие свечения — цифру 0. Одновременное свечение обеих лампочек одного и того же разряда может иметь место только в случае неисправности.

Ряды лампочек, соответствующие регистру команды K , регистру модификации F и регистру адреса команды C , расположены в левой части вертикальной панели (слева от часов). Здесь же находится пара лампочек, которой представлен триггер ω . В каждом ряду лампочки (за исключением первой) расположены парами согласно попарному объединению троичных разрядов в девятеричные.

Содержимое регистра сумматора S и регистра множителя R , а также номер зоны МБ представлены в правой части панели. Лампочки φ_1 и φ_2 соответствуют разрядам переполнения регистра S .

На наклонной панели пульта управления расположены ключи и кнопки управления машиной. В левой части наклонной панели имеется девять трехпозиционных ключей, распо-



В е р т и к а ль н а я п а н е л ь



Н а к л о н н а я п а н е л ь

Рис. 3. Пульт управления

ложенных под соответствующими лампочками регистра K и служащих для набора кода команды. Нейтральное положение каждого ключа обозначает цифру 0, отклонение вверх — цифру 1, отклонение вниз — цифру 1. Кроме ключей набора команды в левой части панели размещены ключи останова машины по адресу, о которых будет сказано в конце этой главы.

В правой части наклонной панели расположены: набор из 18 трехпозиционных ключей, двухпозиционный ключ «набор кода» для включения этого набора, четыре кнопки: «останов», «пуск», «команда ПУ», «начальный пуск» — и двухпозиционный ключ «однотактный режим».

§ 1. ФУНКЦИИ КЛЮЧЕЙ И КНОПОК ПУЛЬТА

Расположенные в правой части наклонной панели 18 трехпозиционных ключей служат для ручного ввода в машину троичных кодов. При включенном наборе (т. е. когда ключ «набор кода» из нейтрального положения отклонен влево) код, набранный посредством 18 трехпозиционных ключей, используется вместо содержимого ячейки A^* в случае выполнения любой команды, связанной с выборкой из оперативной памяти (за исключением команд, относящихся к магнитному барабану и к внешним устройствам), а также подменяет содержимое регистра S в случае выполнения команды «запись из S в A^* ».

Таким образом, набранный код можно послать в ячейку A^* оперативной памяти, в регистры S , R , F и использовать в операциях, связанных с этими регистрами. Набор не действует при выполнении команд «запись из F в A^* » и «запись из C в A^* », поэтому для ввода кодов с пульта в ячейки оперативной памяти следует пользоваться только командой «запись из S в A^* ».

Ключом «однотактный режим» задается режим работы центрального устройства управления машины: если этот ключ находится в нейтральном положении, то программа выполняется машиной непрерывно команда за командой (автоматический режим), если же этот ключ отклонен влево, т. е. включен, то машина останавливается после выполнения каждой команды, и, следовательно, надо столько раз нажимать на кнопку «пуск», сколько требуется выполнить команд (однотактный режим). Отклонение влево ключа «набор кода» также переводит машину в однотактный режим.

Функции четырех кнопок пульта управления состоят в следующем.

Кнопка «останов» служит для останавливания вручную машины, работающей в автоматическом режиме. Для этой цели можно пользоваться также ключом «однотактный режим» с той только разницей, что перед продолжением работы

в автоматическом режиме ключ надо возвращать в нейтральное положение, в то время как кнопка возвращается сама по окончании нажатия.

Кнопка «пуск» осуществляет продолжение работы машины с того состояния, в котором она была прервана остановом. Причем, если ключи «однотактный режим» и «набор кода» находятся в нейтральном положении, то при нажатии на кнопку «пуск» машина работает в автоматическом режиме, а если хотя бы один из этих ключей включен, то при каждом нажатии происходит выполнение одной команды.

Кнопка «команда ПУ» предназначена для выполнения команд, набираемых посредством девяти ключей набора команды. При нажатии на эту кнопку в регистр K устройства управления принимается код команды, набранный ключами набора команды. Если однотактный режим не включен, то эта команда сразу же выполняется, и далее идет автоматическая работа. В однотактном режиме при нажатии на кнопку «команда ПУ» происходит только прием набранной команды в регистр K , а для ее выполнения требуется нажать кнопку «пуск».

При выполнении команд, набранных на пульте управления, содержимое регистра адреса команды C сохраняется неизменным (за исключением случаев, когда набрана команда передачи управления, засылающая в регистр C новый адрес), поэтому после выполнения одной или нескольких набранных команд, не производящих передачи управления, в регистре C будет по-прежнему находиться та команда, которая была там до приема первой набранной команды. Другими словами, выполнение набранных на пульте команд не нарушает прерванной программы, если по своему содержанию эти команды не затрагивают данную программу.

Наиболее характерно использование кнопки «команда ПУ» совместно с 18-разрядным набором кодов: соответствующими набранными командами можно, включив набор, произвести посылку нужного слова в любую ячейку оперативной памяти или в любой регистр машины, выполнить с ним любую операцию.

Пример. Выполнить умножение числа x на число y . Для этого можно воспользоваться операцией умножения

$$(S) \Rightarrow (R); \quad (R) (A^*) \Rightarrow (S).$$

Сначала поместим число x в регистр S , для чего на наборе команд установим код операции $(A^*) \Rightarrow (S)$, т. е. $\Theta = 30$ (адресная часть команды может быть произвольной так как ячейка A^* подменяется 18-разрядным набором), и кнопкой «ком. ПУ» пошлем набранный код в регистр K . Число x наберем на 18 ключах и, включив ключ «набор кода», кнопкой «пуск»

пошлем его в регистр S . Теперь на наборе команд надо установить код операции умножения $\Theta=40$, а на 18-разрядном наборе — число y , после чего, нажав кнопку «ком. ПУ» и за ней «пуск», получим в регистре S произведение xy .

Кнопка «начальный пуск» посыпает в регистр K команду «ввод в виде команд с фотоввода ФТ-1 в зону Φ_0 оперативной памяти»: $(K)=001\bar{3}0$ и устанавливает нули в регистре адреса команды: $(C)=000$. Поскольку адрес следующей команды получается добавлением единицы к содержимому регистра C , то по окончании ввода выполняется команда из ячейки с адресом $A=001$. Таким образом, при нажатии кнопки «начальный пуск» происходит ввод в зону Φ_0 и передача управления ячейке 001. Эта кнопка используется для первоначального ввода данных в машину при счете задач.

Кнопками пульта управления, за исключением кнопки «останов», следует пользоваться после того, как машина остановлена: во время работы машины в автоматическом режиме кнопки блокированы и нажимать их бесполезно.

§ 2. АППАРАТ ОСТАНОВА ПО ЗАДАННОМУ АДРЕСУ

Ключи останова по адресу, расположенные в левой части наклонной панели, позволяют останавливать машину на команде с заданным адресом или с заданной адресной частью. Машина останавливается, приняв эту команду в регистр K , но не приступая к ее выполнению.

Для того чтобы машина остановилась на команде с данным адресом, надо набрать код этого адреса ключами «адрес останова» и затем переключить ключ «останов по адресу C, K » в положение C . Машина остановится тогда, когда в регистре C окажется адрес команды, совпадающий с адресом набранным ключами, причем в регистре K будет находиться соответствующая этому адресу команда.

Для того чтобы остановить машину на команде с данной адресной частью, надо набрать код этой адресной части с учетом возможной модификации ключами «адрес останова», поставить ключ «МБ-ФК-ВП» в положение, соответствующее коду операции команды (т. е. для команд, относящихся к магнитному барабану, — в положение МБ, для команд ввода-вывода — в положение ВП, для прочих команд — в положение ФК), и затем переключить ключ «останов по адресу C, K » в положение K .

Машина остановится тогда, когда в регистре K окажется команда, у которой код модифицированной адресной части будет совпадать с кодом набранным ключами, а код операции будет соответствовать положению ключа «МБ-ФК-ВП».

При переключении ключей «адрес останова» и ключа «МБ-ФК-ВИ» ключ «останов по адресу C , K » должен обязательно находиться в нейтральном положении; при несоблюдении этого требования не может гарантироваться правильная работа схемы останова.

В одном специальном случае остановов по адресу команды в регистре C не происходит. Это тот случай, когда адрес команды получается не путем последовательного увеличения предыдущего адреса, а в результате безусловного или условного перехода. Дело в том, что адресная часть команды безусловного или условного перехода, будучи принятой в регистр K , в тех случаях, когда переход должен произойти, сразу же используется в качестве адреса для выборки следующей команды и лишь затем направляется в регистр C . Сравнение содержимого регистра C с набранным адресом останова производится на том этапе, когда это содержимое после очередного прибавления поступает в регистр K , но при выполнении перехода данный этап пропускается. Таким образом, осуществить останов по адресу, появившемуся в регистре C в результате перехода, нельзя.

Г л а в а V

ВВОД И ВЫВОД ДАННЫХ

Ввод данных в машину производится посредством бумажной пятипозиционной перфоленты. Команды, числа и другие данные, закодированные согласно изложенному в главе «Представление чисел и команд», наносятся на перфоленту при помощи аппарата СТА зонами, т. е. группами, каждая из которых рассчитана на заполнение зоны оперативной памяти. При вводе символов объем зоны можно ограничить любым целым числом 9-разрядных троичных слов. Для этого надо в заключительной строке перфоленты, соответствующей младшим трем разрядам 9-разрядного слова, вводимого последним, пробить комбинацию «стоп», которая записывается в оперативную память машины в виде 111 в троичном представлении и воспринимается как прекращение ввода. Ввод в виде команд возможен только полными зонами.

В связи с тем что при остановке устройств фотоввода имеет место некоторое проскальзывание перфоленты, перфорацию зон надо производить с промежутками в 12—15 см. При выводе на перфоленту из машины эти промежутки получаются автоматически.

Для ввода данных в машину перфолента, намотанная на бобину, устанавливается на одно из устройств фотоввода. Этих устройств в комплекте машины два: ФТ-1 и ФТ-2. Включение первого или второго устройства производится в зависимости от кода адресной части выполняемой команды ввода-вывода (см. таблицу операций ввода и вывода). В процессе решения задачи данные можно вводить поочередно с обоих устройств. Устройство ФТ-1, кроме того, включается при нажатии кнопки «начальный пуск» на пульте управления. При этом происходит ввод в виде команд в зону оперативной памяти Φ_0 с последующей передачей управления ячейке с адресом 00001. Операцию «начальный пуск» следует использовать как стандартное начало любой подготовленной для решения на машине задачи.

Сматываемая с бобины в процессе ввода перфолента выбрасывается в контейнер или на пол, затем ее снова наматывают на бобину. С перфолент длиной в 2—3 зоны можно вводить, не пользуясь бобиной.

Данные, выводимые из машины, могут быть в зависимости от кода адресной части команды ввода-вывода либо отпечатаны посредством электрифицированной пишущей машинки ЭУМ-46, либо отперфорированы на ленте перфоратором ПЛ-20. Если в качестве выходного устройства используется телетайп с перфорационной приставкой, то перфорация совмещается с печатью, но при ненадобности может быть отключена.

Вывод данных на перфоленту производится с целью последующего ввода их в машину, причем если данные, введенные с перфоленты в машину, не производя над ними никаких операций, вывести путем перфорации, то получится перфолента, полностью идентичная использованной при вводе. Идентичность входной и выходной лент не будет полной в случае, если на входной ленте имеются невоспринимающиеся вводными устройствами комбинации, т. е. строки, у которых имеются пробивки на 3, 4 и 5-й позициях одновременно. На выходной ленте этих «пустых» строк не будет.

При выводе в виде команд, кроме девятеричных комбинаций, которыми представляются на перфоленте команды, автоматически перфорируются дополнительно следующие комбинации: в начале зоны — 101.10 («цифровой регистр») и перед каждой командой — 011.00 («возврат каретки, перевод строки»). Эти дополнительные комбинации введены для того, чтобы команды печатались в цифровом регистре и располагались одна под другой в виде столбца.

При выводе в виде символов управление всеми действиями пишущей машинки (или телетайпа) осуществляется выводимыми в форме 27-ричных комбинаций данными. Поэтому все необходимые действия (переключение в цифровой или в буквенный регистр, возврат, каретки, перевод строки, переключение цвета печати и т. д.) должны быть запрограммированы и включены в выводимый текст в виде соответствующих кодовых комбинаций. В частности, в начале каждой зоны должна быть комбинация, указывающая регистр (буквенной или цифровой), и если начинается новая строка, то комбинация возврата каретки и перевода строки.

Пять из 27 кодовых комбинаций при выводе на пишущую машинку в виде символов не могут быть использованы для обозначения печатных знаков, так как выполняют служебные функции: «возврат каретки и перевод строки», «переключение в буквенный регистр», «переключение в цифровой регистр», «подчеркивание», «стоп». Остальные 22 комбинации позволяют на машинке с двумя регистрами печатать 44 различных

ОПЕРАЦИИ ВВОДА И ВЫВОДА ДАННЫХ (КОД ОПЕРАЦИИ $\Theta = \overline{30}$)

Название операции	Код адресной части команды		Содержание команды	Внешнее устройство	Скорость работы (знаки в сек)	Пояснения
	девятеричн.	троичн.				
Начальный пуск			$(\Phi_{T-1})_{kom} \Rightarrow (\Phi_a^*)$ 00001 $\Rightarrow (C)$	Фотоввод ФТ-1	800	С фотовода ФТ-1 вводятся девятеричные комбинации в зону Φ_0 до полного ее заполнения; производится переход по адресу $A = 00001$
Ввод с ФТ-1 в виде команд	a^*01	a^*0001	$(\Phi_{T-1})_{kom} \Rightarrow (\Phi_a^*)$	Фотоввод ФТ-1	800	С фотовода ФТ-1 вводятся девятеричные комбинации в зону Φ_a^* до полного ее заполнения
Ввод с ФТ-2 в виде команд	a^*03	a^*0010	$(\Phi_{T-2})_{kom} \Rightarrow (\Phi_a^*)$	Фотоввод ФТ-2	800	То же, но с фотовода ФТ-2
Ввод с ФТ-1 в виде символов	$a^*\bar{01}$	$a^*000\bar{1}$	$(\Phi_{T-1}) \xrightarrow{\text{симв.}} (\Phi_a^*)$	Фотоввод ФТ-1	800	С фотовода ФТ-1 вводятся 27-ричные комбинации в зону Φ_a^* до появления комбинации $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ («стоп»), а при отсутствии ее до полного заполнения зоны
Ввод с ФТ-2 в виде символов	$a^*\bar{03}$	$a^*00\bar{1}0$	$(\Phi_{T-2}) \xrightarrow{\text{симв.}} (\Phi_a^*)$	Фотоввод ФТ-2	800	То же, но с фотовода ФТ-2
Перфорация в виде команд	a^*30	a^*1000	$(\Phi_a^*) \Rightarrow (\Pi L)_{kom}$	Перфоратор ПЛ (Телетайп ТП)	20	Содержимое зоны Φ_a^* полностью выводится на перфоленту в виде 9-ричных комбинаций

Продолжение

Название операции	Код адресной части команды		Содержание команды	Внешнее устройство	Скорость работы (знаки в сек)	Пояснения
	девятеричн.	троичн.				
Перфорация в виде символов	$\alpha^* \bar{3}0$	$\alpha^* \bar{1}000$	$(\Phi_\alpha^*) \Rightarrow (\text{ПЛ})_{\text{симв}}$	Перфоратор ПЛ (Телетайп ТП)	20	Содержимое зоны Φ_α^* выводится на перфоленту в виде 27-ричных комбинаций до появления комбинации $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ («стоп»), а при ее отсутствии полностью
Печать в виде команд	$\alpha^* 10$	$\alpha^* 0100$	$(\Phi_\alpha^*) \Rightarrow (\text{ПМ})_{\text{ком}}$	Пишущая машинка ПМ (Телетайп ТП)	7	Содержимое зоны Φ_α^* печатается в 9-ричном коде в виде команд, располагаемых одна под другой в одном столбце; вывод идет до конца зоны, т. е. печатаются 54 команды
Печать в виде символов одним цветом	$\alpha^* \bar{1}0$	$\alpha^* 0\bar{1}00$	$(\Phi_\alpha^*) \Rightarrow (\text{ПМ})_{\text{симв}}$	Пишущая машинка ПМ (Телетайп ТП)	7	Содержимое зоны Φ_α^* выводится 27-ричными комбинациями, которые печатаются в виде буквенно-цифровых знаков или управляют регистрами и кареткой печатающего устройства. Вывод идет до появления комбинации $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ («стоп»), а при ее отсутствии до конца зоны
Печать в виде символов цветная	$\alpha^* 20$	$\alpha^* 1\bar{1}00$	$(\Phi_\alpha^*) \Rightarrow (\text{ПМ})_{\text{цвет}}$	Пишущая машинка ПМ	7	То же, что и 9, но с использованием двух из 27-ричных комбинаций для управления переключением цвета

Кодирование данных на входе и выходе машины «Сетунь»

Латинский вариант		Русский вариант		Код на перфоленте	Код в машине
буквы	цифры	буквы	цифры		
A	6	А	6	110.00	110
B	7	В	7	110.01	111
C	8	С	8	100.10	101
D	9	Д	9	100.00	100
E	пусто	Е	пусто	100.01	101
F	—	Б	—	010.11	110
G	/	Щ	Ю	000.11	100
H	.	Н	,	100.11	101
I	+	Л	+	001.11	110
J	V	Ы	Э	101.11	111
K	W (4)	К	Ж (4)	010.10	011
L	X (3)	Г	Х (3)	010.00	010
M	Y (2)	М	У (2)	010.01	011
N	Z (1)	И	Ц (1)	000.00	001
P	0 (0)	Р	0 (0)	011.11	000
Q	1	Й	1	000.01	001
R	2	Я	2	001.10	011
S	3	Ь	3	001.00	010
T	4	Т	4	001.01	011
U	5	П	5	110.10	111
()	Ш	Ф	101.01	111
=	×	=	×	011.01	111
(черный цвет) подчеркивание (красный цвет)				110.11	111
буквенный регистр				101.00	110
цифровой регистр				101.10	111
возврат каретки и перевод строки стоп				011.00 011.10	101 111
комбинации не воспринимаемые при вводе				{ 111.01 111.10 111.00 111.11 000.00 }	— — — — —

знака, в число которых должен быть включен знак «пусто», т. е. отсутствие знака.

Латинский вариант пишущей машинки ЭУМ-46 имеет в буквенном регистре двадцать букв латинского алфавита, знак равенства и круглую скобку, а в цифровом регистре — остальные буквы, цифры, знаки арифметических действий, вторую круглую скобку, точку и «пусто» (см. таблицу «Кодирование данных на входе и выходе машины»).

В русском варианте машинки латинский алфавит заменен русским, причем вместо скобок и знака деления (наклонная черта) печатаются буквы Щ, Ф и Ю.

В обоих вариантах буква О совмещена с нулем, а в русском варианте, кроме того, буква Ч совмещена с цифрой 4.

При использовании букв, расположенных в цифровом регистре, необходимо переключать регистры, используя комбинации «цифровой регистр» (ЦР) и «буквенный регистр» (БР). Например: слово «Сетунь» должно кодироваться следующим образом:

БР	С	Е	Т	ЦР	У	БР	Н	Ь
110	101	101	011	111	011	110	101	010

Машинка ЭУМ-46 позволяет производить подчеркивание печатаемых знаков. Для этого перед комбинацией, обозначающей знак, который необходимо подчеркнуть, надо поставить комбинацию 111 («подчеркивание»). Отрабатывая эту комбинацию, машинка печатает горизонтальную черточку несколько ниже уровня строки, не производя сдвига каретки, так что очередной знак получается напечатанным над черточкой, т. е. оказывается подчеркнутым.

При выводе в виде символов командой с адресной частью $A^* = a^*20$ («цветная печать») комбинация 111 вместо подчеркивания производит переключение на печать красным цветом. При этом для обратного переключения на черный цвет используется комбинация 111, которой при обычной печати соответствуют в цифровом регистре знак умножения «Х», а в буквенном регистре — знак равенства «=».

Операция перевода строки в машинке ЭУМ-46 совмещена с операцией возраста каретки, причем возврат каретки можно производить из положения, отстоящего от начального не менее чем на пять печатных позиций. Поэтому если надо сделать несколько переводов строки подряд, то перед каждой комбинацией 101 («возврат-перевод») следует ставить на менее пяти раз комбинацию 101 («пусто»), предварительно сделав перевод в цифровой регистр.

Г л а в а VI

ОСНОВНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

§ 1. БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ МАГНИТНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С ПИТАНИЕМ ИМПУЛЬСАМИ ТОКА

Основным элементом схем машины является быстродействующий магнитный усилитель с питанием импульсами тока, которому свойственны следующие достоинства: простота, долговечность, помехоустойчивость, терпимость к коротким замыканиям, экономность построения логических схем, минимум используемых деталей, небольшое потребление энергии.

Магнитный усилитель с питанием импульсами тока можно рассматривать как управляемый трансформатор импульсов тока, у которого последовательно с нагрузочной обмоткой включен диод (рис. 4).

Трансформатор выполнен на тороидальном ферритовом сердечнике с прямоугольной петлей гистерезиса и обладает обмотками: питания $w_{\text{пит}}$, нагрузки $w_{\text{нагр}}$ и управления $w_{\text{упр}}$; обмоток управления может быть несколько. Действие усилителя заключается в том, что поступающие в обмотку питания импульсы тока в зависимости от сигнала, предварительно подаваемого в обмотку управления, либо трансформируются в цепь нагрузки, либо не трансформируются.

Параметры схемы выбраны так, что под действием импульса тока питания сердечник всегда устанавливается в состояние насыщения, независимо от того, каким было его магнитное состояние к началу этого импульса. По окончании импульса питания магнитное состояние сердечника соответствует точке «0» на петле гистерезиса (рис. 4).

Если обмотка управления не возбуждена, то трансформатор работает на пологом участке характеристики намагничивания левее точки «0», т. е. в области насыщения. В этом режиме импульсы тока питания вызывают лишь незначительные

изменения магнитного потока сердечника при нарастании и спаде каждого импульса, и, следовательно, трансформация в цепь нагрузки имеет место только на фронтах импульсов. В остальное время обмотка питания по отношению к генератору импульсов практически не составляет никакого сопротивления, т. е. трансформатор не потребляет от генератора энергии и не передает ее в нагрузку.

Если в промежутке между импульсами питания в обмотку управления поступит импульс тока, создающий ампервитки, действующие противоположно ампервиткам питания, с амплитудой, достаточной для перемагничивания сердечника из со-

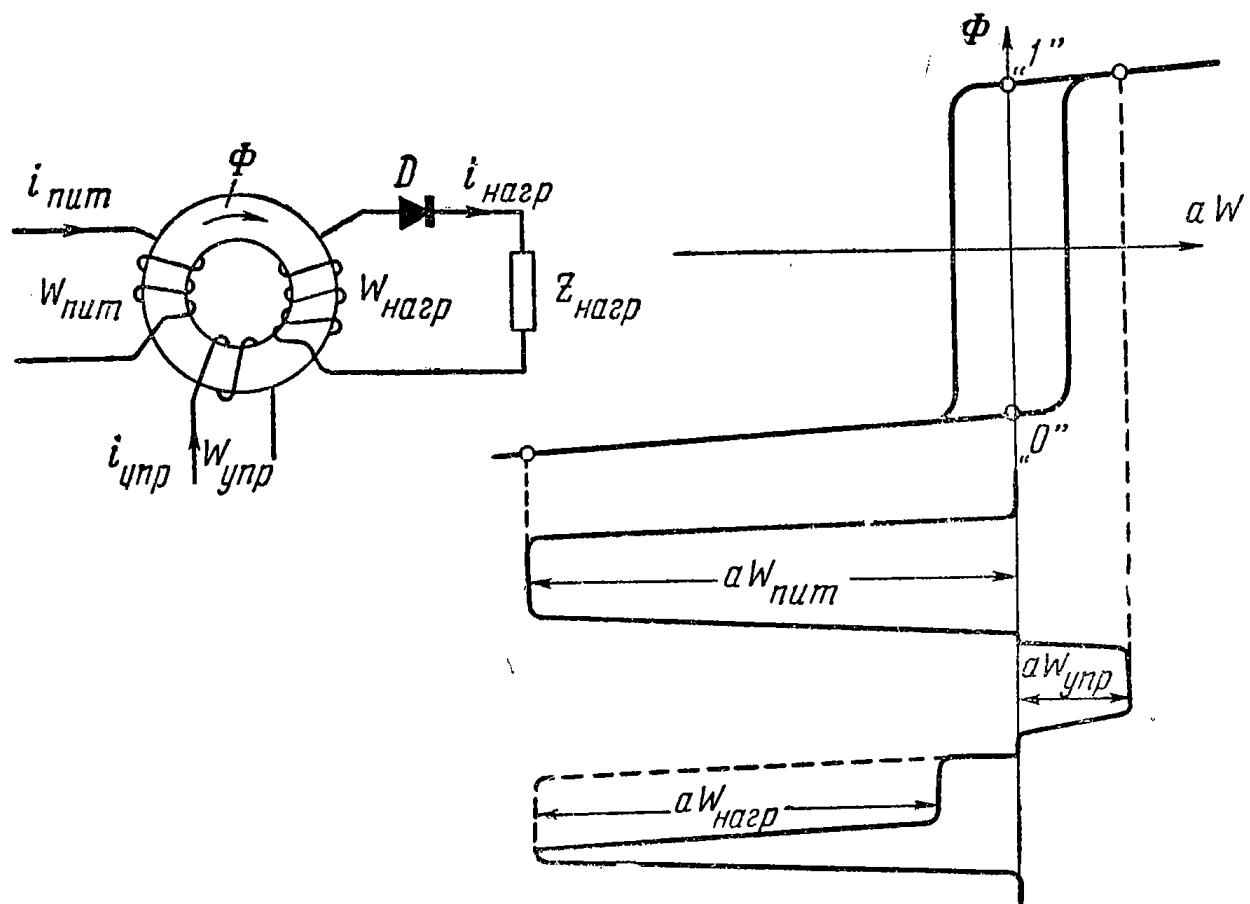


Рис. 4. Схема и принцип действия магнитного усилителя с питанием импульсами тока

стояния «0» до насыщения в обратном направлении, то к началу очередного импульса питания сердечник окажется в состоянии, соответствующем точке «1» на петле гистерезиса (рис. 4). В этом случае под действием импульса тока питания происходит полное изменение магнитного потока сердечника, продолжающееся в течение почти всей длительности этого импульса, причем ток питания за вычетом тока намагничивания трансформируется в цепь нагрузки.

Диод в цепи нагрузки включен так, что импульсы тока, трансформируемые из цепи питания, проходят через него в прямом направлении, а э. д. с., наводящаяся в нагрузочной обмотке под действием импульса управления, оказывается приложенной в обратном направлении и не может создать тока в цепи нагрузки. Э. д. с., наводящаяся под действием им-

пульса управления в обмотке питания, также не вызывает ощутимого тока, потому что сопротивление цепи питания (внутреннее сопротивление генератора импульсов тока питания) очень велико. Таким образом, возможность передачи энергии управляющего импульса в цепь нагрузки или в цепь питания исключена — его энергия расходуется только на перемагничивание сердечника и, следовательно, может быть малой по сравнению с энергией импульса питания, которая лишь частично расходуется на перемагничивание сердечника, в то время как преобладающая часть ее пропускает в цепь нагрузки.

В схемах машины магнитные усилители соединяются так, что выход каждого из них работает на управляющую обмот-

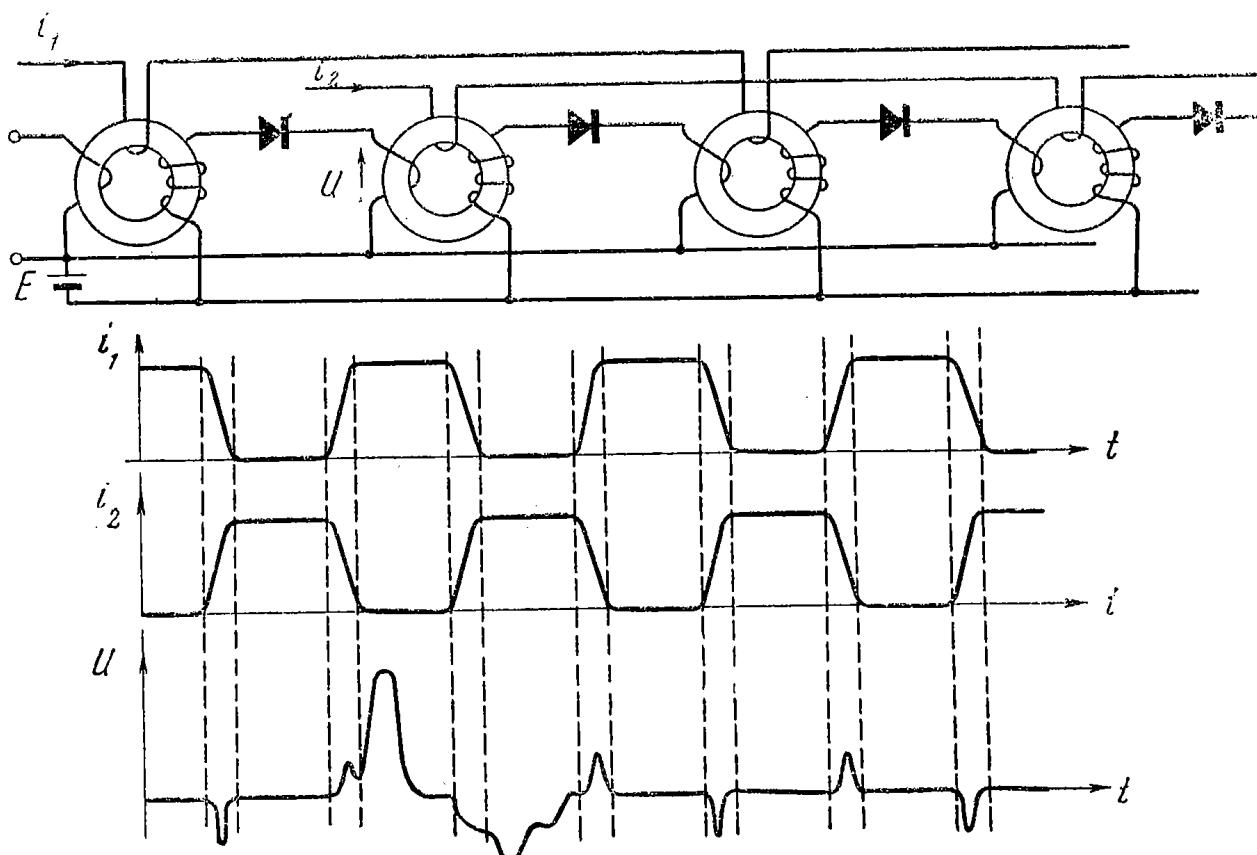


Рис. 5. Сдвигающий регистр с двухфазным питанием

ку (или на несколько управляющих обмоток, соединенных последовательно) другого усилителя (или нескольких усилителей). Простейшим примером такого соединения является сдвигающий регистр.

На рис. 5 изображена принципиальная схема сдвигающего регистра с двухфазным питанием, состоящего из четырех усилителей. Импульсы тока первой фазы, питающие первый и третий усилители, подаются в промежутках между импульсами второй фазы, которыми питаются второй и четвертый усилители, а в случае продолжения регистра также все другие усилители с четными номерами. Таким образом, рабочие полупериоды усилителей первой фазы являются управляющими полупериодами для усилителей второй фазы и наоборот.

При отсутствии сигналов на входе регистра сердечники всех усилителей работают в области насыщения, и трансформация тока из цепей питания в цепи связи между сердечниками имеет место лишь при нарастании импульсов питания. Возникающие при этом в цепях связи кратковременные импульсы являются помехами. Для защиты усилителей от этих помех применено перекрытие импульсов питания первой и второй фаз. Во время установления импульса тока, питающего данный усилитель, т. е. в то время, когда на выходе этого усилителя имеет место помеха, сердечник следующего за ним усилителя, благодаря перекрытию, все еще находится под действием импульса тока другой фазы питания и поэтому нечувствителен к воздействию помехи.

Если на вход регистра подать импульс тока, достаточный для срабатывания первого усилителя, то очередной импульс питания будет трансформирован в выходную цепь этого усилителя и возбудит управляющую обмотку второго усилителя, вследствие чего очередной импульс второй фазы питания будет трансформирован на вход третьего усилителя и т. д. Короче говоря, поданный на вход регистра импульс будет передаваться по нему с задержкой в каждом усилителе на полпериода частоты питания.

Напряжение смещения E введено в цепь связи для того, чтобы предотвратить возникновение тока под действием э. д. с., наводящихся в невозбужденных управляющих обмотках при осуществлении логических операций.

§ 2. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Основным способом осуществления логических операций при помощи магнитных усилителей с питанием импульсами тока является алгебраическое сложение управляющих ампервитков. Коэффициент трансформации импульсов тока из цепи питания в цепь нагрузки для всех усилителей принимается одинаковым, чем достигается равенство выходных импульсов тока по амплитуде. Все управляющие обмотки имеют одно и то же число витков и соединяются друг с другом всегда последовательно, чтобы ток не разветвлялся. Таким образом, ампервитки, создаваемые управляющей обмоткой, возбужденной выходным импульсом тока, могут различаться только знаком, который определяется направлением включения данной обмотки.

Положительно включенная управляющая обмотка создает ампервитки, противоположные по знаку ампервиткам питания. Возбуждение положительной обмотки сопровождается выдачей выходного импульса.

Отрицательно включенная или «запрещающая» обмотка создает ампервитки противодействующие ампервиткам, создаваемым положительной обмоткой, и запрещает передачу сигнала усилителем.

Схема, реализующая логическую операцию «запрет», представлена на рис. 6. Операцию осуществляют усилитель, обладающий положительной и отрицательной управляющими обмотками и питаемый током i_2 . Два усилителя первой фазы питания являются буферными.

В случае поступления импульса на вход A при отсутствии импульса на входе B , этот импульс беспрепятственно проходит на выход схемы.

Подача импульса на вход B приводит к возбуждению отрицательной управляющей обмотки усилителя второй фазы, вследствие чего прохождение импульса, поступившего на вход A , будет запрещено.

Для того чтобы запрет был совершенным, помимо идентичности управляющих обмоток и равенства по амплитуде подаваемых в них импульсов тока, необходимо, чтобы эти импульсы поступали одновременно и чтобы длительность запрещающего импульса была не меньше длительности запрещаемого.

Для усилителей данного типа характерна сильная зависимость длительности выходного импульса от нагрузки. В рассматриваемой схеме «запрета» длительность импульса на выходе усилителя, работающего на положительно включенную обмотку, при наличии запрета получается на 30% большей, чем в случае, когда запрет отсутствует. При наличии запрета этот усилитель работает практически в режиме короткого замыкания, а когда запрета нет, его нагрузкой является одна положительно включенная управляющая обмотка. Усилитель, работающий на отрицательно включенную обмотку, всегда находится в режиме короткого замыкания, и, следовательно, длительность импульса на его выходе всегда будет иметь максимальное значение.

Соединение усилителей в логических схемах вообще производится таким образом, чтобы запрещающий усилитель всегда был нагружен не более запрещаемого.

В машине применяются усилители двух категорий: простые и мощные. Мощный усилитель, нагруженный двумя положительно включенными управляющими обмотками, обладает длительностью выходного импульса, равной длительности импульса на выходе простого усилителя, нагруженного одной положительно включенной обмоткой. Мощный усилитель, нагруженный одной положительной обмоткой, соответствует простому усилителю в режиме короткого замыкания. Режим короткого замыкания мощных усилителей недопустим, потому что длительность выходного импульса в этом режиме у них превосходит длительность импульсов питания.

