

Базовые структуры ОУ

1 ОУ с закрепленными МО

2 ОУ с общими МО

3 Пример ОУ с общими МО

(ОУ микропроцессора – ОУМ)

3.1 Структура и микроинструкции

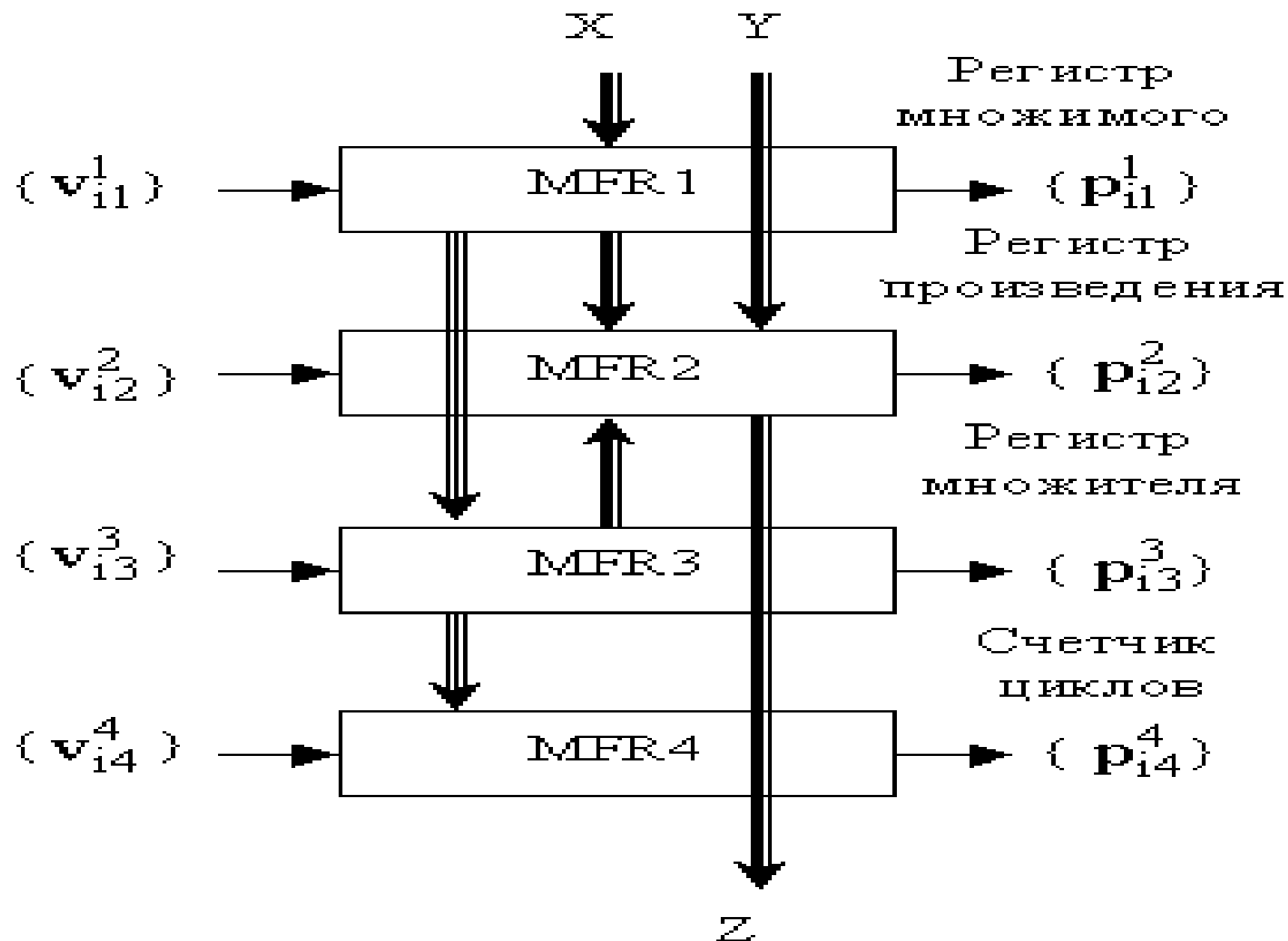
3.2 Разработка микропрограммы

- **Знать:** Структуры и особенности функционирования ОУ с закрепленными и общими МО, их достоинства и недостатки. Функциональные возможности и особенности ОУМ.
- **Уметь:** построить схему ОУ с общими и закрепленными МО, разработать микропрограмму для выполнения заданной операции в ОУМ.
- **Помнить:** Универсализация и специализация ОУ – два "крайних полюса" при проектировании ОУ.
- **Литература:** [1,14].

1 ОУ с закрепленными МО

- Основу таких устройств составляют множества многофункциональных регистров (МФР). Пример ОУ приведен на рисунке 1.
- С каждым МФР в соответствии с алгоритмами операций связывается набор выполняемых на регистре микроопераций $\{v_i\}$ и множество формируемых им логических условий $\{p_i\}$.
- Число регистров ОУ определяется максимальным числом данных, которые одновременно необходимо хранить в процессе выполнения алгоритмов.
- Связи между регистрами реализуются с помощью изолированных шин в соответствии с направлениями пересылок данных, выполняемыми в алгоритмах операций.