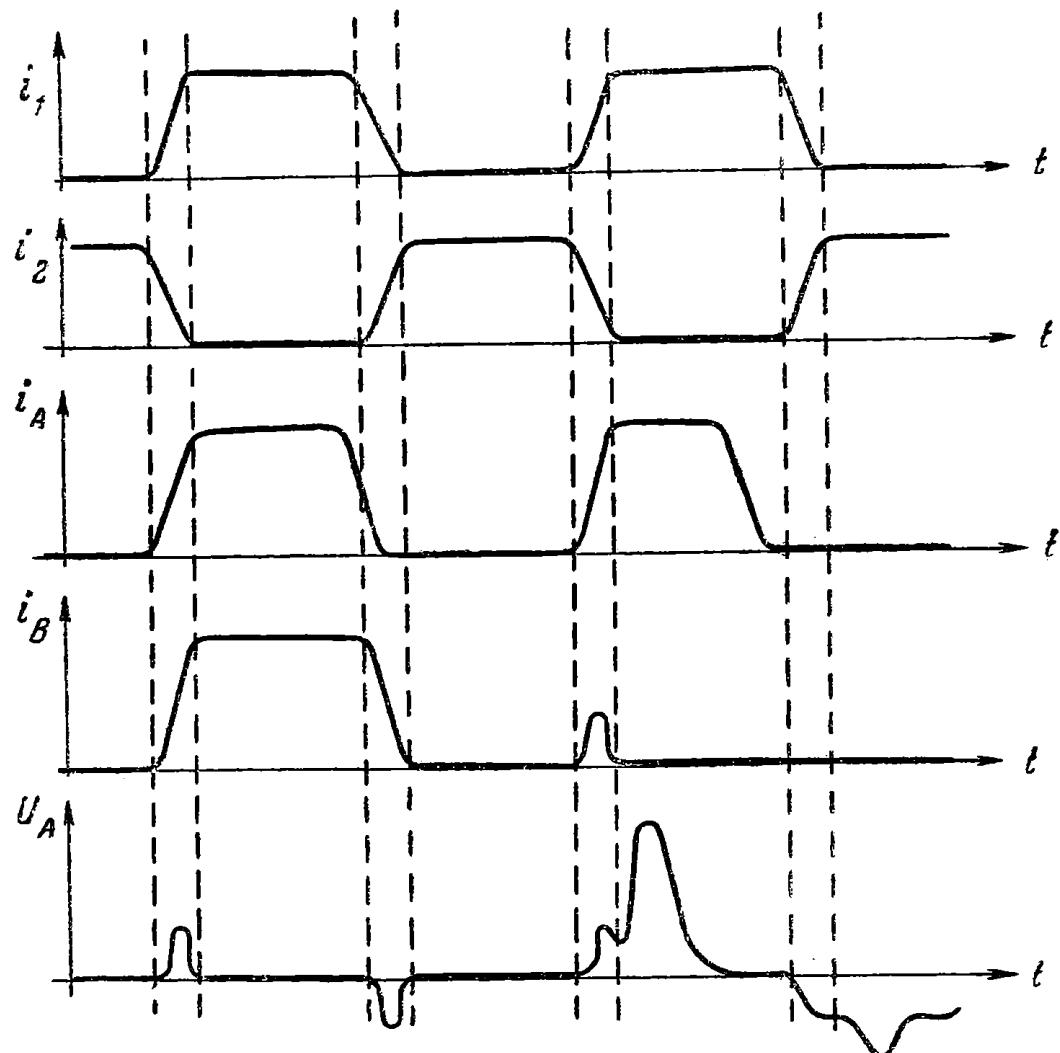
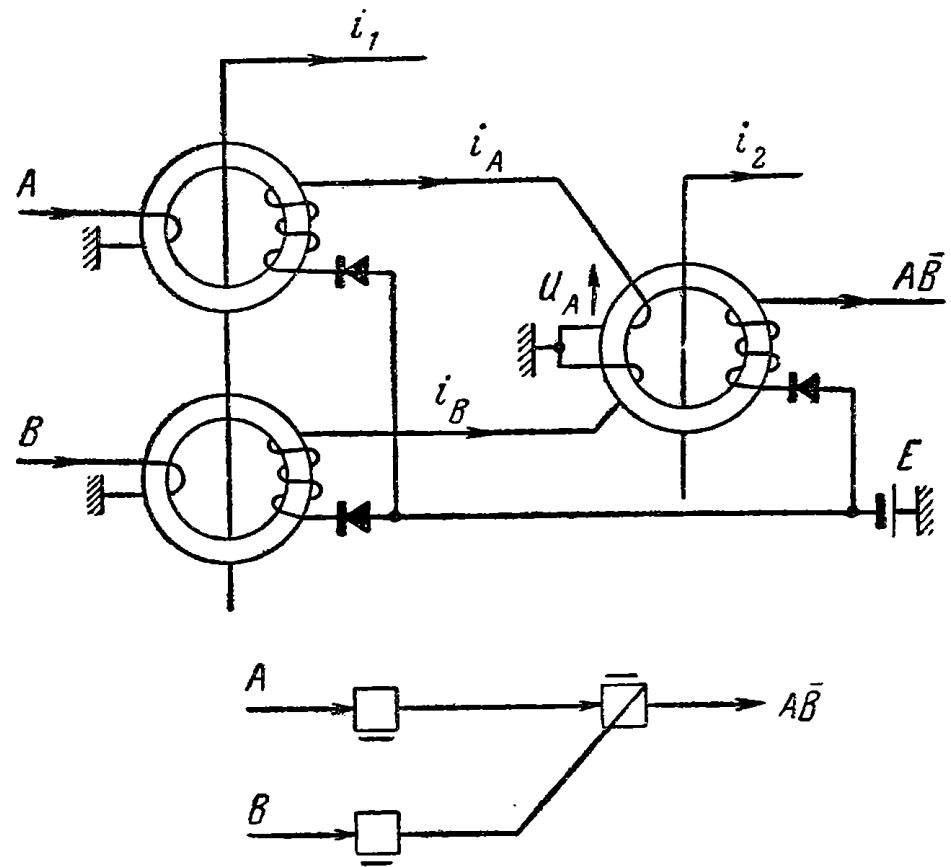


Рис. 6. Выполнение логической операции «запрет»

При изображении магнитных усилителей на логических схемах применяются следующие условные обозначения:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| квадрат | — усилитель с одинарной нагрузочной способностью; |
| квадрат с двойным контуром | — усилитель с двойной нагрузочной способностью; |
| стрелка направления к квадрату, | — положительно включенная управляющая обмотка; |
| линия, перечеркивающая квадрат, | — отрицательно включенная управляющая обмотка; |
| квадрат с кружком на конце | — постоянно возбужденная отрицательная управляющая обмотка; |
| цифра «1» в квадрате | — постоянно возбужденная положительная управляющая обмотка; |
| стрелка, направленная от квадрата | — выход усилителя; |
| чертка над или под квадратом | — указание на принадлежность усилителя к первой или второй фазе питания. |

Схема, выполняющая операцию «запрет», изображена в этих обозначениях на рис. 6 внизу слева.

Осуществление логических операций «ИЛИ» и «И» показано на рис. 7 и 8.

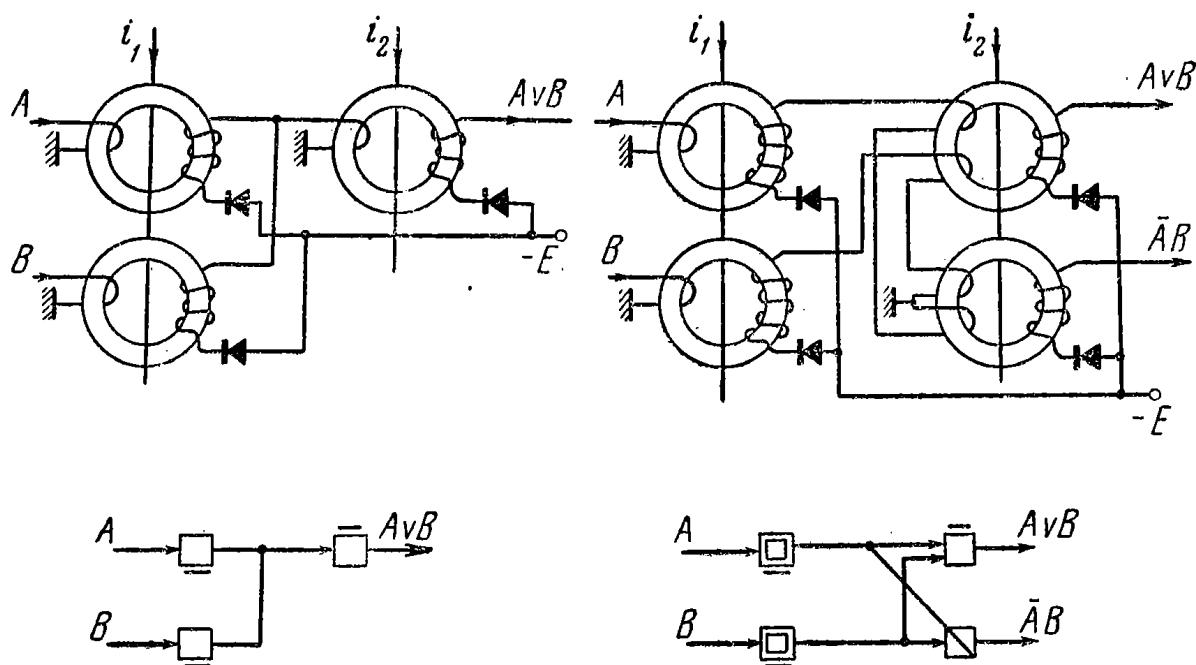


Рис. 7. Выполнение логической операции «ИЛИ»

Операция «ИЛИ» благодаря наличию диода в нагрузочной цепи может быть реализована простым подсоединением выходов нескольких усилителей к одному входу, однако в ряде случаев приходится использовать раздельные положительные обмотки одного и того же усилителя (оба варианта показаны на рис. 7).

Операция «И» осуществляется при помощи усилителя с постоянно возбужденной обмоткой запрета. Такой усилитель

срабатывает только в случае поступления на его входы двух совпадающих по времени сигналов. В качестве постоянно возбужденной обмотки запрета используется одновитковая обмотка, включенная в другую фазу питания и создающая ампервитки, равные стандартным ампервиткам управляющей обмотки (рис. 8).

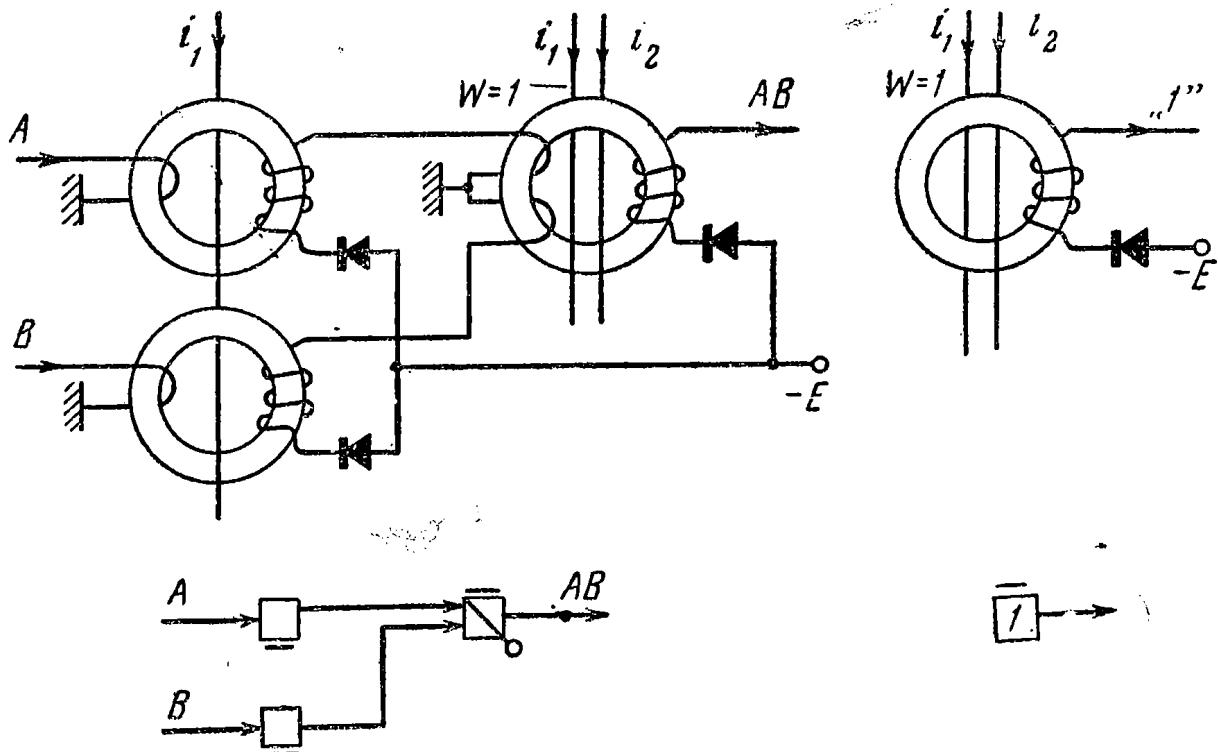


Рис. 8. Схема совпадения и «генератор единиц»

Для получения непрерывной серии импульсов применяется усилитель, у которого одновитковая обмотка другой фазы питания включена положительно — так называемый «генератор единиц» (рис. 8).

§ 3. ОСНОВНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ЯЧЕЙКИ

При построении троичных цифровых схем магнитные усилители соединяются попарно таким образом, что импульс, подаваемый на положительный вход первого усилителя, запрещает второй усилитель, а импульс, подаваемый на положительный вход второго усилителя, запрещает первый усилитель, короче говоря, осуществляется взаимный запрет (рис. 9). Принято, что наличие импульса на первом (верхнем) входе такого троичного элемента обозначает цифру 1, наличие импульса на втором входе — цифру $\bar{1}$, а отсутствие импульсов на обоих входах соответствует цифре 0. При одновременном поступлении импульсов на оба входа также получается «нуль»:

$$1 + \bar{1} = 0.$$

Несмотря на то что импульсы, представляющие отрицательную и положительную единицу, передаются отдельными

усилителями, напряжение на входах троичного элемента имеет форму биполярных сигналов. Например, на верхнем входе положительной единице соответствует сигнал положительной полярности, а отрицательной единице — сигнал отрицательной полярности, наводящийся на обмотке запрета нижнего сердечника.

Взаимная компенсация сигналов в троичном элементе существенно повышает устойчивость его работы: в случае, когда сигналы ни на один из входов не подаются, поступающие на входы элемента паразитные сигналы (помехи) взаимно компенсируются.

В троичных элементах с усилителями, выполняющими логическую операцию «И», взаимная компенсация входных сигналов, как правило, не применяется. В ряде случаев взаимная

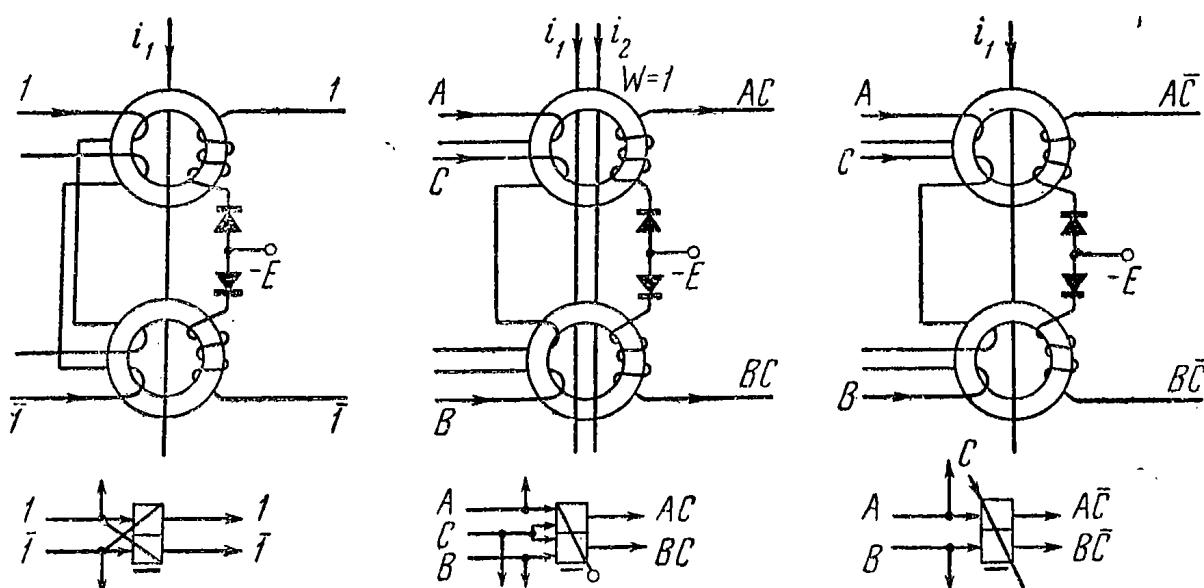


Рис. 9. Основные схемы троичных элементов

компенсация не применяется в элементах с общей обмоткой запрета (рис. 9).

Конструктивно логические элементы машины выполнены в виде ячеек, смонтированных на пластмассовых платках. В зависимости от количества усилителей, размещенных на одной платке, и от выполняемых ими логических функций ячейки разделяются на 18 типов (см. таблицу «Типы логических ячеек»).

Особо следует сказать о ячейке с транзисторным выходом типа «71», предназначеннной для возбуждения соединенных последовательно обмоток запрета нескольких усилителей в тех случаях, когда при отсутствии запрета возможно срабатывание хотя бы двух из этих усилителей одновременно. Ячейка рассчитана на подключение к ее выходу последовательного соединения обмоток запрета не более восьми одновременно срабатывающих усилителей.

Типы логических ячеек

Тип ячейки (шифр)	Логическая схема и реализуемая функция	Примечание
0	$A \cdot B \quad B \cdot \bar{A}$	
00	$A \cdot \bar{B} \quad B \cdot \bar{A}$ $C \cdot \bar{D} \quad D \cdot \bar{C}$	
01	$A \cdot \bar{B} \quad B \cdot \bar{A}$ $A \cdot \bar{B} \quad B \cdot \bar{A}$	Применяется только как раз- ветвитель
02	$A \cdot \bar{B} \quad B \cdot \bar{A}$	
03	$(A+C) \cdot \bar{B} + AC$ $(B+D) \cdot \bar{A} + BD$	
1	$\overline{1} \rightarrow 1$	
11	$\overline{\overline{1}} \rightarrow 1$	

1	2	3
	<p>Diagram 2 illustrates three connection variants for a logic gate:</p> <ul style="list-style-type: none"> Variant 1: Inputs A, B, C, D enter the gate. Output 8 is $(A+B) \bar{C} \bar{D} + AB (\bar{C}+\bar{D})$. Variant 2: Inputs A, B, C, D enter the gate. Output 8 is $(A+B+C) \bar{D} + AB + AC + BC$. Variant 3: Inputs A, B, C, D enter the gate. Output 8 is $A \bar{B} \cdot \bar{C} \bar{D}$. 	Возможны три варианта включения
22	<p>Diagram 22 shows a logic gate with inputs A, B, C, D and outputs 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1. The connections are:</p> <ul style="list-style-type: none"> Input A connects to output 7. Inputs B and C connect to the gate. Input D connects to output 6. Outputs 8 and 6 connect to the gate. Outputs 8 and 6 connect to outputs 5 and 4 respectively. Outputs 5 and 4 connect to the gate. Outputs 5 and 4 connect to outputs 3 and 2 respectively. Outputs 3 and 2 connect to the gate. Output 1 is the final output. 	
23	<p>Diagram 23 shows a logic gate with inputs A, B, C, D and outputs 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1. The connections are:</p> <ul style="list-style-type: none"> Input A connects to output 2. Inputs B and C connect to the gate. Input D connects to output 7. Outputs 5 and 8 connect to the gate. Outputs 5 and 8 connect to outputs 6 and 7 respectively. Outputs 6 and 7 connect to the gate. Output 1 is the final output. 	Недопустима комбинация $A=B=1; C=0$
24	<p>Diagram 24 shows a logic gate with inputs A, B, C, D and outputs 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1. The connections are:</p> <ul style="list-style-type: none"> Input A connects to output 2. Inputs B and C connect to the gate. Input D connects to output 7. Outputs 5 and 8 connect to the gate. Outputs 5 and 8 connect to outputs 6 and 7 respectively. Outputs 6 and 7 connect to the gate. Output 1 is the final output. 	
27	Аналогично „23”, но с выводами для подключения неоновых лампочек	
28	Аналогично „24”, но с выводами для подключения неоновых лампочек	

1	2	3
4	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 A B C D Ā B̄ C̄ D̄</p> <p>AB + AC + AD + BC + BD + CD $(AB + AC + BC) \cdot \bar{D} + ABC$ $AB \cdot \bar{C} \cdot \bar{D}$</p>	Возможны три варианта включения
43	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 A B C Ā B̄ C̄</p> <p>A · C B · C</p>	
44	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 A B C D Ā B̄ C̄ D̄</p> <p>A · B C · D</p>	
47	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 A B Ā B̄</p> <p>A · B A · B̄</p>	
71	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 A B Ā B̄</p> <p>A · B</p>	Применяется для возбуждения обмоток запрета

Г л а в а VII

ОСНОВНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ УЗЛЫ

Управляющие и арифметические схемы машины полностью сконструированы из ячеек с магнитными усилителями описанных выше типов. В качестве примеров, позволяющих получить наглядное представление об используемой технике построения цифровых схем, в данной главе рассмотрены наиболее типичные узлы этих схем.

§ 1. УЗЛЫ УПРАВЛЯЮЩИХ СХЕМ

Характерными узлами управляющих схем машины являются: динамический триггер, переключатель, распределитель импульсов и дешифратор кодов.

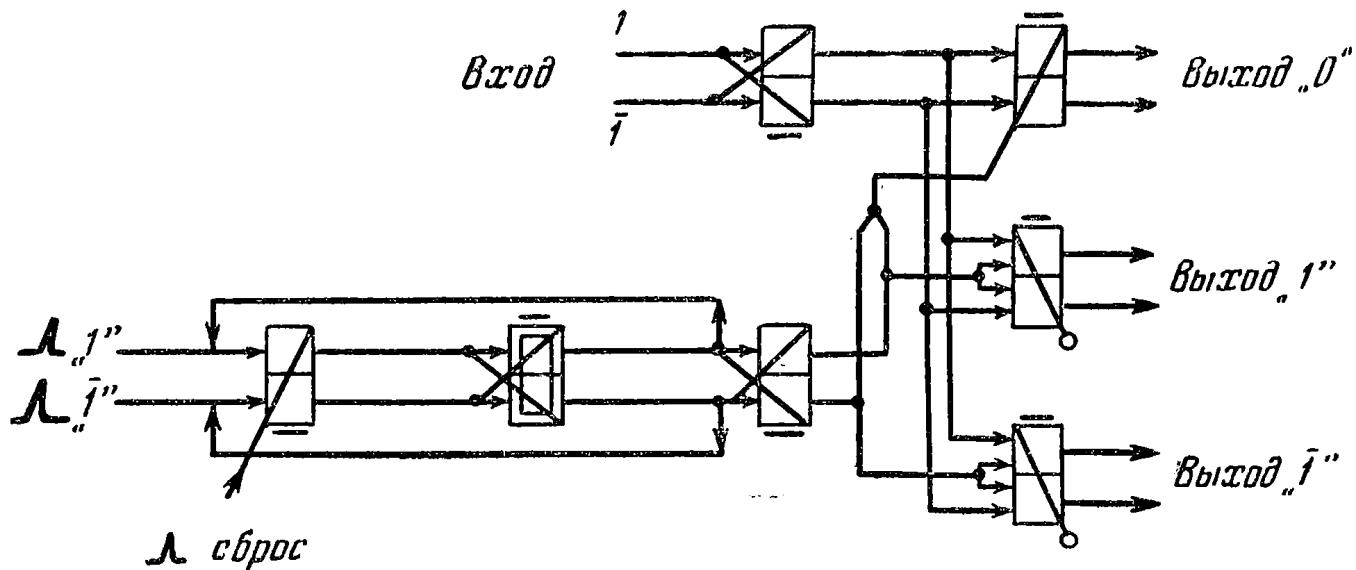


Рис. 10. Триггер и переключатель

Динамический троичный триггер состоит из двух троичных элементов первой и второй фаз питания, соединенных так, что выходы каждого из них подключены к соответствующим входам другого (рис. 10).

Импульс « $\Lambda 1$ », поданный, например, на верхний вход первого элемента, пройдя оба верхних усилителя, через один период частоты питания, благодаря обратной связи снова появится на этом входе и так будет циркулировать до поступления импульса « Λ сброс», которым устанавливается нулевое состояние триггера. Аналогично — подачей импульса « $\Lambda \bar{1}$ » на нижний вход первого элемента — триггер устанавливается в состояние $\bar{1}$. Второй элемент триггера — мощный: работает на входы первого и одновременно третьего элемента, являющегося выходным.

Переключатель изображен на рис. 10 совместно с триггером, который управляет его работой. Троичный код, поступающий на вход переключателя, в зависимости от состояния, в котором находится в это время триггер, проходит на один

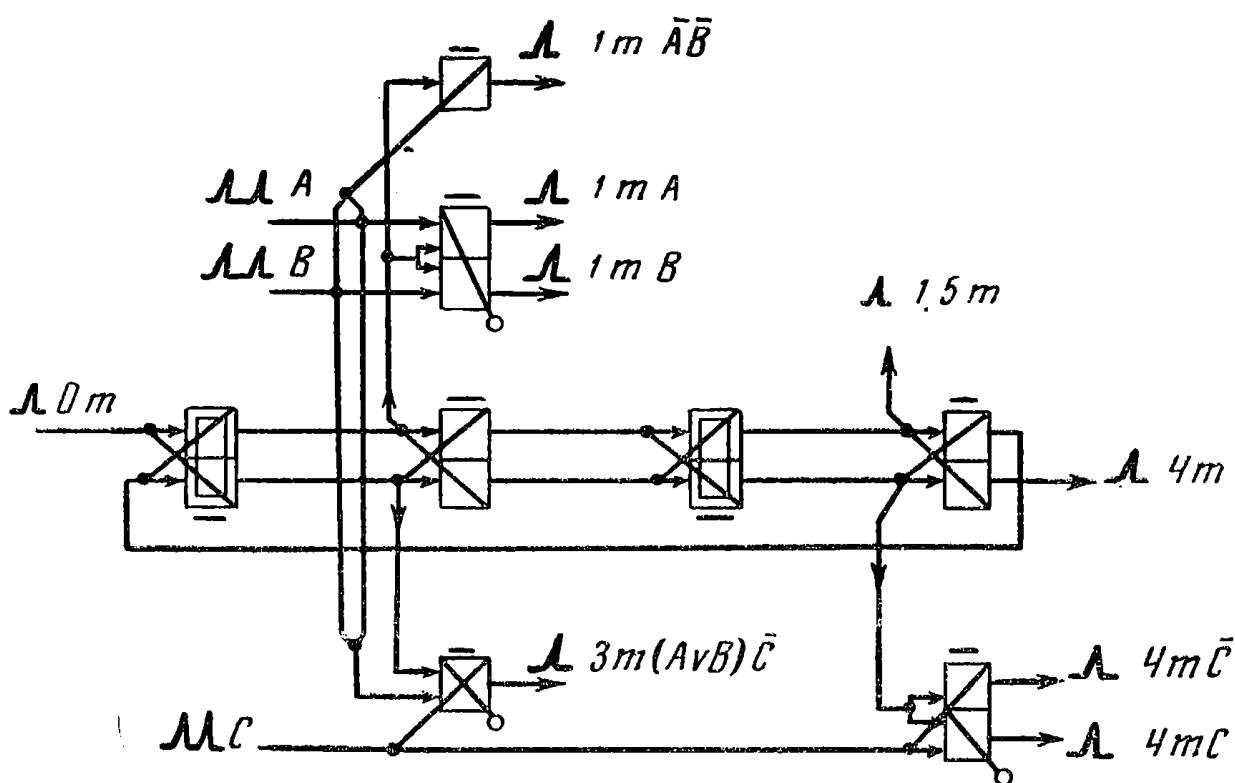


Рис. 11. Звено распределителя импульсов

из трех выходов, которые соответственно состояниям триггера обозначены «выход 0», «выход 1» и «выход $\bar{1}$ ». Другими словами, установкой триггера в одно из трех состояний производится переключение поступающего на вход кода на один из трех выходов переключателя. Трехпозиционный переключатель* является наиболее простым: применив два триггера, можно сделать переключатель на 5 выходов, применив три триггера — на 7 выходов и т. д.

Распределитель импульсов служит для выдачи импульсов в определенной временной последовательности и в зависимости от состояния триггеров, указывающих выполняемую операцию.

На рис. 11 представлена схема звена распределителя импульсов, управляемая сигналами « $\Lambda \Lambda A$ », « $\Lambda \Lambda B$ » и

«ЛЛС», причем «A» и «B» являются выходными сигналами одного и того же троичного триггера, т. е. одновременное существование их исключено. Распределитель представляет собой сдвигающий регистр с ответвлениями. Одиночный импульс, поданный на вход распределителя, сдвигается по регистру, поступая в каждое ответвление с задержкой, пропорциональной числу пройденных ступеней регистра. Момент поступления импульса на вход распределителя условно считается нулевым тактом, прохождение одного усилителя составляет полпериода частоты питания или полтакта — следовательно, на выходе второго усилителя импульс появляется в первом такте, на выходе третьего усилителя — в 1,5 такте, на выходе четвертого — во втором такте и т. д. Импульсы на выходах распределителя появляются в соответствующие этим выходам такты и в зависимости от управляемых сигналов. Например, на выходе $1m \bar{AB}$ импульс появится в первом такте при отсутствии сигналов «ЛЛА» и «ЛЛВ», а на выходе $3m (A \vee B) \bar{C}$ импульс появится в третьем такте, если сигнал «ЛЛС» отсутствует, а сигнал «ЛЛА» или сигнал «ЛЛВ» имеет место. На выходах $1,5m$ и $4m$ импульсы появляются в соответствующих тактах независимо от управляемых сигналов.

Дешифратор кода производит выбор одного из 3^n каналов согласно его номеру, задаваемому в виде n -разрядного троичного числа.

На рис. 12 показан дешифратор двухразрядных троичных кодов. Младшая и старшая цифры кода в виде одиночных импульсов или триггерных сигналов поступают на входы дешифратора одновременно. Соответственно комбинации этих цифр будет возбужден один из девяти выходов дешифратора. При отсутствии импульсов на выходах, т. е. когда обе цифры являются нулями, происходит выдача импульсов на выход 00.

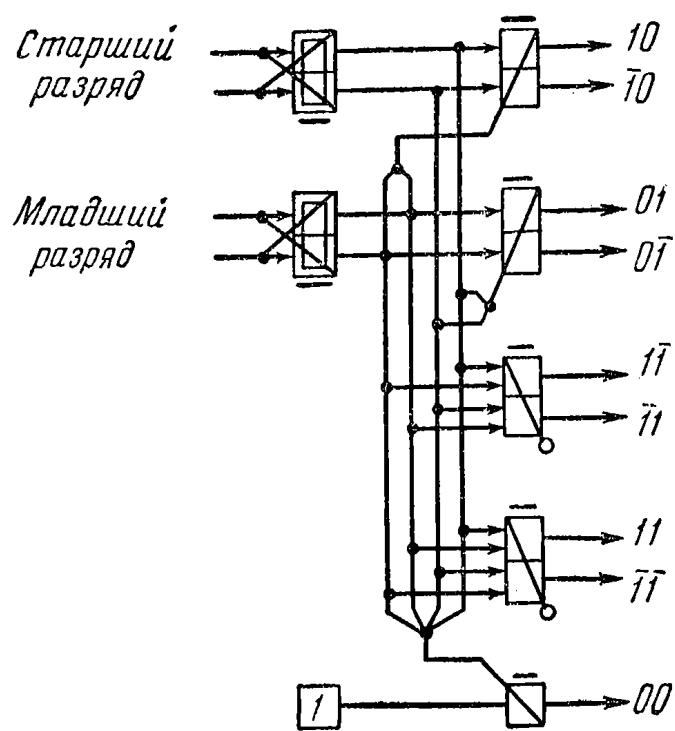


Рис. 12. Дешифратор

§ 2. УЗЛЫ АРИФМЕТИЧЕСКИХ СХЕМ

Наиболее типичными логическими узлами арифметического устройства машины являются: сумматор, счетчик и триггерный регистр со сдвигом влево и вправо.

Основу схем сумматора и счетчика составляет полусумматор (рис. 13), выполняющий операцию поразрядного сложения двух троичных чисел согласно таблице:

1-е слагаемое	0	1	0	$\bar{1}$	0	1	$\bar{1}$	1	$\bar{1}$
2-е слагаемое	0	0	1	0	$\bar{1}$	$\bar{1}$	1	1	$\bar{1}$
Сумма	0	1	1	$\bar{1}$	$\bar{1}$	0	0	$\bar{1}$	1
Перенос	0	0	0	0	0	0	0	1	$\bar{1}$

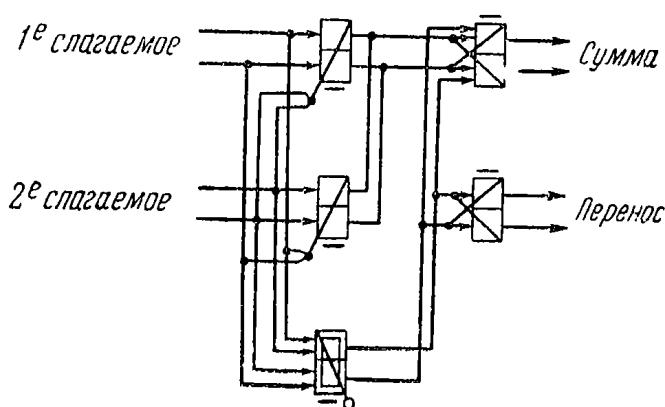


Рис. 13. Полусумматор

Сумматор (рис. 14) состоит из двух полусумматоров. На входы первого полусумматора подаются слагаемые a и b , а на входы второго — частичная сумма с первого полусумматора и задержанные на 1 такт импульсы переноса с первого полусумматора, взаимно-запрещаемые импульсами переноса со второго полусумматора.

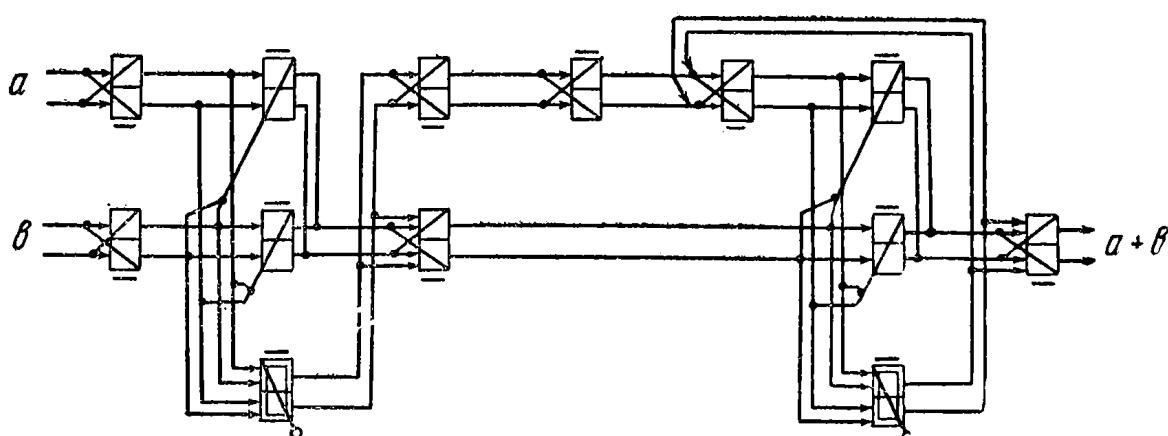


Рис. 14. Троичный сумматор последовательного действия с двумя входами

Слагаемые на входы сумматора подаются последовательно и задержаны на 1 такт импульсы переноса с первого полусумматора, взаимно-запрещаемые импульсами переноса со второго полусумматора.

Слагаемые на входы сумматора подаются последователь-

по цифре за цифрой, начиная с младшего разряда. Цифры соответствующих разрядов суммы появляются на выходе сумматора через 2,5 такта. Сумматор производит алгебраическое сложение чисел.

Троичный счетчик показан на рис. 15. Каждая ступень его представляет собой полусумматор, у которого выходы суммы соединены с соответствующими входами одного из слагаемых, образуя динамический троичный триггер. Входы другого слагаемого являются входами счетчика. Выходы переноса подключаются к соответствующим входам следующей ступени.

Подача импульса на верхний вход счетчика прибавляет к его содержимому положительную единицу, подача импульса

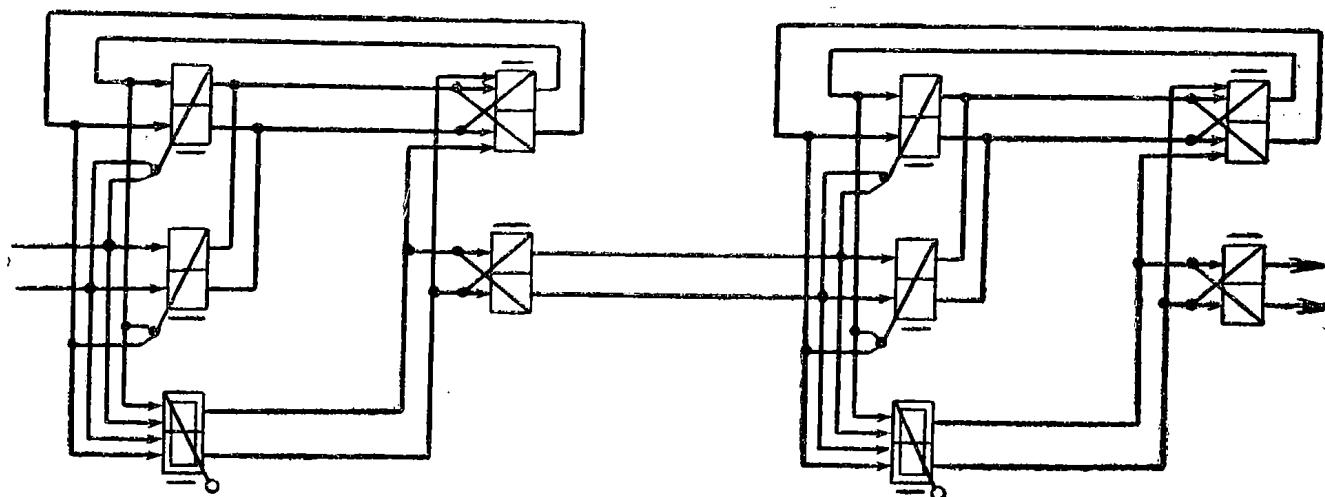


Рис. 15. Троичный счетчик (2 каскада)

на нижний вход прибавляет отрицательную единицу. Если счетчик находится в нулевом состоянии, то первый импульс, поданный на верхний вход, установит тривер младшей ступени в состояние +1, второй импульс, поданный на этот же вход, переведет младший тривер в состояние -1 и, пройдя через выход переноса в следующую ступень, установит ее в состояние +1, третий импульс переведет младшую ступень в состояние 0 и т. д. При этом комбинации состояний триверов счетчика будут выражать последовательные троичные числа: в начальном состоянии 00, затем 01, 11, 10 и т. д.

Подача импульсов на нижний вход счетчика вызовет последовательное убывание накопленного в нем положительного числа, а затем, после перехода через нуль, — накапливание отрицательного числа.

Триверный сдвигающий регистр, трехразрядная секция которого представлена на рис. 16, обеспечивает представление троичного слова состояниями ряда динамических триверов с возможностью визуальной индикации этих состояний

посредством неоновых лампочек, а также позволяет производить сдвиг указанного слова влево и вправо.