Структура ОУ с закрепленными МО



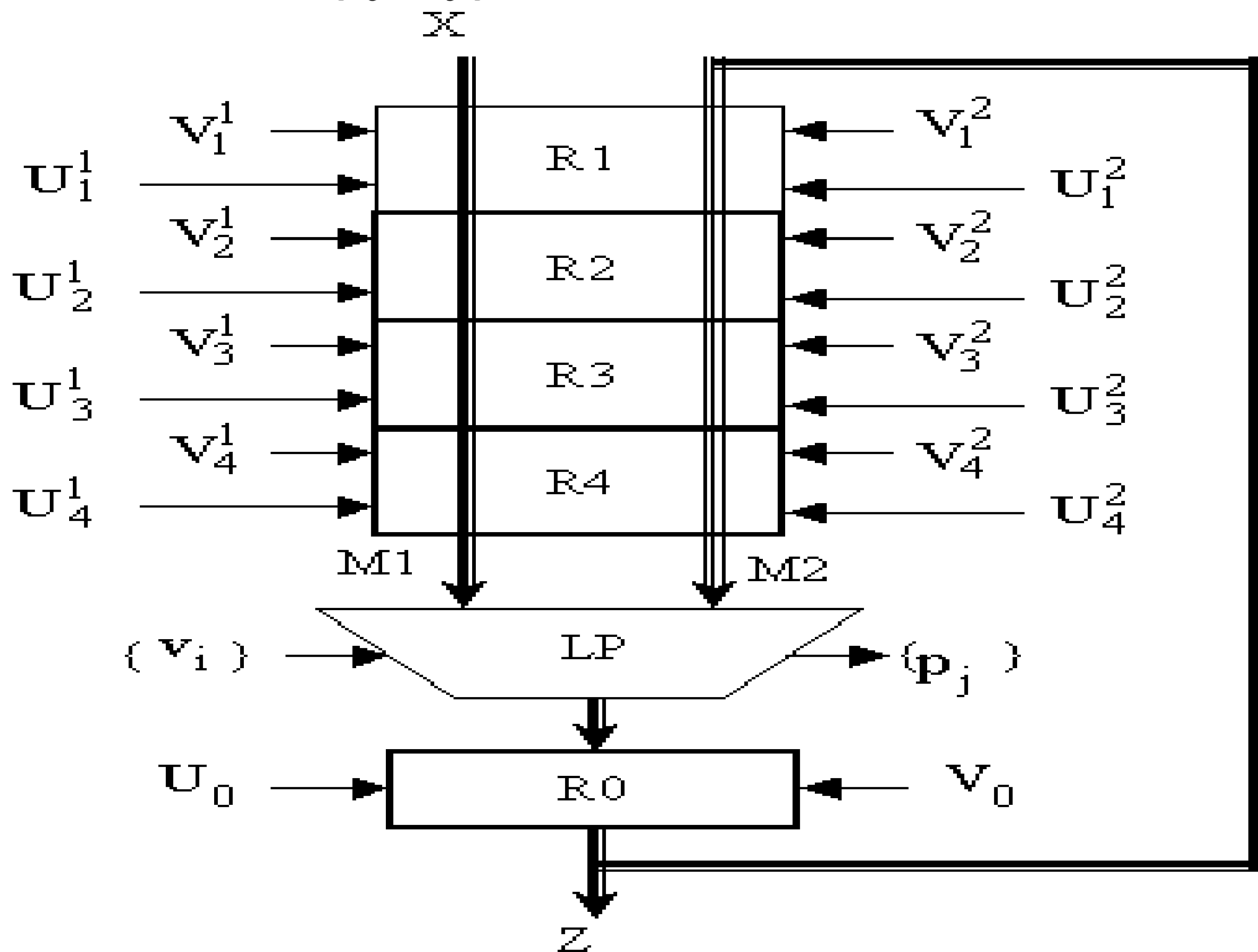
Достоинства и недостатки ОУ с закрепленными МО

- Важным достоинством ОУ является возможность достижения высокого быстродействия за счет одновременного выполнения большого числа МО на различных многофункциональных регистрах.
- В то же время ОУ с закрепленными МО – это специализированное устройство, структура которого определяется особенностями выбранных алгоритмов операций. Причем даже незначительное изменение алгоритмов, может повлечь за собой необходимость модификации структуры.
- Кроме того, ОУ с закрепленными МО имеют низкую степень регулярности структуры, что является недостатком при ориентации на изготовление устройств с использованием технологии больших интегральных схем.

2 ОУ с общими МО

- В ОУ с общими МО выделяются две основных части: *блок регистров и логический преобразователь (ЛП)*.
- *Блок регистров* представляет собой набор унифицированных регистров, объединенных одной или двумя магистралями.
- *Логический преобразователь*, как правило, строится на основе комбинационного АЛУ, которое дополняется необходимыми схемами таким образом, чтобы обеспечивалось выполнение функционально полного набора микроопераций.

Структура ОУ с общими МО



Чтение и запись данных в регистры

- В примере блок регистров содержит четыре регистра (P1-P4), объединенных двумя магистралями (M1,M2).
- Содержимое i -го регистра ($i=1,2,3,4$) с помощью сигнала V^1_i может быть выдано на магистраль M1, а с помощью сигнала V^2_i – на магистраль M2.
- Данные с магистрали M1 записываются в i -й регистр по сигналу U^1_i , а с магистрали M2 – по сигналу U^2_i .
- Вместо блока регистров в ОУ с общими МО может быть использовано регистровое ЗУ.
- Логический преобразователь обеспечивает выполнение микроопераций $\{v_i\}$. Множество логических условий $\{p_i\}$ формируется преобразователем по результатам выполнения заданных микроопераций.

Достоинства и недостатки ОУ с общими МО

Достоинствами ОУ с общими МО являются:

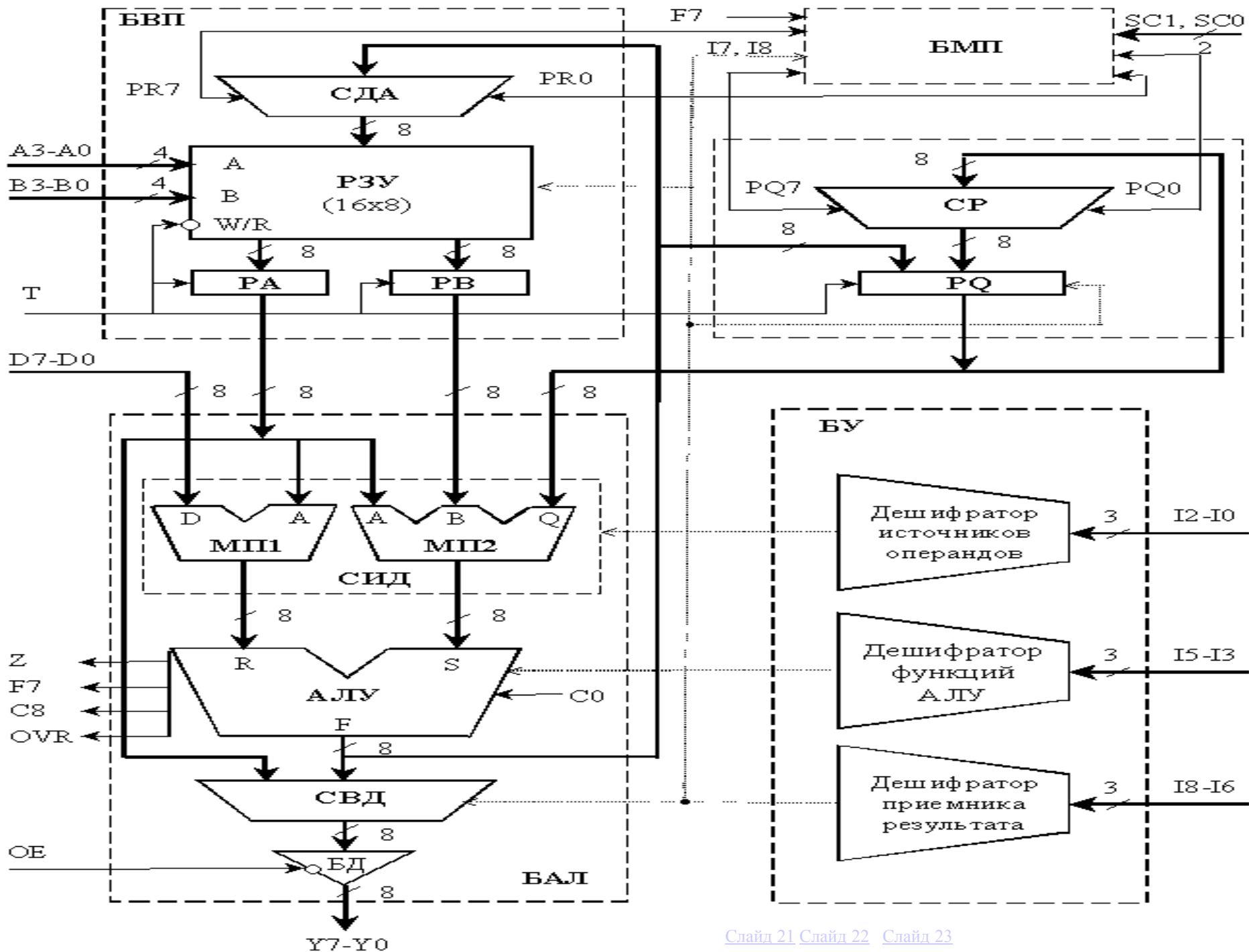
- универсальность, рассматриваемая как возможность при достаточном числе регистров и функционально полном наборе микроопераций реализовать в устройстве любой алгоритм;
- гибкость, которая проявляется в том, что изменения алгоритмов, как правило, не требуют изменения структуры устройства;
- возможность минимизировать аппаратные затраты за счет совместной реализации в логическом преобразователе выполняемых микроопераций;
- более высокая степень регулярности структуры.