Для осуществления сдвига на одну ступень надо подать на соответствующий вход схемы управления регистром импульс «Л сдвиг влево» или «Л сдвиг вправо». При отсутствии импульсов на входах схемы управления регистр работает

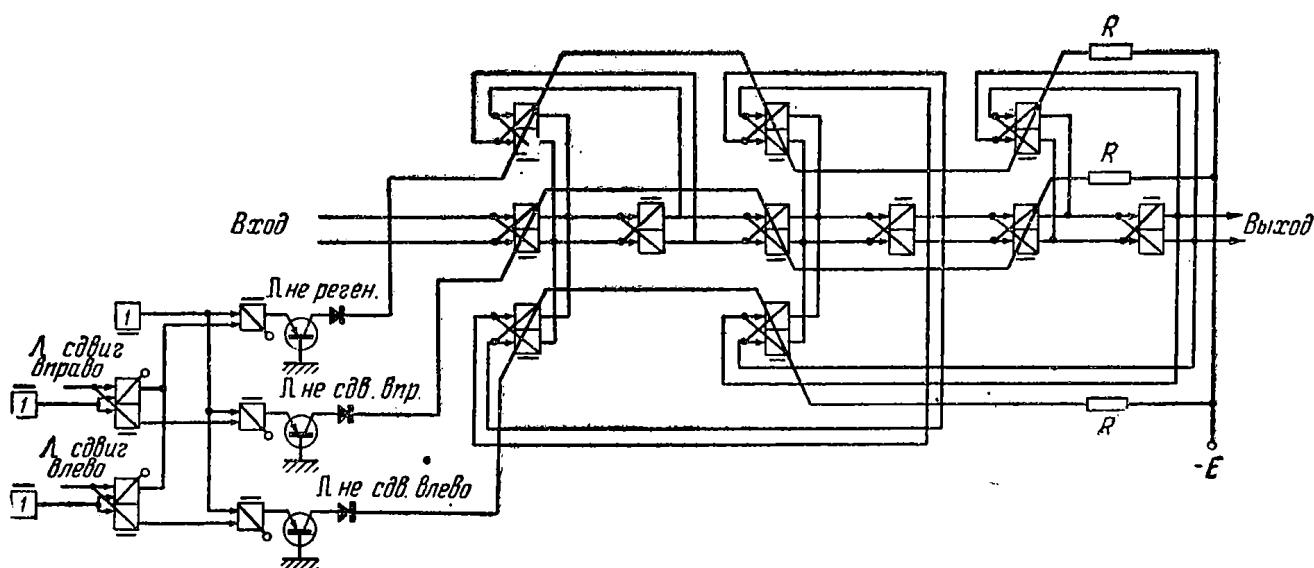


Рис. 16. Триггерный регистр со сдвигом вправо и влево

в режиме регенерации, т. е. в каждой ступени ежетактно регенерируется то состояние, в котором данная ступень находилась в предыдущем такте. Для этого схема управления ежетактно выдает импульсы «Л не сдвиг влево» и «Л не сдвиг вправо», в то время как импульсы «Л не регенерация» не выдаются. Вследствие этого из трех элементов, входы которых подключены к выходному элементу каждой ступени регистра, незапрещенным будет только элемент, принадлежащий этой же ступени и составляющий вместе с выходным элементом динамический триггер.

При поступлении в схему управления импульса, например, «Л сдвиг влево», происходит выдача одного импульса «Л не регенерация» и одновременно не выдается импульс «Л не сдвиг влево», т. е. запрещаются элементы триггеров и снимается запрет с элементов, передающих состояние каждого триггера в соседнюю слева ступень регистра. Если поступил импульс «Л сдвиг вправо», то запрещаются элементы триггеров и снимается запрет с элементов, передающих содержимое триггеров вправо.

Для выполнения сдвига на несколько ступеней подается соответствующее число импульсов сдвига.

Триггерный регистр со сдвигом влево и вправо использован в арифметическом устройстве машины. В других устройствах имеются регистры со сдвигом только вправо, отличающиеся от рассмотренного отсутствием элементов передачи влево и связанной с ними части схемы управления.

Г л а в а VIII

АРИФМЕТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО

Арифметическое устройство предназначено для выполнения операций сложения, вычитания, умножения, поразрядного умножения, сдвига и нормализации. Операции производятся с 18-разрядными троичными числами, у которых запятая фиксирована после второго разряда.

В состав арифметического устройства входят два блока:

1) блок АУ (собственно арифметическое устройство), содержащий сумматор последовательного действия, 18-разрядный триггерный регистр S со сдвигом влево и вправо, счетчик сдвигов, а также схемы, управляющие регистром S и счетчиком сдвигов;

2) блок МУ (блок умножения), содержащий 18-разрядный триггерный регистр множителя R и схему, посредством которой число, поступающее в блок МУ в качестве множимого, перемножается с числом, помещенным в регистр R .

Кроме того, в работе арифметического устройства участвуют переключатели П-1 и П-2, расположенные в центральном устройстве управления.

§ 1. ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ «СЛОЖЕНИЕ», «ВЫЧИТАНИЕ», «ПОРАЗРЯДНОЕ УМНОЖЕНИЕ»

Основу блока АУ составляет регистр результата S с сумматором последовательного действия на входе (рис. 17). Выход регистра S через переключатель П-2 соединен с одним из входов сумматора, вследствие чего получается кольцо с периодом обращения 23 такта (сумматор — 3 такта, регистр — 19, переключатель — 1 такт).

Поступающие в регистр S числа подаются на второй вход сумматора, причем в зависимости от состояния переключателя П-2 подаваемое число либо складывается с числом, на-

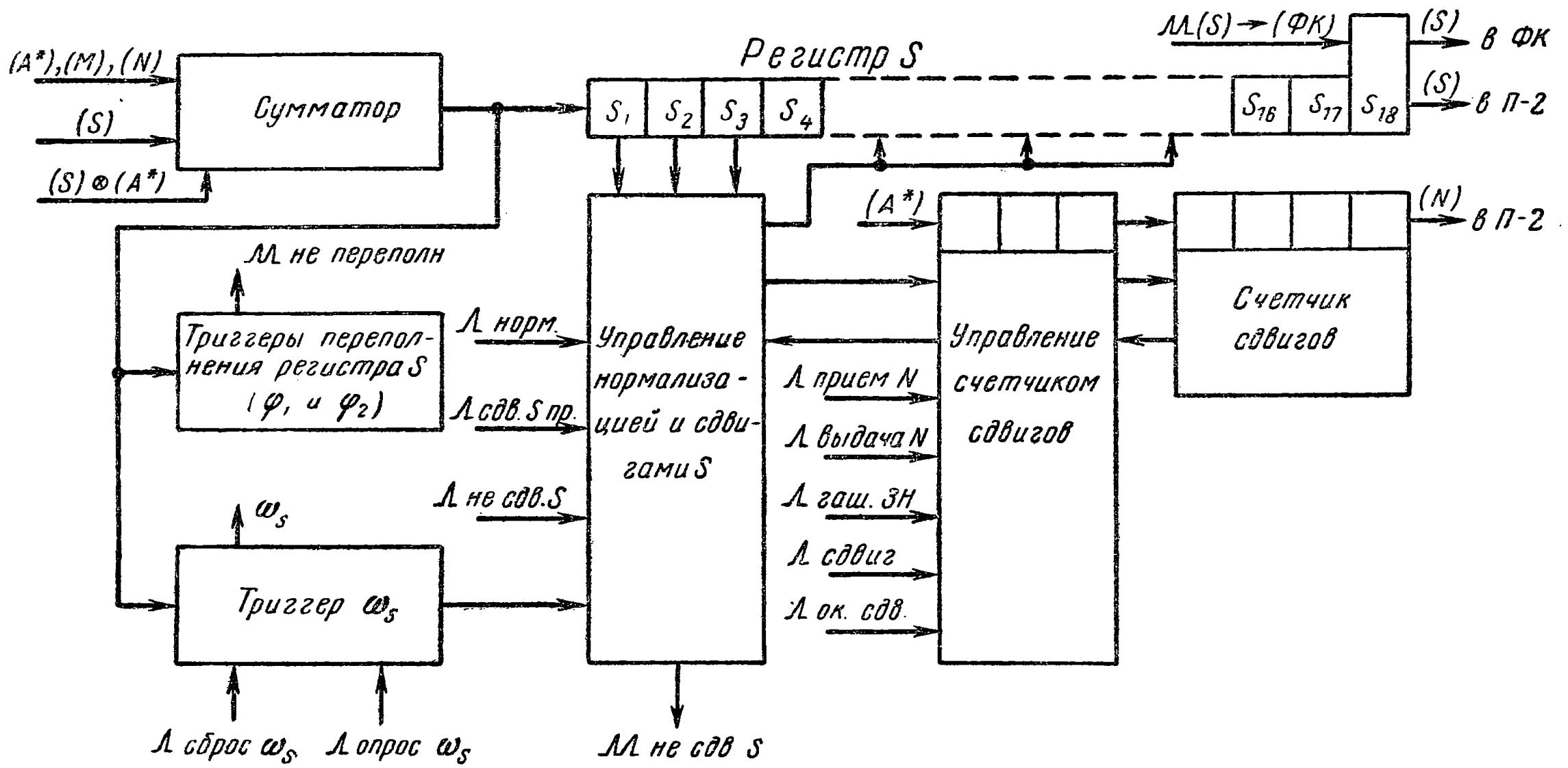


Рис. 17. Блок-схема арифметического устройства

ходящимся в регистре, либо принимается в регистр на место находящегося в нем числа.

Для получения суммы чисел надо установить переключатель П-2 в такое положение, при котором выход регистра S соединен со входом сумматора (т. е. кольцо замкнуто), и произвести в регистре S 23 сдвига вправо так, чтобы содержащееся в нем число оказалось на входе сумматора одновременно с поступлением на его второй вход прибавляемого числа. В сумматоре произойдет сложение чисел, и сумма по окончании 23 сдвигов заполнит регистр S .

Для приема числа в регистр S осуществляются эти же действия, но переключатель П-2 не должен соединять выход регистра со входом сумматора.

При поступлении числа с выхода сумматора на вход регистра S определяется знак этого числа и анализируется возможность переполнения регистра S . Определение знака производится путем запоминания старшей значащей цифры числа посредством триггера ω_S . Перед поступлением числа этот триггер устанавливается в состояние «нуль» импульсом «Л сброс ω_S » и затем последовательно принимает значения всех значащих цифр числа, начиная с младшой. Если число положительно, то его старшей значащей цифрой будет 1, и триггер после прохождения числа сохранит состояние 1. Аналогично после прохождения отрицательного числа состояние триггера ω_S будет 1, а после прохождения числа, равного нулю, — 0. Состояние триггера передается в блок управления в виде сигнала « ω_S » при поступлении из этого блока импульса «Л опрос ω_S », а также используется в схеме управления нормализацией в качестве индикатора того, не равно ли нулю нормализуемое число.

Переполнение регистра S происходит в том случае, когда в результате умножения, сложения или вычитания получается число, абсолютная величина которого превышает $4,5 - 0,5 \cdot 3^{-16}$. При этом появляется значащая цифра или две значащие цифры в разрядах, расположенных левее старшего разряда регистра S . Эти цифры фиксируются триггерами переполнения φ_1 и φ_2 . Если переполнения нет, $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$, то в блок управления выдается сигнал «ЛЛ не переполнение»; если же хотя бы один из триггеров переполнения принял значащую цифру, то выдача этого сигнала прекращается и происходит останов. Для продолжения работы необходимо послать в регистр S число, не вызывающее переполнения, при приеме которого установится состояние $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$.

В зависимости от выполняемой операции для сложения с содержимым регистра S на вход сумматора подается либо число из ячейки A^* оперативной памяти, либо произведение (M) из блока МУ. В случае операции вычитания переклю-

чатель П-1 инвертирует число (A^*) , т. е. на вход сумматора это число поступает с измененным знаком: $-(A^*)$.

Поразрядное умножение чисел также выполняется переключателем П-1: в сумматор поступает готовое произведение $(S) \otimes (A^*)$.

Для передачи чисел в оперативную память регистр S обладает отдельным выходом, который непосредственно соединен со входом регистра оперативного запоминающего устройства. Число поступает на этот выход при наличии сигнала « $\Lambda\Lambda(S) \Rightarrow (\Phi K)$ », выдаваемого центральным устройством управления. Одновременно происходит восстановление содержимого регистра S через переключатель П-2 и сумматор.

§ 2. ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ «НОРМАЛИЗАЦИЯ» И «СДВИГ»

Нормализация чисел осуществляется при помощи схемы, которая приводится в действие импульсом « Λ норм.», поступающим из центрального устройства управления. Схема работает по-разному в зависимости от состояния трех старших разрядов (S_1, S_2, S_3) регистра S и триггера знака ω_S .

1. Если $(S_1) = 0$ и $(S_2) \neq 0$ или если $(\omega_S) = 0$, то находящееся в регистре S число является уже нормализованным и никаких действий производить не надо.

Если $(S_1) \neq 0$, то нормализация производится одним сдвигом влево, причем в счетчик сдвигов N , находящийся в нулевом состоянии, посыпается один положительный импульс.

3. Если $(S_1) = (S_2) = 0$ и $(S_3) \neq 0$, то производится один сдвиг влево и в счетчик N посыпается один отрицательный импульс.

4. Если $(S_1) = (S_2) = (S_3) = 0$, то в зависимости от состояния остальных разрядов регистра S для нормализации числа может потребоваться от 2 до 16 сдвигов влево с подачей соответствующего количества отрицательных импульсов на счетный вход счетчика N . В этом случае импульсом « Λ норм.» запускается триггер схемы, производящий сдвиг влево, который затем работает до поступления значащей цифры в разряд S_3 . Вследствие того что на пути от этого триггера до выходов, непосредственно управляющих сдвигами в регистре S , имеет место временная задержка, сдвиги прекращаются лишь через 2 такта после сброса триггера, и старшая значащая цифра сдвигаемой мантиссы оказывается в разряде S_1 , а не в S_2 , как это требуется по определению нормализованного числа. Поэтому по окончании сдвигов влево из центрального устройства управления поступает второй импульс « Λ норм.» и производится нормализация одним сдвигом вправо по пункту 2. В устройство управления информа-

ция о ходе нормализации выдается в виде импульсов «ЛЛ не сдвиг S », появление которых свидетельствует об окончании сдвигов в регистре S .

По окончании сдвигов мантисса нормализованного числа посыпается из регистра S в ячейку A^* оперативной памяти, а в старшие пять разрядов регистра S поступает из счетчика сдвигов поправка (N) к порядку данного числа. Счетчик сдвигов устанавливается в нулевое состояние. Триггер ω_S принимает значение, соответствующее знаку (N).

При выполнении операции «сдвиг» число (A^*), указывающее направление и количество сдвигов, поступает в схему управления счетчиком сдвигов вместе с импульсом «Л прием N », под действием которого срабатывает схема приема этого числа в счетчик.

Число сдвигов (A^*) представлено 5-разрядным троичным кодом и не может быть полностью принято в четырехразрядный счетчик. Это несоответствие устраняется следующим образом.

Если цифра старшего разряда числа (A^*) нуль, то ее можно не учитывать, и в счетчик принимаются четыре младших разряда.

Если же эта цифра отлична от нуля, то число сдвигов пре-восходит 40 и регистр S должен быть заведомо очищен. В этом случае прием числа в счетчик не происходит, и схема, выполняющая сдвиги, начинает работать при нулевом состоянии счетчика N , а по истечении времени, необходимого для выполнения достаточных для очистки регистра S 18 сдвигов, приходит импульс «Л окончание сдвига», прерывающий работу схемы выполнения сдвигов.

При поступлении числа (A^*) в схему управления счетчиком знак этого числа, определяющий направление сдвигов, фиксируется триггером знака таким же способом, как знак числа, поступающего в регистр S , фиксируется триггером ω_S . Если число (A^*) положительно, то триггер знака принимает состояние 1, и при поступлении импульса «Л сдвиг» сдвиги производятся влево; если же число (A^*) отрицательно, то триггер знака окажется в состоянии 1 и сдвиги будут происходить вправо. Для установки триггера знака в нулевое состояние центральное устройство управления в конце каждого цикла выдает импульс «Л гашение знака».

Счет количества сдвигов производится путем подачи на вход счетчика импульсов, представляющих единицы, знак которых противоположен знаку принятого в счетчик числа (A^*). При этом переход счетчика в нулевое состояние служит указателем того, что предписанное число сдвигов выполнено, и используется для прерывания работы схемы сдвигов. Если же предписанное число сдвигов превышает 18, то

прерывание происходит под действием импульса «Л окончание сдвигов».

После окончания сдвигов необходимо установить триггер ω_S в состояние, соответствующее знаку образовавшегося в регистре S числа, для чего производится прогон этого числа по кольцу: регистр S — переключатель П-2 — сумматор — регистр S .

§ 3. ВЫПОЛНЕНИЕ УМНОЖЕНИЯ

Устройство умножения (блок МУ) производит перемножение чисел при выполнении операций «умножение 0», «умножение 1» и «умножение $\bar{1}$ » (см. систему команд), а также осуществляет операцию «посылка в R ».

Блок-схема устройства умножения приведена на рис. 18. Буквами R_1, R_2, \dots, R_{18} обозначены триггеры регистра R ; знаком \otimes — схемы поразрядного умножения, квадратиками с надписью «1 т» изображены элементы задержки сигналов на 1 такт.

Принимаемый в регистр R множитель подается цифра за цифрой, начиная с младшего 18-го разряда, одновременно на входы всех триггеров регистра. Импульс «Л прием R », поступающий на вход линии задержки за один такт до подачи множителя, последовательно распределяет цифры по триггерам R соответственно их номерам, начиная с 18-го. Выходной сигнал каждого триггера воздействует на вход соответствующей схемы поразрядного умножения через 1 такт после поступления цифры на этот триггер.

Анализ знака числа, посыпанного в регистр R , и выработка признака $\omega(R)$ в случае операции «посылка в R » производятся в центральном устройстве управления.

Перемножение чисел происходит следующим образом. По мере поступления множимого, которое также подается цифра за цифрой, начиная с 18-го разряда, на выходах схем поразрядного умножения появляются произведения множимого на отдельные разряды множителя. Вследствие того что подача множимого на входы схем поразрядного умножения производится с задержкой на один такт от разряда к разряду, произведения на выходах этих схем появляются с соответствующим сдвигом во времени, и их взаимное расположение получается таким, как при умножении многозначных чисел «столбцом» с помощью карандаша и бумаги. Результат умножения получается суммированием сдвинутых поразрядных произведений. Суммирующая схема состоит из трех ступеней: в первой ступени использовано шесть трехходовых сумматоров, во второй степени — два трехходовых сумматора, в третьей степени — один сумматор с двумя входами. Общее время задержки в суммирующей схеме составляет 8 тактов.

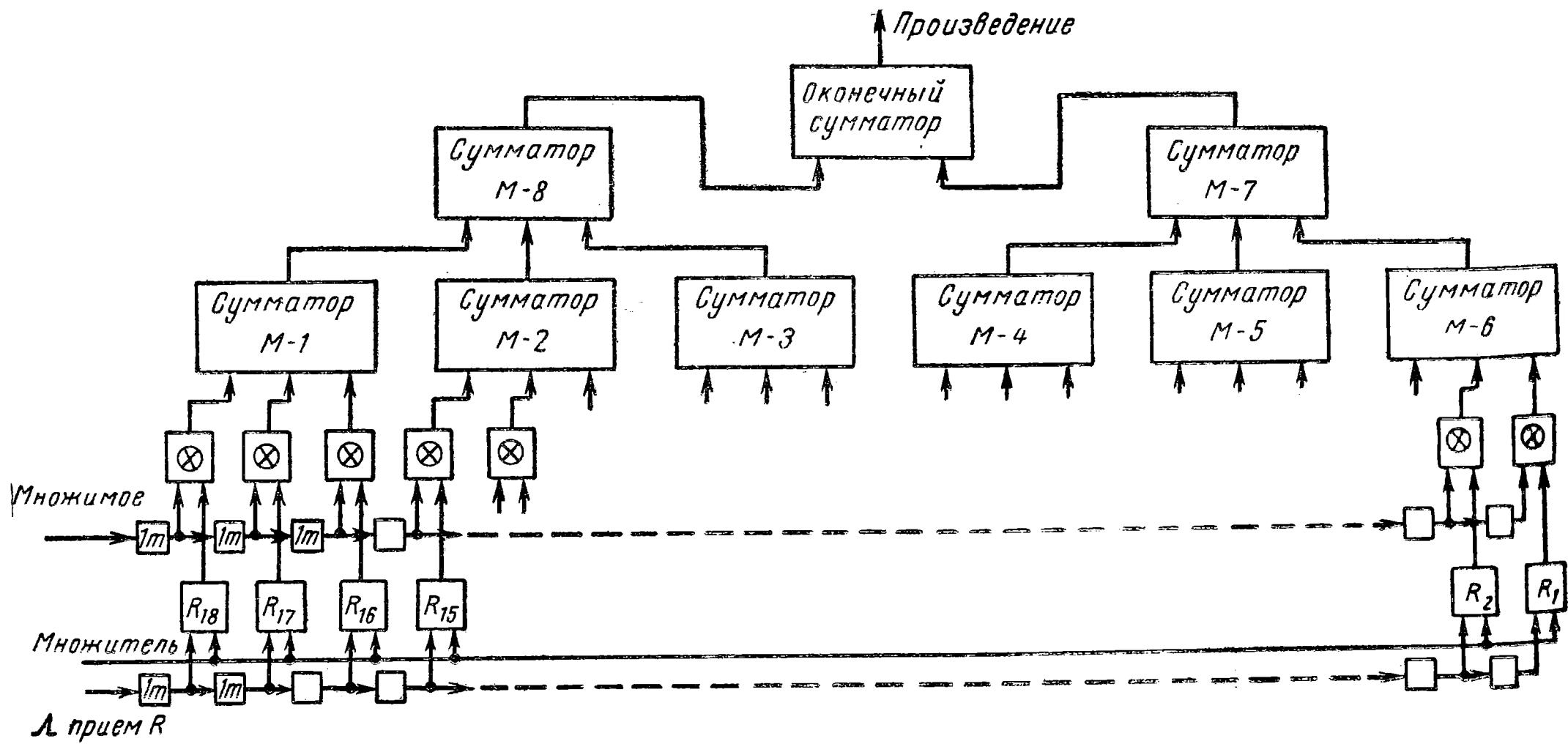


Рис. 18. Блок-схема устройства умножения

Иллюстрацией умножения троичных чисел при помощи описанной схемы может служить следующий пример:

$$\begin{array}{r}
 \times \frac{10, \overline{110\bar{1}10\bar{1}10\bar{1}10\bar{1}10\bar{1}}}{10, \overline{1\bar{1}01\bar{1}01\bar{1}01\bar{1}01\bar{1}01}} \quad (M) \\
 \hline
 10, \overline{110\bar{1}10\bar{1}10\bar{1}10\bar{1}10\bar{1}} \quad (M \times R_{18}) \\
 000 \quad 0000000000000000 \quad (M \times R_{17}) \\
 + \overline{101\bar{1}} \quad 01\bar{1}01\bar{1}01\bar{1}01\bar{1}01 \quad (M \times R_{16}) \\
 \dots \quad \dots \dots \dots \\
 \dots \quad \dots \dots \dots \\
 \hline
 \overline{101\bar{1}01\bar{1}01\bar{1}01\bar{1}01} \quad (M \times R_1) \\
 \overline{101,1000011\bar{1}01\bar{1}1110} \quad \overline{01\bar{1}01\bar{1}1101\bar{1}1110\bar{1}} \quad (M \times R) \\
 \underbrace{\Phi_1}_{\quad} \quad \underbrace{S}_{\quad} \quad \text{отбрасываемые разряды}
 \end{array}$$

Произведение 18-разрядных троичных чисел получается 36-разрядным, причем так как у сомножителей запятая фиксирована после второго разряда, то четыре разряда произведения оказываются слева от запятой и 32 справа. При приеме произведения в регистр S 16 младших разрядов отбрасываются, а два старших являются разрядами переполнения Φ_1 и Φ_2 .

Г л а в а IX

ЦЕНТРАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ

Основными функциями центрального устройства управления являются: формирование адреса очередной команды, выборка команды из оперативной памяти, модификация адресной части команды, выборка и запись чисел согласно указанному в команде адресу, дешифрирование кода операции и выдача последовательности сигналов, организующих работу блоков машины для отработки выполняемой команды. Кроме того, выполнение таких операций, как условные и безусловные переходы, посылка в F , сложение в F , запись из F и из C , полностью осуществляется устройством управления.

Устройство управления состоит из двух блоков: УУ-1 и УУ-2.

В блоке УУ-1 находятся триггеры и дешифраторы кода операции, переключатели П-1 и П-2, триггер ω и первая часть распределителя импульсов.

В блоке УУ-2 расположена вторая часть распределителя импульсов, арифметическая часть устройства управления, включающая сумматор, регистры C , F и обслуживающий их переключатель, схема, организующая выполнение команд, связанных с магнитным барабаном или с внешними устройствами, а также схемы пуска и останова машины.

Регистр адреса и дешифраторы адреса размещены в блоке управления кубом памяти (УК).

§ 1. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ

Основу устройства управления составляет распределитель импульсов, одно из звеньев которого было описано в главе «Основные логические узлы». Блок-схема распределителя импульсов представлена на рис. 19. Каждый квадратик на этой схеме обозначает элемент задержки сигнала на 1 такт. Число

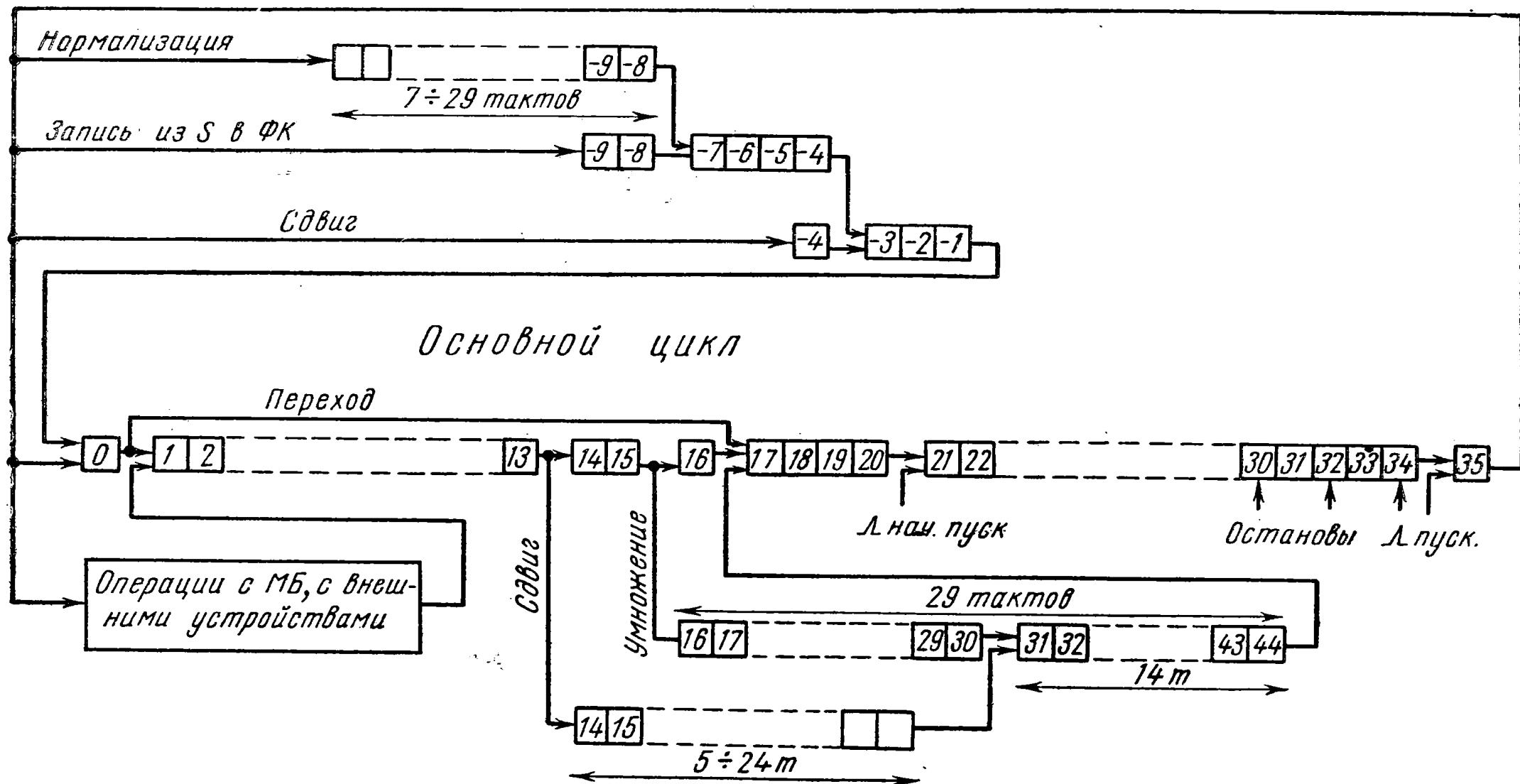


Рис. 19. Блок-схема распределителя импульсов

сла в квадратах являются номерами тактов цикла той или иной операции. Нулевым считается начальный такт основного цикла, соответствующего операциям, выполнение которых занимает 36 тактов, или 180 мксек.

На протяжении первой половины основного цикла в соответствии с кодом выполняемой операции распределитель выдает импульсы, производящие чтение (или запись) чисел, установку в нужное положение переключателей П-1 и П-2, сброс триггера ω_S , запуск сдвигов содержимого регистра S вправо и другие действия, составляющие начало операции. Одновременно осуществляется формирование адреса очередной команды.

Во второй половине основного цикла происходит выборка очередной команды из оперативной памяти и прием ее в регистр K (т. е. на триггеры кода операций и в регистр адреса) с одновременной модификацией адресной части, если $\pi_F \neq 0$ а также производится выдача импульсов, завершающих выполняемую операцию, как-то: «Л сброс П-1, П-2», «Л опрос ω_S », «Л не сдвиг S » и др.

Оконечный участок основного цикла связан с работой схем, осуществляющих остановы при переполнении регистра S , по команде «останов», по заданному адресу, под действием кнопки «останов» или ключа «однотактный режим» на пульте управления. При наличии любого из остановов прохождение импульса по оконечному звену распределителя оказывается запрещенным и работа машины прерывается. Для того чтобы продолжить работу, необходимо подать в распределитель импульс «Л пуск», который формируется при нажатии кнопки «пуск» на пульте управления.

При выполнении операций, не укладывающихся в основной цикл, в кольцо распределителя импульсов включаются дополнительные участки, причем для нумерации тактов на участках, предшествующих нулевому элементу основного цикла, применяются отрицательные числа. В случае операций сдвига и нормализации длительность задержки на дополнительных участках зависит от количества сдвигов, производящихся в регистре S при выполнении этих операций с конкретными числами. Поэтому длительность цикла у этих операций получается переменной: цикл нормализации может включать от 50 до 72 тактов (250—360 мксек), цикл операции сдвиг — от 56 до 75 тактов (280—375 мксек). Цикл умножения на 28 тактов больше основного цикла и составляет 72 такта (320 мксек). Цикл операции «запись из S в ФК» больше основного на 9 тактов и составляет 45 тактов (225 мксек).

При выполнении операции безусловного перехода или условного перехода, когда переход осуществляется, происходит сокращение основного цикла: так как не надо форми-

ровать адрес очередной команды, то первую половину цикла можно пропустить и от нулевого такта сразу перейти к 17-му. При этом длительность цикла уменьшается до 25 тактов (100 мксек).

§ 2. АРИФМЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ

Второй важной частью центрального устройства управления является его арифметическая часть, выполняющая формирование адреса, прием и модификацию команды, а также операции, связанные с регистрами C и F . Блок-схема этой части, отражающая в основном логическую структуру всего устройства управления, изображена на рис. 20. Главными узлами ее являются три 5-разрядных триггерных регистра со сдвигом вправо (регистр адреса, регистры C и F), сумматор

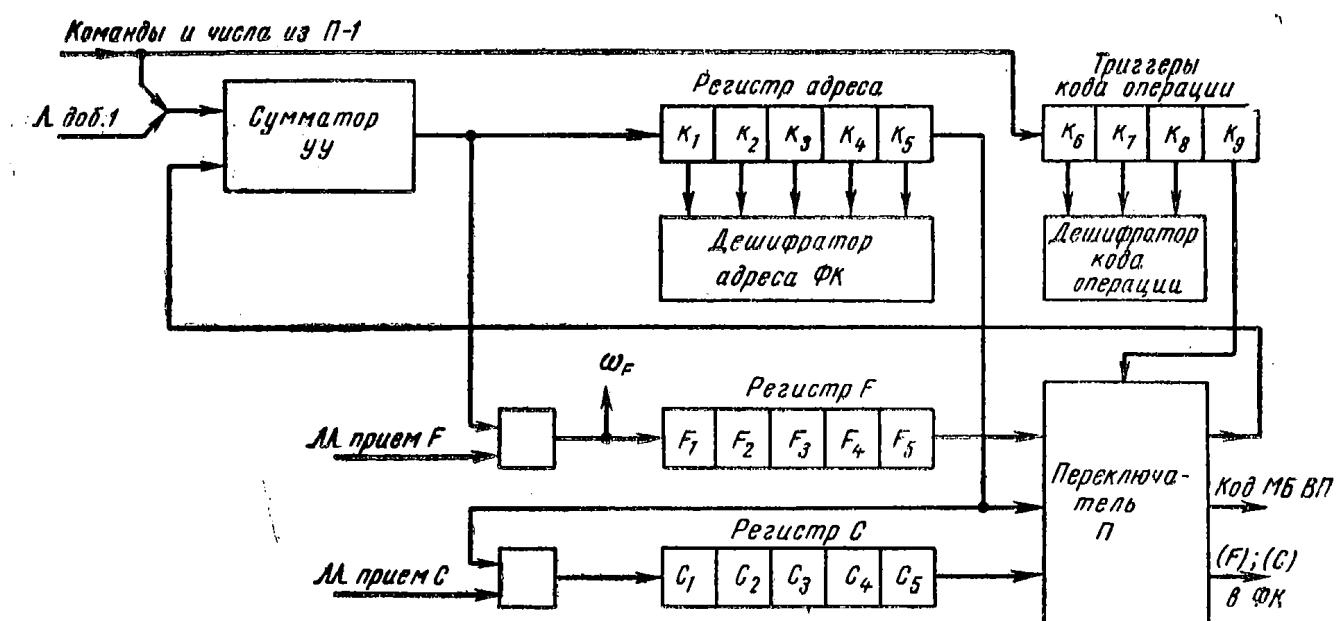


Рис. 20. Блок-схема арифметической части устройства управления

последовательного действия с двумя входами и переключатель Π , соединяющий выходы регистров со входом сумматора, а также с оперативной памятью, с блоком управления магнитным барабаном и с блоком управления выводом данных. При выполнении основных операций эти узлы действуют следующим образом.

Формирование адреса очередной команды начинается тем, что происходит запуск сдвигов в регистре C (и одновременно в F , так как схема управления сдвигами в C и в F общая) вправо, и переключатель Π устанавливается в положение, при котором выход регистра C соединен со входом сумматора. Адрес выполняемой команды из регистра C поступает на вход сумматора, причем одновременно с его младшей цифрой из распределителя импульсов на второй вход сумматора подается импульс « Λ добав. 1», а через такт после этого в сум-

маторе импульсом «Л запрет 1» блокируется цепь образования цифры 1, возникающей в случае сложения единицы с единицей. Таким образом, адрес очередной команды образуется по правилу: если в младшем разряде исходного адреса стоит нуль, то прибавляется единица, а если в младшем разряде — единица, то прибавляется двойка.

По мере появления сформированного адреса на выходе сумматора происходит прием его в регистр адреса, для чего в этом регистре осуществляются пять сдвигов вправо. Адрес находится в регистре адреса до тех пор, пока не произойдет чтение определяемой им очередной команды, после чего этот адрес передается в регистр С, откуда может быть направлен в сумматор для формирования адреса следующей команды уже описанным способом.

Прием команды, поступающей из оперативной памяти, происходит в следующем порядке. Под действием импульса «Л прием КО» четыре младших разряда команды принимаются на триггеры кода операции. Пять старших разрядов, составляющих адресную часть, направляются через переключатель П-1 на вход сумматора и далее в регистр адреса.

Ко времени поступления адресной части команды на вход сумматора переключатель устанавливается в соответствии с принятым на триггер K_9 признаком модификации π_F так, что на второй вход сумматора поступает из регистра F число $+(F)$, если $\pi_F=1$ или число $-(F)$, если $\pi_F=\bar{1}$.

Таким образом, адресная часть принимается в регистр адреса уже модифицированной соответственно прибавлением или вычитанием содержащегося в регистре F числа. По окончании приема адресной части в регистр адреса она в зависимости от кода операции служит адресом для чтения или записи чисел или используется для передачи управления.

В случае операций с магнитным барабаном и с внешними устройствами адресная часть поступает на переключатель, посредством которого четыре младших разряда ее направляются в блок управления барабаном (УБ) или в блок управления выводом (УП), а старший разряд, обозначающий зону оперативной памяти, поступает снова на вход сумматора. Одновременно на второй вход сумматора подаются три импульса, составляющие код 01110, который в сумме со старшей цифрой адресной части образует начальный адрес оперативной памяти для работы с барабаном или внешними устройствами, т. е. 01110, или 11110, или $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}0$.

После того как по данному адресу произойдет чтение (или запись), его необходимо заменить адресом следующей по порядку короткой ячейки памяти, т. е. прибавить к нему единицу, а затем двойку, затем снова единицу и т. д. Для этого адрес каждый раз передается по кольцу из регистра адреса

через переключатель и сумматор снова в регистр адреса, а на сумматор в соответствующие моменты производится подача импульсов « Λ доб. 1» и « Λ запрет 1». Процесс прерывается либо сигналами « Λ ок. ввода» или « Λ ок. вывода», поступающими из блоков УВ и УП, либо после того, как в результате очередного прибавления будет получен начальный адрес следующей зоны, указывающий на то, что все адреса данной зоны перебраны.

Операции, связанные с регистром F , выполняются следующим образом. Пять старших разрядов выбранного из оперативной памяти числа (A^*) поступают на вход сумматора через переключатель П-1 тем же путем, что и адресная часть команды. На второй вход сумматора подается содержимое регистра F или регистра C в зависимости от выполняемой операции:

$$(F) + (A^*) \Rightarrow (F) \text{ или } (C) + (A^*) \Rightarrow (F).$$

В случае операции «посылка в F » подача числа на второй вход сумматора не производится. Результат с выхода сумматора принимается в регистр F , причем знак результата фиксируется триггером ω для использования в операциях условного перехода.

При записи из регистра F или из регистра C в оперативную память выход соответствующего регистра соединяется со входом регистра оперативного запоминающего устройства посредством переключателя P .

В случае записи из регистра F выход этого регистра, кроме того, соединяется со входом сумматора для того, чтобы записываемое число прошло через схему определения знака, так как должен быть выработан признак $\omega(F)$.