Недостаток - более низкое по сравнению с ОУ с закрепленными МО быстродействие.

3 Пример ОУ с общими МО

3.1 Структура и микроинструкции

- Операционное устройство выполняет: сложение, вычитание, инкремент и декремент, сдвиги в сторону младших и старших разрядов, пять логических операций и формирует четыре признака результата.
- ОУ состоит из следующих блоков:
 - арифметико-логического (БАЛ),
 - внутренней памяти (БВП),
 - регистра Q (БР),
 - мультиплексоров (БМП),
 - управления (БУ).



Источники АЛУ

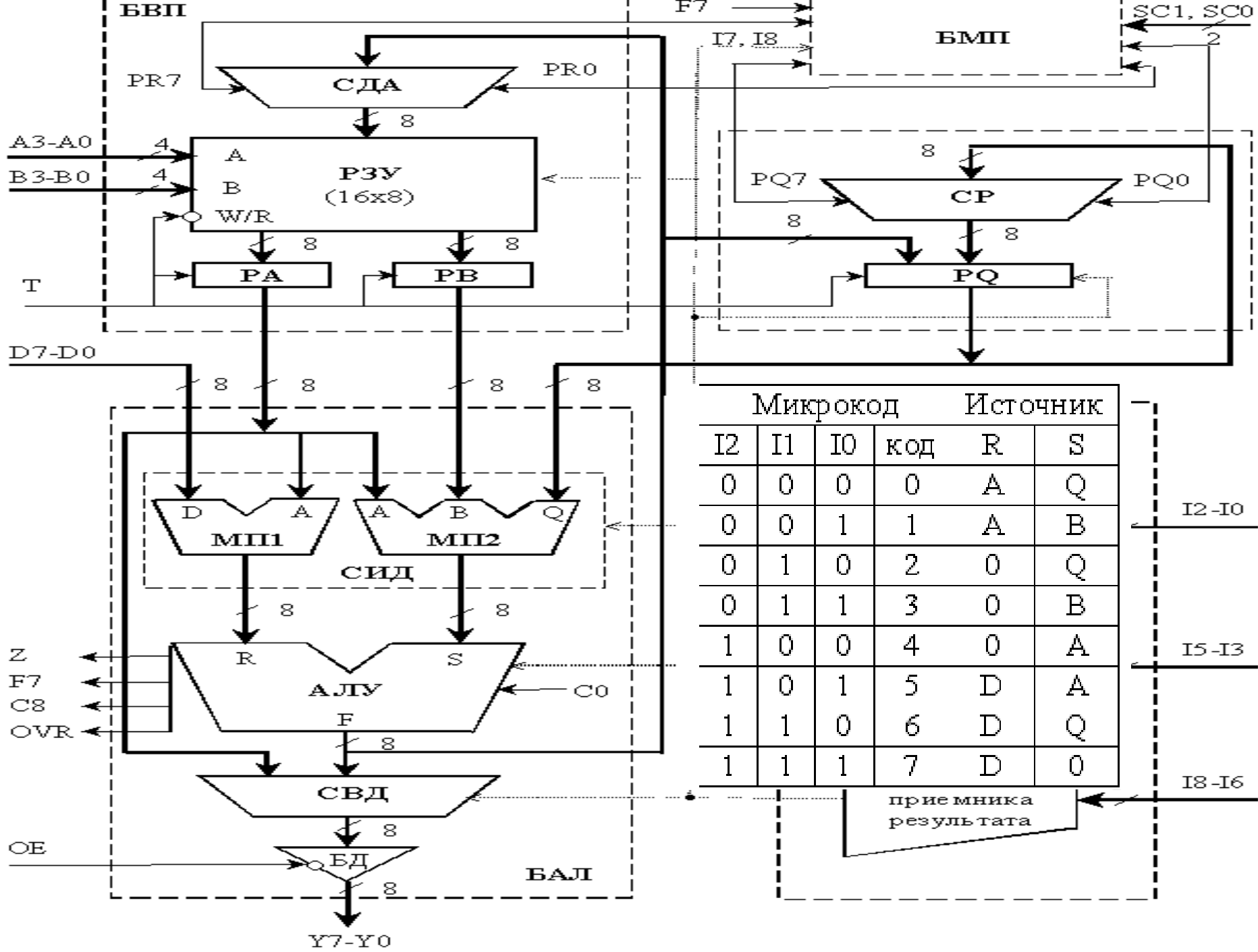
Таблица 1

Микрокод				Источник	
I2	I1	I0	код	R	S
0	0	0	0	A	Q
0	0	1	1	A	B
0	1	0	2	0	Q
0	1	1	3	0	B
1	0	0	4	0	A
1	0	1	5	D	A
1	1	0	6	D	Q
1	1	1	7	D	0