При выполнении операций условного перехода производится сопоставление состояния триггера ω с кодом выполняемой операции Θ . Сигнал « $\Lambda\Lambda$ передача управления», осуществляющий в распределителе импульсов переключение с нулевого такта на семнадцатый такт, выдается в случае, если $\Theta=010$ и $\omega=0$, или $\Theta=011$ и $\omega=1$, или $\Theta=01\bar{1}$ и $\omega=\bar{1}$, а также в случае безусловной передачи управления.

§ 3. СХЕМА ПУСКА

Пуск машины производится путем подачи в распределитель импульсов устройства управления одиночного синхронного с тактом машины импульса. Этот импульс выдается схемой пуска (рис. 21), которая срабатывает при нажатии на одну из пусковых кнопок пульта управления — «пуск», «начальный пуск», «команда ПУ». При нажатии на кнопку «пуск» одиночный импульс « Λ пуск» подается на начало распределителя импульсов.

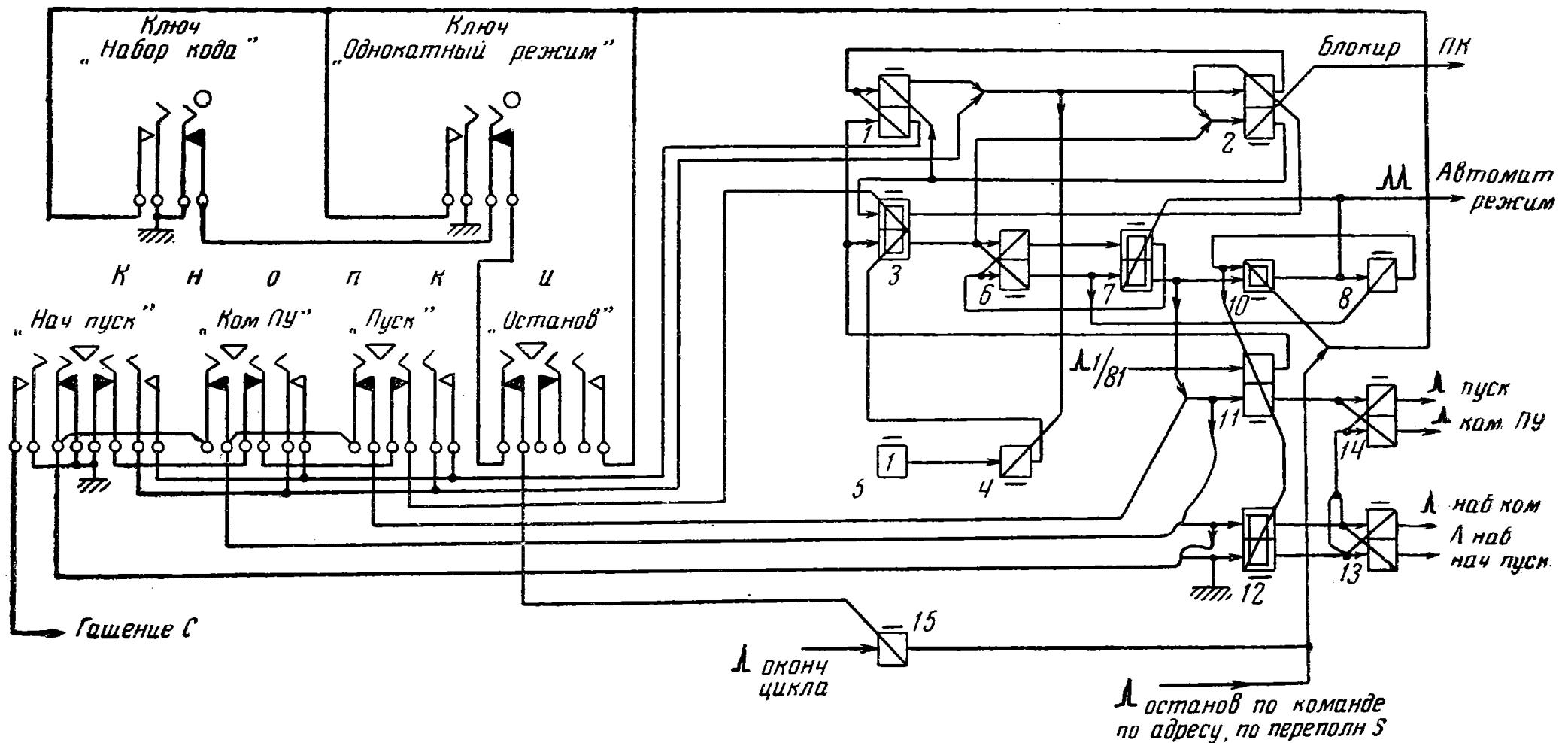


Рис. 21. Схема пуска

При нажатии на кнопку «команда ПУ» схема пуска выдает импульсы по двум каналам:

1) импульс «Λ набор команды» для считывания набранного ключами на пульте управления кода команды;

2) импульс «Λ команда ПУ» в секцию распределителя импульсов, осуществляющую прием команды.

При нажатии на кнопку «начальный пуск» импульсы также выдаются по двум каналам:

1) импульс «Λ набор начального пуска» для считывания закоммутированного в машине кода 000011000 команды начального ввода;

2) импульс «Λ команда ПУ» в секцию распределителя импульсов, осуществляющую прием команды.

Кроме того, при нажатии кнопки «начальный пуск» производится замыкание на землю линии «ЛЛ сдв. С», благодаря которому происходит гашение регистра С, т. е. установка всех триггеров этого регистра в нулевое состояние.

Каждая выдача импульса под действием пусковых кнопок сопровождается (при условии, что ключи «однотактный режим» и «набор кода» не включены) запуском триггера «автоматический режим» (ячейки 8, 10 на рис. 21). Этот триггер блокирует вход и выход схемы пуска, так что выдача импульсов нажатием пусковых кнопок становится невозможной до сброса триггера. Сброс осуществляется при остановке машины (по команде, по адресу, по переполнению регистра S, кнопкой «останов» и ключами «однотактный режим» или «набор кода»). Таким образом, пока машина работает в автоматическом режиме, схема пуска блокирована и пусковые кнопки не действуют. Если включен ключ «однотактный режим» или ключ «набор кода», то триггер «автоматический режим» запущен быть не может, и схема пуска при выдаче импульсов не блокируется.

Формирование одиночных импульсов при нажатии пусковых кнопок осуществляется схемой синхронизации (рис. 21, ячейки 1—7). На вход этой схемы через верхний элемент ячейки 11 (условно обозначим его элемент 11в) подаются импульсы серии «Λ 1/81», полученные четырехкратным делением тактовой частоты на 3, благодаря чему период следования их равен 81 такту. Если триггер «автоматический режим» сброшен, то импульс «Λ 1/81» проходит через элемент 11в на входы элементов 1н и 3н, т. е. на входы нижних элементов ячеек 1 и 3.

В исходном состоянии (до нажатии на пусковую кнопку) элемент 3н запрещен ячейкой 4, поэтому импульс «Λ 1/81» проходит только через элемент 1н. При нажатии любой пусковой кнопки выход элемента 1н подсоединяется к положительному входу элемента 2в и к отрицательному входу ячейки 4. Элементы 1в и 2в образуют триггер (назовем его пер-

вым триггером), который при нажатии пусковой кнопки запускается импульсом «Л 1/81», поступившим через элемент 1_n .

Этот триггер запрещает элемент 1_n и ячейку 4, вследствие чего для очередного импульса «Л 1/81» элемент 1_n оказывается закрытым, а элемент 3_n — открыт. Пройдя через элемент 3_n , очередной импульс «Л 1/81» поступает на выход схемы в качестве одиночного синхронного с тактом машины импульса n , кроме того, производит запуск второго триггера, состоящего из элементов 2_n и 3_v .

Второй триггер запрещает элементы 1_v и 2_v , составляющие первый триггер, который при этом сбрасывается и не может быть запущен последующими импульсами «Л 1/81» до сброса второго триггера. Сброс второго триггера происходит в результате замыкания запрещающей обмотки элемента 3_v при отпускании нажатой кнопки.

Таким образом, при нажатии кнопки запускается первый триггер, пропускающий импульс «Л 1/81» на выход и на запуск второго триггера, блокирующего прохождение последующих импульсов, а при отпусканье кнопки происходит сброс второго триггера, и схема принимает исходное состояние.

Аналогичная схема используется для синхронизации с тактом машины импульсов, поступающих от устройств ввода-вывода.

Выдаваемый схемой синхронный одиночный импульс с выхода элемента 6_v поступает на элемент 7_v , запрещаемый триггером «автоматический режим», т. е. в случае, когда машина работает в автоматическом режиме, дальнейшее прохождение этого импульса невозможно.

При сброшенном триггере «автоматический режим» импульс проходит элемент 7_v и после повторения элементами 6_n и 7_n подается на запуск триггера «автоматический режим» и на входы элементов 11_n , 12_n и 12_v . Вход каждого из этих элементов блокирован нормально замкнутыми контактами одной из пусковых кнопок, поэтому импульс проходит только через элемент, соответствующий нажатой кнопке, т. е. при нажатии кнопки «пуск» — через элемент 11_n , при нажатии кнопки «команда ПУ» — через 12_v , при нажатии кнопки «начальный пуск» — через 12_n .

Сброс триггера «автоматический режим» производится импульсом «Л останов», который подается на запрет элемента 10 в одном из последних тактов цикла распределителя импульсов при условии, что принятая в устройство управления очередная команда является командой останова, или если выполнены заданные на пульте управления условия останова по адресу, или если произошло переполнение регистра S , или если произведен останов машины кнопкой «останов» или ключами «однотактный режим» или «набор кода». При нажатии

на кнопку «останов», так же как и при включении ключей «однотактный режим» или «набор кода», происходит размыкание одного из трех нормально замкнутых контактов, последовательным соединением которых блокирован элемент 15, передающий импульс «Л окончание цикла» на сброс триггера «автоматический режим». Кроме того, при нажатии кнопки «останов» и при включении ключа «однотактный режим» или «набор кода» триггер «автоматический режим» блокируется замыканием контактов кнопки или этих ключей, подключенных параллельно отрицательному входу ячейки 10.

§ 4. СХЕМА ОСТАНОВА

Схема останова приведена на рис. 22. Схема осуществляет прерывание автоматической работы машины и выдает импульс «Лостанов» для сброса триггера «автоматический режим» при всех разновидностях останова:

- 1) останов по команде,
- 2) останов по переполнению регистра S ,
- 3) останов по заданному на пульте адресу,
- 4) останов кнопкой «останов» или ключами «однотактный режим» или «набор кода».

Прерывание автоматической работы во всех этих случаях производится в конце цикла выполняемой операции, т. е. машина останавливается при переходе от выполненного цикла к следующему за ним циклу. Точнее, прерывание осуществляется на оконечном участке распределителя импульсов, соответствующем тaktам основного цикла с 30-го по 34-й.

На вход этого участка (элемент 10 верхн. на рис. 22) поступает импульс «Л окончание цикла», обозначающий 29-й такт основного цикла. В случае, когда останов не производится, прохождение этого импульса по участку происходит через элементы $10в-9н-30в-13в-14в-17н-14н-15н-16н-18в$ с общей задержкой 5 тактов, причем элемент $18в$ выдает импульс «Л 34 такт», используемый в качестве начального импульса следующего цикла. В тех случаях, когда имеет место останов, импульс «Л ок. цикла» не проходит до конца участка и импульс «Л 34 такт» не выдается; вместо него схема выдает импульс «Л останов», сбрасывающий триггер «автоматический режим». Система блокирования импульса «Л 34 такт» и выдачи импульса «Л останов» работает по-разному в зависимости от вида останова.

При останове по команде или по переполнению регистра S прекращается подача постоянно действующей на элемент $16н$ серии импульсов «ЛЛ не стоп», вследствие чего импульс, поступающий с элемента $15н$, воспринимается не нижним, а верхним элементом ячейки 16 и через элемент $15в$ направляется на сброс триггера «автоматический режим».

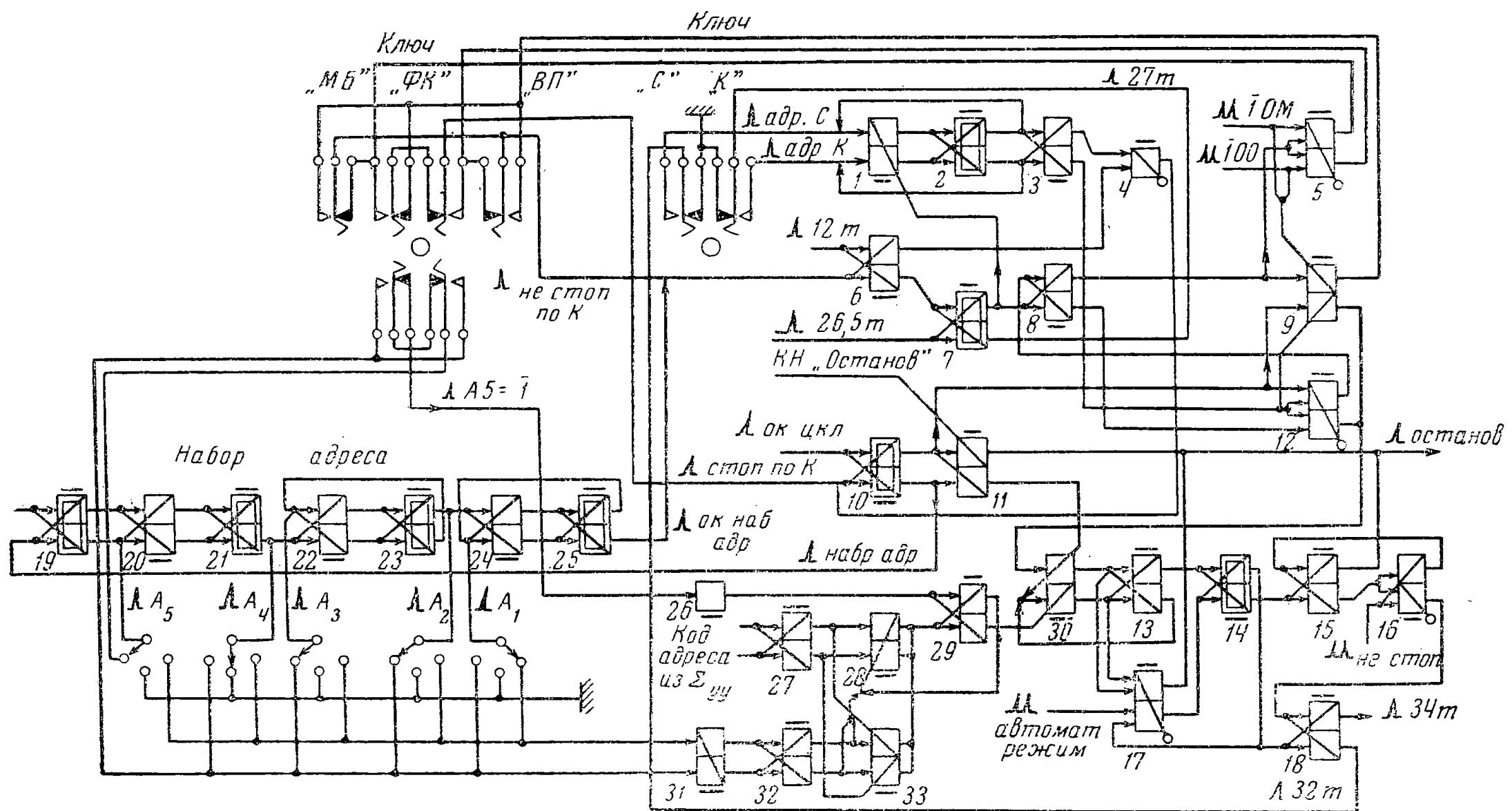


Рис. 22. Схема останова

При останове кнопкой «останов» или ключом «однотактный режим» или «набор кода» размыкается цепь, блокирующая элемент 11в (на рис. 21 элемент 15) и импульс «Λ ок. цикла» проходит через этот элемент на сброс триггера «автоматический режим». Наличие импульсов триггера «автоматический режим» на входе элемента 17н является необходимым условием прохождения через этот элемент импульса, поступающего затем на начало нового цикла, поэтому сброс триггера «автоматический режим» в данном случае означает также блокирование выдачи импульса «Λ 34 такт».

При останове по заданному адресу выдача импульса «Λ останов» и блокирование выдачи импульса «Λ 34 такт» производятся при условии совпадения кода, набранного ключами «набор адреса» на пульте управления с кодом, поступающим из сумматора устройства управления.

Останов может быть произведен по совпадению набранного кода с кодом адреса команды, т. е. с кодом, находящимся в регистре С, и по совпадению набранного кода с модифицированным кодом адресной части команды, находящимся в регистре К. Кратко первый вид останова называется «остановом по С», а второй вид — «остановом по К». Вид останова задается установкой в соответствующее положение ключа «С-К» на пульте. При нейтральном положении этого ключа схема останова выключена.

При «останове по К», кроме задания набором кода адресной части, указывается тип команды, на которой должен произойти останов, причем имеются в виду три типа команд: «МБ» — относящиеся к магнитному барабану, «ВП» — команды ввода и вывода, «ФК» — прочие команды. Для указания типа команды на пульте имеется ключ «МБ-ФК-ВП». Положение этого ключа имеет значение только при «останове по К» и не оказывает никакого влияния на «останов по С».

Аппарат «останова по С» включается установкой ключа «С-К» в положение «С» и действует следующим образом. В конце каждого цикла импульс «Λ 32 такт», пройдя через контакты ключа «С-К», запускает состоящий из элементов 1в и 2в триггер «адрес С», благодаря которому импульс, поступающий в 12-м такте, проходит через элемент 4, на считывание набора адреса и на запуск триггера, образованного элементами 30н и 13н.

Считанный с набора код поступает на вход схемы сравнения кодов, выполненной на ячейках 27—33, одновременно с поступлением на второй ее вход кода адреса очередной команды. Если сравниваемые коды не совпадают, то на выход схемы сравнения будет выдан хотя бы один импульс, в то время как при совпадении кодов импульсы на выходе схемы отсутствуют. Выход схемы сравнения подключен на сброс триггера 30н—13н, поэтому этот триггер не будет сброшен

только в том случае, когда сравниваемые коды совпадают, т. е. когда надо производить останов. В этом случае триггер $30_n - 13_n$ остается несброшенным до прихода импульса «Л ок. цикла», который, пройдя через элементы 10_v , 9_n и 30_v , взаимно компенсируется с импульсом триггера в ячейке 13 и, складываясь с ним в элементе 17_v , поступает на сброс триггера «автоматический режим».

Сброс триггера «адрес С» осуществляется импульсом «Л окончание набора адреса», который через элементы 6_n и 7_v подается на отрицательный вход ячейки 1 всякий раз по окончании считывания набора.

Следует отметить, что при «останове по С», а также при «останове по К» для команд «ФК» в тех случаях, когда в пятом (младшем) разряде набора установлена цифра 1 , останов происходит уже при совпадении четырех старших разрядов сравниваемых кодов. Это достигается подачей в схему сравнения через элементы 26 и 29_v импульса « $\Lambda A_5 = 1$ ».

При «останове по К» импульс « Λ 27 такт», проходя через контакты ключа «С-К», запускает триггер «адрес К», образованный на элементах 1_n и 2_n , которым осуществляется запрет элемента 9_n и переключение поступающего в конце цикла на его вход импульса через элемент 12_v и затем 8_v на входы элементов 5 и 9_v . Дальнейшее прохождение этого импульса зависит от того, соответствует или не соответствует находящаяся в регистре K команда, типу, установленному ключом «МБ-ФК-ВП». Если не соответствует, то импульс через ключ «МБ-ФК-ВП» и элементы 6_n и 7_v подается на сброс триггера «адрес К». Если же соответствие имеет место, то через ключ «МБ-ФК-ВП» и элемент 10_n импульс поступает на считывание набора адреса и на запуск триггера $30_n - 13_n$. Далее схема работает так же, как в случае «останова по С» с тем отличием, что на вход элемента 30_v вместо поступавшего через элементы 10_v и 9_n импульса «Лок. цикла» подается через элементы 6_n , 7_v , 8_n и 12_n импульс «Л ок. набора адреса».

§ 5. РАБОТА ЦЕНТРАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОПЕРАЦИЙ С МАГНИТНЫМ БАРАБАНОМ И С УСТРОЙСТВАМИ ВВОДА-ВЫВОДА

При выполнении операций с магнитным барабаном или с устройствами ввода-вывода в отличие от других операций ритм работы машины задается не распределителем импульсов устройства управления, а соответственно барабаном, вводным или выводным устройством.

Устройство управления при выполнении этих операций осуществляет следующие функции:

1) выдает в блок УБ (управление барабаном) импульс « Λ (ФК) \Rightarrow (МБ)» или « Λ (МБ) \Rightarrow (ФК)», а в случае ввода-вывода в блок УП (управление выводом) импульс « Λ ВП», обозначающий обращение к внешним устройствам;

2) выдает в блок УБ или в блок УП код Δ^* четырех младших разрядов модифицированной адресной части команды, указывающий номер зоны МБ или номер внешнего устройства и форму представления данных: в виде символов или в виде команд;

3) формирует начальный адрес зоны оперативной памяти, к которой относится выполняемая команда;

4) под действием поступающих из блоков УБ, УП и УВ (управление вводом) импульсов « Λ чтение УБ», « Λ запись УБ», « Λ чтение УП», « Λ запись УВ» производит последовательное увеличение начального адреса зоны оперативной памяти;

5) после выполнения записи или чтения по всем адресам зоны или в случае поступления импульса « Λ ок. ввода» (« Λ ок. вывода») производит переход к формированию адреса следующей команды.

При операциях с магнитным барабаном в первом такте цикла распределитель импульсов выдает импульс « Λ код для УБ» и в четвертом такте в зависимости от кода операции импульс « Λ (ФК) \Rightarrow (МБ)» или « Λ (МБ) \Rightarrow (ФК)», после чего циклическая работа распределителя прерывается и управление машиной до окончания операции осуществляется отдельная схема устройства управления (так называемая схема МБВП: магнитный барабан — ввод — печать), срабатывающая под действием импульсов, выдаваемых блоками УБ, УВ и УП.

При операциях ввода-вывода циклическая работа распределителя импульсов прерывается после выдачи импульса « Λ ВП» в первом такте цикла. Этот импульс сообщает блоку УП о том, что в центральное устройство управления поступила команда ввода-вывода. Если выполнение предыдущей команды вывода к моменту поступления импульса « Λ ВП» закончено, то блок УП в ответ на него немедленно выдает импульс « Λ код для УП», который производит вызов в УП кода Δ^* , конкретизирующего выполняемую операцию. В случае, если в момент поступления импульса « Λ ВП» блок УП еще занят выполнением предыдущей команды вывода, то выдача импульса « Λ код для УП» задерживается до тех пор, пока выполнение этой команды не будет закончено.

Импульс « Λ код для УП», так же как в операциях с магнитным барабаном импульс « Λ код для УБ», поступает на вход схемы МБВП, которая при этом выдает последовательность импульсов, осуществляющих выдачу четырех младших разрядов адресной части команды из регистра адреса (РА)

в блок УП или УБ, и формирует в РА начальный адрес зоны оперативной памяти. В РА производится 9 сдвигов, причем в течение первых четырех тактов на переключатель выхода РА подаются импульсы « $\Lambda\Lambda$ (РА) \Rightarrow (УБ, УП)», а в пятом такте — импульс « Λ (РА) \Rightarrow (Σ_{yy})», под действием которого старшая цифра адресной части команды, обозначающая номер зоны оперативной памяти, поступает на вход сумматора устройства управления и, пройдя через сумматор, возвращается на свое место в РА. На шину отрицательных единиц второго входа сумматора в соответствующих тактах подаются три импульса (« $\Lambda\Lambda\Lambda$ форм. adr.»), устанавливающие триггеры 2, 3 и 4-го разрядов РА в состояние «1», что соответствует начальному адресу зоны оперативной памяти.

Выдав код в УБ (или в УП) и сформировав в РА адрес начальной ячейки, центральное устройство управления останавливается в ожидании импульсов чтения или записи в зависимости от выполняемой команды из блока УБ, УП или УВ. Под действием этих импульсов производится обращение к оперативной памяти по находящемуся в РА адресу и одновременно подается импульс в схему МБВП.

Схема МБВП осуществляет 9 сдвигов РА, подключает выход РА ко входу сумматора и выдает в сумматор импульсы « Λ доб. 1» и « Λ запр. 1», которые преобразуют поступающий из РА адрес в адрес очередной ячейки памяти, подлежащей опросу следующим импульсом « Λ чтение (запись) УБ (УП, УВ)». Таким образом, после каждого импульса « Λ чтение (запись) УБ (УП, УВ)», находившийся в РА адрес, передается по кольцу: РА — сумматор — РА, преобразуясь в сумматоре в адрес следующей по порядку ячейки оперативной памяти.

После того как произойдет обращение к 54 ячейкам, составляющим зону оперативной памяти, должен быть выдан импульс для приведения в действие начальной части распределителя импульсов, формирующей адрес очередной команды. Этот импульс « Λ ок. МБВП» выдается схемой МБВП при каждом обращении к памяти из УБ, УВ или УП, однако прохождение его в распределитель импульсов происходит при условии, что образовавшийся для следующего обращения адрес содержит цифру 1 в разрядах 2, 3, 4 и не содержит цифры 1 в пятом разряде, т. е. при условии, что этот адрес является начальным адресом следующей зоны.

Если окончание ввода или вывода производится не по концу зоны, а по комбинации «стоп» (111), то в качестве импульса « Λ ок. МБВП», подаваемого в распределитель импульсов для формирования адреса очередной команды, используется поступающий из блока УВ или УП в случае появления комбинации 111 импульс « Λ ок. УВ» или « Λ ок. УП».

Г л а в а X

ОПЕРАТИВНОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Оперативное запоминающее устройство выполняет функции памяти, непосредственно связанной с арифметическим устройством и устройством управления машины (рис. 23). Кроме того, через это устройство осуществляется ввод и вывод данных и запоминание на магнитном барабане. Емкость оперативного запоминающего устройства — 162 9-разрядных троичных кода.

Устройство выполнено на ферритовых сердечниках по схеме с прямым выбором (так называемая система Z).

В составе устройства — два блока:

1) блок ФК («ферритовый куб»), в который входит соответственно куб, состоящий из 18 плат с запоминающими (числовыми) сердечниками и координатными трансформаторами, и формирователи импульсов для возбуждения координатных трансформаторов при обращении к кубу;

2) блок УК («управление кубом»), в котором размещены: регистр адреса и дешифраторы принимаемых в этот регистр кодов, усилители считывания и схема, формирующая импульс для отпирания их входных каскадов при считывании, 9-разрядный регистр оперативного запоминающего устройства и схема управления этим регистром.

Кроме того, имеется панель ПК («панель куба»), на которой размещены ключи, позволяющие заблокировать прием кода операции и прием кода в регистр адреса и осуществить периодическое выполнение принятой команды, что используется при наладке как оперативного запоминающего устройства, так и других устройств машины.

Устройство производит запись и считывание данных в виде 9-разрядных троичных чисел. Код адреса, по которому производится запись (считывание), принятый в регистр адреса, дешифрируется двумя дешифраторами: на вход одного

дешифратора поступают 1-й и 2-й разряды этого кода, на вход второго — 3-й и 4-й разряды. Выдаваемый центральным устройством управления импульс «Л запись» («Л чтение») поступает на указываемые дешифраторами шины выбора координатных трансформаторов 1-й или 2-й половины куба в зависимости от цифры 5-го разряда кода адреса. Координатные трансформаторы каждой половины куба вместе с шинами выбора составляют матричный 9×9 переключатель. Сердечник координатного трансформатора, находящегося на пересечении двух возбужденных шин, перемагничивается, и

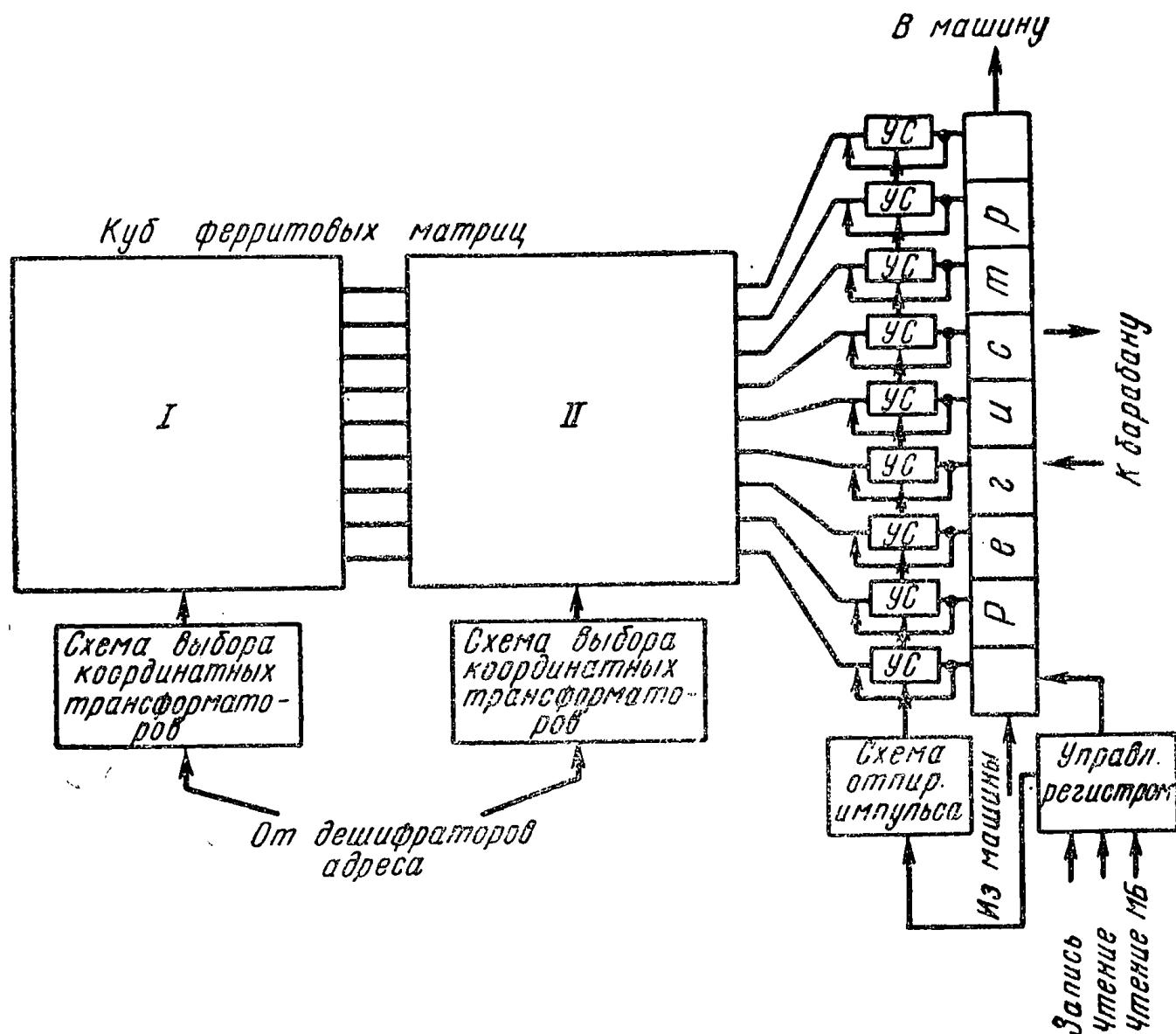


Рис. 23. Блок-схема оперативного запоминающего устройства

в цепи нагрузки этого трансформатора, которая содержит 9 пар числовых сердечников, соответствующих 9-разрядному троичному числу, возникает импульс тока, считывающий это число.

Сигналы с числовых сердечников по проводам считывания — записи, общим для обеих половин куба, поступают на входы нормально запертых усилителей считываения. При чтении усилители отпираются импульсом, формируемым схемой отпирающего импульса, и считанное число принимается в регистр запоминающего устройства, откуда поступает в то

или иное устройство машины и вновь записывается (регенерируется) по тому же адресу.

При записи нового числа усилители считывания остаются запертыми, старое содержимое ячейки запоминающего устройства стирается, и из регистра запоминающего устройства поступает принятное в него к этому времени новое содержимое.

§ 1. ПРИНЦИП ХРАНЕНИЯ ТРОИЧНЫХ ЦИФР

Для хранения троичных цифр 1, 0 и $\bar{1}$ используются два ферритовых сердечника. На рис. 24 показан координатный трансформатор и связанная с ним цепь числа, а также изображены состояния намагниченности для пары числовых сердечников A и B , соответствующие хранению цифр 1, 0 и $\bar{1}$. Состояния «1» и $\bar{1}$ характеризуются намагниченностью сердечников в противоположных (относительно тока в цепи числа) направлениях. При хранении «0» внутренние и внешние слои каждого сердечника намагнены в различных направлениях так, что суммарный поток в каждом из них близок к нулю.

При изменении потока сердечника координатного трансформатора, оказывающегося при выборе числа под действием м.д.с. двух полутоков $i_{\text{пт}1}$ и $i_{\text{пт}2}$, в цепи числа, соединенной с обмоткой w_z , возникает ток I , протекающий в направлении, указанном стрелкой. Если в разряде хранится «1», происходит перемагничивание только сердечника A и на проводах считывания-записи, пронизывающих все сердечники данного разряда, возникает э.д.с., направленная так, что сигнал положительной полярности поступает на вход усилителя считывания «1». Считывание $\bar{1}$ происходит аналогично. Если в разряде хранится «0», происходит перемагничивание внутренних слоев сердечников A и B . При этом разностная э.д.с., наводимая в проводах считывания — записи, близка к нулю.

После прекращения действия импульсов полутоков координатный трансформатор возвращается в исходное состояние м.д.с. постоянно действующего тока смещения $i_{\text{см}}$, и в цепи числа возникает ток I' , направление которого противоположно току считывания I . В это же время, в случае записи «1» или $\bar{1}$, по соответствующему проводу считывания-записи протекает импульс тока записи i_1 или $i_{\bar{1}}$, м.д.с. которого в одном из числовых сердечников складывается с м.д.с. тока I' . Оказавшийся под воздействием суммарной м.д.с. сердечник перемагничивается и устанавливается в состояние, соответствующее хранению «1» или $\bar{1}$. Другой сердечник находится в это время под воздействием разности м.д.с. токов I' и i_1 или $i_{\bar{1}}$, которая не достаточна для его перемагничивания. В случае записи «0» токи i_1 и $i_{\bar{1}}$ в проводах считывания-записи

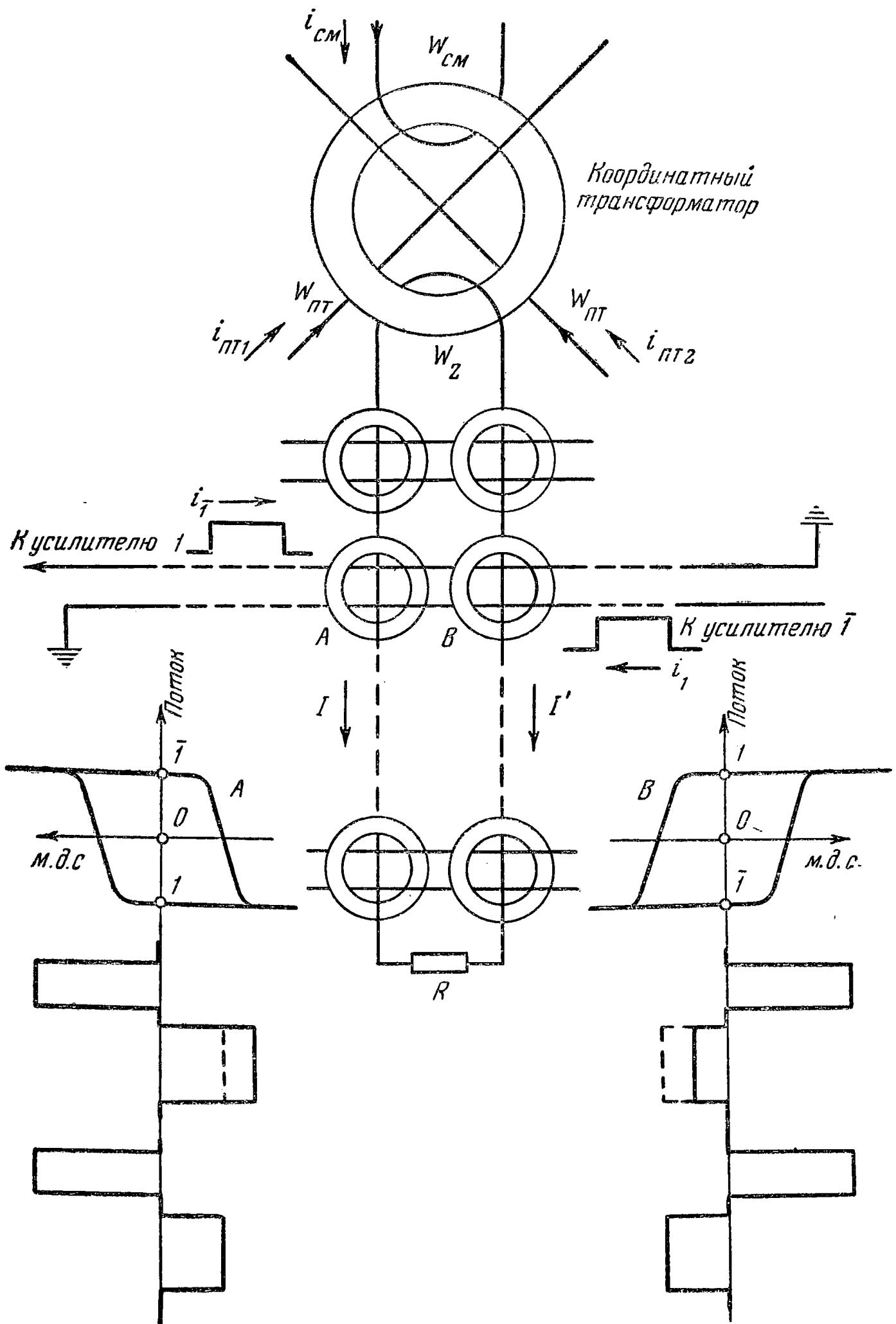


Рис. 24. Принцип хранения троичных цифр

си отсутствуют, оба числовых сердечника оказываются под воздействием только м.д.с. тока I' , величина и длительность которого выбраны с таким расчетом, что происходит перемагничивание только внутренних слоев сердечников и суммарный поток каждого из них оказывается близким к нулю.

§ 2. МАТРИЧНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ И СХЕМА ВЫБОРА КООРДИНАТНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

На рис. 25 представлена схема матричного переключателя, с помощью которого осуществляется выбор числа. Каждая половина запоминающего устройства имеет свой переключатель, состоящий из 81 координатного трансформатора, соединенного в виде матрицы 9×9 . Кроме координатных трансформаторов матричный переключатель содержит 2 сердечника a и b схемы ограничения полутоков. Обмотки w_{pt} соединены последовательно в каждом вертикальном и горизонтальном рядах сетки и подключены с одной стороны к коллекторам транзисторов схемы выбора координатных трансформаторов и с противоположной, после соединения, к обмотке w_{pt} одного из сердечников схемы ограничения. Коллекторная цепь каждого транзистора оказывается, таким образом, соединенной с 9 координатными трансформаторами и одним сердечником, ограничивающим полуток.

При обращении к запоминающему устройству в базы двух соответствующих транзисторов подаются прямоугольные импульсы тока. Транзисторы работают в режиме насыщения коллекторного тока и выполняют функции низкоомных ключей, подключая к нагрузке напряжение источника питания. Нарастание тока в коллекторной цепи вызовет перемагничивание сердечника координатного трансформатора, находящегося на пересечении цепей двух полутоков. Остальные сердечники в этой цепи перемагничиваться не будут, так как м.д.с. одного полутока незначительно превышает м.д.с. тока смещения. При этом напряжение источника уравнивается э.д.с., развивающейся на обмотке выбранного координатного трансформатора, а в цепи числа, связанной с этим трансформатором, возникает ток считывания I . При перемагничивании сердечника координатного трансформатора с постоянной скоростью, как это имеет место в данном случае, намагничающая м.д.с. должна нарастать в начале и в конце перемагничивания. М.д.с. тока I также не будет постоянной во времени, так как после перемагничивания разрядных сердечников ток в цепи числа должен резко возрасти, чтобы падение напряжения на сопротивлении в этой цепи уравновесило э.д.с., развивающуюся на обмотке w_z . Таким образом, величина м.д.с. токов i_{pt1} и i_{pt2} , равная сумме намагничающей м.д.с. сердечника координатного трансформатора, м.д.с. тока в числовой

цепи и постоянной м.д.с. тока i_{cm} , также будет стремиться возрасти в момент включения транзистора и в момент окончания перемагничивания. Токи i_{pt1} и i_{pt2} должны ограничиваться, чтобы не вызвать перемагничивания полувыбранных координатных трансформаторов.

158

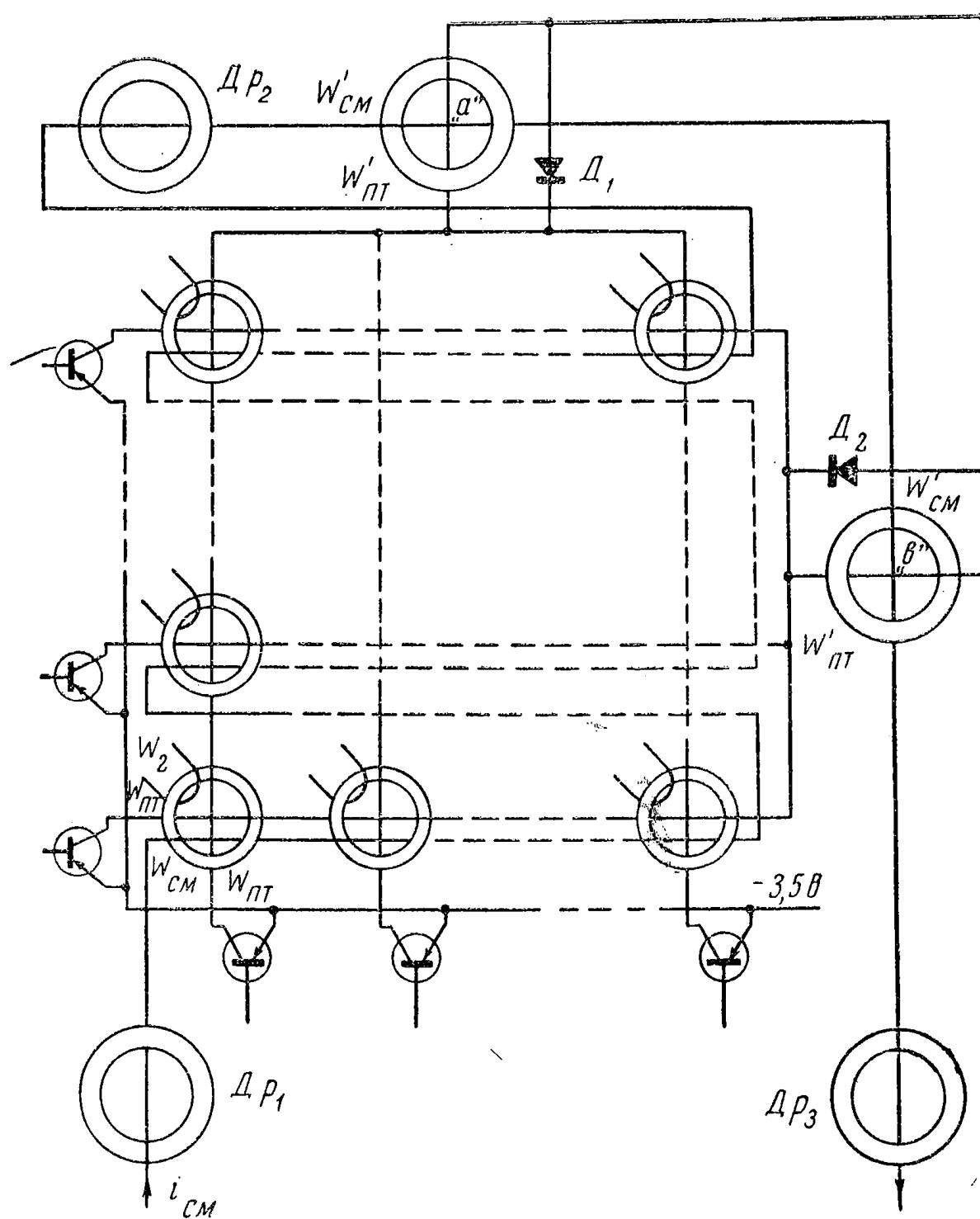


Рис. 25. Схема матричного переключателя

Ограничение токов i_{pt1} и i_{pt2} осуществляется благодаря перемагничиванию сердечников схемы ограничения, числа витков которых выбраны так, чтобы к окончанию перемагничивания сердечника координатного трансформатора, когда напряжение источника уравновешивается э.д.с., развивающиеся на обмотках W_{PT} , значение токов i_{pt1} и i_{pt2} не превышало допустимой величины. После того как транзисторы схемы

выбора координатных трансформаторов перейдут в запретное состояние, импульсы полуточек окончатся и будет происходить перемагничивание сердечника выбранного координатного трансформатора и сердечника схемы ограничения в их первоначальное состояние током, протекающим по обмоткам $w_{\text{см}}$ и $w'_{\text{см}}$. Диоды D_1 и D_2 при этом шунтируют обмотки сер-

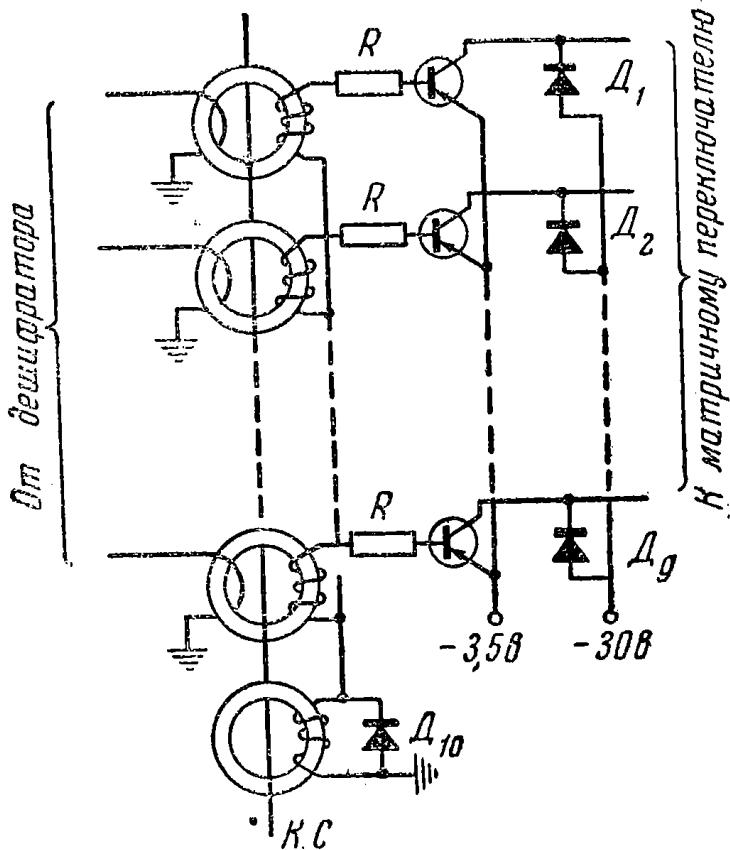


Рис. 26. Схема выбора координатного трансформатора

9 транзисторов (всего в схеме выбора 36 транзисторов). Ячейки, подключенные к базам транзисторов, не имеют диодов в выходной цепи, так как проводимость участка база — эмиттер транзистора сама по себе имеет вентильный характер. Другое отличие ячейки от обычной заключается в наличии общего для девяти ячеек компенсационного сердечника К.С. Компенсационный сердечник не имеет входной обмотки, а его выходная обмотка намотана в направлении, противоположном выходным обмоткам рабочих сердечников. Благодаря использованию компенсационного сердечника э.д.с. помехи, которая возникает на выходной обмотке рабочего сердечника, не перемагниченного управляющим импульсом, из-за неидеальной прямоугольности петли гистерезиса, компенсируется э.д.с., развивающейся на выходной обмотке компенсационного сердечника, и тока в цепи базы транзистора не возникает. То обстоятельство, что из 9 ячеек одновременно может быть возбуждено не более одной, позволило использовать только один общий компенсационный сердечник. Через диод D_{10} , включенный параллельно выходной обмотке компенсационного сердечника, протекает ток рассас-

дечников схемы ограничения и тем самым снижают величину возникающих на них всплесков отрицательного напряжения. Дроссели D_{r1} , D_{r2} и D_{r3} включены в цепь тока i_{cm} и служат для увеличения внутреннего сопротивления источника этого тока.

Импульсы тока, подаваемые в базы транзисторов схемы выбора координатных трансформаторов, формируются ячейками, подобными ячейкам, используемым для построения логических схем машины. На рис. 26 изображена часть схемы выбора, содержащая

сывания транзистора, возникающий после окончания тока считывания ячейки благодаря тому, что между базой и эмиттером имеется источник напряжения — 3,5 в. Направление этого тока противоположно току считывания ячейки, и при отсутствии диода он мог бы вызвать перемагничивание компенсационного сердечника. В выходной цепи каждого сердечника включено сопротивление R , подбором которого устанавливают требуемую продолжительность пребывания транзистора во включенном состоянии.

При перемагничивании сердечника выбранного координатного трансформатора током смещения, после того как транзисторы перешли в запертое состояние, в коллекторной цепи развивается э.д.с., полярность которой совпадает с полярностью источника питания. Для того чтобы напряжение на коллекторах не превосходило максимально допустимого, используются фиксирующие диоды $D_1 — D_9$, аноды которых подключены к уровню — 30 в.

§ 3. УСИЛИТЕЛИ СЧИТЫВАНИЯ

Импульс напряжения, наводимый на проводах считывания-записи при считывании, имеет амплитуду не менее 250 мв, если в разряде хранилась 1 или 1, и не превышает 50 мв в случае 0. Этот импульс поступает на вход трехкаскадного усилителя считывания 1 и 1 (рис. 27).

Первый каскад усилителя, выполненный на транзисторе T_1 , включенном по схеме с общей базой, производит предварительное усиление с селекцией входного сигнала по амплитуде. Помеха с амплитудой до 70 мв не вызывает тока в первичной обмотке межкаскадного трансформатора. Это достигается выбором рабочей точки транзистора, определяемой небольшим отрицательным напряжением на базе, которое снижается с делителя, образованного сопротивлениями R_2 , R_3 и потенциометром R_1 . Для компенсации изменения положения рабочей точки на характеристике транзистора при изменении температуры подаваемое на делитель напряжение сделано термозависимым.

Связь первого каскада со вторым трансформаторная. Первичная обмотка трансформатора шунтирована цепочкой, состоящей из диода D_1 и сопротивления R_4 , через которую протекает ток намагничивания после окончания входного импульса и запирания транзистора T_1 . Транзистор второго каскада T_2 , включенный по схеме с общим эмиттером, нормально заперт благодаря протеканию тока через сопротивления R_5 , R_6 и диод D_3 . Пока ток, индуцированный во вторичной обмотке трансформатора, не превышает тока, протекающего через диод D_3 , транзистор остается в запертом состоянии, что

обеспечивает дополнительную селекцию входного сигнала по амплитуде.

Второй каскад непосредственно связан с третьим. Транзистор третьего каскада включен также по схеме с общим эмиттером. Сопротивление R_7 в цепи эмиттера служит для ограничения тока. Емкость C_3 , включенная параллельно R_7 , способствует быстрому нарастанию тока в коллекторной цепи и таким образом уменьшает запаздывание в усилителе, связанное с инерционностью транзисторов.

Цепочка R_7 , C_3 является общей для усилителей 1 и 1̄. Благодаря этому при считывании, например 1, окончательный каскад усилителя 1 оказывается дополнительно запертым напряжением, развивающимся на R_7 .

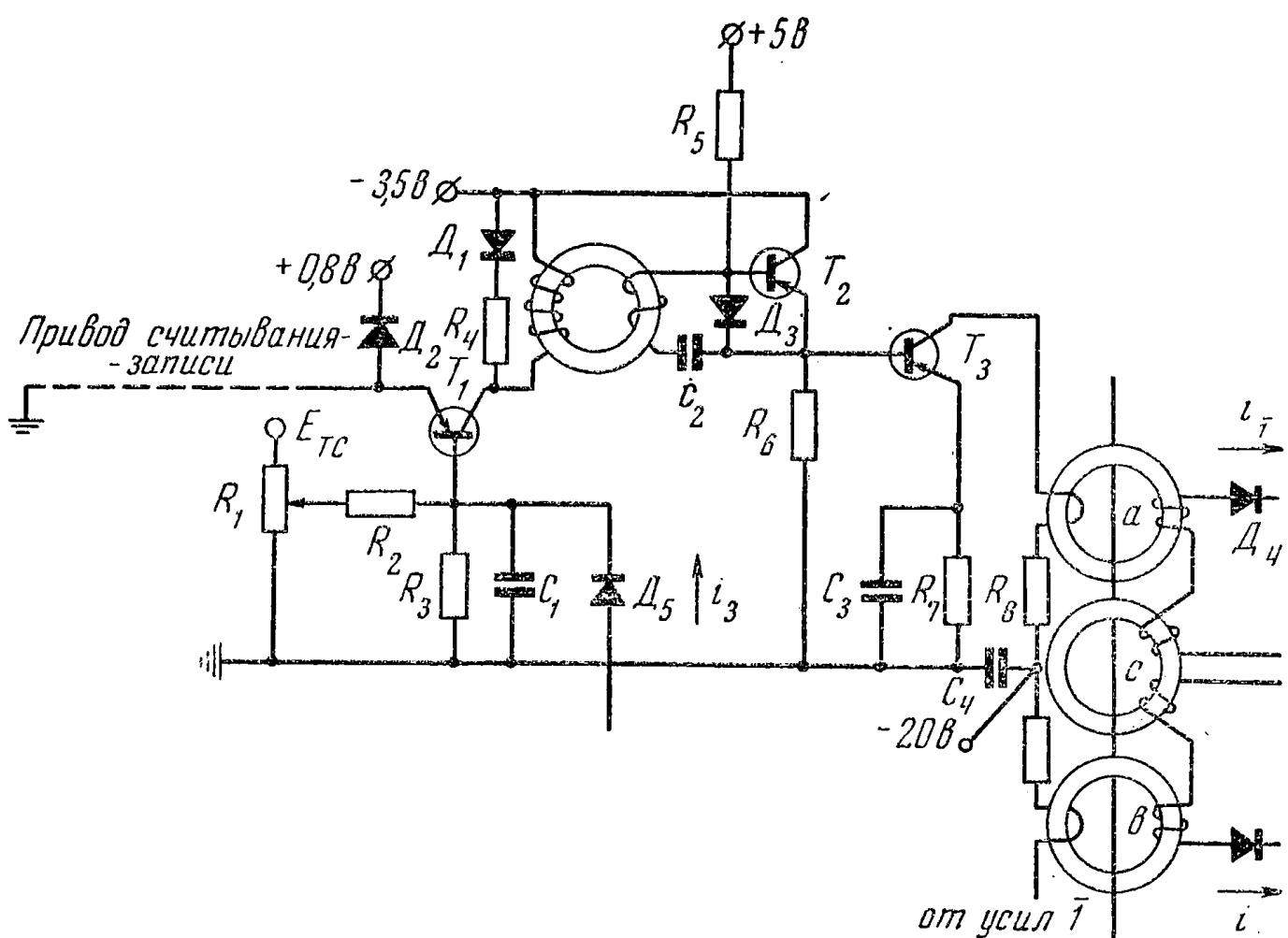


Рис. 27. Схема усилителя считывания

Нагрузкой последнего каскада усилителя является обмотка записи ячейки, формирующей импульсы тока i_1 и $i_1̄$. Ячейка имеет компенсационный сердечник c , общий для двух рабочих a и b .

Усилитель нормально заперт. Запирание усилителя осуществляется подачей положительного напряжения на базу транзистора первого каскада. Запирающее напряжение получается на сопротивлении R_3 при протекании по нему через диод D_5 тока i_3 . На время считывания к аноду диода D_5 прикладывается отрицательный импульс напряжения, формируемый специальной схемой, и ток i_3 прекращается. При этом

напряжение на базе транзистора T_1 определяется сопротивлениями R_1 , R_2 и R_3 . Из-за инерционности полупроводникового диода его проводимость сохраняется некоторое время после того, как изменился знак приложенного к нему напряжения. Это может привести к появлению на базе транзистора T_1 при прекращении тока i_3 короткого отрицательного импульса, действующего подобно полезному сигналу. Конденсатор C_1 затягивает передний фронт импульса напряжения на R_3 и таким образом снижает амплитуду этого паразитного импульса. Кроме того, отпирание усилителя осуществляется на 2 мксек раньше прихода входного сигнала. К моменту поступления импульса тока i_1 или $i_{\bar{1}}$ усилитель запирается вновь. Импеданс цепи, образованной проводами считывания-записи имеет в основном индуктивный характер, поэтому

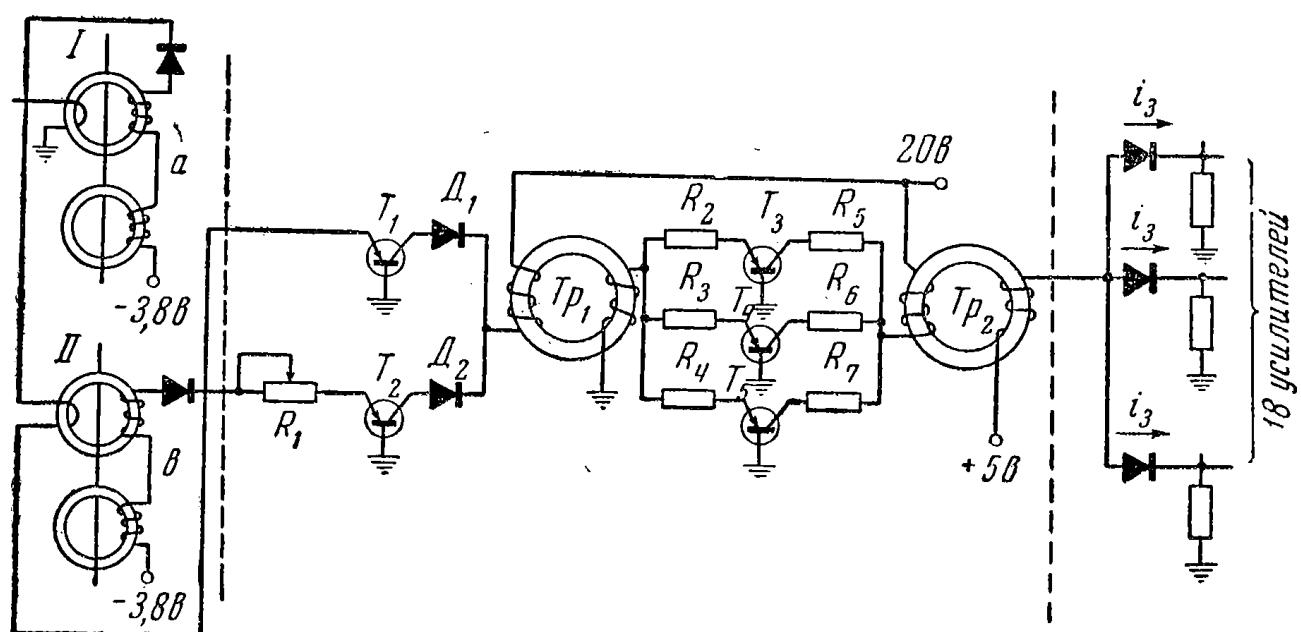


Рис. 28. Схема отпирающего импульса

при протекании по этой цепи импульсов тока i_1 и $i_{\bar{1}}$ на входах усилителей появляются всплески напряжения, амплитуда которых составляет несколько вольт. Для того чтобы максимальная амплитуда этих всплесков, определяемая главным образом длительностью фронтов импульсов тока i_1 или $i_{\bar{1}}$, не превысила напряжения, запирающего транзистор T_1 , используется фиксирующий диод D_2 .

На рис. 28 изображена схема, формирующая отрицательный импульс для запирания диода D_5 в усилителях считывания. Транзисторы T_3 , T_4 и T_5 , соединенные в параллель, используются в качестве ключей, подключая на время считывания первичную обмотку трансформатора Tr_2 к источнику питания. Это напряжение, трансформируясь во вторичную обмотку, прерывает ток i_3 . Насыщение транзисторов T_3 , T_4 и T_5 осуществляется импульсом тока, формируемым тран-

зисторами T_1 и T_2 через трансформатор T_{p1} . В свою очередь транзисторы T_1 и T_2 возбуждаются от специальных ячеек I и II . Эти ячейки имеют компенсационные сердечники для устранения токов помех. Импульс тока, формируемый ячейкой I , кроме насыщения транзистора T_1 производит также перемагничивание сердечника ячейки II . Таким образом, интервал, в течение которого усилители считывания не заперты, составляет около двух полупериодов тактовой частоты. Регулировка длительности отпирающего импульса осуществляется переменным сопротивлением R_1 .

§ 4. РЕГИСТР ЗАПОМИНАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

На рис. 29 представлена схема, изображающая секцию регистра запоминающего устройства, соответствующую одному разряду. На этом же рисунке показаны усилители

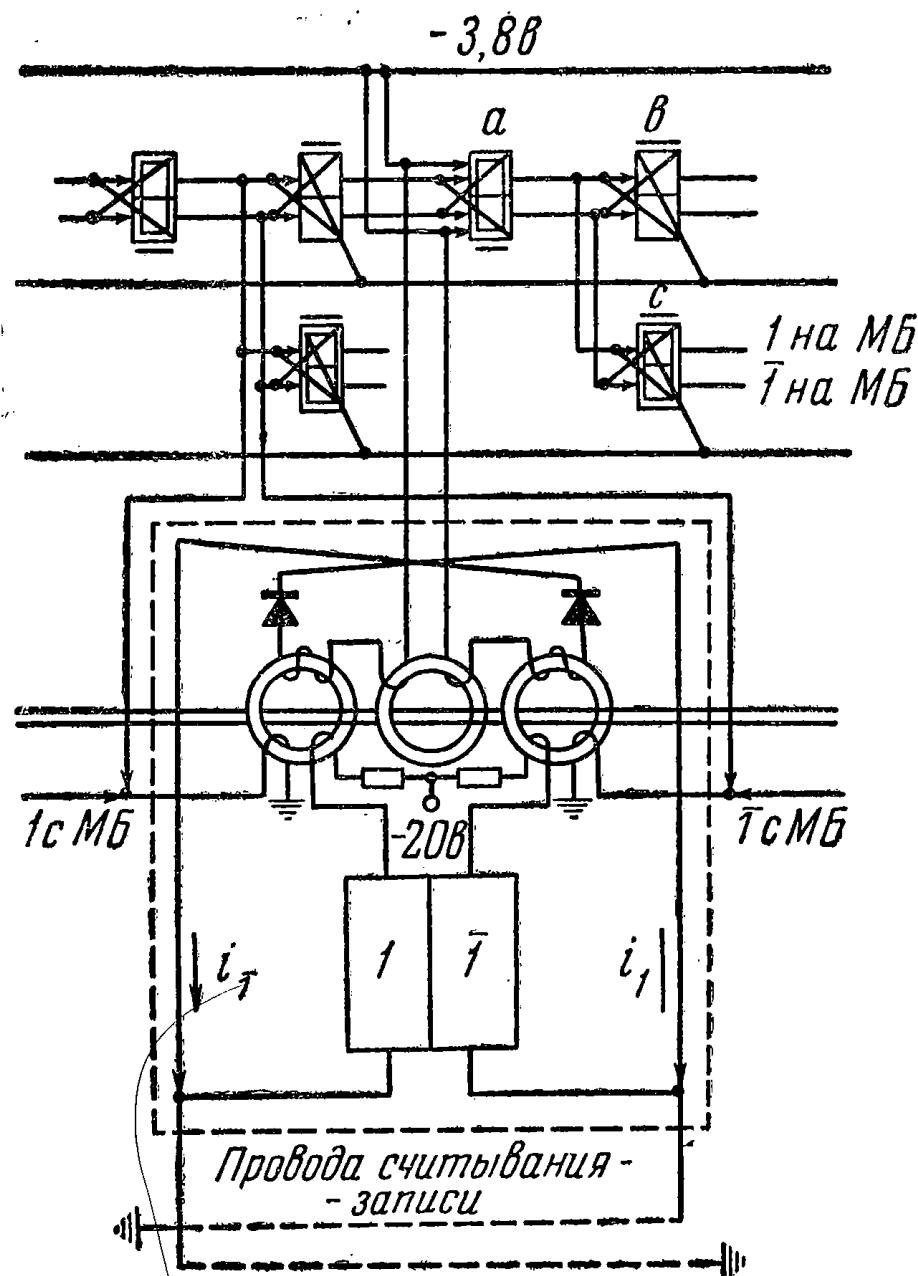


Рис. 29. Секция регистра запоминающего устройства

считывания 1 и $\bar{1}$ и ячейка, формирующая токи i_1 и $i_{\bar{1}}$. В цепь, связанную с выходной обмоткой этой ячейки, кроме

проводов считывания-записи, включены также обмотки записи ячейки a регистра. Таким образом, считанное число регистрируется и одновременно записывается в регистр, откуда может быть выдано параллельно на барабан (через ячейки c) и последовательно в машину.

При записи числа усилители остаются запертыми, а перемагничивание сердечника ячейки, формирующей точки i_1 и $i_{\bar{1}}$, осуществляется от соответствующих ячеек регистра или от выходных ячеек усилителей чтения магнитного барабана.

Г л а в а XI

ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО НА МАГНИТНОМ БАРАБАНЕ

Запоминающее устройство на магнитном барабане является основным запоминающим устройством машины. Оно непосредственно связано с оперативным запоминающим устройством, причем передача информации из одного устройства в другое производится группами по 54 9-разрядных троичных слова. Каждая такая группа занимает одну зону барабана или оперативной памяти.

Всего на барабане 36 зон, и размещены они по окружности барабана в виде четырех секторов по 9 зон в каждом секторе. Зонам присвоены порядковые номера с 5-го по 40-й (в троичном представлении — с 0111 по 1111). В командах номер зоны барабана указывается четырьмя разрядами адресной части команды (так называемый «код МБ»): K_2 , K_3 , K_4 , K_5 , из которых старшие два разряда K_2 , K_3 являются номером сектора, а младшие два разряда K_4 , K_5 — номером зоны в этом секторе.

Для обозначения четырех секторов барабана используются положительные числа: 01, 11, 10 и 11. Если в команде указан отрицательный номер сектора, то машина останавливается, передав в УБ код МБ и образовав в регистре адреса начальный адрес зоны оперативной памяти. Если указан нулевой номер сектора (00), то в случае команды (МБ) \Rightarrow (ФК) в оперативную память поступит группа из 54 нулевых слоев, а в случае команды (ФК) \Rightarrow (МБ) машина остановится, как при отрицательном номере сектора.

Запоминающее устройство на магнитном барабане состоит из собственно магнитного барабана (МБ), блока управления барабаном (УБ) и панели (ПБ) для осуществления автономного режима работы устройства при его отладке и профилактических осмотрах.

§ 1. БЛОК МАГНИТНОГО БАРАБАНА

Конструкция магнитного барабана та же, что и в машине «Урал», за исключением головок записи-считывания и расположения рисок на синхронизационных дорожках.

Головки записи-считывания выполнены на ферритовых сердечниках с короткозамкнутым витком в переднем зазоре. Всего головок — 20: 18 рабочих и 2 резервных. Способ записи и считывания слов параллельный, т. е. запись (считывание) всех девяти разрядов осуществляется одновременно. Для записи каждого троичного разряда используются две головки и соответственно две дорожки на поверхности барабана, которые условно названы «головка 1» («дорожка 1») и «головка $\bar{1}$ » («дорожка $\bar{1}$ »). Для записи цифры 1 головка 1 намагничивает поверхность барабана в направлении, совпадающем с направлением намагничивания головкой стирания, а головка $\bar{1}$ — в противоположном направлении. Для записи цифры $\bar{1}$, наоборот, головка 1 действует в направлении стирания, а головка $\bar{1}$ — в противоположном направлении. Для записи нуля обе головки действуют в направлении стирания. Возбуждение головки в том или ином направлении производится подачей импульса напряжения на одну из симметричных относительно средней точки половины обмотки этой головки.

При считывании импульс на обмотке головки 1 означает цифру 1, импульс на обмотке головки $\bar{1}$ — цифру $\bar{1}$, отсутствие импульсов означает цифру 0.

На барабане имеются три синхронизационные дорожки, на каждой из которых нанесены заполненные ферромагнитным материалом риски, наводящие при вращении барабана в обмотках головок, расположенных над этими дорожками, серии синхронизирующих импульсов. По числу рисок на дорожках эти серии называются: серия «2000», серия «217» и серия «5».

Серия «2000» наводится равномерно распределенными по окружности барабана рисками и представляет собой непрерывную последовательность импульсов, следующих с частотой 200 кгц. Эти импульсы, усиленные ламповым усилителем, используются для возбуждения задающего каскада генератора тактовых импульсов, от которого питаются все внутренние устройства машины. Промежуток между соседними импульсами серии «2000» является тактом машины.

Серия «217» представляет собой повторяющуюся с каждым оборотом барабана последовательность из четырех групп импульсов по 54 импульса в группе и одного одиночного импульса. Промежутки между соседними импульсами в каждой группе равны девяти промежуткам серии «2000», т. е. девяти

тактам, одиночный импульс отстоит на 15 тактов от конца одной группы и на 14 тактов от начала другой, три других промежутка между группами составляют по 21 такту. Каждая группа из 54 импульсов серии «217» соответствует одному сектору барабана.

Серия «5» состоит из пяти периодически повторяющихся импульсов, один из которых совпадает по времени с одиночным импульсом серии «217» и является указателем начала отсчета или нулевым импульсом, а четыре других, следуя каждый с опережением на шесть тактов перед одной из групп серий «217», используются для счета секторов.

§ 2. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ БАРАБАНОМ

Функции блока управления барабаном (УБ) состоят в следующем:

- 1) прием из центрального устройства управления и запоминание импульса, указывающего содержание операции: $(\Phi K) \Rightarrow (M B)$ или $(M B) \Rightarrow (\Phi K)$;
- 2) прием и запоминание кода МБ, определяющего зону, к которой должно быть произведено обращение;
- 3) дешифрирование кода МБ и выбор на поверхности барабана соответствующей этому коду зоны;
- 4) формирование импульсов записи на барабан;
- 5) усиление и стробирование импульсов, считываемых с барабана;
- 6) выдача в блок УК импульсов « Λ чтение УБ» для выборки из оперативной памяти слов, записываемых на барабан, и импульсов « Λ запись УБ» для записи в оперативную память слов, считанных с барабана;
- 7) осуществление однократной и многократной записи (чтения) при автономном управлении барабаном с панели ПБ.

Схемы блока УБ (рис. 30) приводятся в действие, с одной стороны, импульсами, поступающими из устройства центрального управления: « $\Lambda(\Phi K) \Rightarrow (M B)$ », « $\Lambda(M B) \Rightarrow (\Phi K)$ », «код МБ» и, с другой стороны, поступающими с синхронизационных головок барабана импульсами серий «5» и «217».

До поступления импульсов из центрального устройства управления блок УБ работает в следующем режиме. Импульсы серий «5» и «217», усиленные соответствующими усилителями, поступают на схему выделения нулевого импульса. Эта схема обладает тремя выходами: на первый выход выделяется нулевой импульс, совпадающий в обеих сериях по времени, на второй выход выдаются остальные 4 импульса серии «5», а на третий выход — остальные 216 импульсов серии «217».

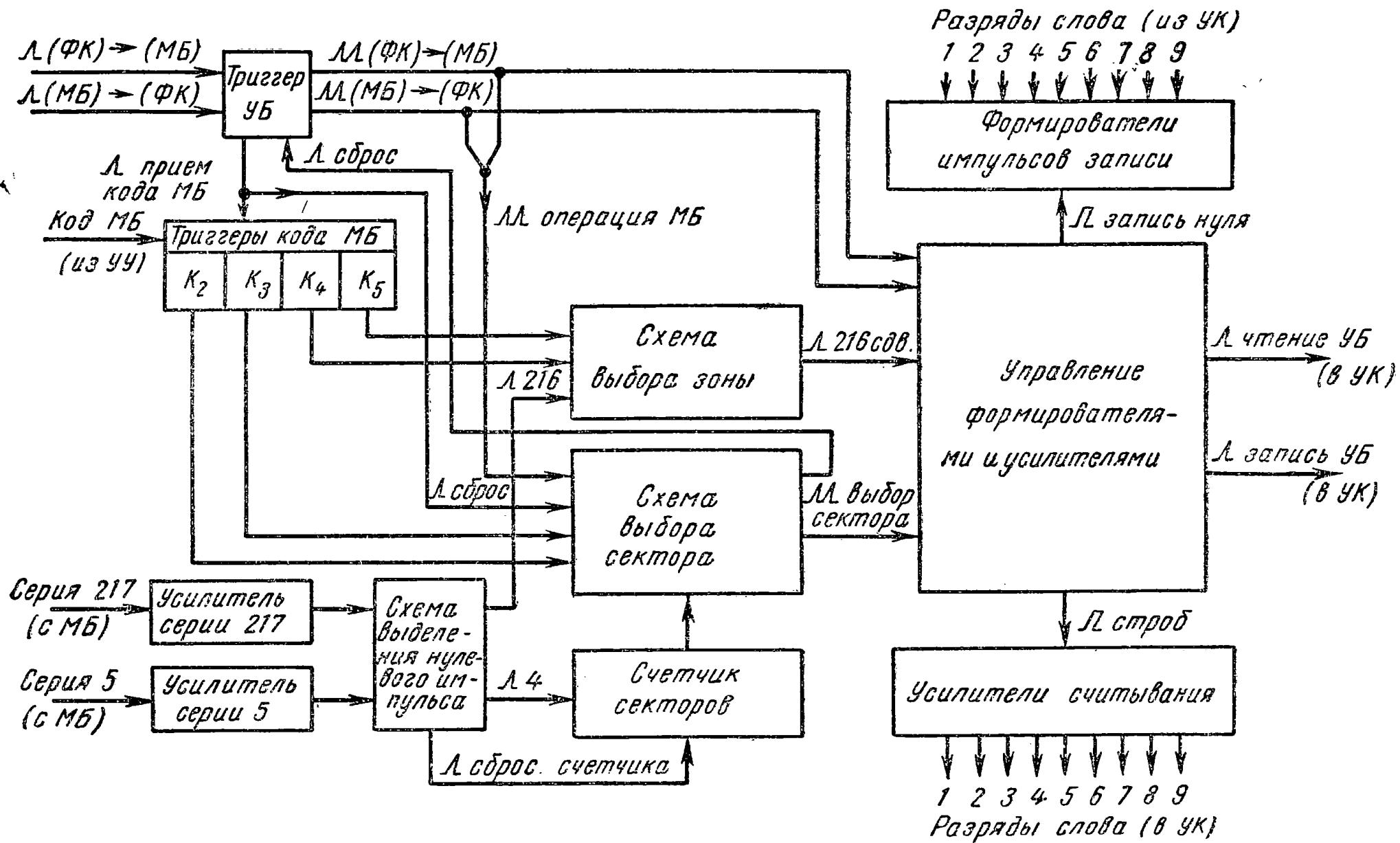


Рис. 30. Блок-схема управления барабаном

Нулевой импульс используется для сброса счетчика секторов, а 4 импульса серии «5» подаются на счетный вход этого счетчика. Состояние счетчика дешифрируется и передается в виде непрерывной последовательности импульсов, выдаваемой одним из четырех выходов дешифратора в схему выбора сектора, которая срабатывает при наличии сигнала «ЛЛ операция МБ».