Операции АЛУ

Таблица 2

Микрокод				Операция АЛУ
I5	I4	I3	код	
0	0	0	0	$R+S+C0$
0	0	1	1	$S-R-1+C0$
0	1	0	2	$R-S-1+C0$
0	1	1	3	R or S
1	0	0	4	R and S
1	0	1	5	$\wedge R$ and S
1	1	0	6	R xor S
1	1	1	7	$\wedge(R \text{ xor } S)$



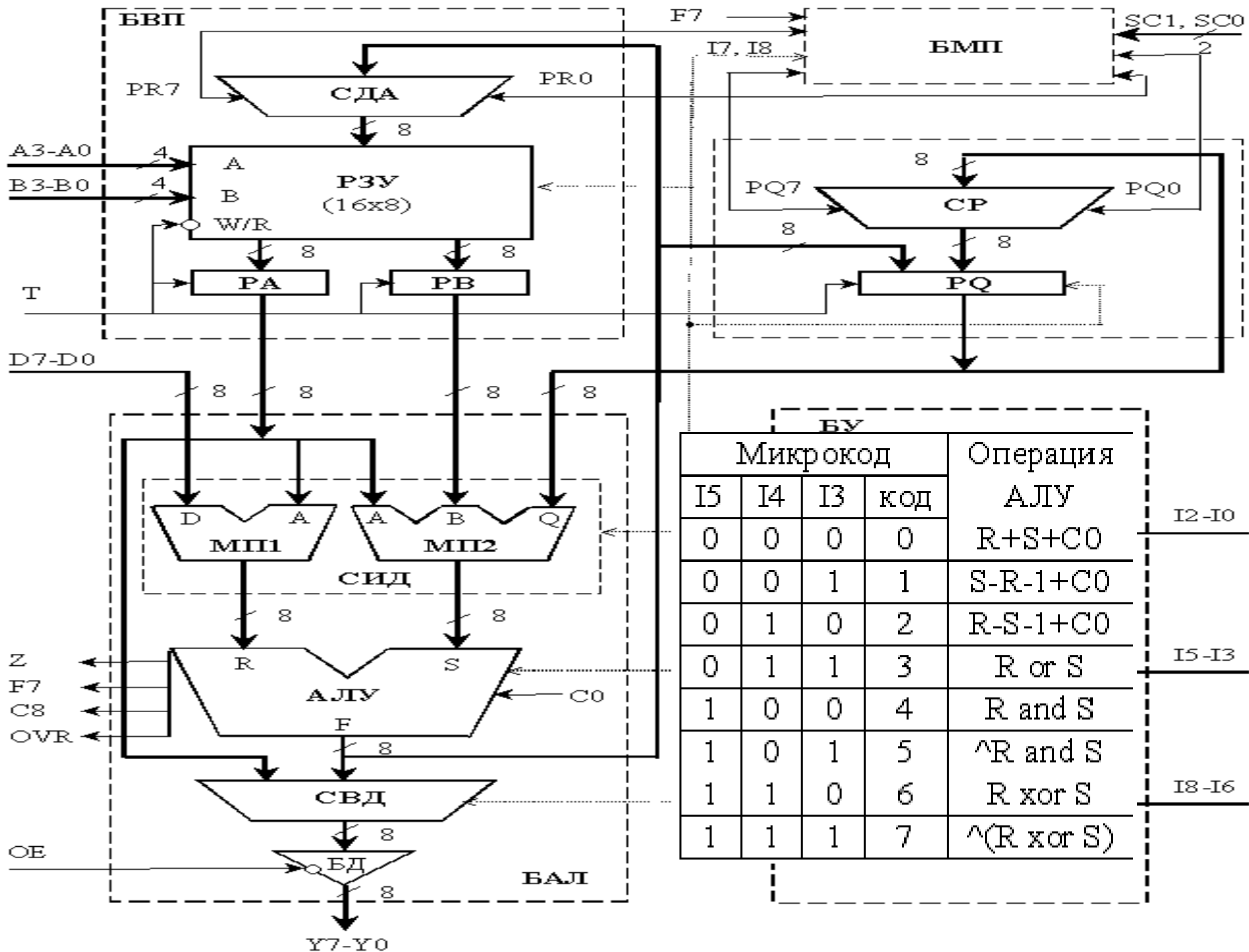


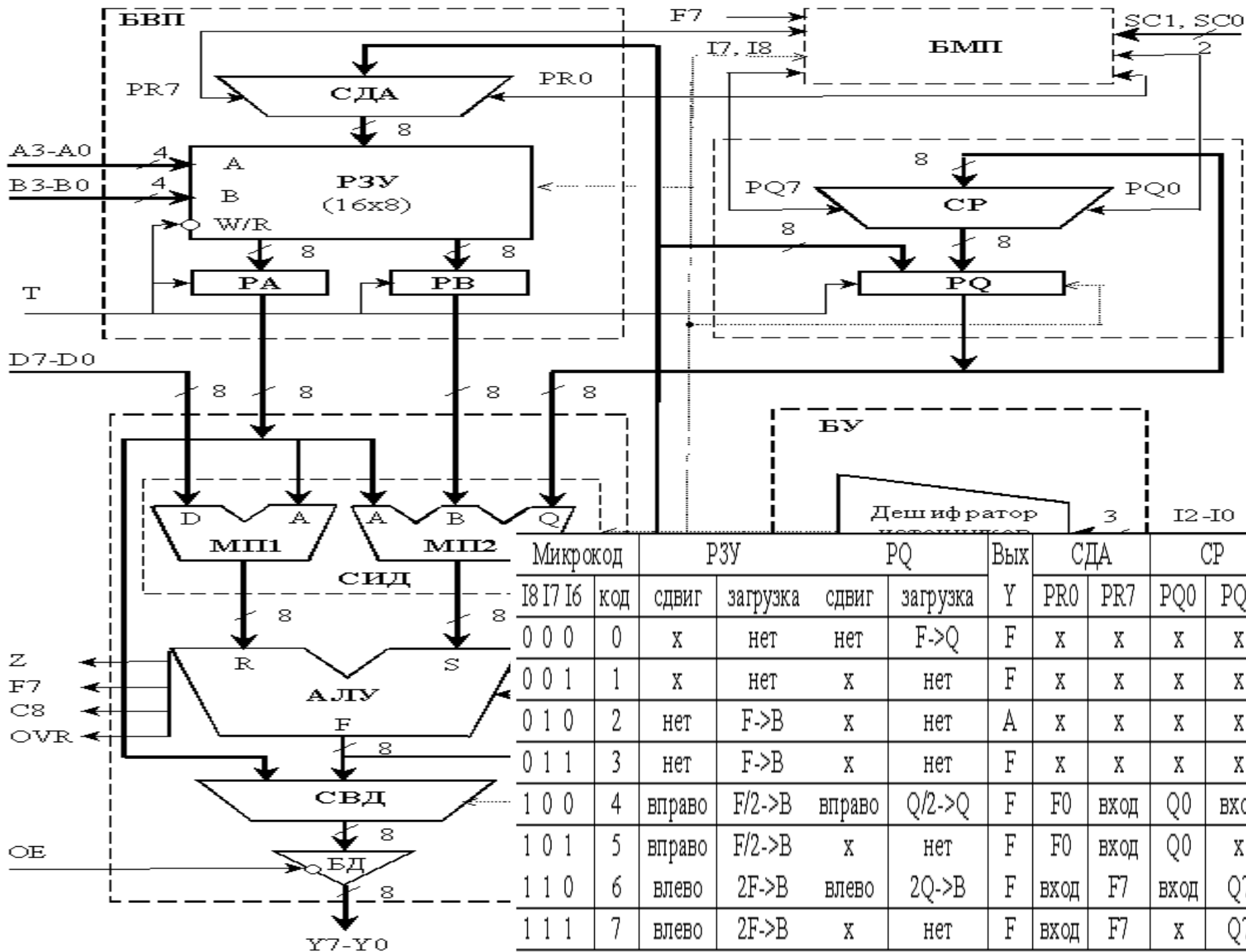
Таблица 3 - Управление приемником АЛУ

Микрокод		РЗУ		PQ		Вых	СДА		CP	
I8 I7 I6	код	сдвиг	загрузка	сдвиг	загрузка	Y	PR0	PR7	PQ0	PQ7
0 0 0	0	х	нет	нет	F->Q	F	х	х	х	х
0 0 1	1	х	нет	х	нет	F	х	х	х	х
0 1 0	2	нет	F->B	х	нет	A	х	х	х	х
0 1 1	3	нет	F->B	х	нет	F	х	х	х	х
1 0 0	4	вправо	F/2->B	вправо	Q/2->Q	F	F0	ВХОД	Q0	ВХОД
1 0 1	5	вправо	F/2->B	х	нет	F	F0	ВХОД	Q0	х
1 1 0	6	влево	2F->B	влево	2Q->B	F	ВХОД	F7	ВХОД	Q7
1 1 1	7	влево	2F->B	х	нет	F	ВХОД	F7	х	Q7

Таблица 4 - Управление сдвигами в ОУ

Микрокод				Коды на выходах СДА (F) и СР (Q)	Вид сдвига
I8	I7	SC1	SC0		
0	x	x	x*	F= F7 F6 ... F1 F0 Q= Q7 Q6 ... Q1 Q0	сдвига нет
1	0	0	0	F= 0 F7 ... F2 F1 Q= 0 Q7 ... Q2 Q1	логический вправо
1	0	0	1	F= F0 F7 ... F2 F1 Q= Q0 Q7 ... Q2 Q1	циклический вправо
1	0	1	0	F= Q0 F7 ... F2 F1 Q= F0 Q7 ... Q2 Q1	циклический двойного слова вправо
1	0	1	1	F= F7 F7 ... F2 F1 Q= F0 Q7 ... Q2 Q1	арифметический двойного слова вправо
1	1	0	0	F= F6 F5 ... F0 0 Q= Q6 Q5 ... Q0 0	логический влево
1	1	0	1	F= F6 F5 ... F0 F7 Q= Q6 Q5 ... Q0 Q7	циклический влево
1	1	1	0	F= F6 F5 ... F0 Q7 Q= Q6 Q5 ... Q0 F7	циклический двойного слова влево
1	1	1	1	F= F6 F5 ... F0 Q7 Q= Q6 Q5 ... Q0 0	арифметический двойного слова влево

* при любом значении управляющего сигнала.



Формат операционной части микрокоманды

- В ОУ данные подаются на вход D, а результат выполнения операции может сниматься с выхода Y, кроме того, формируются признаки результата: Z, C8, OVR, F7. Управляющие сигналы A, B, I, SC, C0, ^OE подаются параллельно на соответствующие входы ОУ.
- Формат операционной части микрокоманды для ОУ.

Коды микроопераций			Данные	Адрес РЗУ		Упр. сигналы		
I8-I6	I5-I3	I2-I0	D7-D0	A3-A0	B3-B0	C0	^OE	SC1-SC0

3.2 Разработка микропрограммы

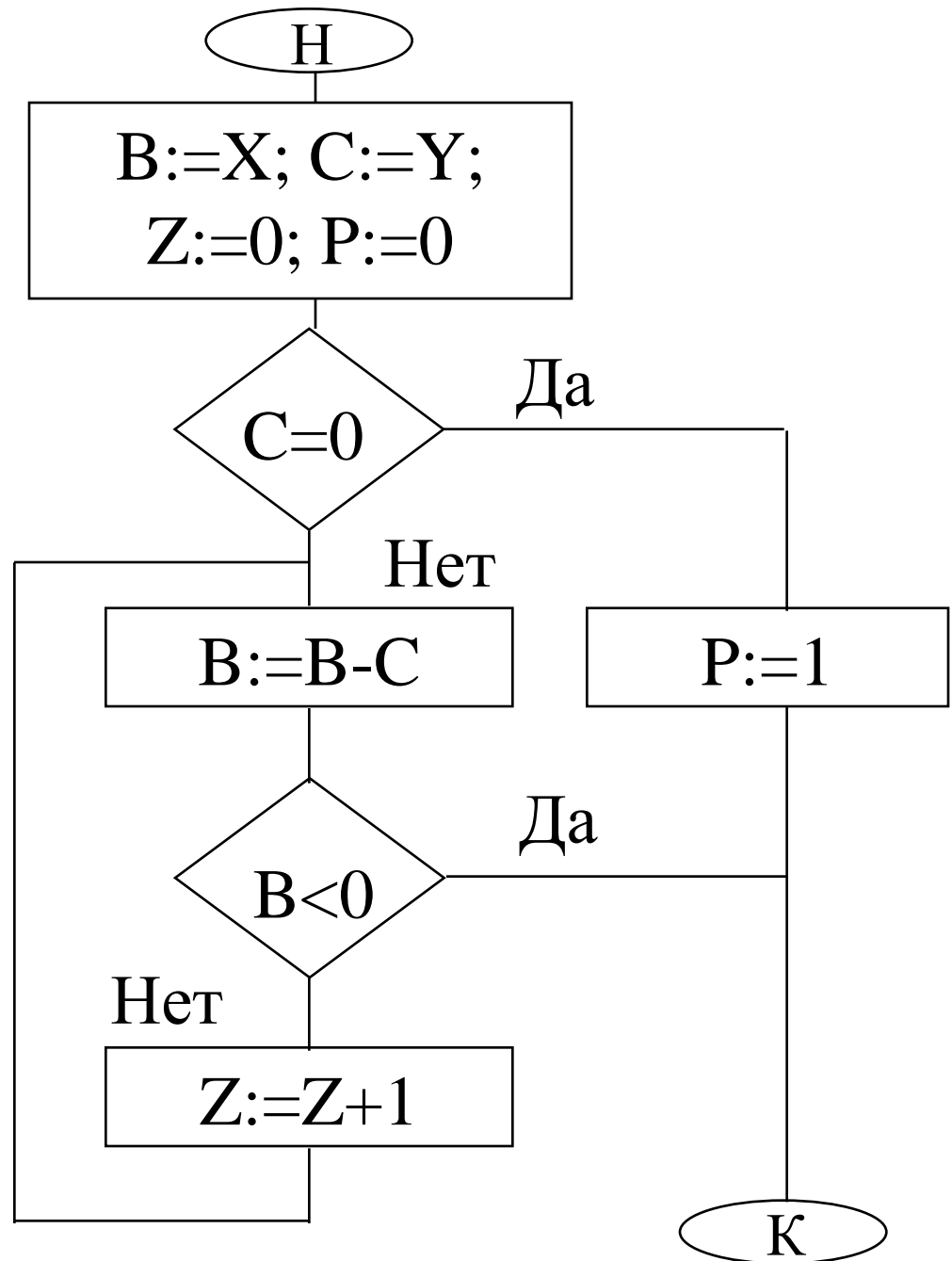
3.2.1 Задание №1. Разработать микропрограмму для операции деления целых положительных чисел нацело: $Z =]X/Y[$, где X, Y, Z – целые положительные числа в диапазоне от 0 до 127.

Кроме результата Z предусмотреть формирование значения признака переполнения P ($P=1$, если $Y=0$, иначе $P=0$).

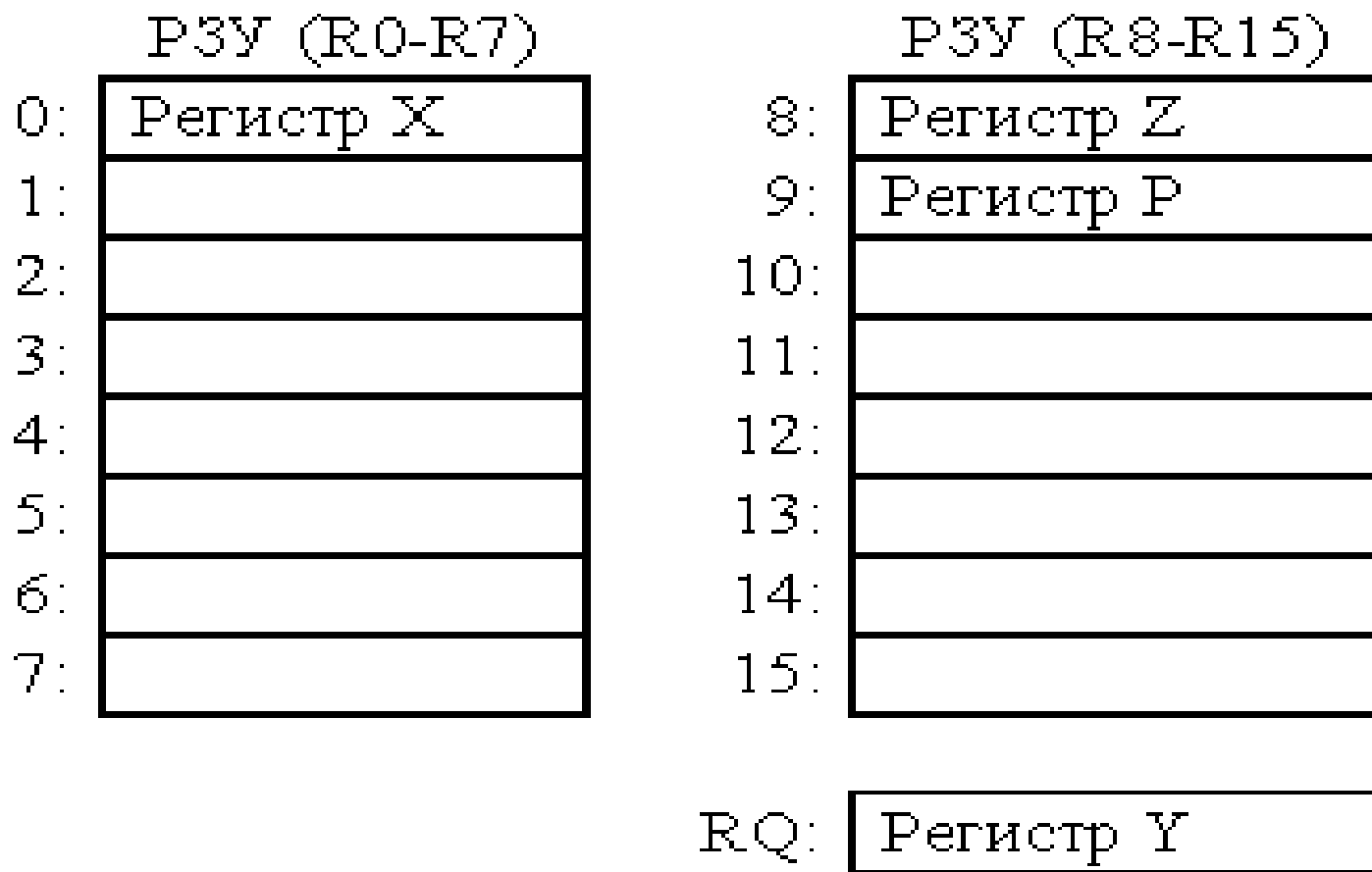
Числа X и Y перед выполнением операции заносятся в регистры ОУ по шине D. Результат Z и значение признака переполнения P фиксируются после выполнения операции в регистрах ОУ.

3.2.2 Разработка алгоритма.

- В и С – вспомогательные переменные.
- Перед началом цикла деления присваиваются нулевые значения частному (Z) и признаку переполнения (P).
- Затем проверяется на равенство нулю делитель.

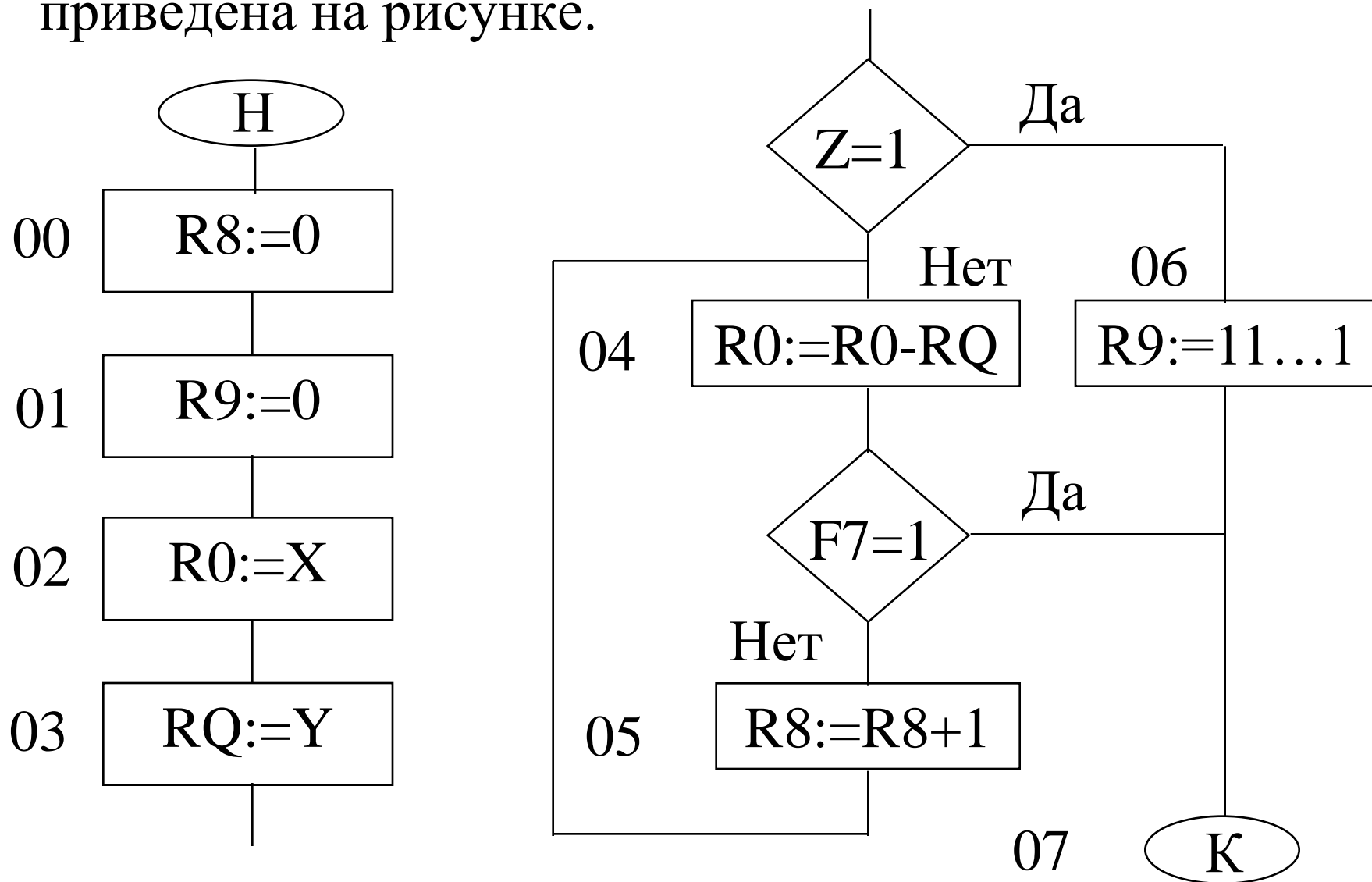


3.2.3 Распределение регистров. Распределение внутренних регистров операционного устройства, используемое при выполнении деления чисел нацело приведено на рисунке.



3.2.4 Разработка граф-схемы микропрограммы.

Граф-схема микропрограммы выполнения операции приведена на рисунке.



3.2.5 Кодирование микропрограммы [Слайд 11](#)

№	Коды МО			Данные	Адрес РЗУ		Упр. сигналы		
N	I8-I6	I5-I3	I2-I0	D7-D0	A3-A0	B3-B0	C0	^OE	SC1-SC0
00	011	100	011	0000000	0000	1000	0	1	00
R8:=0 (Z:=0)									

Микрокод				РЗУ				Вых	СДА		СР	
I8	I7	I6	код	сдвиг	загрузка	сдвиг	загрузка	Y	PR0	PR7	PQ0	PQ7
0	0	0	0	x	нет	нет	F->Q	F	x	x	x	x
0	0	1	1	x	нет	x	нет	F	x	x	x	x
0	1	0	2	нет	F->B	x	нет	A	x	x	x	x
0	1	1	3	нет	F->B	x	нет	F	x	x	x	x

Микрокод				Источник	
I2	I1	I0	код	R	S
0	0	0	0	A	Q
0	0	1	1	A	B
0	1	0	2	0	Q
0	1	1	3	0	B
1	0	0	4	0	A
1	0	1	5	D	A
1	1	0	6	D	Q
1	1	1	7	D	0

Микрокод				Операция АЛУ
I5	I4	I3	код	
0	0	0	0	R+S+C0
0	0	1	1	S-R-1+C0
0	1	0	2	R-S-1+C0
0	1	1	3	R or S
1	0	0	4	R and S
1	0	1	5	^R and S
1	1	0	6	R xor S
1	1	1	7	^(R xor S)

Кодирование микропрограммы (продолжение) [Слайд 11](#)

№	Коды МО			Данные	Адрес РЗУ		Упр. сигналы		
N	I8-I6	I5-I3	I2-I0	D7-D0	A3-A0	B3-B0	C0	^OE	SC1-SC0
00	011	100	011	0000000	0000	1000	0	1	00

R8:=0 (Z:=0)

01	011	100	011	0000000	0000	1001	0	1	00
----	-----	-----	-----	---------	------	------	---	---	----

R9:=0 (P:=0)

02	011	011	111	0000111	0000	0000	0	1	00
----	-----	-----	-----	---------	------	------	---	---	----

R0:=X (X=7)

Микрокод				Источник		Микрокод				Операция	Микрокод		РЗУ		PQ		Вых	СДА		СР			
I2	I1	I0	код	R	S	I5	I4	I3	код		I8	I7	I6	код	сдвиг	загрузка		сдвиг	загрузка	Y	PR0	PR7	PQ0	PQ7
0	0	0	0	A	Q	0	0	0	0		R+S+C0	0	0	0	0	х	нет	нет	F->Q	F	х	х	х	х
0	0	1	1	A	B	0	0	1	1	S-R-1+C0	0	0	1	1	х	нет	х	нет	F	х	х	х	х
0	1	0	2	0	Q	0	1	0	2	R-S-1+C0	0	1	0	2	нет	F->B	х	нет	A	х	х	х	х
0	1	1	3	0	B	0	1	1	3	R or S	0	1	1	3	нет	F->B	х	нет	F	х	х	х	х
1	0	0	4	0	A	1	0	0	4	R and S	1	0	0	4	вправо	F/2->B	вправо	Q/2->Q	F	F0	вход	Q0	вход
1	0	1	5	D	A	1	0	1	5	^R and S	1	0	1	5	вправо	F/2->B	х	нет	F	F0	вход	Q0	х
1	1	0	6	D	Q	1	1	0	6	R xor S	1	1	0	6	влево	2F->B	влево	2Q->B	F	вход	F7	вход	Q7
1	1	1	7	D	0	1	1	1	7	^(R xor S)	1	1	1	7	влево	2F->B	х	нет	F	вход	F7	х	Q7

Кодирование микропрограммы (продолжение) [Слайд 11](#)

№	Коды МО			Данные	Адрес РЗУ		Упр. сигналы		
N	I8-I6	I5-I3	I2-I0	D7-D0	A3-A0	B3-B0	C0	^OE	SC1-SC0
03	000	011	111	0000010	0000	0000	0	1	00
RQ:=Y (Y=2)									
04	011	010	000	0000000	0000	0000	1	1	00
R0:=R0-RQ (X:=X-Y)									
05	011	000	011	0000000	0000	1000	1	1	00
R8:=R8+1 (Z:=Z+1)									

Микрокод				Источник		Микрокод				Операция	Микрокод		РЗУ				PQ	Вых	СДА		СР		
I2	I1	I0	код	R	S	I5	I4	I3	код		I8	I7	I6	код	сдвиг	загрузка	сдвиг		загрузка	Y	PR0	PR7	PQ0	PQ7
0	0	0	0	A	Q	0	0	0	0	R+S+C0	0	0	0	0	х	нет	нет	F->Q	F	х	х	х	х
0	0	1	1	A	B	0	0	1	1	S-R-1+C0	0	0	1	1	х	нет	х	нет	F	х	х	х	х
0	1	0	2	0	Q	0	1	0	2	R-S-1+C0	0	1	0	2	нет	F->B	х	нет	A	х	х	х	х
0	1	1	3	0	B	0	1	1	3	R or S	0	1	1	3	нет	F->B	х	нет	F	х	х	х	х
1	0	0	4	0	A	1	0	0	4	R and S	1	0	0	4	вправо	F/2->B	вправо	Q/2->Q	F	F0	вход	Q0	вход
1	0	1	5	D	A	1	0	1	5	^R and S	1	0	1	5	вправо	F/2->B	х	нет	F	F0	вход	Q0	х
1	1	0	6	D	Q	1	1	0	6	R xor S	1	1	0	6	влево	2F->B	влево	2Q->B	F	вход	F7	вход	Q7
1	1	1	7	D	0	1	1	1	7	^(R xor S)	1	1	1	7	влево	2F->B	х	нет	F	вход	F7	х	Q7






Текст микропрограммы






[illegible]

Окно ввода микрокоманд (ОУ)

Имитатор операционного устройства - C:\Организация ЭВМ\Деление.mou

Файл Редактирование Режим Выполнить Скорость ?

№ МК	Код микрокоманды			Шина данных D	Адрес A	Адрес B	Управляющие сигналы			
	I8 - I6	I5 - I3	I2 - I0				CO	^OE	SC1	SC0
00:	011	100	011	00000000	0000	1000	0	1	0	0
01:	011	100	011	00000000	0000	1001	0	1	0	0
02:	011	011	111	00000111	0000	0000	0	1	0	0
03:	000	011	111	00000010	0000	0000	0	1	0	0
04:	011	010	000	00000000	0000	0000	0	1	0	0
05:	011	000	011	00000000	0000	1000	1	1	0	0
06:	011	111	011	00000000	0000	1001	0	1	0	0
07:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
10:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
11:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
12:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
13:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
14:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
15:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
16:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
17:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
20:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.
21:	...	...	...	.....	....	....	.	.	.	.

RQ:=Y (Y=2) Если Z=1, то переход к МК 06.

Операция: R V S R=D S=0

Сдвиги: PЗУ: x PQ: нет Загрузка: PЗУ: нет PQ: F->Q Выход АЛУ (Y): F

Ввод микрокоманд Скорость 3

Окно выполнения микрокоманд (ОУ)

Имитатор операционного устройства - C:\Организация ЭВМ\Деление.тои

Файл Редактирование Режим Выполнить Скорость ?

№ МК	Код микрокоманды			Шина данных D	Адрес		Управляющие сигналы			
	I8 - I6	I5 - I3	I2 - I0		A	B	C0	^OE	SC1	SC0
03:	000	011	111	00000010	0000	0000	0	1	0	0

RQ:=Y (Y=2) Если Z=1, то переход к МК 06.

Операция: R V S R=D S=0

Сдвиги: PЗУ: x PQ: нет Загрузка: PЗУ: нет PQ: F->Q Выход АЛУ (Y): F

Выполненная МК: 03: 000 011 111 00000010 0000 0000 0 1 0 0

До выполнения микрокоманды				После выполнения микрокоманды			
PЗУ (R0-R7):		PЗУ (R8-R15):		PЗУ (R0-R7):		PЗУ (R8-R15):	
0:	00000111	8:	00000000	0:	00000111	8:	00000000
1:	00000000	9:	00000000	1:	00000000	9:	00000000
2:	00000000	10:	00000000	2:	00000000	10:	00000000
3:	00000000	11:	00000000	3:	00000000	11:	00000000
4:	00000000	12:	00000000	4:	00000000	12:	00000000
5:	00000000	13:	00000000	5:	00000000	13:	00000000
6:	00000000	14:	00000000	6:	00000000	14:	00000000
7:	00000000	15:	00000000	7:	00000000	15:	00000000
Шина D: 00000111		PQ: 00000000		Шина D: 00000010		PQ: 00000010	
Шина Y: ZZZZZZZZ				Шина Y: ZZZZZZZZ			
Сигналы сдвига:		Состояние:		Сигналы сдвига:		Состояние:	
PR0	PR7	PQ0	PQ7	F7	Z	OVR	C8
Z	Z	Z	Z	0	0	0	0

Выполнение микрокоманд Скорость 3