С третьего выхода схемы выделения нулевого импульса 216 импульсов серии «217» подаются в схему выбора зоны. Здесь производится задержка этих импульсов на $5 - m$ тактов, где $m = -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4$ — число, представленное разрядами K_4, K_5 кода МБ и определяющее положение зоны в пределах выбранного сектора. При $m = -4(11)$ задержка в схеме выбора зоны минимальна (1 такт), сдвиг во времени импульсов «Л 216 сдв.» на выходе схемы по отношению к соответствующим импульсам серии «217» также минимальный, и позиции, выбираемые этими импульсами на окружности барабана, являются ближайшими к рискам серии «217». При $m = -3(10)$ задержка равна двум тактам и импульсы «Л 216 сдв.» выберут на окружности барабана позиции, соседние с позициями, выбираемыми при $m = -4$. При $m = -2$ будут выбраны позиции, следующие за позициями $m = -3$ и т. д.

Импульсы «Л 216 сдв.» поступают на схему, которая управляет формирователями импульсов записи на барабан, осуществляет стробирование усилителей считывания и выдает в блок УК импульсы «Л чтение УБ» или «Л запись УБ». Срабатывание этой схемы происходит только при наличии сигналов «ЛЛ выбор сектора» и «ЛЛ(ФК) \Rightarrow (МБ)» или «ЛЛ (МБ) \Rightarrow (ФК)», генерируемых схемой выбора сектора и триггером УБ при выполнении команд обращения к барабану.

Работа блока УБ при выполнении команды обращения к магнитному барабану начинается поступлением из центрального устройства управления импульса «Л (ФК) \Rightarrow (МБ)» или «Л (МБ) \Rightarrow (ФК)». Этот импульс устанавливает в соответствующее состояние триггер УБ, производит прием на триггеры кода МБ поступающего вслед за ним с интервалом в один такт кода МБ и, кроме того, подается в схему выбора сектора на сброс так называемого «разрешающего триггера». Затем этот триггер запускается ближайшим (за исключением нулевого) импульсом серии «5», поступившим в схему выбора сектора уже при наличии сигнала «ЛЛ операция МБ». К этому времени схема выбора сектора успевает дешифрировать принятый на триггеры K_2 и K_3 код номера сектора и сравнивает его с текущими номерами, выдаваемыми счетчиком секторов.

При возбужденном разрешающем триггере и при наличии совпадения состояния счетчика с номером, установленным на триггерах K_2 и K_3 , схема выбора сектора выдает серию импульсов «ЛЛ выбор сектора», которая означает, что требуемый сектор барабана находится под головками записи-считывания. Эта серия в схеме управления формировалителями и усилителями используется для отпирания вентиля, на вход которого схемой выбора зоны выдаются импульсы «Л 216 сдв.», сдвинутые в соответствии с заданным триггерами K_4 и K_5 номером зоны. На выход вентиля проходят 54 импульса, определяющие позиции заданной зоны в заданном секторе. Эти импульсы в зависимости от состояния триггера УБ используются в случае $(\Phi K) \Rightarrow (\text{МБ})$ для получения импульсов «Л чтения УБ» и «Л запись нуля», а в случае $(\text{МБ}) \Rightarrow (\Phi K)$ для получения импульсов «Л запись УБ» и «Л строб», а также для снятия запрета с ячеек, на которые работают усилители считывания.

По окончании прохождения 54 импульсов, принадлежащих выбранному сектору, очередной импульс серии «5» при наличии импульсов «ЛЛ выбор сектора» производит сброс разрешающего триггера и триггера УБ. На этом выполнение команды обращения к барабану в блоке УБ заканчивается. Код, принятый на триггеры МБ, сохраняется до приема нового кода при следующем обращении.

При выполнении команды $(\text{МБ}) \Rightarrow (\Phi K)$ с нулевым номером сектора ($K_2 = K_3 = 0$) выдача импульсов «Л строб» на усилители считывания запрещается серией импульсов «ЛЛ сектор 00», выдаваемой соответствующим выходом дешифратора состояния триггеров K_2 и K_3 . В то же время эта серия имитирует в схеме выбора сектора сигнал, получающийся на выходе дешифратора в том случае, когда триггеры K_2 , K_3 находятся в состоянии 01. Благодаря этому при положении счетчика секторов 01 производится выдача в блок УК 54 импульсов «Л запись УБ», которые вследствие отсутствия отпирающих усилителей считывания импульсов «Л строб» заполняют указанную в выполняемой команде зону оперативной памяти нулями.

В том случае, когда нулевой номер сектора указан в команде $(\Phi K) \Rightarrow (\text{МБ})$ выдача серии «ЛЛ сектор 00» не производится и выбор сектора не происходит — команда остается невыполненной.

При отрицательных значениях номера сектора как в случае $(\Phi K) \Rightarrow (\text{МБ})$, так и в случае $(\text{МБ}) \Rightarrow (\Phi K)$ блокируется вентиль, пропускающий при выборе сектора 54 импульса из серии «Л 216 сдв.» на входы схемы управления формирователями и усилителями, вследствие чего команда также остается невыполненной. Для продолжения работы, в случае когда машина остановилась на невыполнимой команде, прежде чем

пользоваться пусковыми кнопками, надо нажатием кнопки «останов» сбросить триггер «автоматический режим», блокирующий выдачу пусковых импульсов.

§ 3. ФОРМИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСОВ ЗАПИСИ

Схема соединения головок магнитного барабана с формирователями импульсов записи и с усилителями считывания приведена на рис. 31.

Для того чтобы данная головка произвела на поверхности барабана запись или стирание импульса, соответствующая половина ее обмотки при помощи транзисторов, работающих в режиме ключа, на определенное время Δt подключается к источнику -20 в . При этом в цепи действует напряжение $E = (20 - 3,8)\text{ в}$, и ток нарастает с постоянной времени $\tau = \frac{L}{R}$

(где L — индуктивность цепи, R — активное сопротивление цепи). Так как $\Delta t \ll \tau$, форма импульса тока в цепи близка к треугольной. Для того чтобы обеспечить уверенную перезапись информации, импульс стирания должен иметь большую по сравнению с импульсом записи амплитуду и быть несколько шире его. Разница в амплитудах достигается посредством включения в цепь записи дросселя Dr . При этом прикладываемое напряжение делится между обмоткой головки и обмоткой дросселя. В цепи стирания дросселя нет, и напряжение источника прикладывается к обмотке головки полностью. Разница в длительностях обеспечивается тем, что рассасывание транзисторов в цепи стирания замедляется. Это достигается благодаря включению в базы этих транзисторов сопротивлений, шунтированных диодами.

Диод D , анод которого подключен к уровню -30 в , ограничивает всплеск напряжения на обмотке головки, возникающий при запирании транзисторов в цепи записи. Это необходимо для того, чтобы предохранить транзисторы от пробоя. Транзисторы в цепи стирания благодаря наличию сопротивлений в цепи базы запираются более плавно, поэтому всплеск напряжения на их коллекторах имеет меньшую величину, и необходимости в фиксирующем диоде не возникает.

К половине обмотки головки подключен трансформатор $Tp.$, связывающий головку с усилителем считывания. Усилитель нормально заперт. Отпирание усилителя осуществляется импульсом « Π строб», формируемым в нужный момент в схеме управления формирователями и усилителями. При этом также снимается запрет с ячейки $Я$, на входы которой работают усилители считывания.

Схема формирования импульса « Π строб» и снятия запрета приведена на рис. 32. Для формирования строба используются две ячейки $Я_1$ и $Я_2$. Импульс с ячейки $Я_1$ имеет поло-

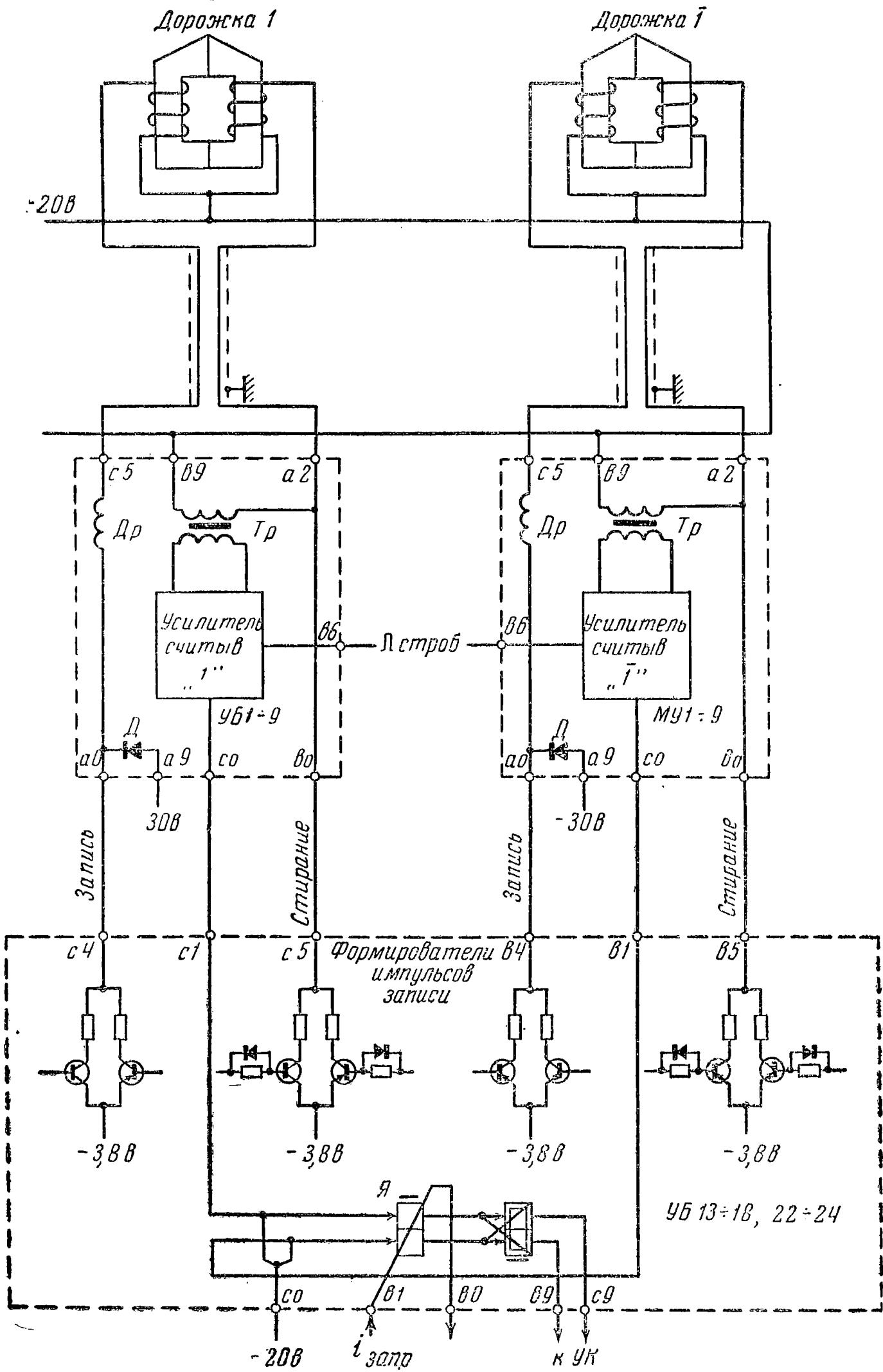


Рис. 31. Схема соединения головок МБ с усилителями считывания и формирователями импульсов записи

жительную полярность, а с Я_2 — отрицательную. Эти импульсы суммируются на сопротивлении R_2 . Длительность положительного импульса превышает длительность отрицательного. Таким образом, суммарный импульс, используемый для стробирования усилителей, будет иметь положительную полярность. Подбором сопротивлений R_5 и R_1 можно в некоторых пределах менять длительность строба и точно устанавливать его временное положение. Через сопротивление R_3 , подключенное к источнику — 3,5 в, на шине строба задается небольшое отрицательное смещение.

Снятие запрета с ячеек, на которые нагружен усилитель, осуществляется при помощи ячейки Я_3 . Запрет производится коллекторным током транзистора T_1 , эмиттер которого через сопротивление подключен к источнику +5 в. Запирание транзистора T_1 (и прерывание запрещающего тока) происходит при подаче положительного импульса, формируемого ячейкой Я_3 на сопротивлении в цепи базы транзистора. Амплитуда этого импульса превышает 5 в.

В верхней части рис. 32 изображена ячейка Я_4 , посредством которой на вход 2 формирователей импульсов записи (рис. 33) подается импульс «Л запись нуля». Всего таких ячеек три, и каждая из них осуществляет возбуждение по входу 2 трех формирователей. На входы этих ячеек из схемы управления формирователями и усилителями поступает одновременно с поступлением записываемого слова из блока УК на входы формирователей импульс «Л запись нуля». Под действием этого импульса срабатывает верхний сердечник ячейки Я_4 , от которого в следующем полутакте включается транзистор T_2 , возбуждающий по четыре сердечника в каждом из трех формирователей, составляющих его коллекторную нагрузку. Нижний сердечник ячейки Я_4 , как и нижний сердечник ячейки Я_3 , используется для компенсации паразитных импульсов напряжения (помех), возникающих на обмотке верхнего сердечника под действием импульсов питания при отсутствии входного сигнала.

Схема формирователя импульсов записи представлена на рис. 33. Записываемая троичная цифра подается на вход 1, причем наличие импульса на верхнем проводе соответствует цифре 1, наличие импульса на нижнем проводе соответствует цифре 1, отсутствие импульсов на обоих проводах соответствует цифре 0. Через полтакта на вход 2 подается импульс «Л запись нуля». Если на вход 1 поступила цифра 0, то импульс «Л запись нуля» будет пропущен на базы четырех транзисторов, два из которых включены в цепь записи нуля (т. е. в цепь стирания) на дорожке цифры 1, а два других — в цепь записи нуля на дорожке цифры 1. Следовательно, в этом случае обе головки запишут нуль, т. е. произведут стирание.

рание на соответствующих участках расположенных под ними дорожек.

Если имел место импульс на верхнем проводе входа 1, т. е. если поступила цифра 1, то прохождение им-

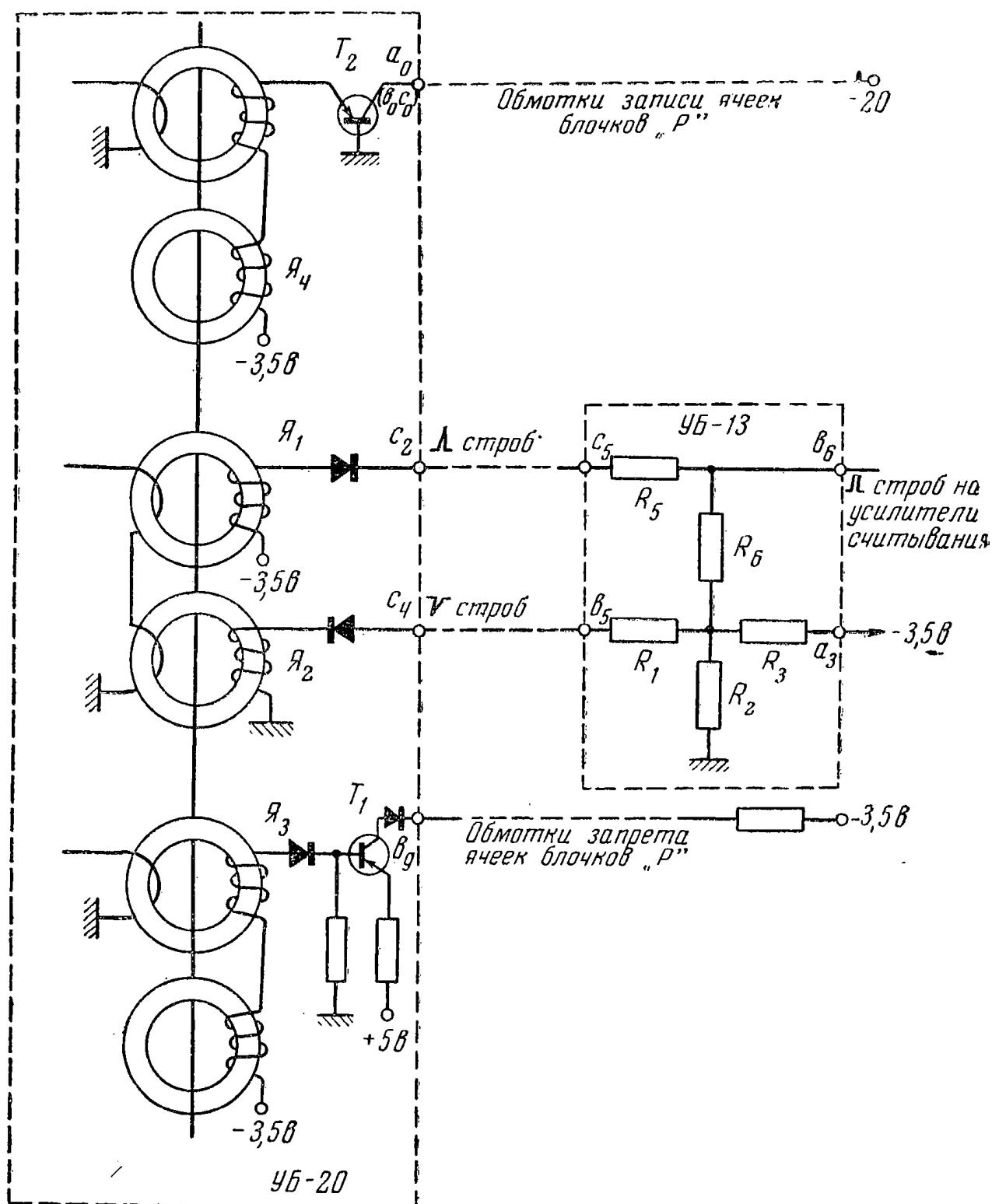


Рис. 32. Схемы формирования стробирующих импульсов

пульса «Л запись нуля» на базы двух транзисторов, осуществляющих стирание на дорожке «1», запрещается, и одновременно импульс со входа I проходит на базы двух транзисторов, записывающих импульс на дорожке «1». На дорожке «1» в это время под действием импульса «Л запись нуля» происходит стирание.

Если на вход 1 поступила цифра 1, то запрещается стирание и производится запись импульса на дорожке «1», с одновременным стиранием на дорожке «0».

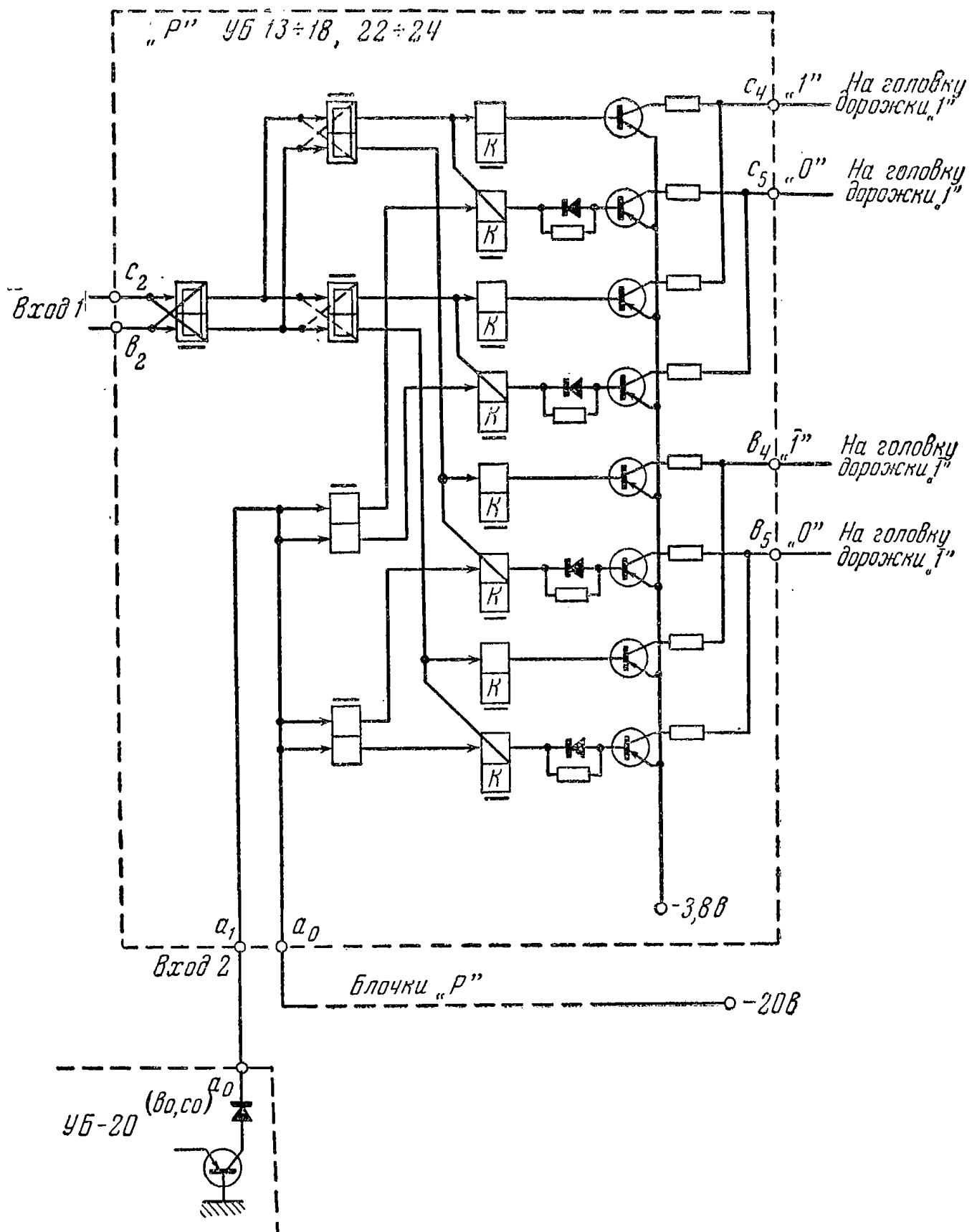


Рис. 33. Формирователь импульсов записи

§ 4. УСИЛЕНИЕ СЧИТЫВАЕМЫХ С БАРАБАНА СИГНАЛОВ

Схема усилителя считывания приведена на рис. 34.

Усилитель воспринимает вторую (отрицательную) полуволну наводящегося в головке сигнала. Амплитуда этой полуволны на вторичной обмотке трансформатора Тр, связываю-

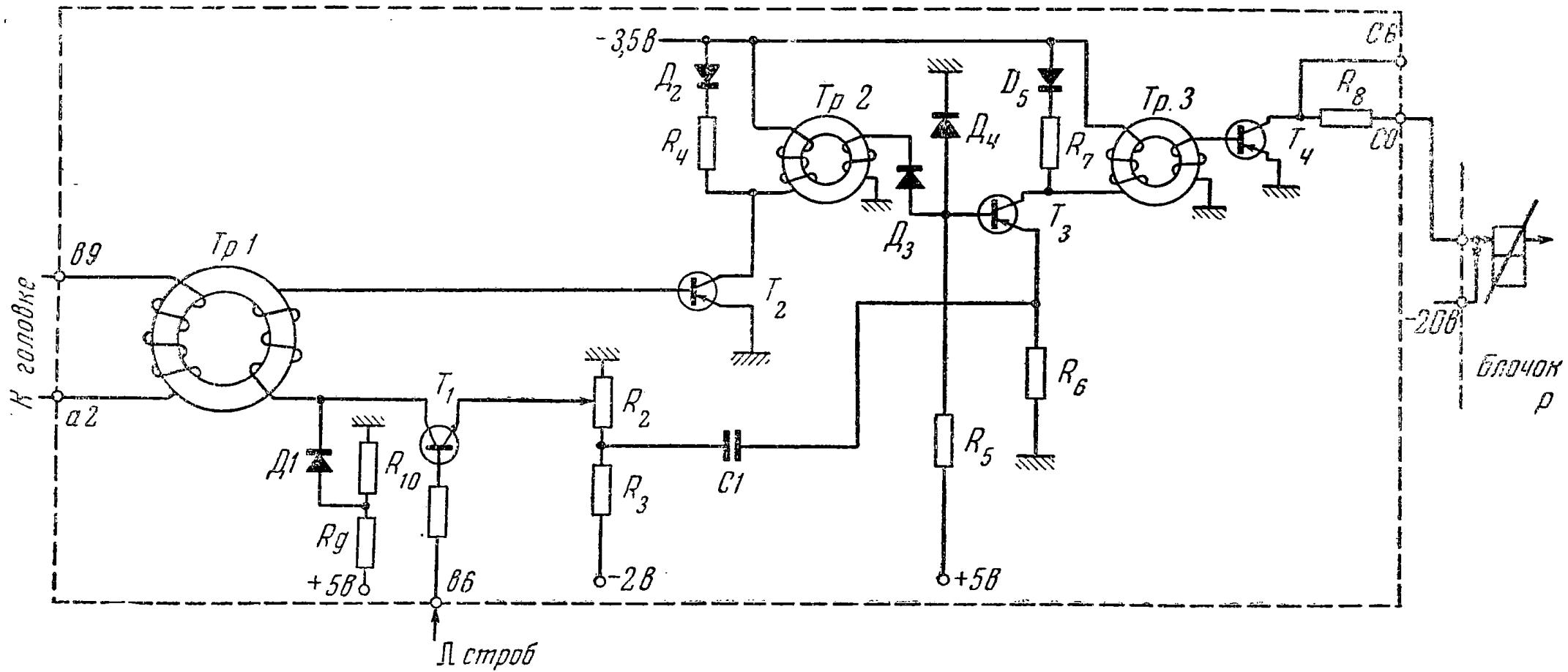


Рис. 34. Усилитель считывания МБ

щего головку с усилителем, составляет порядка 200 мв. Первый каскад схемы, выполненный на транзисторе T_2 , включен по схеме с общим эмиттером, является предварительным усилителем с селекцией входного сигнала по амплитуде. В цепи базы T_2 содержится транзистор T_1 . Он нормально заперт небольшим отрицательным напряжением, имеющимся на шине строба. Таким образом, в отсутствии стробирующего импульса входная цепь усилителя считывания разомкнута. При этом транзистор T_2 заперт положительным напряжением, которое снимается с делителя R_9, R_{10} через диод D_1 . Поступающий через сопротивление R_1 на базу транзистора T_1 положительный импульс «П строб» вводит этот транзистор в состояние насыщения, подключая к базе T_2 небольшое отрицательное смещение, снимаемое с делителя R_2, R_3 . Делитель R_9, R_{10} при этом не оказывает существенного влияния на уровень смещения, так как $R_9 \gg R_3$ и $R_{10} \gg R_2$. Величина отрицательного смещения выбирается с таким расчетом, чтобы импульс помехи (при чтении 0) не вызывал существенного изменения коллекторного тока транзистора T_2 .

Связь первого каскада со вторым трансформаторная. Первичная обмотка трансформатора Tr_2 зашунтирована диодом D_2 последовательно с сопротивлением R_4 , через которые протекает ток намагничивания после запирания транзистора. Транзистор T_3 второго каскада усилителя нормально заперт благодаря протеканию тока через сопротивление R_5 и диод D_4 (прямое сопротивление у диода D_3 больше, чем у D_4 , поэтому ток во вторичную обмотку Tr_2 не ответвляется). Пока ток, индуцируемый во вторичной обмотке трансформатора Tr_2 , не превышает тока, протекающего через D_4 , транзистор T_3 остается в запертом состоянии, что обеспечивает дополнительную селекцию входного сигнала по амплитуде. Напряжение +5в, подаваемое на сопротивление R_5 , может меняться посредством ключа «селекция МБ» на инженерном пульте, обеспечивая тем самым профилактические режимы при проверке машины. Связь второго каскада с третьим осуществляется через трансформатор Tr_3 . Назначение цепочки R_7, D_5 аналогично назначению цепочки R_4, D_2 . Сопротивление R_8 в коллекторной цепи последнего каскада усилителя служит для ограничения тока коллектора по окончании перемагничивания сердечника ячейки, на которую работает этот каскад. Вывод от коллектора T_4 используется для подключения осциллографа при настройке и контроле усилителей.

Усилитель охвачен положительной обратной связью, осуществляемой от эмиттера второго каскада на базу первого при помощи конденсатора C_1 . Входной сигнал, величина которого превышает порог, определяемый селекцией, после усиления поступает снова на вход усилителя. Благодаря этому

характеристика усилителя приобретает резко выраженный релейный характер.

Усилители считывания, предназначенные для усиления сигналов, снимаемых с головок серий, аналогичны описанному. Отличие заключается в отсутствии стробирующего транзистора и связанных с ним цепей.

В связи с тем что в первом каскаде усилителей считающих с барабана сигналов (так же как и в первом каскаде усилителей оперативного запоминающего устройства) осуществлена амплитудная селекция, необходимо жестко стабилизировать положение рабочей точки на входной характеристике транзистора главным образом при изменении температуры. Для этой цели подаваемое в цепь смещения первого каскада напряжение -2ϑ должно возрастать с понижением температуры и уменьшаться при ее повышении.

Для получения температурно зависимого напряжения используется специальная схема, в которой транзистор того же типа, что и в первом каскаде усилителей, работает в режиме с постоянным напряжением эмиттер-база. При этом ток эмиттера, а следовательно, и ток коллектора являются функциями температуры. В коллекторной цепи транзистора включено нагрузочное сопротивление, падение напряжения на котором также зависит от температуры. Это напряжение, повторяемое двухкаскадным эмиттерным повторителем с мощным транзистором в последнем каскаде, используется для питания цепей смещения входных каскадов усилителей.

§ 5. ПАНЕЛЬ АВТОНОМНОГО УПРАВЛЕНИЯ БАРАБАНОМ

Панель управления барабаном при автономной работе предназначена для осуществления вручную операций записи и считывания. На панели имеются следующие ключи и кнопки:

1. Ключ «автономная работа», блокирующий выдачу импульсов «Л чтение УБ» и «Л запись УБ» и снятие запрета с ячеек, на входы которых работают усилители считывания;
2. Ключ «(МБ) \Rightarrow (ФК)/(ФК) \Rightarrow (МБ)», определяющий вид операции: считывание или запись и блокирующий прием кода на триггеры кода МБ;
3. Ключ «запись 0/запись 1», которым задается записываемая на ту или иную дорожку цифра;
4. Ключ «многократное обращение», блокирующий сброс триггера УБ, благодаря чему операция выполняется не один раз, а многократно с частотой вращения барабана;
5. Кнопка «обращение», под действием которой выдается одиночный импульс на запуск триггера УБ в соответствии с положением ключа «(МБ) \Rightarrow (ФК)/(ФК) \Rightarrow (МБ)», имитирующий импульсы «Л (МБ) \Rightarrow (ФК)» и «(ФК) \Rightarrow (МБ)», выдаваемые центральным устройством управления;

6. Кнопка «стирание», подключающая обмотку головки стирания к источнику напряжения —30 в.

Кроме того, на панели ПБ имеется тумблер, выключающий реле, посредством которого производится подача напряжения сети на вентилятор, подогреватель плиты и двигатель барабана, а также два гнезда: «маркер» и «импульс записи». На гнездо «маркер» выведен импульс, выдаваемый счетчиком секторов при установке его в состояние 11, т. е. следующий за нулевым импульсом серии «5».

На гнездо «импульс записи» под действием кнопки «обращение» в случае, когда ключ «запись 0/запись 1» находится в положении «запись 1» выдается однократно или, если включен ключ «многократное обращение», периодически серия из 54 импульсов, которые подаются на вход 1 того или иного формирователя импульсов записи при необходимости произвести запись на соответствующей дорожке барабана. При этом номер выбранной зоны определяется, естественно, триггерами кода МБ.

Г л а в а XII

УПРАВЛЕНИЕ ВВОДОМ

Устройство управления вводом (блок УВ) осуществляет логические функции операции «ввод»: включает и выключает фотосчитывающие устройства ФТ-1 и ФТ-2, принимает поступающие в них данные, производит преобразование кода перфоленты во внутренний код машины и направляет их в оперативную память в виде 9-разрядных троичных слов, сопровождаемых импульсами «Л запись УВ».

В устройстве шесть функциональных узлов (рис. 35):

- 1) приемные триггеры,
- 2) дешифратор кода перфоленты,
- 3) регистр ввода,
- 4) триггеры ввода,
- 5) программный счетчик,
- 6) схема управления регистром ввода.

§ 1. ВВОД В ВИДЕ ЧИСЕЛ И ВВОД В ВИДЕ КОМАНД

Блок УВ может работать в режиме ввода чисел (символов) и в режиме ввода команд.

При вводе чисел строке перфоленты соответствует двадцатисемеричная комбинация, т. е. три троичных разряда в коде машины. Следовательно, 9-разрядный регистр ввода заполняется считыванием трех строк перфоленты. Образовавшееся в регистре 9-разрядное слово направляется в оперативную память, а в регистр считаются следующие три строки перфоленты и т. д. Ввод заканчивается при поступлении с перфоленты в регистр ввода комбинации «стоп» (111) или по заполнении зоны оперативной памяти, т. е. после записи в нее 54 слов.

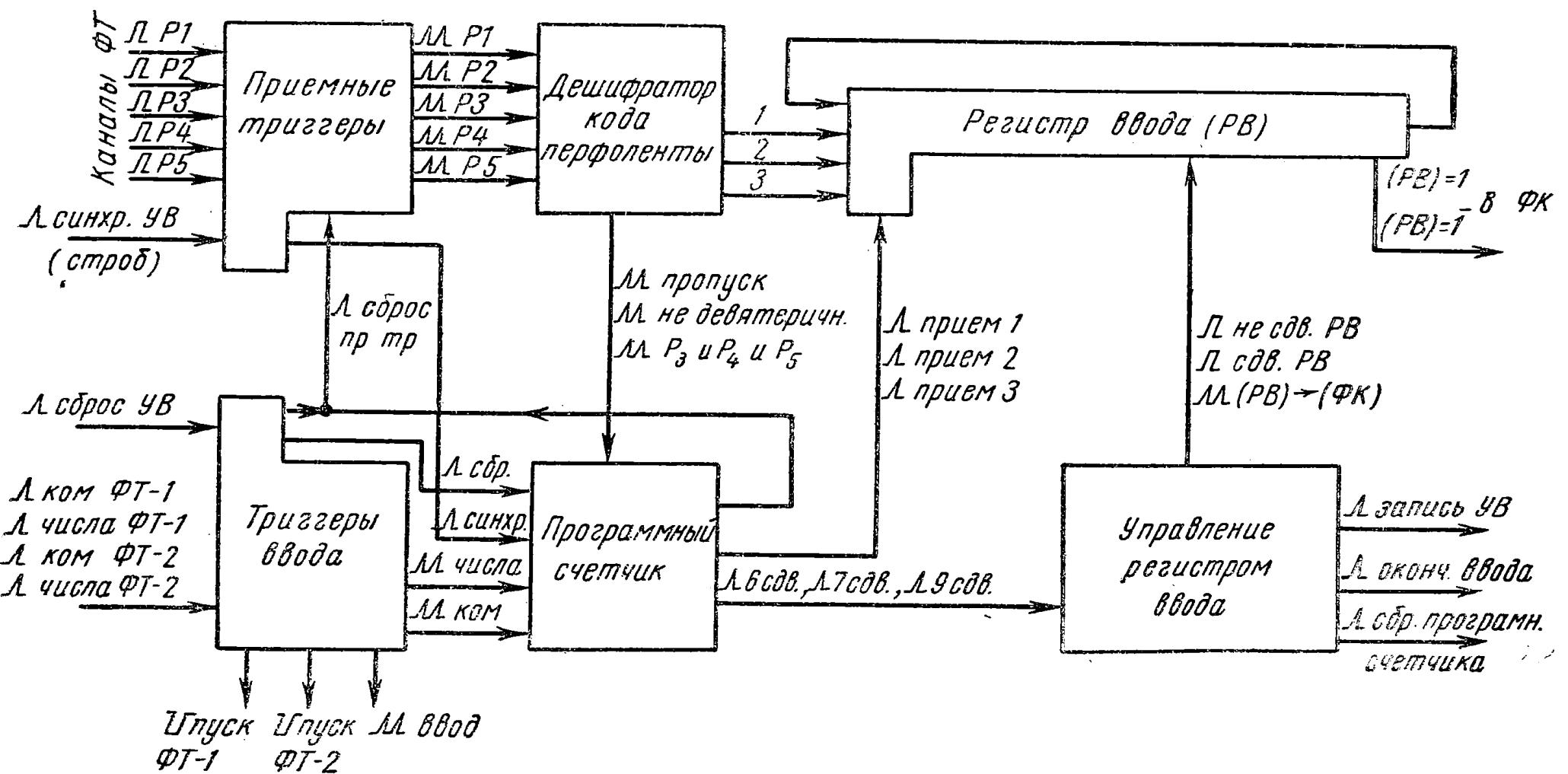


Рис. 35. Блок-схема управления вводом

При вводе команд машина воспринимает только девять комбинаций перфоленты, соответствующих цифрам:

$\bar{4}$ (W, Ж), $\bar{3}$ (X), $\bar{2}$ (Y, У), $\bar{1}$ (Z, Ц), 0, 1, 2, 3, 4.

Прочие комбинации при вводе команд не воспринимаются. Одна команда занимает 5 строк перфоленты, причем первой строке соответствует один троичный разряд в коде машины, а каждой из четырех последующих строк — два троичных разряда. Таким образом, регистр ввода заполняется при вводе команд в пять приемов, после чего образовавшееся в нем 9-разрядное слово выдается в оперативную память. Окончание ввода происходит только по заполнении зоны оперативной памяти.

Как при вводе чисел, так и при вводе команд, заполнение зоны памяти производится по последовательным адресам, начиная с наименьшего.

Нулевое состояние блока УВ устанавливается импульсом «Л сброс УВ», который выдается центральным устройством управления при приеме любой команды. Этот импульс производит сброс в нулевое положение всех триггеров блока УВ.

Работа блока УВ начинается поступлением из блока управление печатью (УП) импульса на запуск одного из триггеров ввода. Блок УП выдает этот импульс в зависимости от кода четырех младших разрядов адресной части команды «ввод-вывод», которым определяется номер внешнего устройства (а следовательно, и операция: «ввод» или «вывод») и форма представления данных: в виде символов или в виде команд.

Операцию «ввод» определяют четыре кодовых комбинации:

0001 — ввод чисел (символов) с фотосчитывающего устройства ФТ-1;

0001 — ввод команд с фотосчитывающего устройства ФТ-1;

0010 — ввод чисел (символов) с фотосчитывающего устройства ФТ-2;

0010 — ввод команд с фотосчитывающего устройства ФТ-2.

Этим комбинациям сопоставлены два трехпозиционных триггера ввода, причем один триггер связан с фотосчитывающим устройством ФТ-1, а второй — с ФТ-2. Если адресная часть команды содержит код 0001 или 0001, то импульс из блока УП установит в соответствующее положение первый триггер ввода, и из блока УВ будет выдан сигнал «Ц пуск ФТ-1», под действием которого блок БЗ (блок задержек) производит включение устройства ФТ-1. При поступлении кода 0010 или 0010 запускается второй триггер ввода и соответственно второе считающее устройство — ФТ-2.

В зависимости от того, в какой форме должен осуществляться ввод (в форме команд или в форме символов), запускаемый триггер устанавливается в состояние соответственно «1» или « $\bar{1}$ », причем для задания режима работы программного счетчика в первом случае выдается сигнал «ЛЛ команды», а во втором случае «ЛЛ числа».

Кроме того, независимо от номера запущенного триггера ввода и состояния, в которое этот триггер установлен, выдается сигнал «ЛЛ ввод», используемый для переключения схемы синхронизации в канал синхроимпульсов фотосчитывающих устройств. В отсутствие сигнала «ЛЛ ввод», т. е. когда триггеры ввода находятся в нулевом состоянии, схема синхронизации включена в канал синхроимпульсов выходных устройств.

§ 2. РАБОТА ФОТОСЧИТЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Для управления считающими устройствами в блоке БЗ имеются две одинаковые схемы: одна схема приводится в действие сигналом « Γ пуск ФТ-1» и осуществляет включение и выключение устройства ФТ-1, вторая схема под действием сигнала « Γ пуск ФТ-2» включает и выключает устройство ФТ-2. Каждая схема состоит из двух реле типа РС-13, возбуждаемых посредством транзисторов П4. При поступлении сигнала « Γ пуск ФТ» срабатывает первое реле, включающее двигатель и осветительную лампу считающего устройства, а также подающее напряжение на фотодиоды и на схему возбуждения второго реле. Срабатывание второго реле происходит с задержкой, необходимой для разгона двигателя. Это реле подает (если первое реле возбуждено) напряжение «ход» на катушку электромагнита, управляющего прижимным роликом лентопротяжного механизма, и дублирует подачу напряжения, питающего двигатель и осветительную лампу. Прижимной ролик усилием электромагнита прижимает перфоленту к врачающемуся двигателем ведущему ролику, вследствие чего происходит перемещение перфоленты со скоростью приблизительно 2 м/сек.

По окончании сигнала « Γ пуск ФТ» сначала выключается первое реле, размыкая цепь подачи напряжения «ход» на катушку электромагнита, управляющего прижимным роликом, и замыкая цепь тормоза, останавливающего бобину считающего устройства. Подача напряжения, питающего двигатель и осветительную лампу, после выключения первого реле производится через контакты второго реле, которое выключается после первого с некоторой задержкой, обеспечивающей непрерывную работу двигателя в случае, когда команды ввода следуют одна за другой с небольшими временными промежутками. Цепь тормоза бобины размыкается вы-

ключением второго реле, а при непрерывном вводе повторным включением первого реле.

Считывание данных с перфоленты осуществляют шесть фотодиодов, сигналы которых усиливаются шестью усилителями на транзисторах с непосредственными связями. Один из фотодиодов является датчиком синхроимпульсов. Он воспринимает световые сигналы от вспомогательных отверстий, которые расположены между третьей и четвертой позициями перфоленты по одному на каждый нанесенный на перфоленту знак или пробел. Усилитель синхроимпульсов работает на вход схемы синхронизации, которая выдает в блок УВ по одному синхронному с тактом внутренних устройств машины импульсу «Лсинхр.» на каждый сигнал от вспомогательного отверстия перфоленты.

Очередной импульс «Л синхр.», поступив в блок УВ, подается последовательно на пять вентиляй, соответствующих пяти позициям перфоленты и управляемых усиленными сигналами фотодиодов. Если на данной позиции перфоленты пробито отверстие в одном ряду с вспомогательным отверстием, от которого произошел поступающий на вентили импульс «Лсинхр.», то отвечающий этой позиции вентиль будет открыт и импульс «Лсинхр.», пройдя через него, запустит соответствующий этой позиции приемный триггер.

§ 3. РАБОТА ПРОГРАММНОЙ ЧАСТИ БЛОКА УВ

Установив приемные триггеры согласно пробитой на перфоленте комбинации отверстий, импульс «Лсинхр.» поступает на вход программного счетчика, причем производимые им действия определяются, с одной стороны, состоянием триггеров ввода («ввод команд» или «ввод чисел») и, с другой стороны, принятой с перфоленты комбинацией приемных триггеров.

Если все пять приемных триггеров находятся в нулевом состоянии (пробел на перфоленте), то импульс «Лсинхр.» не производит никаких действий: он уничтожается на входе счетчика сигналом «ЛЛ пропуск», выдаваемым дешифратором кода перфоленты в случае нулевого кода.

Если принята комбинация, содержащая пробивки на 3, 4 и 5-й позициях одновременно (неиспользуемые комбинации), или если производится ввод команд и принята не девятеричная комбинация, то импульс «Л синхр.» осуществляет единственное действие: сброс приемных триггеров.

В остальных случаях импульс «Лсинхр.» воздействует на программный счетчик, который работает по-разному при вводе команд и при вводе чисел.

Принятая с перфоленты на приемные триггеры пятираз-

рядная двоичная комбинация преобразуется дешифратором в трехразрядный троичный код, подаваемый на вентили трех младших разрядов регистра ввода (РВ). Прием кода на триггеры этих разрядов регистра производится под действием выдаваемых программным счетчиком импульсов: «Л пр. 1», «Л пр. 2» и «Л пр. 3». Импульс «Л пр. 1» подается на вентиль самого младшего разряда регистра, импульс «Л пр. 2» — на вентиль соседнего с ним разряда и импульс «Л пр. 3» — на вентиль старшего из трех разрядов. После приема очередной комбинации в регистре производятся сдвиги вправо, вследствие которых принятая комбинация смещается по регистру (который замкнут в кольцо), освобождая младшие триггеры для приема следующей комбинации.

При вводе команд для заполнения 9-разрядного регистра ввода РВ должны быть считаны с перфоленты 5 непустых рядов, из которых первый содержит троичную цифру, принимаемую в старший разряд регистра, а остальные ряды содержат девятеричные цифры, каждая из которых занимает в регистре очередную пару троичных разрядов.

Под действием импульса «Л синхр.», осуществляющего прием старшей цифры кода команды, запускается первый триггер программного счетчика и производится выдача импульсов: «Л пр. 1», «Л 7 сдв.» и «Л сброс приемных триггеров».

Импульс «Л пр. 1» устанавливает триггер младшего разряда регистра РВ в соответствии с поступающей от дешифратора троичной цифрой, после чего возбужденная импульсом «Л 7 сдв.» схема сдвигов осуществляет в регистре семь сдвигов вправо. Так как регистр замкнут в кольцо, то в результате этих сдвигов принятая цифра оказывается на два разряда левее своего первоначального положения. Импульс «Л сбр. пр. тригг.» устанавливает приемные триггеры в нулевое положение, подготавливая прием следующей комбинации.

Под действием импульса «Л синхр.», соответствующего второй цифре, происходит сброс первого и запуск второго триггера счетчика, причем выдаются импульсы «Л пр. 1» и «Л пр. 2», осуществляющие прием в регистр двух троичных цифр, а также импульс «Л 7 сдв.», запускающий схему сдвигов, и импульс «Л сброс пр. тригг.».

При поступлении импульсов «Л синхр.», соответствующих 3, 4 и 5-й цифрам девятеричного кода команды, происходит последовательно запуск первого триггера счетчика, затем сброс первого и второго триггеров и запуск третьего триггера, а затем снова запуск первого. При этом для приема 3-й и 4-й цифр счетчик выдает импульсы: «Л пр. 1», «Л пр. 2», «Л 7 сдв.» и «Л сбр. пр. тригг.», а для приема 5-й цифры — «Л пр. 1», «Л пр. 2», «Л 9 сдв.» и «Л сбр. пр. тригг.».

Импульс «Л 9 сдв.» запускает триггер «ЛЛ (РВ) \Rightarrow (ФК)», при помощи которого выход регистра РВ соединяется со входом регистра оперативной памяти, производит 9 сдвигов РВ вправо для выдачи содержимого регистра РВ в память и возбуждает схему формирования импульсов «Л запись УВ» и «Л сброс программного счетчика». Импульс «Л запись УВ» посылается в блок УК для осуществления записи выданного из РВ 9-разрядного слова, а импульс «Л сброс прогр. счетчика» устанавливает триггеры счетчика в нулевое состояние, после чего описанная последовательность операций повторяется для ввода следующей команды и т. д. В ответ на 54-й импульс «Л запись УВ» из блока управления поступает импульс «Л сброс УВ», под действием которого все триггеры блока УВ устанавливаются в нулевое состояние и ввод прекращается до поступления новой команды ввода.

В случае ввода символов регистр РВ заполняется считыванием трех непустых рядов перфоленты. Импульсы, подаваемые на программный счетчик, минуют вход его первого триггера и дополнительно задерживаются на четыре такта для того, чтобы выдача импульсов приема в регистр РВ и сдвига происходила до изменения состояния счетчика под действием поступившего синхроимпульса.

Прием первого ряда перфоленты производится при нулевом состоянии всех триггеров счетчика, причем выдаются импульсы: «Л пр. 1», «Л пр. 2», «Л пр. 3», «Л6 сдв.», «Л сбр. пр. тригг.» и запускается второй триггер счетчика.

При приеме второго ряда выдаются те же импульсы, сбрасывается второй триггер счетчика и запускается третий.

При приеме третьего ряда вместо импульса «Л6 сдв.» выдается импульс «Л 9 сдв.», под действием которого происходит запись содержимого регистра РВ в оперативную память и сброс приемных триггеров, а если принятая с этого ряда комбинация обозначает стоп ввода (111), то производится, кроме того, выдача центральному устройству управления импульса «Л окончание ввода», в ответ на который поступает импульс «Л сброс УВ», прекращающий ввод. Если вводимые данные не содержат комбинации стоп, то ввод происходит до наполнения зоны памяти, т. е. импульс «Л сброс УВ», в этом случае поступает в ответ на 54-й импульс «Л запись УВ».

Г л а в а XIII

УПРАВЛЕНИЕ ВЫВОДОМ

Устройство управления выводом (блок УП) осуществляет логические функции операции «вывод» — включает и выключает печатающую машинку и перфоратор, поочередно вызывает из оперативной памяти 9-разрядные коды, производит преобразование внутреннего кода машины в код перфоленты, выдает этот код на перфоратор или пишущую машинку в соответствии со скоростью вывода.

В устройстве восемь функциональных узлов (рис. 36):

- 1) дешифратор кода ВП,
- 2) триггеры вывода,
- 3) регистр вывода (РП),
- 4) программный счетчик,
- 5) схема управления регистром вывода,
- 6) преобразователь в пятипозиционный код,
- 7) схема окончания пробелов,
- 8) триггеры пятипозиционного кода.

§ 1. ВЫВОД В ВИДЕ ЧИСЕЛ И ВЫВОД В ВИДЕ КОМАНД

Блок УП может работать в режиме вывода чисел (символов) и в режиме вывода команд. При выводе чисел каждым трем троичным разрядам (двадцатисемеричная комбинация) соответствует строка на перфоленте. Выбранное из оперативной памяти 9-разрядное слово перфорируется в виде трех строк на перфоленте или печатается в виде трех знаков.

Вывод оканчивается с приходом комбинации 111 из запоминающего устройства или после вывода полной зоны оперативной памяти (54 слова).

При выводе команд 9-разрядное слово перфорируется в виде пяти строк на ленте или печатается в виде пяти цифр. При этом первая строка (цифра) соответствует одному

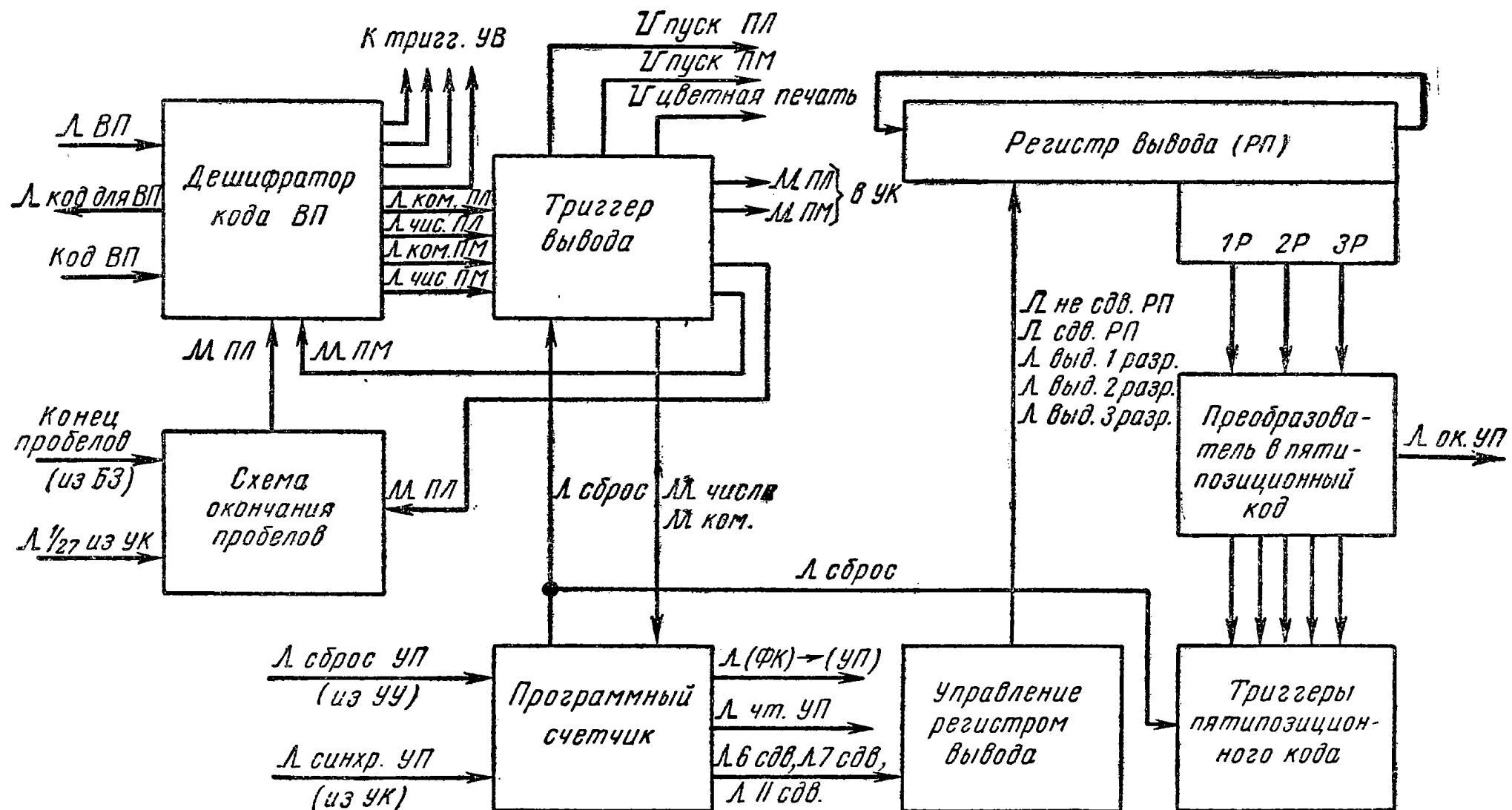


Рис. 36. Блок-схема управления выводом

старшему троичному разряду слова, а каждая из четырех последующих строк — двум троичным разрядам. При выводе команд возможны только 9 комбинаций перфоленты, соответствующих девятеричным цифрам:

$\bar{4}$ (W, Ж), $\bar{3}$ (Х) $\bar{2}$ (Y, У), $\bar{1}$ (Z, Ц), 0, 1, 2, 3, 4.

Окончание вывода команд происходит только по напечатании полной зоны.

Как при выводе чисел, так и при выводе команд, выбор слов из зоны памяти производится по последовательным адресам, начиная с наименьшего.

Всякий раз по окончании вывода на перфоленту производится в течение некоторого времени выдача комбинации «пробел» для обеспечения между зонами перфоленты промежутка в 12—15 см.

Нулевое состояние блока устанавливается импульсом «Л сброс УП», который выдается из центрального устройства управления при приеме любой команды. Этот импульс производит сброс в нулевое положение всех триггеров блока УП.

Работа блока начинается поступлением из центрального устройства управления импульса «Л ВП». Если в это время не происходит печати, то в ответ на этот импульс выдается импульс «Л код для УП», осуществляющий вызов четырех младших разрядов адресной части команды «ввод-вывод», определяющих операцию: «ввод» или «вывод» — и режим работы: «вывод чисел», «вывод команд».

Операциям вывода соответствуют следующие кодовые комбинации:

$\bar{0}100$ — вывод чисел (символов) на пишущую машинку;

0100 — вывод команд на пишущую машинку;

$\bar{1}000$ — вывод чисел (символов) на перфоратор;

1000 — вывод команд на перфоратор;

$\bar{1}100$ — вывод чисел (символов) на пишущую машинку с цветной печатью.

Первым четырем командам соответствуют два троичных триггера: первый триггер управляет пишущей машинкой, второй — перфоратором. Для каждого из триггеров состояние «1» означает вывод символов, а состояние «1» — вывод команд. При цветной печати запускается дополнительный триггер, от которого срабатывает реле пишущей машинки, подключающее электромагниты изменения цвета печати к дешифратору пятипозиционного кода вместо электромагнитов, осуществляющих подчеркивание и печать знаков «=» и «×». Триггеры вывода выдают сигналы «Л ПМ» или «Л ПЛ», включающие соответственно пишущую машинку или перфоратор, импульсы «ЛЛ числа» или «ЛЛ команды», определяющие режим работы блока УП в соответствие с заданной формой вывода, и «ЛЛ вывод» на схему синхронизации.

§ 2. РАБОТА УСТРОЙСТВ ВЫВОДА

Для управления выводными устройствами в блоке БЗ (блок задержек) имеются две схемы: одна для включения пишущей машинки под действием сигнала « \sqcup ПМ», другая для включения перфоратора под действием сигнала « \sqcup ПЛ».

Первая схема состоит из двух реле РС-13, возбуждаемых посредством транзисторов П4. При поступлении сигнала « \sqcup пуск ПМ» срабатывает первое реле, включающее двигатель пишущей машинки. Срабатывание второго реле происходит с задержкой, необходимой для разгона двигателя. Это реле подключает контакт синхронизации машинки ко входу схемы синхронизации и дублирует подачу напряжения питания на двигатель.

Вторая схема состоит из трех реле РС-13 и трех транзисторов П4. При поступлении сигнала « \sqcup пуск ПЛ» срабатывает первое реле второй схемы, включающее двигатель перфоратора. Срабатывание второго реле происходит с задержкой. Второе реле замыкает цепь синхронизации и размыкает контакт окончания пробелов. Третье реле срабатывает сразу после срабатывания второго. Оно дублирует подачу напряжения на двигатель перфоратора. После снятия сигнала « \sqcup пуск ПЛ» первое реле выключается. Второе реле, выключаясь с некоторой задержкой после первого, размыкает цепь синхронизации, замыкает контакт окончания пробелов и снимает питание с третьего реле, которое с некоторой задержкой по отношению к выключению второго реле размыкает цепь питания двигателя. Задержка в выключении третьего реле относительно второго необходима для обеспечения правильной работы телетайпа.

При использовании в качестве выходного устройства телетайпа он включается в отдельное гнездо на панели разъемов. При этом перфоратор и пишущая машинка должны быть отключены. Включение двигателя телетайпа происходит по приходе любой команды вывода. При команде « \sqcup ПМ» телетайп работает без пробелов в конце. При команде « \sqcup ПЛ» в конце печати делаются пробелы.

Скорость вывода данных из машины определяется скоростью выводных устройств, поэтому ритм работы машины во время вывода задается соответствующим выводным устройством. Для этой цели в выводных устройствах имеются синхронизационные контакты, размыкающиеся по одному разу на каждый оборот вала, приводящего в действие механизм устройства. Эти контакты подключены ко входу схемы синхронизации, которая выдает в блок УП по одному синхронному с тактом внутренних устройств машины импульсу « Λ синхр.» на каждое размыкание синхронизационного контакта. Первый после включения устройства импульс синхрони-

ации образует импульс « Λ (ФК) \Rightarrow (УП)», который поступает в блок У1 и устанавливает переключатель П-1 в положение, при котором выход регистра ФК оперативной памяти подключен ко входу регистра вывода РП.

§ 3. РАБОТА ПРОГРАММНОЙ ЧАСТИ БЛОКА УП

Последующие импульсы синхронизации поступают на программный счетчик, причем под действием каждого импульса счетчик изменяет свое состояние и выдает по одному из выходов импульс, осуществляющий соответствующую данному состоянию счетчика последовательность действий. Кроме того, каждый импульс синхронизации идет на сброс триггеров пятипозиционного кода. В случае вывода команд счетчик сбрасывается по приходе 7 импульсов, в случае вывода чисел — по приходе 3 импульсов.

При выводе чисел 1-й импульс, выдаваемый счетчиком, вызывает появление импульса « Λ чтение УП», который поступает в блок УК и считывает содержимое 9-разрядной ячейки памяти. Адрес ячейки указан в регистре адреса РА. Кроме того, этот импульс изменяет адрес в регистре РА на единицу. Содержимое ячейки памяти поступает на вход регистра вывода. 1-й импульс поступает на схему управления регистром РП, которая производит 9 сдвигов вправо. При этом считанное из памяти девятиразрядное троичное слово принимается в регистр РП. Затем схема управления регистром РП выдает импульсы: « Λ выд. 1 разр.», « Λ выд. 2 разр.», « Λ выд. 3 разр.», под действием которых 3 старших разряда из регистра поступают на преобразователь в пятипозиционный код. Преобразователь выдает на триггеры пятипозиционного кода комбинацию в коде перфоленты. Эта комбинация отрабатывается выводным устройством путем печати или перфорации.

Второй импульс счетчика вызывает 6 сдвигов вправо в регистре РП, благодаря чему на место уже выданных трех разрядов устанавливаются следующие по старшинству 3 разряда. Под действием импульсов « Λ выд. 1 разр.», « Λ выд. 2 разр.» и « Λ выд. 3 разр.» эти разряды выдаются на преобразователь в пятипозиционный код, а оттуда в триггеры пятипозиционного кода, которыми определяется следующая строка перфоленты или печатаемый знак.

Третий импульс программного счетчика вызывает те же действия, что и второй, причем на вывод поступают три младших разряда 9-разрядного троичного слова. По выдаче третьего импульса происходит сброс счетчика, поэтому следующий импульс синхронизации воспринимается счетчиком, как первый. Цикл повторяется 54 раза. При вызове из памяти последней ячейки зоны, из центрального устройства управ-

ления приходит импульс «Л сброс УП», который запоминается специальным триггером, вызывающим по напечатании последнего символа общий сброс устройства управления печатью. Окончание печати может произойти по приходе в трех младших разрядах 9-разрядного слова комбинации 111, означающей «стоп». В этом случае в центральное устройство управления выдается импульс «Л ок. УП», в ответ на который поступает «Л сброс УП».

При выводе команд первый импульс счетчика засыпает в триггеры пятипозиционного кода комбинацию «перевод в цифровой регистр».

Второй импульс засыпает комбинацию, соответствующую возврату каретки и переводу строки пишущей машинки.

Третий импульс производит чтение из памяти 9-разрядного слова и осуществляет 11 сдвигов в регистре РП. При этом старший разряд поступающего в РП слова попадает на место третьего разряда и затем под действием импульса «Л выд. 3 разр.» выдается на преобразователь в пятипозиционный код по каналу младшего, 3-го разряда. Образовавшаяся на триггерах пятипозиционного кода комбинация фиксируется выводным устройством.

Четвертый импульс счетчика производит 7 сдвигов в регистре РП. При этом следующие два разряда слова занимают положение 2-го и 3-го разрядов. Выдаются импульсы «Л выд. 2 разр.» и «Л выд. 3 разр.», производящие выдачу этих разрядов на преобразователь в пятипозиционный код.

5, 6 и 7-й импульсы выполняют те же действия, что и четвертый. По выдаче 7-го импульса счетчик сбрасывается. Следующий импульс синхронизации воспринимается счетчиком как второй импульс описанной последовательности. Цикл повторяется до тех пор, пока не будет получен импульс «Л сброс УП», т. е. 54 раза.

В случае вывода на перфоленту по окончании выдачи информации на перфоратор в триггеры пятипозиционного кода посыпается комбинация 000.00, которая выводится в течение некоторого времени для получения промежутка в 12—15 см между зонами на перфоленте. В течение этого времени триггер в схеме окончания пробелов блокирует прием в блок УП новой команды вывода. Одновременно с выключением мотора перфоратора схемой окончания пробелов блокирующий триггер сбрасывается, и схема блока УП приходит в исходное состояние.

Г л а в а XIV

СИСТЕМА ПИТАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЕ УСТРОЙСТВ МАШИНЫ

§ 1. БЛОК-СХЕМА СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ

Электропитание машины осуществляется от трехфазной сети переменного тока с частотой 50 гц и напряжением 220/380 в.

Блок-схема электропитания приведена на рис. 37. Напряжение сети подается на распределительный щит, к которому подключены все устройства машины, потребляющие переменный ток. Питание постоянным током осуществляется при помощи выпрямителей, расположенных в шкафу электронно-вычислительного устройства машины.

Подача питания потребителям при включении машины осуществляется при помощи трех тумблеров, расположенных на инженерном пульте. Тумблером T_1 («СЕТЬ») напряжение сети подается на накал ламп и на подогрев плиты магнитного барабана. Тумблер T_2 («АНОД») подает на лампы анодное напряжение и включает двигатель барабана. Тумблер T_3 («БАРАБАН») переключает задающий каскад генератора тактовых импульсов из режима автогенерации в режим возбуждения синхроимпульсами магнитного барабана.

Тумблеры инженерного пульта управляют системой питания посредством распределительного щита, на котором расположены:

- 1) входной пакетный переключатель, посредством которого производится подключение щита к сети;
- 2) входные предохранители (плавкие вставки);
- 3) магнитный пускател P_2 , осуществляющий при включении тумблера T_1 на инженерном пульте подачу напряжения сети на трансформатор накала, на подогрев плиты барабана (при условии, что тумблер T_4 на панели ПБ включен) и на контакты реле, которыми подключаются другие потребители;

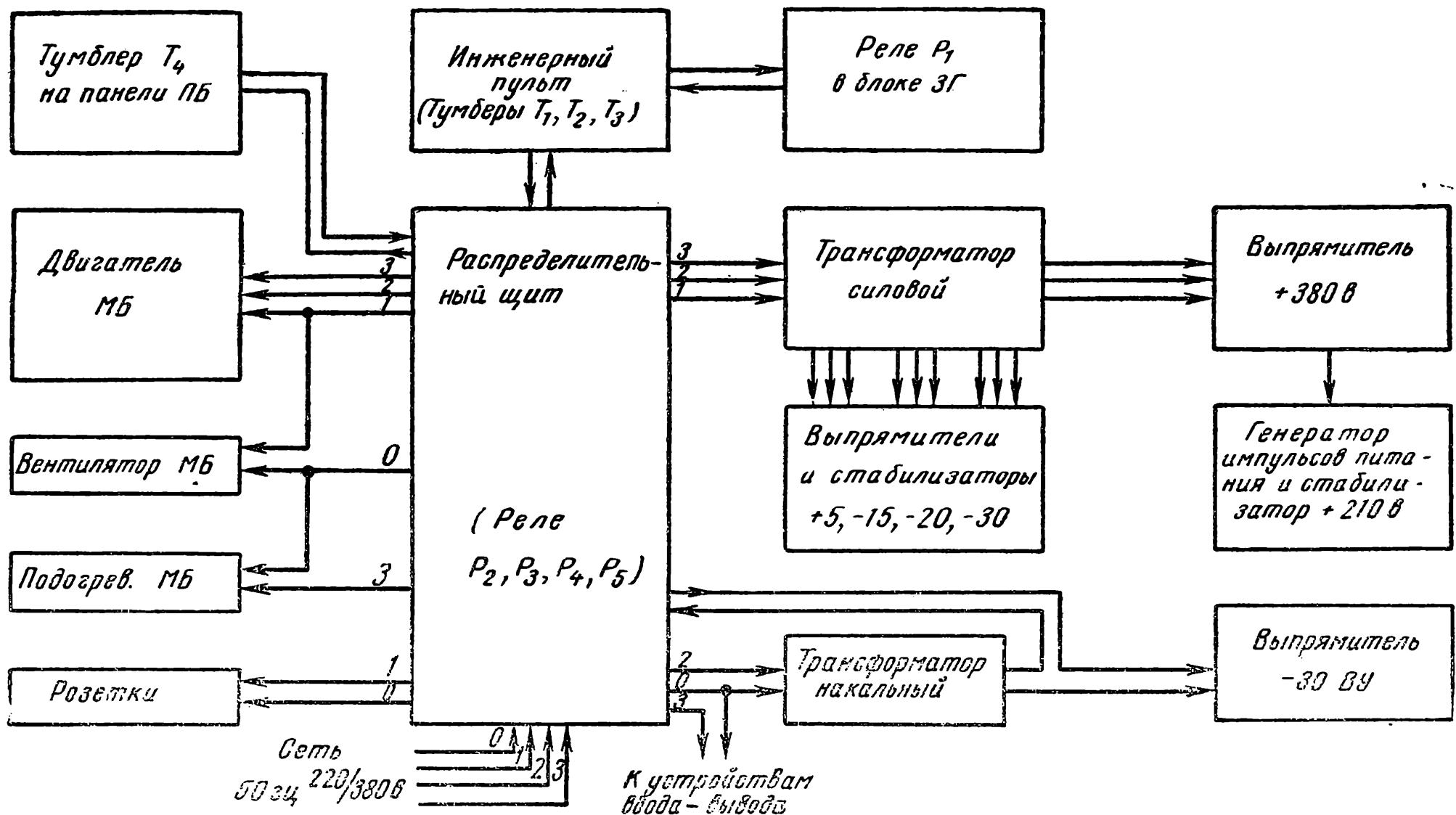


Рис. 37. Блок-схема электропитания машины

4) реле P_3 , осуществляющее при включении тумблера T_2 подачу напряжения на силовой трансформатор и на катушку реле P_4 ;

5) реле P_4 , осуществляющее подачу напряжения на вентилятор и двигатель магнитного барабана после срабатывания реле P_3 при условии, что тумблер T_4 включен и цепь подогрева плиты барабана исправна (не разорвана);

6) реле P_5 , предотвращающее возможность включения реле P_4 в случае неисправности в цепи подогрева плиты;

7) восемь предохранителей с плавкими вставками и с сигнализацией при помощи сигнальной лампочки на инженерном пульте, установленные на входах силового трансформатора, на выходах выпрямителей -30 в ВУ , $+5\text{ в}$, $+380\text{ в}$, в цепи питания устройств ввода-вывода и в цепи розеток.

В целях управления включением реле распределительного щита предусмотрены следующие блокировки. Пускателем P_2 не срабатывает при включении тумблера T_1 , если тумблер T_2 находится в положении «включен». Реле P_3 не срабатывает при включении тумблера T_2 , если тумблер T_3 находится в положении «включен».

Включение тумблеров T_1 , T_2 , T_3 на инженерном пульте должно производиться в порядке возрастания их номеров с интервалом в 1,5 мин, который необходим после включения тумблера T_1 для разогрева катодов ламп и плиты барабана, а после включения тумблера T_2 — для того, чтобы барабан набрал обороты. Тумблер T_3 включает реле P_1 , которое переводит задающий каскад генератора тактовых импульсов из режима автогенерации в режим возбуждения поступающими с барабана импульсами серии «2000». Реле P_1 не срабатывает при включении тумблера T_3 , если не включено реле P_4 , осуществляющее подачу напряжения на двигатель барабана.

Питание всех выпрямителей, за исключением выпрямителя -30 в ВУ , работающего на устройства ввода-вывода, осуществляется от общего силового трансформатора. Основным потребителем мощности этого трансформатора является выпрямитель $+380\text{ в}$, нагруженный генератором тактовых импульсов тока, которыми питаются все устройства машины, выполненные на быстродействующих магнитных усилителях. В блоке генератора имеется электронный стабилизатор напряжения $+210\text{ в}$, которое используется для питания экранных сеток выходных ламп, а также для питания анодных цепей ряда каскадов задающей части генератора.

Из трех других выпрямителей, нагружающих силовой трансформатор, один работает на шину -30 в и на стабилизатор 20 в , второй — на стабилизатор -15 в и третий — на стабилизатор $+5\text{ в}$. Эти выпрямители, как и выпрямитель $+380\text{ в}$, выполнены на кремниевых диодах по схеме Ларионова треугольник звезда.

Выпрямитель —30 в ВУ выполнен по двухфазной мостовой схеме. Питание его осуществляется от отдельной обмотки трансформатора накала, причем подача напряжения на вход выпрямителя производится через нормально разомкнутый контакт реле P_3 . Последнее сделано для того, чтобы включение этого выпрямителя происходило не при включении накала, а одновременно с включением других выпрямителей.

§ 2. ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ ТОКА ДЛЯ ПИТАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Питание всех логических устройств машины, выполненных на быстродействующих магнитных усилителях, осуществляется генератором питающих (тактовых) импульсов тока. Генератор состоит из задающей части, называемой блоком ЗГ, и ряда оконечных ламп, управляющие сетки которых подключены к одной из двух шин раскачки, возбуждаемых выходными каскадами задающей части. Напряжение раскачки по форме представляет собой прямоугольные импульсы, следующие с частотой 200 кгц, причем импульсы одной шины находятся в противофазе по отношению к импульсам другой шины.

Одна из шин вместе с подключенными к ней оконечными лампами и выходными цепями этих ламп условно названа левым каналом питания, другая шина и связанные с ней лампы и цепи образуют правый канал питания.

Блок-схема задающего генератора изображена на рис. 38. Прямоугольные импульсы, выдаваемые генератором на шины раскачки оконечных ламп, получаются путем амплитудного ограничения синусоидального напряжения, источником которого является двухтактный генератор, выполненный по схеме индуктивной трехточки с последовательным питанием анодной цепи. Этот генератор может работать как в режиме автогенерации, так и с внешним возбуждением. В последнем случае реле P_1 , срабатывающее при включении на инженерном пульте тумблера T_3 , разывает цепи обратной связи и подключает сетки ламп генератора к выходному трансформатору усилителя серии «2000».

Противофазные синусоидальные напряжения с резонансного контура двухтактного генератора подаются на диодный амплитудный ограничитель.

В ограничителе предусмотрено переменное сопротивление, которым в некоторых пределах можно изменять положение синусоидальных напряжений по отношению к уровню ограничения. Этим обеспечивается возможность регулировать длительность выходных импульсов и степень их перекрытия.

Выходы ограничителя умощняются катодными повторителями, которые, кроме того, несколько ограничивают выдаваемые напряжения снизу.

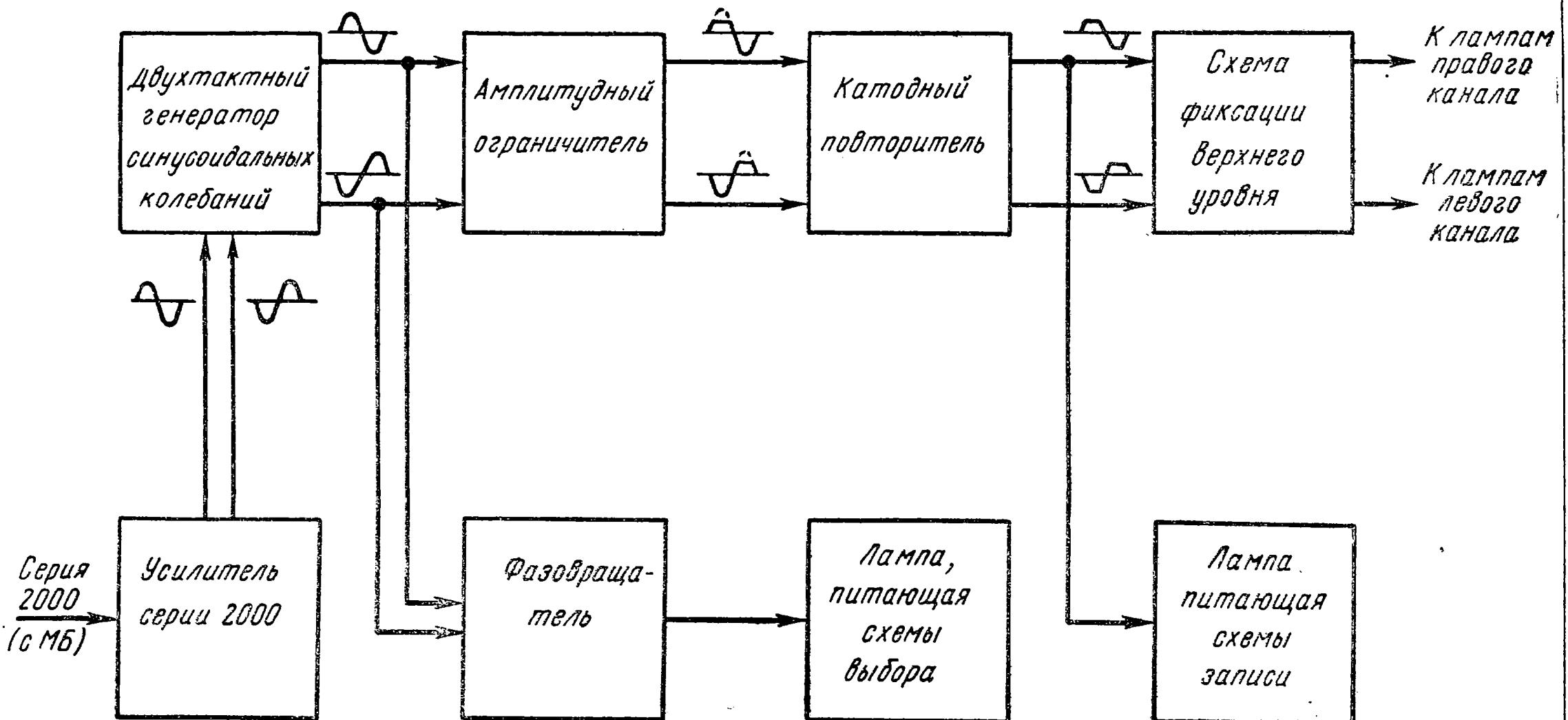


Рис. 38. Блок-схема задающего генератора

Шины раскачки связаны с выходами катодных повторителей емкостной связью. Верхний уровень импульсов на шинах фиксируется диодами, причем имеется регулировка напряжения фиксации, посредством которой устанавливается необходимая амплитуда импульсов анодного тока оконечных ламп.

Помимо основной своей функции — формирования импульсов раскачки оконечных ламп — задающий генератор выдает импульсы тока для питания схем выбора координатных трансформаторов (т. е. для формирования полутоков) и для питания схем записи (т. е. для формирования токов i_1 и i_1' в цепях считывания-записи) оперативного запоминающего устройства. Для выдачи этих импульсов в блоке задающего генератора имеются две дополнительные оконечные лампы. Лампа, питающая схемы записи, возбуждается от катодного повторителя, правого канала и обладает индивидуальной регулировкой напряжения, фиксирующего верхний уровень импульсов раскачки, что позволяет устанавливать нужную амплитуду импульсов анодного тока.

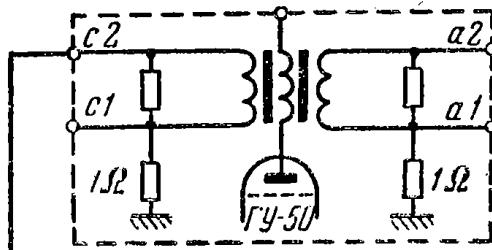
Возбуждение лампы, питающей схемы выбора, осуществляется через посредство фазовращателя, регулировкой которого устанавливается необходимое временное положение импульсов полутоков, выбирающих координатные трансформаторы куба оперативной памяти.

Схема каналов питания, показывающая способ включения нагрузки в анодные цепи оконечных ламп, представлена на рис. 39. Каждая оконечная лампа работает на первичную обмотку трансформатора тока, к двум идентичным выходным обмоткам которого подключены линии питания блоков с быстродействующими магнитными усилителями. Эти линии состоят из последовательного соединения принадлежащих данному каналу обмоток питания усилителей, размещенных в охваченных линией блоках нагрузки. Для того чтобы импульсы тока в линиях были однополярными, последовательно с выходными обмотками трансформаторов включены вентили (блочки D), выполненные в виде параллельного соединения нескольких диодов с дополнительными сопротивлениями для обеспечения равномерного распределения тока между ветвями.

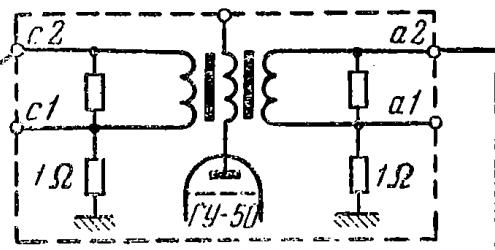
Выходные обмотки трансформаторов щунтированы демпфирующими сопротивлениями, которые практически не влияют на режим цепи при наличии импульса тока и существенно улучшают работу трансформатора в промежутках между импульсами.

Сопротивление 1 ом, соединяющее нижний конец выходной обмотки трансформатора с «землей», предназначено для контроля и измерения импульсов тока в линии при помощи осциллографа.

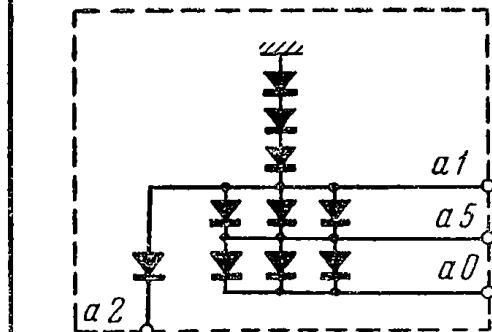
блочок 0 (левый канал)



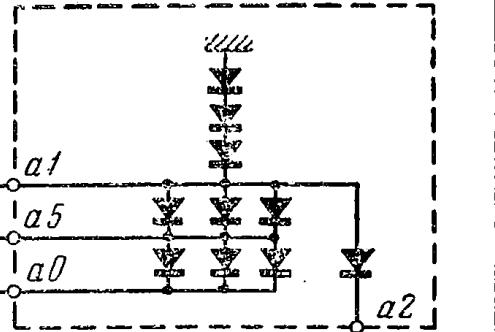
блочок 0 (правый канал)



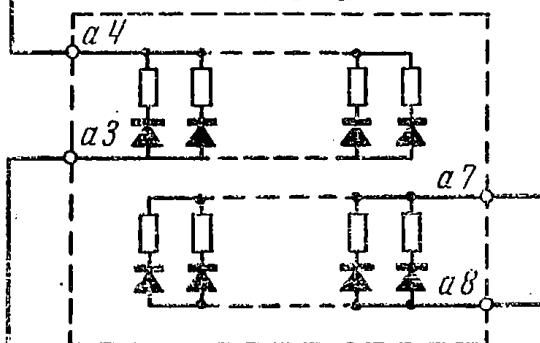
блочок С



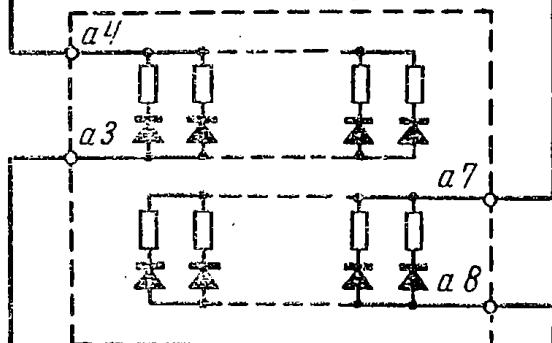
блочок С



блочок D



блочок D



блочки нагрузки



блочки нагрузки

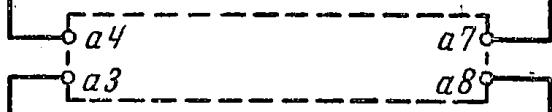
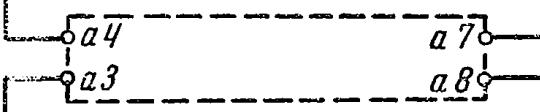
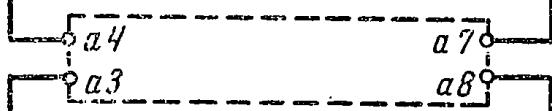
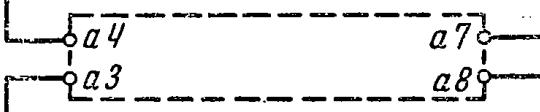
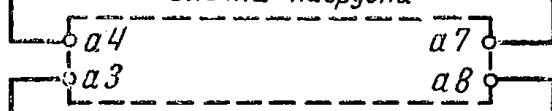


Рис. 39. Схема каналов питания

Вторые концы линий питания соединяются с «землей» посредством общего для всех линий нелинейного сопротивления, обладающего вольтамперной характеристикой стабилитрона (т. е. напряжение на этом сопротивлении мало изменяется при изменении, протекающего через сопротивление тока). Конструктивно нелинейное сопротивление выполнено путем соответствующего соединения кремниевых и германиевых диодов (блочки G), шунтированных большой емкостью. В результате протекания через это сопротивление суммарного тока линий питания на нем получаются уровни напряжения $-3,2\text{ в}$, $-3,5\text{ в}$ и $-3,8\text{ в}$, используемые для смещения диодов в выходных цепях быстродействующих магнитных усилителей.

Уровень $-3,5\text{ в}$ является рабочим; уровни $-3,2\text{ в}$ и $-3,8\text{ в}$ — профилактическими. На инженерном пульте машины имеются трехпозиционные ключи, при помощи которых шину смещения любого блока машины, а также и шины всех блоков вместе, можно подключить к одному из этих уровней. Для измерения уровней напряжения смещения, как и для измерения всех напряжений питания, на инженерном пульте имеется измерительный прибор с кнопочным коммутатором.

§ 3. РАЗМЕЩЕНИЕ УСТРОЙСТВ МАШИНЫ

Конструктивно машина выполнена в виде шкафа (электронно-вычислительное устройство) с приставным пультом управления и двух столов: стол внешних устройств и стол подготовки данных.

Все устройства машины, за исключением устройств ввода-вывода (фотовводы, пишущая машинка и ленточный перфопротектор) и пульта управления, размещены в шкафу. Шкаф состоит из трех секций: две широкие и одна узкая (рис. 40).

В узкой секции помещается распределительный щит РЩ, силовой трансформатор ТС, дроссель фильтра выпрямителя $+380\text{ в}$ Др, панель диодов ПД, на которой смонтированы выпрямители и стабилизаторы -30 в , -30 в , ВУ, -20 в , -15 в , $+5\text{ в}$ и блок задающего генератора ЗГ. С торцевой стороны шкафа на стенке узкой секции расположены инженерный пульт ИП и панель разъемов ПР с гнездами для подключения устройств ввода-вывода. К лицевой стенке узкой секции присоединяется пульт управления.

В широкой секции, расположенной слева, размещены: ящик с магнитным барабаном МБ, накальный трансформатор ТН, панель барабана ПБ, блоки АУ, УБ, У1, МУ, а также питающие их блоки Г1 и Г2 с оконечными лампами генератора тактовых импульсов.

Средняя широкая секция содержит блок ферритового куба оперативной памяти ФК, блок задержек БЗ, осуществляющий

пуск и выключение устройств ввода-вывода, панель куба ПК, блоки У2, УК, УВ, УП и блоки с оконечными лампами Г3 и Г4.

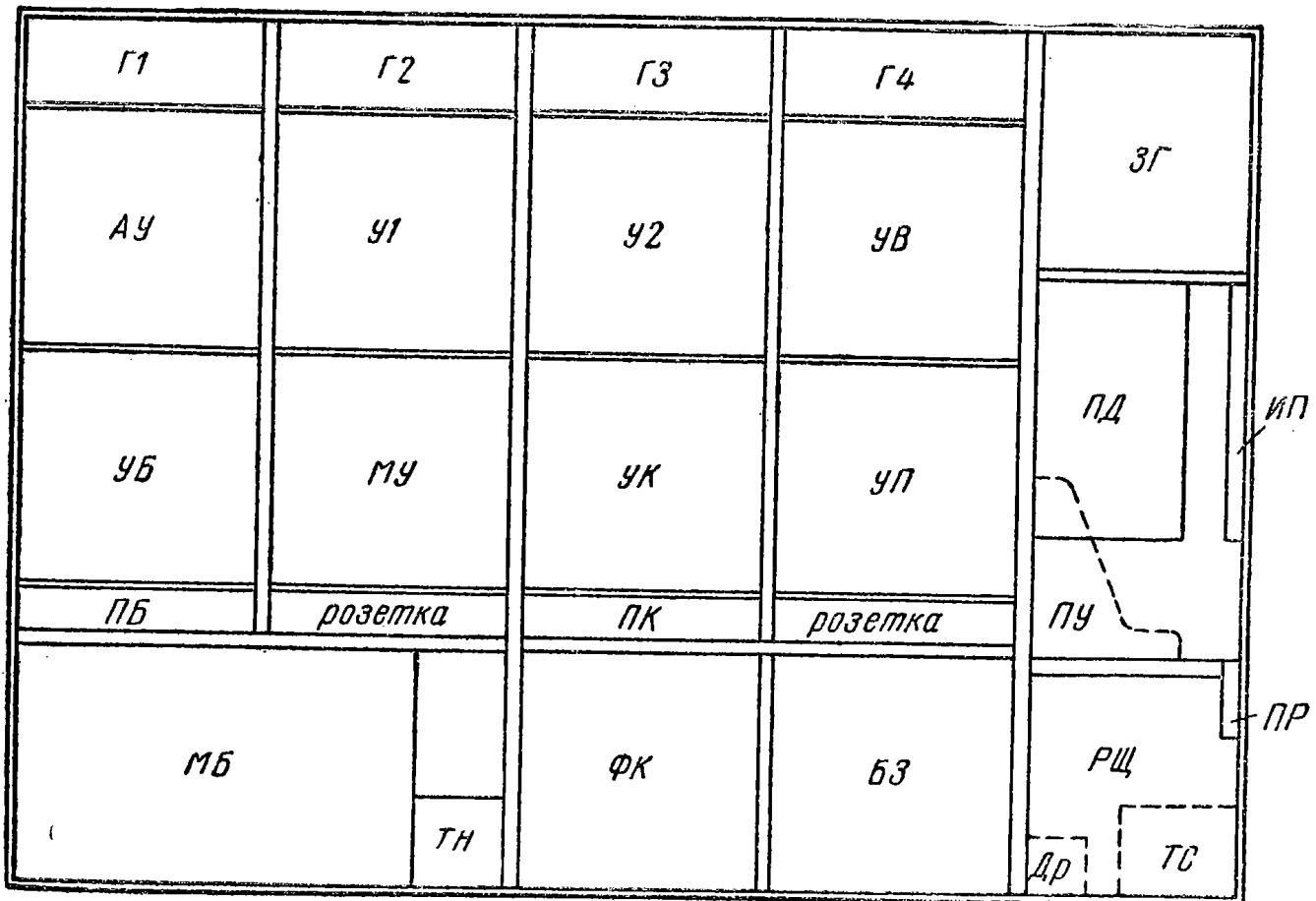


Рис. 40. Расположение устройств в машине (вид со стороны монтажа)

В левой и средней секциях на панелях под блоками МУ и УП имеются розетки ~ 220 в для питания измерительных приборов при технических осмотрах и ремонте машины.

Приложение

ТАБЛИЦЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Ниже даны таблицы выполнения операций:

- Таблица 1. Формирование очередного адреса команды.
Таблица 2. Чтение и прием команды.
Таблица 3. Операции УК: запись, чтение, чтение МБ.
Таблица 4. Выдача кода МБВП.
Таблица 5. Чтение для МБ, УП.
Таблица 6. Посылка в F ; сложение в F ; сложение в F с (C).
Таблица 7. Запись из C ; запись из F .
Таблица 8. Посылка в S ; сложение в S ; вычитание в S ; по-
разрядное умножение; посылка в R .
Таблица 9. Операции умножения.
Таблица 10. Запись из S ; нормализация.
Таблица 11. Сдвиг.

Таблицы 8—11 напечатаны на вклейках.

В таблицах применены следующие условные обозначения.

Точки схем обозначены буквенно-цифровым кодом.

Например:

У2-1-с7 — блок У2, гнездо 1, контакт с7.

УК-20-а1, а2 — блок УК, гнездо 20, контакты а1 и а2.

АУ-8, 10, 11, в2 — блок АУ, гнезда 8, 10 и 11, контакт в2.

УК-14, 15-У10-6 — блок УК, блочки 14 и 15, ячейка 10,
контакт 6.

На каждой строке, как правило, указаны две точки схемы:
точка, из которой исходит, и точка, в которую поступает сиг-
нал.

Отсутствие сигнала в данном такте цикла обозначается
точкой на отвечающей этому такту позиции строки. Наличие
положительного импульса обозначается знаком «+», наличие
отрицательного импульса — знаком «—», наличие взаимной
компенсации — знаком «×».

Коды чисел и команд обозначаются рядами цифр, соот-
ветствующих номерам разрядов кода.

Таблица 1

Откуда идет	Куда поступает	Импульсы Такты																20
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
—	—	Формирование очередного адреса команды																
Y1-5-в8	Y2-9-а2	Λ сдвиг C,F	+
—	Y2-4-а2	Π сдвиг C	.	.	+	+	+	+	+	+
Y2-1-с8	Y2-7-с7	Λ (C)⇒Σуу	.	.	.	+	÷	+	+	+
Y2-1-в8	Y2-7-а0	Λ не (C)⇒Σуу	.	.	.	—	—	—	—	—	X
Y2-1-с6	Y2-8-а1	Λ доб. 1	+
Y2-1-с7	Y2-8-а0	Λ запр. 1	X
Y2-1-в9	Y2-12-с2	Λ сдвиг РА	+
Y2-12-с0	УК-22-а1	ΛΛ сдвиг РА	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
Y2-11-с0,в0	УК-20-а1, а2	Адрес на входе РА	5	4	3	2	1	.	.	.
Y2-2-с0	УК-19-с2	Λ чт. команды							+	.	.

Таблица 2

Откуда идет	Куда поступает	Импульсы Такты	19 20 21 22 23 24				25 26 27 28 29				30 31 32 33 34				35 36				
			19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35 36
Чтение и прием команды																			
У2-2-с0	УК-19-с5	Λ чт. команды	+
УК-16-а9, а0	У1-9-с1, в1	Команда на входе П-1 (Λ команда ПУ)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	.	.	
У2-6-с9	У2-3-а1	(Λ сдвиг C, F	.	+	
У2-3-с1	У2-9-а2	Π сдвиг F	.	.	+	
—	У2-10-а2	Π сдвиг F	+	+	+	+	+	+	
У2-3-в6	У2-7-в7	Λ (F)⇒Σуу	+	+	+	+	+	
У2-3-в9	У2-7-а0	Λ не (F)⇒Σуу	—	—	—	—	—	×	
У2-3-с7	У1-8-с1	Λ (ΦК)⇒Σуу	+	+	+	+	+	.	.	.	
У2-3-с2	У1-7-а1	Λ сбр. П-12	+	.	.	.	
У2-3-с4	У1-9-а1	Λ прием КО	+	
У2-3-с9	У2-12-с2	Λ сдвиг РА	+	
У2-12-с0	УК-22-а1	ΛΛ сдвиг РА	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	
У2-3-с0	У2-11-с3	Λ (РА)⇒C	+	+	+	+	
У2-12-с7	У2-11-в3	Λ не (РА)⇒C	—	—	—	—	

Таблица 3

Откуда идет	Куда поступает	Импульсы	
УК-1,5-в0 УК-19-в7, с7 УК-19-в6, с6	УК-10-в0, в9 УК-17-в0, с0 УК-18-в0, с0	Л запр. РГ Л K_5 Л K_5	ОПЕРАЦИИ ЗАПИСЬ, ЧТЕНИЕ, ЧТЕНИЕ МБ +++++++. +++++++++.....+.....
УК-19-в0	УК-13-а1, а2 УК-16-с3 УК-14, 15-У10-6	Число на входе Q Л запись Л не сдв. Q	ОПЕРАЦИЯ ЗАПИСЬ . 9 8 7 6 5 4 3 2 1+.....+.....
УК-19-с0 УК-16-в5 УК-16-с5	УК-16-с2 УК-10-с1 УК-10-а1	Л чтение Л ОИ-1 Л ОИ-2	ОПЕРАЦИЯ ЧТЕНИЯ, ЧТЕНИЕ МБ+.....+.....+.....
УК-16-а9,а0	У1-06-22,12	Число на выходе Q	ОПЕРАЦИЯ ЧТЕНИЕ 9 8 7 6 5 4 3 2 1 . . .
УК-19-в5	УК-16-с4 УК-14,15-У10-8 УК-14,15-У10-6	Л МБ Л запр. ячеек МБ Л не сдв. Q	ОПЕРАЦИЯ ЧТЕНИЕ МБ+..... +++++++. ++++++++.....

Таблица 4

Откуда идет	Куда поступает	Импульсы	Такты (условн.)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
У1-3-с0 УП-14-в0 }	У2-12-в1	Λ код для УБ, УП	+					· · · · ·				· · ·			
У2-12-с0	УК-22-а1	ΛΛ сдв. РА	- + + + +					+ + + + +				- - -			
У2-12-с6	У2-9-в1	ΛΛ (РА) ⇒ УБ, УП	. + + + +					-	
У2-12-с9	У2-8-а2	ΛΛΛ форм. адр.	. . . + +					+	
У2-12-в3	У2-9-с3	Λ (РА) ₁ ⇒ (Σуу)	. . - - -					- +	
У2-9-с9, в9	УБ-28-с1, в1	Код МБВП	5				4 3 2	
У2-9-с8, в8	УП-26-с1, в1	на входе УБ, УП										.		.	

Таблица 5

Откуда идет	Куда поступает	Импульсы \\ Такты условн.	1 2 3 4 5					6 7 8 9 10					11 12 13 14 15					16	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Чтение для МБ, УП																			
УБ-27-с9 УП-19-в9	УК-19-с4 УК-19-с3	Лчтение УБ Лчтение УП	+						·				·						
УК-19-в8	У2-12-с1	ΛМБВП	. + . . .						·				·						
УК-19-с8	УК-22-а2	ΛΛсдв. РА	—+++					+++				— — — —							
У2-12-с3	У2-9-с1	ΛΛ(РА)⇒(Σ _{yy})	+++++						·				·						
У2-12-с4	У2-8-а1	Λ доб. 1	.. + ..						·				·						
У2-12-в4	У2-8-а0	Λ запр. 1	... + .						·				·						
УК-19-с0	УК-16-с3	Лчтение	... + .						·				·						
У1-8-с0, в0	УП-27-с1,в1	Число на входе УП 9 8 7				6 5 4 3 2					1	
У2-12-с6	У2-11-а1	Лок. МБВП + ..				·						

Таблица 6

Сткуда идет	Куда поступает	Такты Импульсы	10	11	12	13	<u>14</u>	15	16	17	18	19	20	21	22	<u>23</u>	24	25	26	27	23	29
			
ОПЕРАЦИИ $(A) \Rightarrow (F)$; $(A) + (F) \Rightarrow (F)$; $(A) + (C) \Rightarrow (F)$																						
У1-5-с5 УК-16-а9, а0	УК-23-а2 У1-9-с1, в1	Λ2-е чтение Число на входе Π-1 $\Lambda(\Phi K) \Rightarrow \Sigma_{yy}$	+	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
У2-2-с6	У1-8-с1	Λ(ФК) $\Rightarrow \Sigma_{yy}$	+	+	+	
У2-3-с2 У2-2-в0 У2-11-с6 У2-3-с8 У2-1-с9 У2-3-с1 —	У1-7-а1 У2-11-с2 У1-1-а2 У2-11-в2 У2-9-а2 У2-9-а2 У2-4, 10-а2	Λ сброс Π-12 Λ 20 т. F, C Λ сброс ω_F Λ не прием F Λ сдв. F, C Λ сдв. F, C Π сдв. F, C		
ОПЕРАЦИЯ $(A) + (F) \Rightarrow (F)$																						
У2-2-в7 У2-3-в4	У2-7-в6 У2-7-а2	$\Lambda(F) \Rightarrow \Sigma_{yy}$ $\Lambda \text{не } (F, C) \Rightarrow \Sigma_{yy}$	+	+	+	
ОПЕРАЦИЯ $(A) + (C) \Rightarrow (F)$																						
У2-2-с7 У2-3-в4	У2-7-с6 У2-7-а2	$\Lambda(C) \Rightarrow \Sigma_{yy}$ $\Lambda \text{не } (F, C) \Rightarrow \Sigma_{yy}$	+	+	+	

Таблица 7

Откуда идет	Куда поступает	Импульсы	Такты																						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ОПЕРАЦИИ $(C) \Rightarrow (A)$ и $(F) \Rightarrow (A)$																									
У1-5-в6 У1-5-в5 У1-5-в8 У2-1-в6 —	УК-19-в1 УК-19-в2 У2-9-а2 У2-7-а1 У2-4,10-а2	Λ 1-я запись Λ 2-я запись Λ сдвиг C, F Λ не $(F,C) \Rightarrow \Phi K$ Π сдвиг F, C	+ + - — — — . . + ++ + — — × . . + + + — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — × — — ×			
ОПЕРАЦИЯ $(C) \Rightarrow (A)$																									
У2-2-с8	У2-7-с5	Λ $(C) \Rightarrow \Phi K$					
ОПЕРАЦИЯ $(F) \Rightarrow (A)$																									
У2-2-в8	У2-7-в5	Λ $(F) \Rightarrow \Phi K$	
У2-2-в0	У2-11-с2	Λ «20 т. F, C »																					+ . — .		
У2-11-с6	У1-1-а2	Λ сбр. ω_F +	

Таблица 7

ЛИТЕРАТУРА

1. Бруsenцов Н. П. Вычислительная машина «Сетунь» Московского государственного университета. Материалы конференции «Новые разработки в области вычислительной математики и вычислительной техники». Киев, 1960, стр. 226—234.
2. Жоголев Е. А. Система команд и интерпретирующая система для машины «Сетунь». «Журн. вычисл. матем. и матем. физики», 1961, т. 1, № 3, стр. 466—512.
3. Брусенцов Н. П., Жоголев Е. А., Веригин В. В., Маслов С. П., Тишулина А. М. Малая автоматическая цифровая машина «Сетунь». «Вестн. Моск. ун-та», сер. матем., мех., 1962, № 4, стр. 3—12.
4. Брусенцов Н. П. Построение логических схем на магнитных усилителях с питанием импульсами тока. Сб. «Магнитные элементы автоматики, телемеханики, измерительной и вычислительной техники», «Наукова думка», Киев, 1964, стр. 361—367.
5. Брусенцов Н. П., Маслов С. П., Тишулина А. М. Схемы основных узлов цифровой машины на магнитных усилителях с питанием импульсами тока. Сб. «Магнитные цифровые элементы». «Наука», М., 1965, стр. 100—105.
6. Брусенцов Н. П. Опыт разработки троичной вычислительной машины. «Вестн. Моск. ун-та», сер. матем., мех., 1965, № 2, стр. 39—48.
7. Жоголев Е. А. Вычисление элементарных функций на машине «Сетунь». Сб. «Вычислительные методы и программирование». Изд-во МГУ, 1965, стр. 509—535.
8. Жоголев Е. А. Интерпретатор ПОЛИЗ-63. «Журн. вычисл. матем. и матем. физики», 1965, т. 5, № 1, стр. 67—76.
9. Серия: «Математическое обслуживание машины «Сетунь». Под общей редакцией Е. А. Жоголева. Изд-во МГУ.
Выпуск 1. Жоголев Е. А. Особенности программирования и математическое обслуживание для машины «Сетунь», 1964.
Выпуск 2. Фурман Г. А. Интерпретирующая система для действий с комплексными числами (ИП-4), 1964.
Выпуск 3. Франк Л. С., Рамиль-Альварес Х. Подпрограмма вычисления значений определенных интегралов для ИП-2, 1964.
Выпуск 4. Жоголев Е. А., Есакова Л. В. Интерпретирующая система ИП-3, 1964.
Выпуск 5. Фурман Г. А. Подпрограмма вычисления всех корней многочлена для ИП-4, 1965.
Выпуск 6. Прохорова Г. В. Интерпретирующая система для действий с повышенной точностью (ИП-5), 1964.
Выпуск 7. Гордонова В. И. Типовая программа расчета корреляционных и спектральных функций, 1965.
Выпуск 8. Бондаренко Н. В. Система подпрограмм ввода и вывода алфавитно-цифровой информации для ИП-3, 1965.

Серия будет продолжена.

**Николай Петрович Брусенцов,
Сергей Петрович Маслов,
Владлен Петрович Розин,
Антонина Михайловна Тишулина**

**МАЛАЯ ЦИФРОВАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
МАШИНА «СЕТУНЬ»**

Тематический план 1965 г. № 1

Редактор *Н. П. Брусенцов*

Технический редактор *Г. И. Георгиева*

Корректор *М. И. Эльмус*

Сдано в набор 16. II 1965 г.

Подписано к печати 5. VII 1965 г.

Л-38113. Формат 60×90¹/₁₆

Физ. печ. л. 8,75 + 2 вклейки 0,21=8,96

Уч.-изд. л. 6,94. Изд. № 765. Зак. 516

Тираж 5000 экз. Цена 50 коп.

Издательство Московского университета
Москва, Ленинские горы,
Административный корпус.
Типография Изд-ва МГУ.
Москва, Ленинские горы

Замеченные опечатки

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
17	11 снизу	$x = X \cdot 3_x,$ $= (\bar{1}4\bar{3}\bar{3}9)_9$	$x = X \cdot 3^p x,$ $= (\bar{1}4\bar{3}\bar{3}2)_9$
24	1 сверху	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$
40	20 снизу	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$
40	7 снизу	возраста	возврата
71	6 снизу	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}0$, или $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{0}$	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}0$, или $\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}0$.

Таблица 8

Откуда идет	Куда поступает	Такты Импульсы																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
			ОПЕРАЦИИ $(A) \Rightarrow (S)$; $(S) + (A) \Rightarrow (S)$; $(S) - (A) \Rightarrow (S)$; $(S) \otimes (A) \Rightarrow (S)$																											
У1-5-с6 У1-5-с5 УК-16-а9, а0	УК-23-а1 УК-23-а2 У1-9-с1, в1	Λ 1-е чтение Λ 2-е чтение Число на входе Π-1	+	
У1-5-с0 У2-3-с5 — У1-5-с8 У2-3-с2 У2-1-в4 У1-1-с8	АУ-2-с1 АУ-2-в1 АУ-8, 10, 11-в2 АУ-1-а2 У1-7-а1 У1-1-а1	Λ сдвиг S_{up} Λ не сдвиг S_{up} Л сдвиг S_{up} Λ сброс $\omega(S)$ Λ сброс П-12 Λ вопрос ω Λ опрос $\omega(S)$. . +	
У1-6-с8	У1-8-с2	Λ «+»	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +
У1-6-с6	У1-7-в2	Λ $(S) \Rightarrow \Sigma_{AU}$	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +
У1-6-в9	У1-8-в2	Λ «-»	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +
У1-6-с9	У1-8-с3	Λ ЛУ	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +
У1-5-с6 У1-5-с5 УК-16-а9, а0	УК-23-а1 УК-23-а2 У1-9-с1, в1	Λ 1-е чтение Λ 2-е чтение Число на входе Π-1	+
У1-4-в8 У1-5-с9 У1-1-с7 У1-1-в7 У2-3-с2	У1-8-с4 У1-1-с7 УВ-13-а1 У1-7-а1	Λ $(\Phi K) \Rightarrow R$ Λ прием R Λ прием R в МУ Λ сброс П-12	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +

Таблица 9

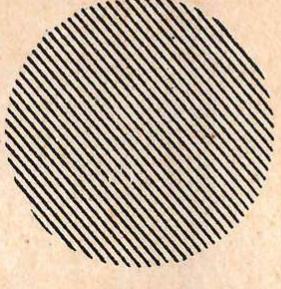
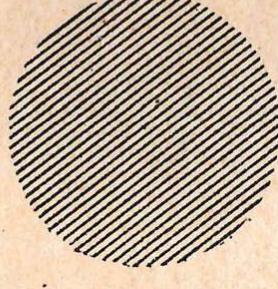
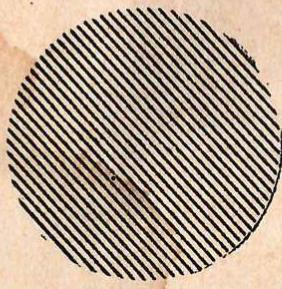
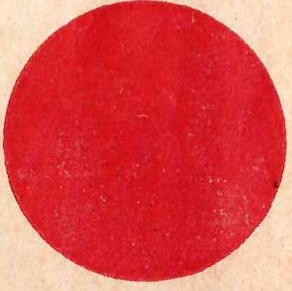
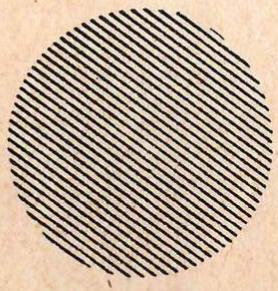
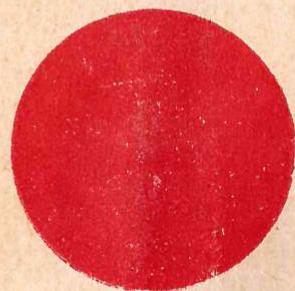
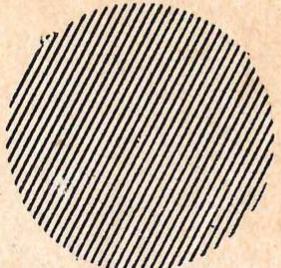
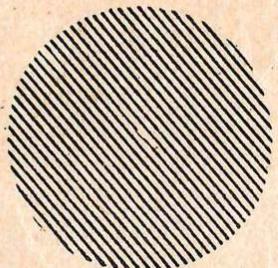
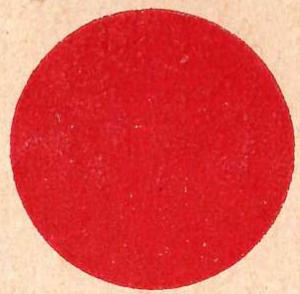
Откуда идет	Куда поступает	Такты Импульсы	1 2 3 4	5 6 7 8 9	10 11 12 13 14	15 16 17 18 19	20 21 22 23 24	25 26 27 28 29	30 31 32 33 34	35 36 37 38 39	40 41 42 43 44	45 46 47 48 49	50 51 52 53 54	55 56	
			+	
У1-5-с6	УК-23-а1	1-е чтение	+
У1-5-с5	УК-23-а2	2-е чтение	.	.	.	+
УК-16-а9, а0	У1-9-с1, в1	число на входе П-1	.	18 17 16 15	14 13 12 11 10	9 8 7 6 5	4 3 2 1
У1-5-с8	АУ-1-а2	сброс $\phi(S)$.	.	.	+
У1-5-с0	АУ-2-с1	сдвиг $S_{\text{пр}}$.	+
У2-2-в9	АУ-2-в1	не сдвиг S	+
У1-6-с5	АУ-2-с1	сдвиг $S_{\text{пр}}$	+
У2-3-с5	АУ-2-в1	не сдвиг S	+
...	АУ-8, 10, 11-в2	сдвиг $S_{\text{пр}}$.	.	+++++	+++++	+++++	+++++	++	++	++	++	++	++	++
У1-6-и5	У1-7-с1	$(M) \Rightarrow \Sigma_{AU}$
У2-2-с9	У1-7-а1	сброс П-12	+
У2-3-и5	У1-7-а2	не $(M) \Rightarrow \Sigma_{AU}$	×
У1-6-и6	АУ-1-а2	сброс $\phi(S)$	+
МН-25-с0, в0	У1-7-с3, в3	на входе П-2	34 33	32 31 30 29 28	27 26 25 24 23	22 21 20 19 18	17 16 15 14 13	12 11 10 9 8	7 6 5 4 3	21 $\Phi_1 \Phi_2$.
У2-3-с2	У1-7-а1	сброс П-12	+
У2-1-и1	У1-1-а1	опрос ϕ	+
ОПЕРАЦИИ $(S) + (A)(R) \Rightarrow (S)$; $(S) \Rightarrow (R)$, $(A)(R) \Rightarrow (S)$; $(A) + (S)(R) \Rightarrow (S)$															
У1-6-и8	У1-8-а4	$(\Phi_k) \Rightarrow M$.	.	+++++	+++++	+++++	+++++	++
ОПЕРАЦИИ $(S) + (A)(R) \Rightarrow (S)$; $(A) + (S)(R) \Rightarrow (S)$															
У1-6-с6	У1-7-в2	$(S) \Rightarrow \Sigma_{AU}$
ОПЕРАЦИЯ $(S) \Rightarrow (R)$, $(A)(R) \Rightarrow (S)$															
У1-6-с7	У1-7-с2	$(S) \Rightarrow (R)$.	.	+++++	+++++	+++++	+++++	++
У1-5-с9	У1-7-с7	прим R	.	.	.	++
ОПЕРАЦИЯ $(A) + (S)(R) \Rightarrow (S)$															
Н1-6-и8	У1-8-с2	$\Phi \Rightarrow$.	.	+++++	+++++	+++++	+++++	++
Н1-6-и7	У1-7-в1	$(S) \Rightarrow (M)$.	.	+++++	+++++	+++++	+++++	++

Таблица 10

Откуда идет	Куда поступает	Импульс	Такты	- 35 - 34 - 33 - 32 - 31	- 30 - 29 - 28 - 27 - 26	- 25 - 24 - 23 - 27 - 21	- 20 - 19 - 18 - 17 - 16	- 15 - 14 - 13 - 12 - 11	- 10 - 9 - 8 - 7 - 6 - 5	- 4 - 3 - 2 - 1	0 1 2 3 4	5 6 7 8 9	10 11 12 13 14	15 16 17 18 19	20 21 22 23 24	25 26 27 28 29	30 31
ОПЕРАЦИЯ $(S) \rightarrow (A)$: НОРМАЛИЗАЦИЯ																	
Y1-2-e7	AУ-2-c1	Л сдвиг Sпр.															
Y1-2-e3	—	VV (3) \Rightarrow ФК															
AУ-12-e2, e2	УК-13-e1, e2	Число на входе УК										18	17 16 15 14	13 12 11 10 9	8 7 6 5 4	3 2 1	
Y1-5-e6	УК-19-e1	Л на запись															
Y1-5-e5	УК-19-e2	Л на запись															
Y2-1-e0	AУ-2-e1	Л на сдвиг S															
Y2-1-e4	Y1-1-e1	Лброс φ															
ОПЕРАЦИЯ НОРМАЛИЗАЦИЯ																	
Y1-5-e7	У1-7-e1	Л $(N) \Rightarrow \Sigma_{AU}$															
Y1-5-e7	AУ-4-e3	Л выдача (N)															
AУ-6-e0, e9	У1-7-e3, e3	(N) на входе П-12															
Y1-5-e8	AУ-1-e2	Лброс φ(S)															
НОРМАЛИЗАЦИЯ ОДНИМ СДВИГОМ																	
Y1-2-e0	AУ-2-e2	Л норм.															
—	AУ-8, 10, 11-e2	Л сдвиг S															
НОРМАЛИЗАЦИЯ ДВУМЯ СДВИГАМИ ВЛЕВО																	
Y1-2-e0	AУ-2-e2	Л норм.															
—	AУ-8, 10, 11-e2	П сдвиг S															
НОРМАЛИЗАЦИЯ ШЕСТЬЮ СДВИГАМИ ВЛЕВО																	
Y1-2-e0	AУ-2-e2	Л норм.	+						
—	AУ-8, 10, 11-e2	Л сдвиг S + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +						

Цена 50 коп.

0241



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА