

Проектирование УУПЛ

- 1 Этапы проектирования УУПЛ.
- 2 Проектирование УУПЛ на основе блока управления последовательностью микрокоманд (БУПМ).
 - 2.1 Структура и микроинструкции БУМП.
 - 2.2 Особенности проектирования УУПЛ на основе БУПМ.
 - 2.3 Разработка микропрограммы.

- **Знать:** Этапы проектирования УУПЛ, особенности проектирования УУПЛ на основе БУПМ, порядок разработки микропрограммы для УУПЛ на основе БУПМ.
- **Уметь:** Разработать УУПЛ для заданной микропрограммы с ориентацией и без ориентации на использование БУПМ.
- **Помнить:** для УУПЛ на БИС ПЗУ регистр МК не требуется, если нет конвейерного выполнения МК.
- **Литература:** [1,14].

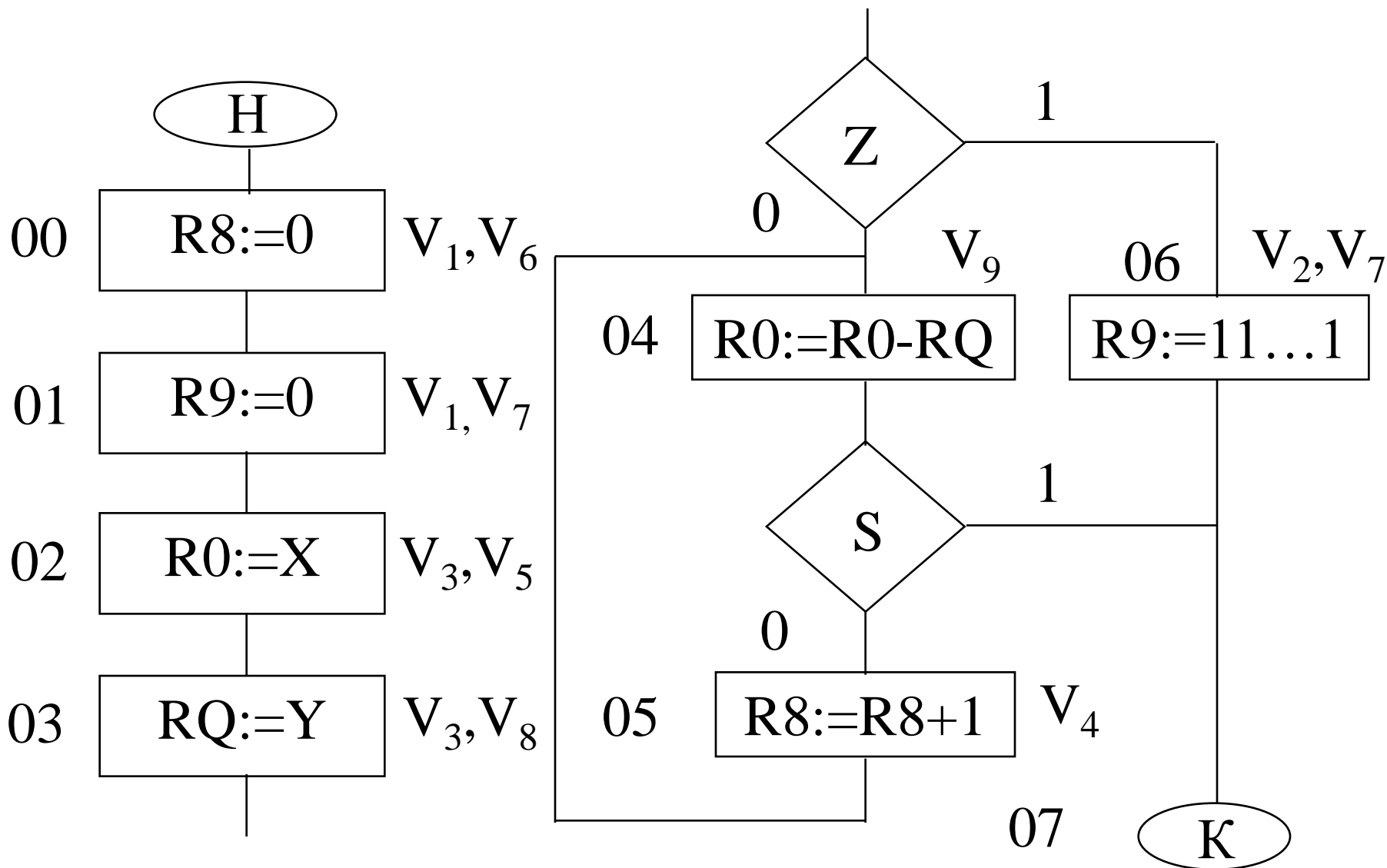
1 Этапы проектирования УУПЛ

Перечень этапов

1. Выбор базовой структуры устройства.
2. Уточнение исходной микропрограммы.
3. Выбор формата МК.
4. Уточнение структурной схемы и рабочего цикла устройства.
5. Распределение памяти микропрограмм.
6. Составление таблицы прошивки ПЗУ.

Пример микропрограммы

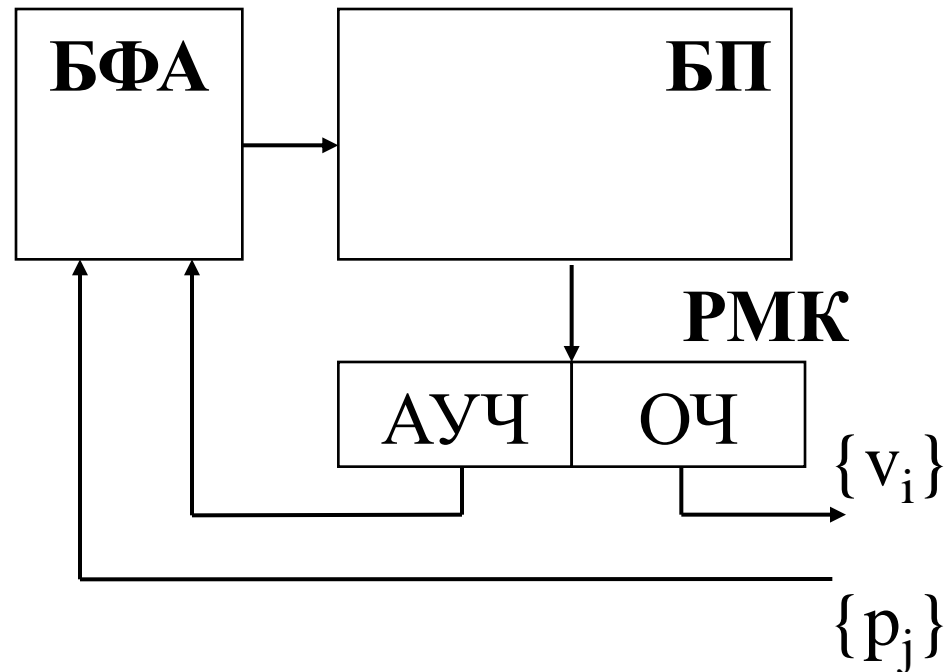
Граф-схема микропрограммы



Список микроопераций

- V_1 – установка на шине данных нулей;
- V_2 – установка на шине данных единиц;
- V_3 – прием на шину внешних данных;
- V_4 – увеличение содержимого R8 на единицу;
- V_5 – запись данных с шины в регистр R0;
- V_6 – запись данных с шины в регистр R8;
- V_7 – запись данных с шины в регистр R9;
- V_8 – запись данных с шины в регистр RQ;
- V_9 – вычитание из содержимого регистра содержимого регистра RQ и запись результата в регистр R0 .

1 Выбор базовой структуры устройства



2 Уточнение исходной микропрограммы

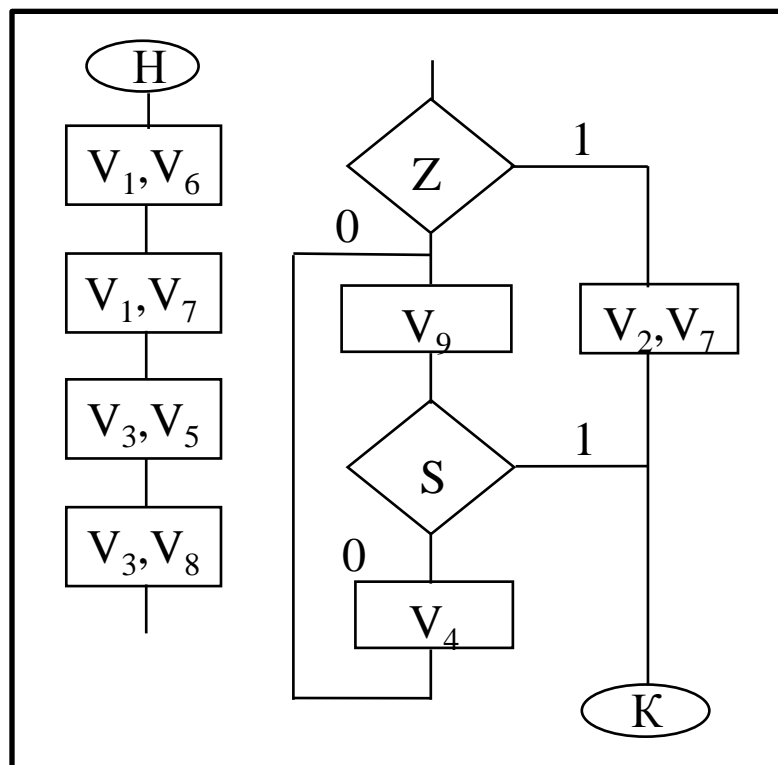
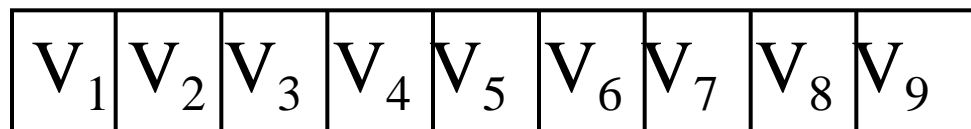
Уточнение исходной микропрограммы может выразиться в добавлении пустых МК (например, если МП начинается с анализа ЛУ), а также в перестановке МК при их конвейерном выполнении.

3 Выбор формата МК

Определение формата операционной части МК



Горизонтальное кодирование



$n_{\text{ОЧ}}=9$

Смешанное кодирование



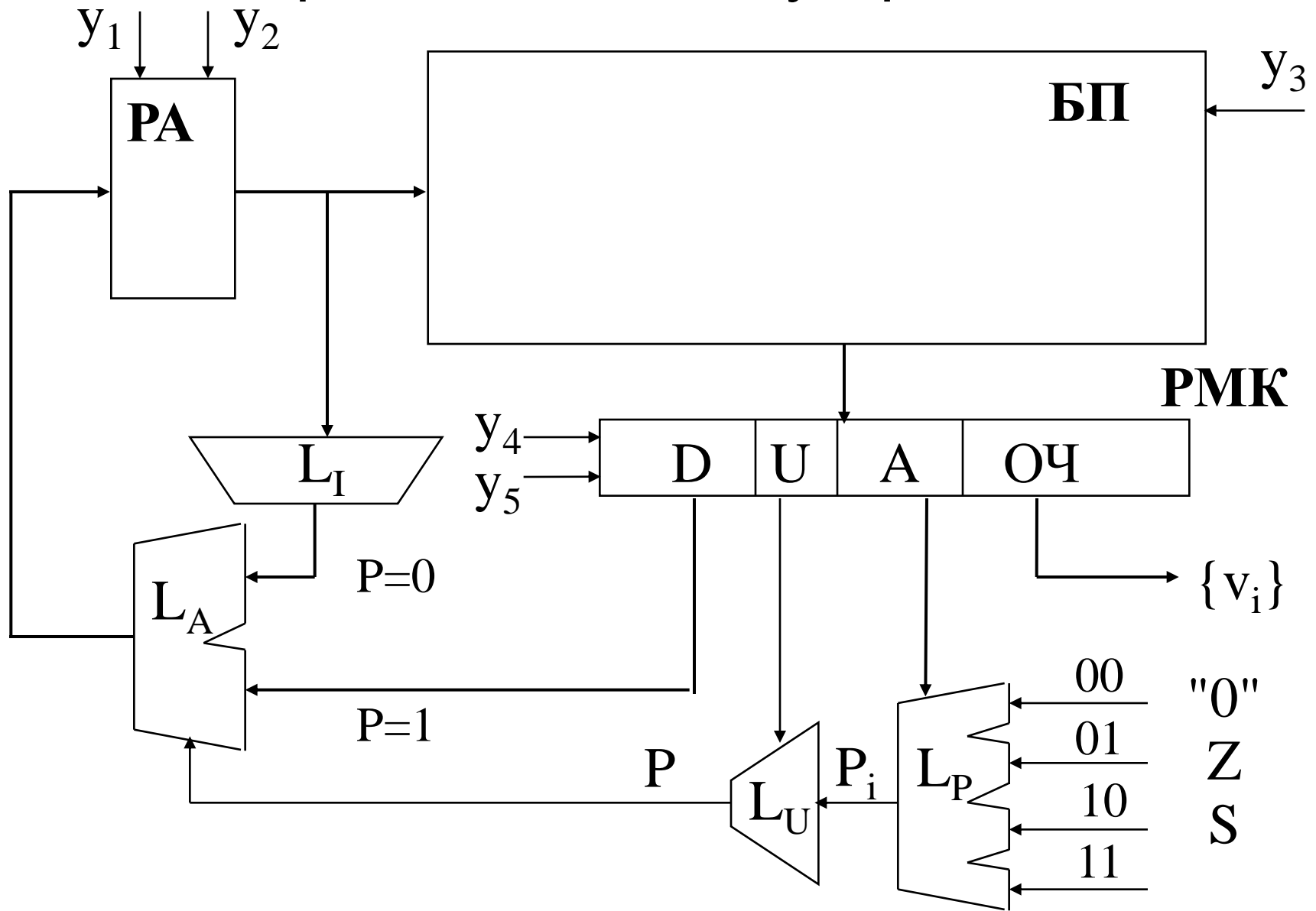
a	Код	b	Код
V_1	01	V_4	100
V_2	10	V_5	101
V_3	11	V_6	110
\emptyset	00	V_7	111
		V_8	001
		V_9	011
		\emptyset	000

Определение формата адресно-управляющей части МК

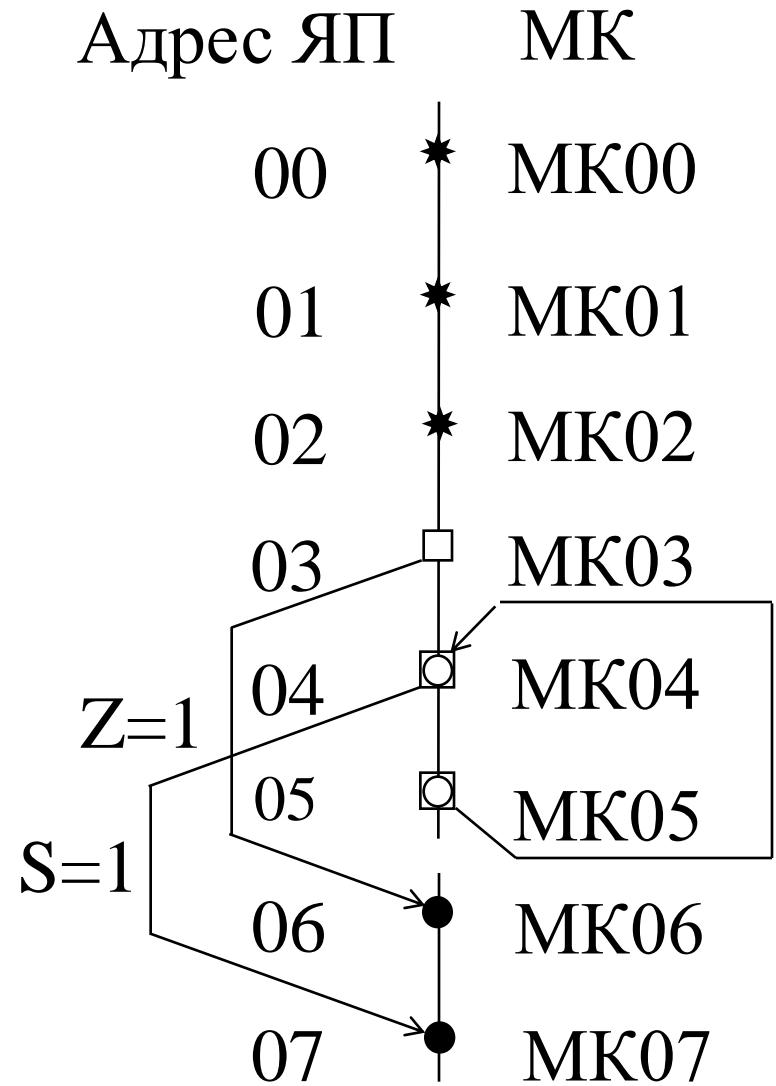
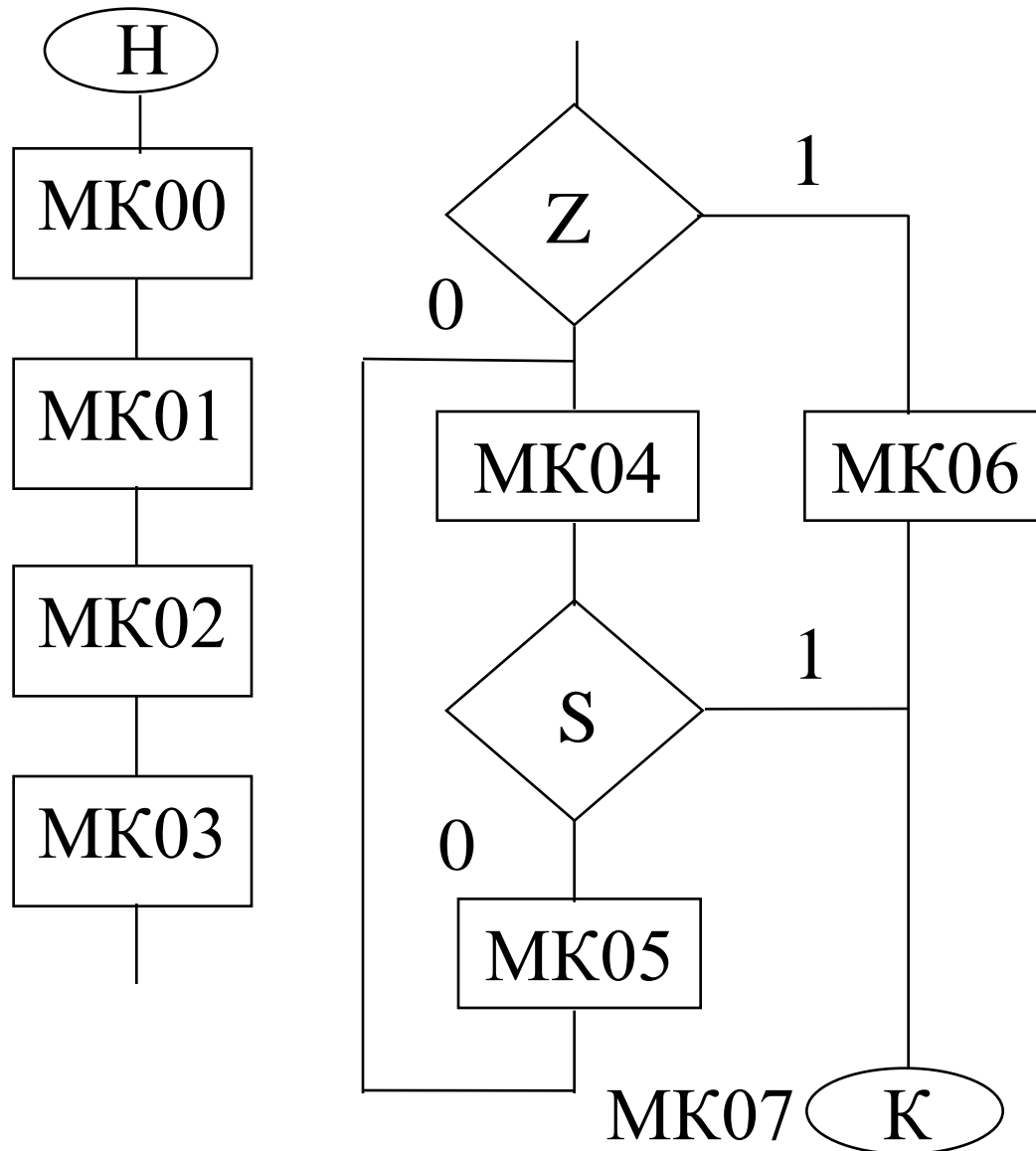
D	U	A	ОЧ	МК
---	---	---	----	----

- D – поле адреса следующей МК,
 n_A – разрядность поля (D) адреса МК:
 $n_A = E(\log_2 M)$, M – общее число МК; $M=8$, $n_A=3$.
- U – одноразрядное поле кода инверсии значения ЛУ (если $U=1$, то значение выбранного ЛУ инвертируется), $n_U=1$;
- A – поле кода выбираемого логического условия,
 n_p – разрядность поля (A) кода ЛУ:
 $n_p = E(\log_2 N_p)$, N_p – число различных ЛУ; $N_p=3$, $n_p=2$.
- ОЧ – операционная часть микрокоманды,
 $n_{ОЧ}$ – разрядность операционной части МК; $n_{ОЧ}=5$.
- Разрядность МК: $n_{МК} = n_A + n_U + n_p + n_{ОЧ}$; $n_{МК}=11$.

4 Уточнение структурной схемы и рабочего цикла устройства

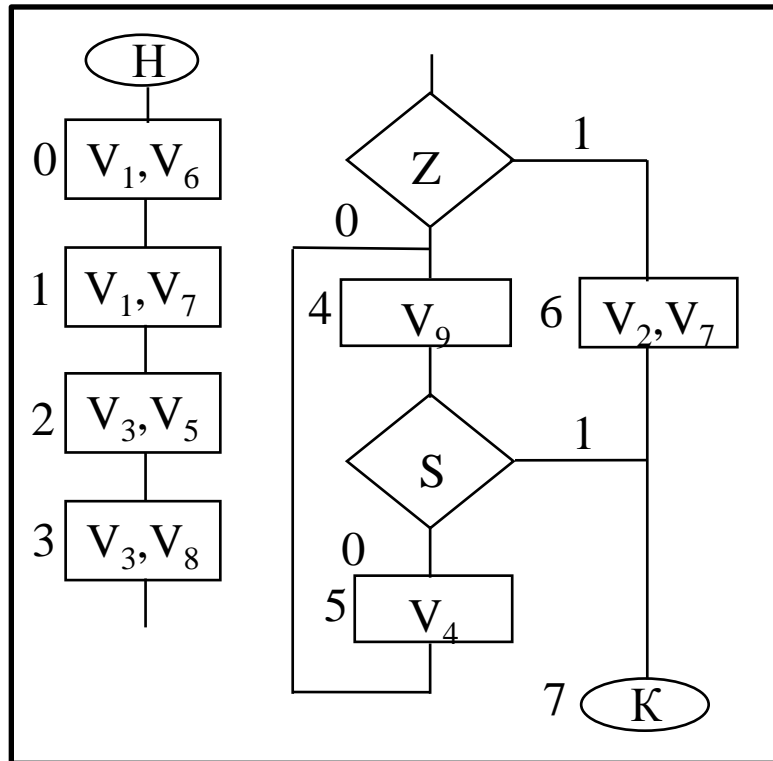


5 Распределение памяти микропрограмм



6 Составление таблицы прошивки ПЗУ

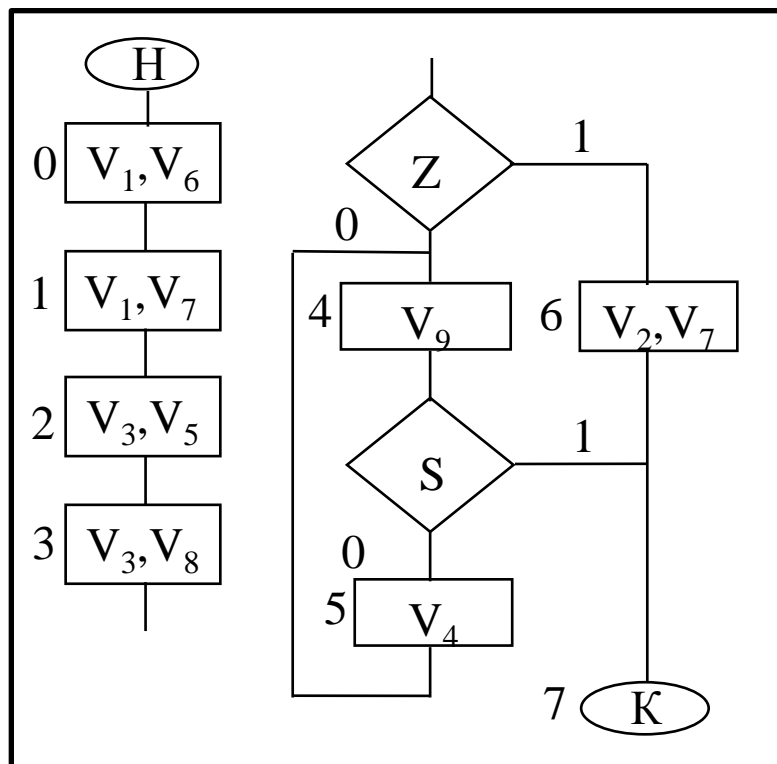
Код МК с переходом к следующей



a	Код	b	Код	A	Код
V ₁	01	V ₄	100	«0»	00
V ₂	10	V ₅	101	Z	01
V ₃	11	V ₆	110	S	10
Ø	00	V ₇	111		
		V ₈	001		
		V ₉	011		
		Ø	000		

Адрес МК	АУЧ			ОЧ	
	D	U	A	a	b
000	000	0	00	01	110
001	000	0	00	01	111
010	000	0	00	11	101

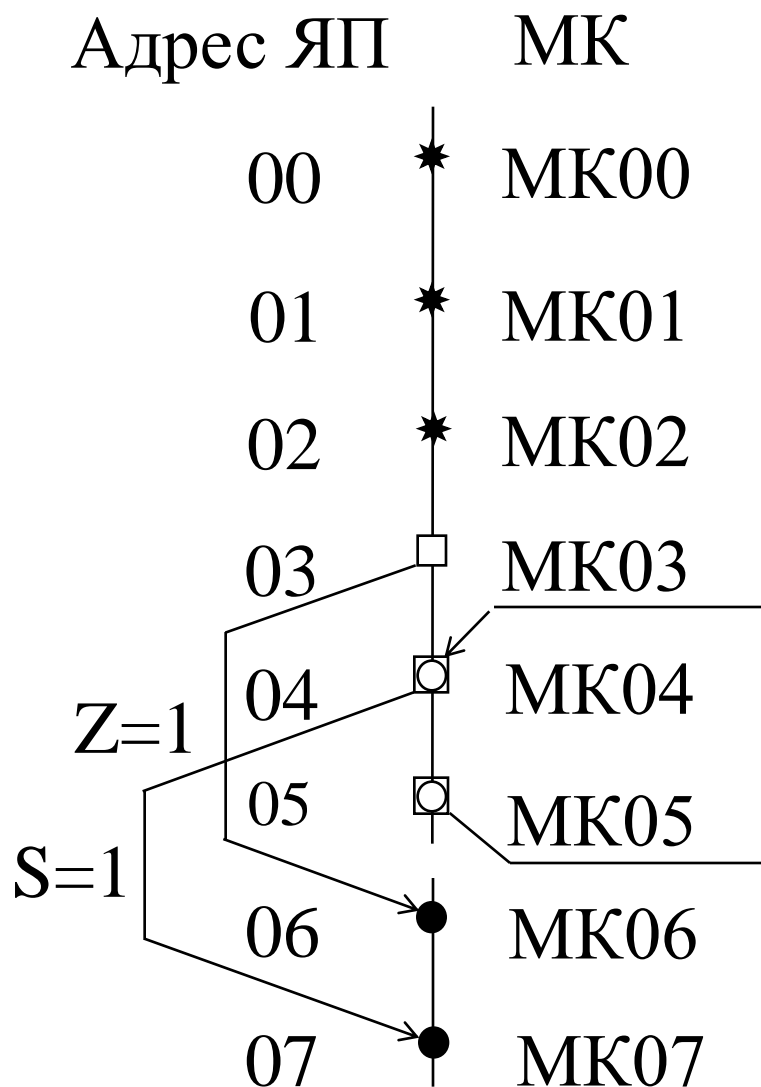
Код МК с переходом по условию Z



a	Код	b	Код	A	Код
V ₁	01	V ₄	100	«0»	00
V ₂	10	V ₅	101	Z	01
V ₃	11	V ₆	110	S	10
∅	00	V ₇	111		
		V ₈	001		
		V ₉	011		
		∅	000		

Адрес МК	АУЧ			ОЧ	
	D	U	A	a	b
000	000	0	00	01	110
001	000	0	00	01	111
010	000	0	00	11	101
011	110	0	01	11	001
100	111	0	10	00	011

Таблица прошивки



Адрес МК	АУЧ			ОЧ	
	D	U	A	a	b
000	000	0	00	01	110
001	000	0	00	01	111
010	000	0	00	11	101
011	110	0	01	11	001
100	111	0	10	00	011
101	100	1	00	00	100
110	000	0	00	10	111
111	000	1	00	00	000

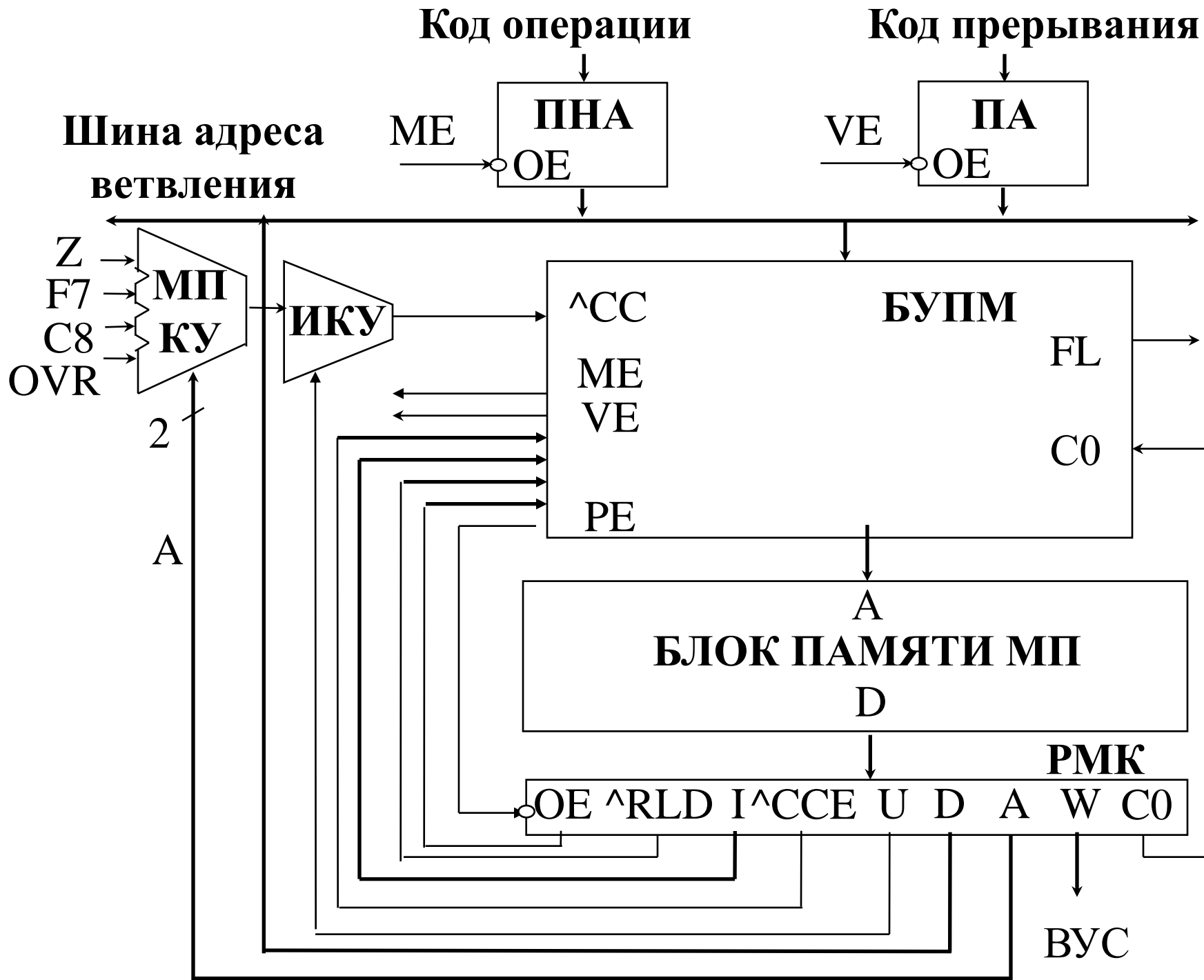
2 Особенности проектирования УУПЛ на основе блока управления последовательностью микрокоманд (БУПМ)

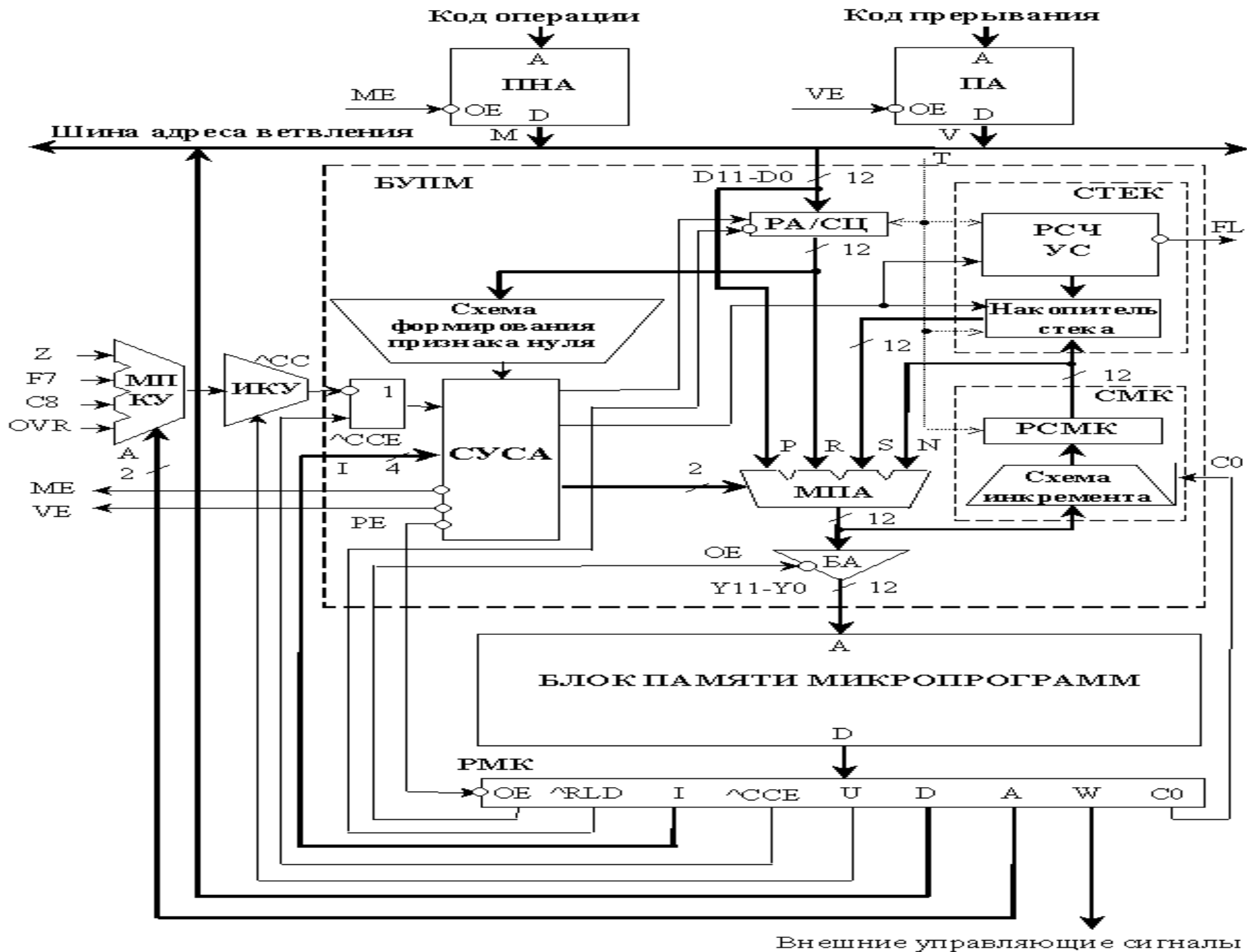
2.1 Структура и микроинструкции БУПМ

Структура УУПЛ на основе БУПМ

В состав устройства управления входят следующие блоки:

- преобразователь начального адреса (ПНА), преобразующий код операции в начальный адрес соответствующей микропрограммы;
- преобразователь адреса (ПА), преобразующий код прерывания в начальный адрес микропрограммы обработки прерывания;





- блок управления последовательностью микрокоманд (БУПМ);
- мультиплексор кода условий (МПКУ), с помощью которого проверяемое логическое условие выбирается из множества логических условий, используемых в микропрограммах. На информационные входы МПКУ поступают сигналы Z, OVR, F7, C8 с регистра состояния операционного устройства;
- инвертор кода условия (ИКУ), обеспечивающий инверсию значения проверяемого условия;
- блок памяти микропрограмм;
- регистр микрокоманд (РМК).

Цикл работы УУПЛ

Цикл работы устройства управления состоит из трех шагов: формирования в БУПМ адреса микрокоманды, считывания микрокоманды из блока памяти микропрограмм и выдачи внешних управляющих сигналов.

Формат адресно-управляющей части МК

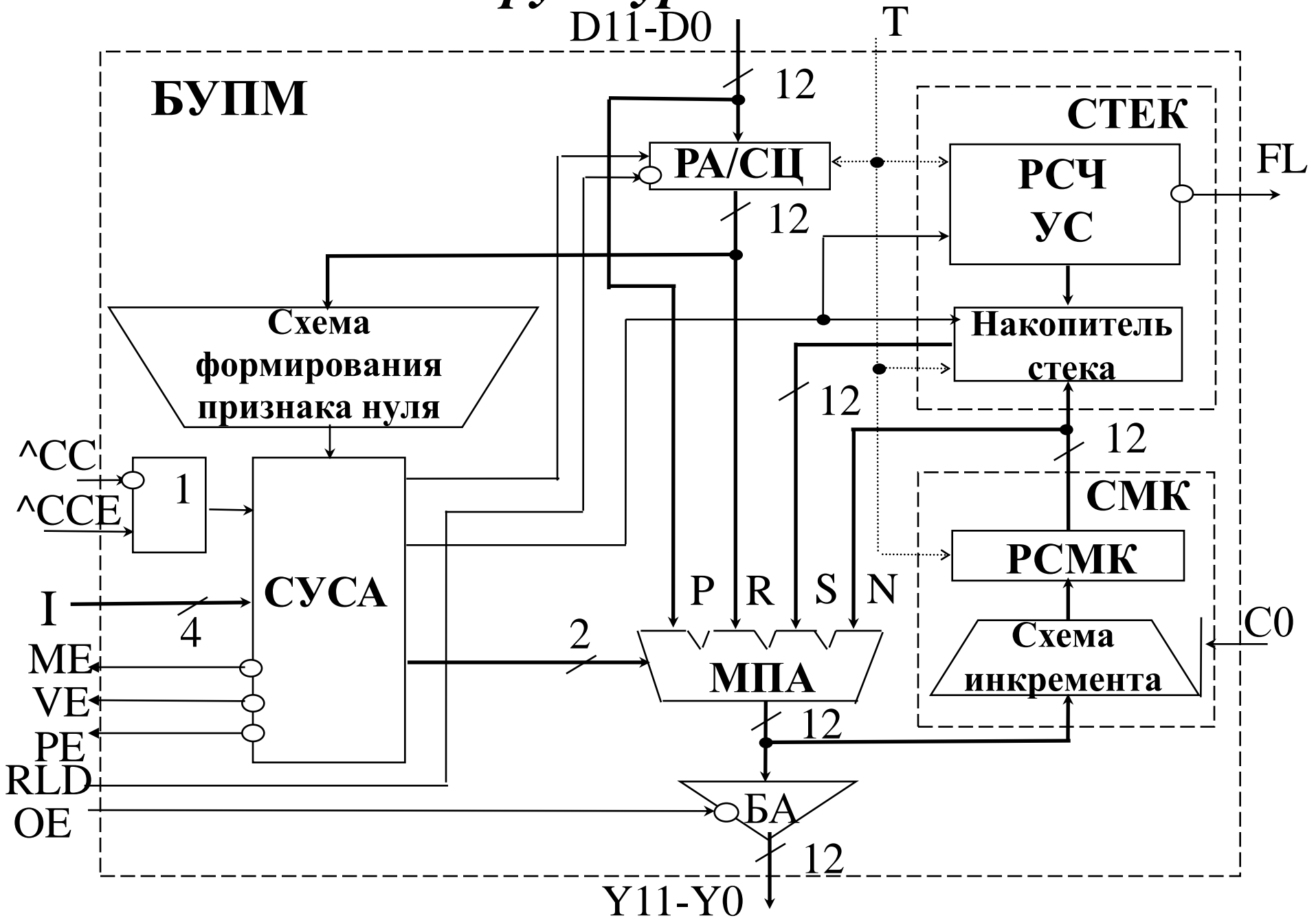
Шина данных	Код МИ	Управление признаками			Управляющие сигналы		
D11..D0	I3..I0	A1A0	^CCE	U	C0	^RLD	^OE

Блок управления последовательностью МК

В состав БУПМ входят следующие основные узлы:

- регистр адреса (РА/СЦ), выполняющий также функции счетчика циклов в циклических микропрограммах; к выходам РА/СЦ подключена схема формирования признака нуля;
- стек, содержащий накопитель и реверсивный счетчик указателя стека;
- счетчик микрокоманд (СМК), состоящий из регистра и схемы инкремента;
- мультиплексор адреса (МПА) и буфер адреса (БА);
- схема управления следующим адресом (СУСА).

Структура БУПМ



Работа мультиплексора и инвертора кода условий

A1	A0	U	$\wedge CC$
0	0	0	Z
0	0	1	$\wedge Z$
0	1	0	F7
0	1	1	$\wedge F7$
1	0	0	OVR
1	0	1	$\wedge OVR$
1	1	0	C8
1	1	1	$\wedge C8$

Микроинструкции БУПМ

Код	Мнемоника	Функция	РА/СЦ до операции	Результат микроинструкции					
				$\overline{CCE} = 0; \overline{CC} = 1$		$\overline{CCE} = 1 \vee \overline{CC} = 0$		РА/СЦ	Выход
				У	СТЕК	У	СТЕК		
0	JZ	Переход по нулевому адресу	X	0	ОЧ	0	ОЧ	ХР	\overline{PE}
1	CJS	Условный переход к подмикропрограмме	X	СМК	ХР	D	ЗП	ХР	\overline{PE}
2	JMAP	Переход по адресу из преобразователя начального адреса	X	D	ХР	D	ХР	ХР	\overline{ME}
3	CJP	Условный переход по адресу из РМК	X	СМК	ХР	D	ХР	ХР	\overline{PE}
4	PUSH	Загрузка СТЕКА и условная загрузка РА/СЦ	X	СМК	ЗП	СМК	ЗП	*	\overline{PE}
5	JSRP	Условный переход к одной из двух подмикропрограмм	X	РА/СЦ	ЗП	D	ЗП	ХР	\overline{PE}

Код	Мнемоника	Функция	РА/СЦ до операции	Результат микроинструкции					
				$\overline{CSE} = 0; \overline{CC} = 1$		$\overline{CSE} = 1 \vee \overline{CC} = 0$		РА/СЦ	Выход
				У	СТЕК	У	СТЕК		
6	CJV	Условный переход по векторному адресу	X	СМК	ХР	D	ХР	ХР	\overline{VE}
7	JRP	Условный переход по адресу, выбираемому из РА/СЦ или РМК	X	РА/СЦ	ХР	D	ХР	ХР	\overline{PE}
8	RFCT	Повторение цикла, если (РА/СЦ) $\neq 0$	$\neq 0$	СТЕК	ХР	СТЕК	ХР	-1	\overline{PE}
			$= 0$	СМК	ЧТ	СМК	ЧТ	ХР	\overline{PE}
9	RPCT	Повторение адреса из РМК пока (РА/СЦ) $\neq 0$	$\neq 0$	D	ХР	D	ХР	-1	\overline{PE}
			$= 0$	СМК	ХР	СМК	ХР	ХР	\overline{PE}
A	CRPN	Условный возврат из подпрограммы	X	СМК	ХР	СТЕК	ЧТ	ХР	\overline{PE}

Код	Мнемоника	Функция	РА/СЦ до операции	Результат микроинструкции					
				$\overline{CSE} = 0; \overline{CC} = 1$		$\overline{CSE} = 1 \vee \overline{CC} = 0$		РА/СЦ	Выход
				У	СТЕК	У	СТЕК		
В	CJPP	Условный переход по адресу из РМК и выпалкивание из СТЕКА	X	СМК	ХР	D	ЧТ	ХР	\overline{PE}
С	LDCT	Загрузка счетчика и продолжение	X	СМК	ХР	СМК	ХР	ЗП	\overline{PE}
D	LOOP	Проверка условия окончания цикла	X	СТЕК	ХР	СМК	ЧТ	ХР	\overline{PE}
E	CONT	Продолжить	X	СМК	ХР	СМК	ХР	ХР	\overline{PE}
F	TWB	Переход по одному из трех направлений	$< > 0$	СТЕК	ХР	СМК	ЧТ	-1	\overline{PE}
			$= 0$	D	ЧТ	СМК	ЧТ	ХР	\overline{PE}

2.2 Особенности построения УУПЛ на основе БУПМ

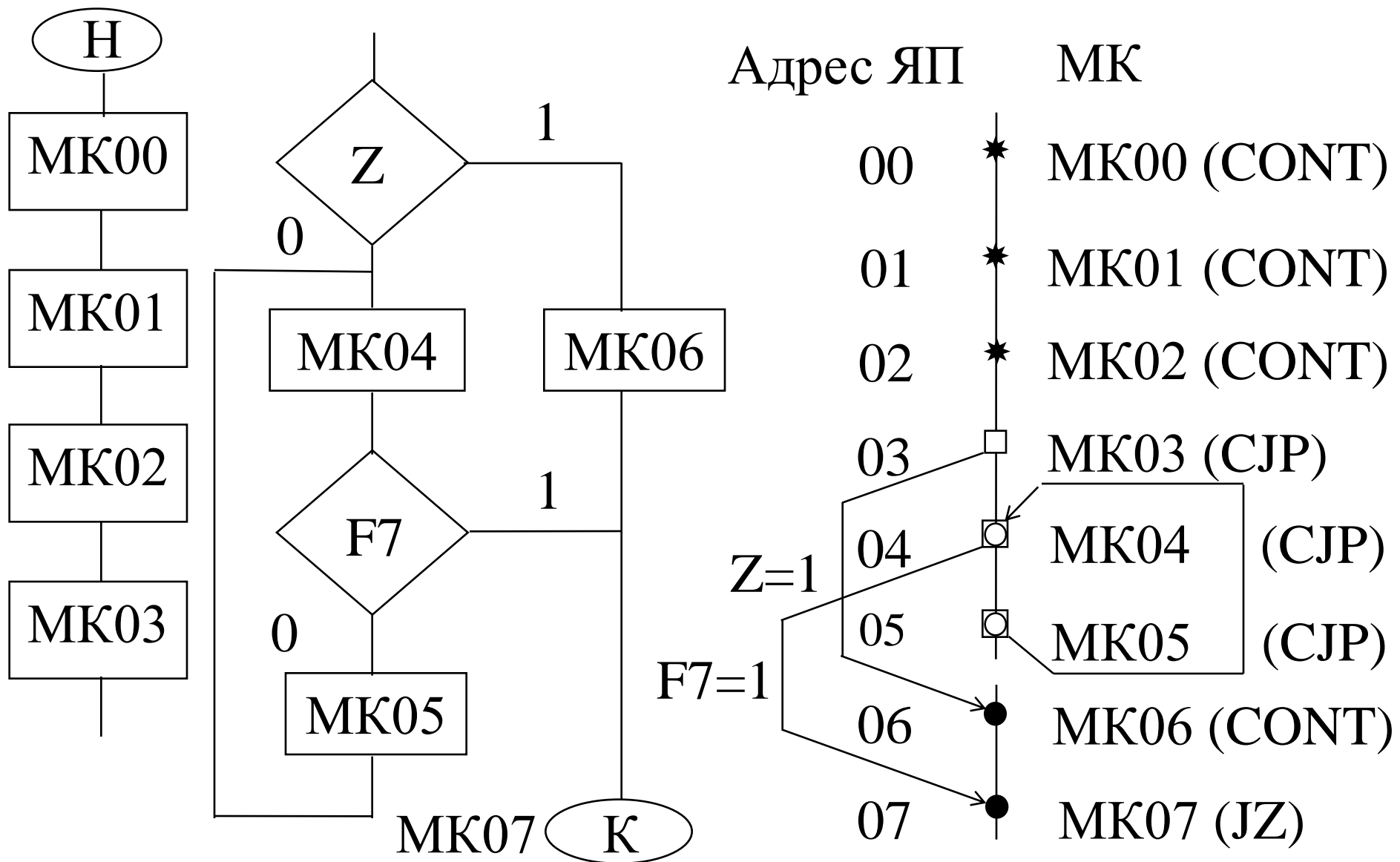
- Структурная схема УУ имеется в техническом описании (ТО) микропроцессорного комплекта.
- Большая часть полей МК определяется в ТО.
- БИС БУПМ обладает мощными возможностями по формированию адреса следующей МК.
- Формат ОЧ МК при использовании микропроцессорных секций практически полностью определен в ТО.
- Принципиальная электрическая схема УУ обычно приводится в ТО.
- Размещение МП в памяти и составление таблицы прошивки выполняется с учетом возможностей БУПМ.

2.3 Разработка микропрограммы

2.3.1. Задание №2. Разработать микропрограмму для УУ, обеспечивающую выполнение в ОУ операции деления целых положительных чисел нацело, в соответствии с заданием №1, приведенным в разделе по операционным устройствам.

2.3.2. Уточнение исходной микропрограммы. При разработке микропрограммы для УУ может оказаться целесообразным преобразование исходной микропрограммы с учетом особенностей способов адресации микрокоманд, применяемых в БУПМ. В частности, возможно значительное упрощение циклического участка микропрограммы с заданным числом повторений цикла за счет использования счетчика циклов, расположенного в БУПМ.

Размещение микропрограммы в памяти



МК	Управляющая часть							
№	Шина	МИ	Упр. признаками			Упр. сигналы		
N	D11-D0	I3-I0	A	U	\overline{CCE}	C0	\overline{RLD}	\overline{OE}
00	0000	1110	00	0	0	1	1	0
CONT								
01	0000	1110	00	0	0	1	1	0
CONT								
02	0000	1110	00	0	0	1	1	0
CONT								
03	0006	0011	00	1	0	1	1	0
CJP (Условие Z)								
04	0007	0011	01	1	0	1	1	0
CJP (Условие F7)								
05	0004	0011	00	0	1	1	1	0
CJP (Переход к МК4)								
06	0000	1110	00	0	0	1	1	0
CONT								
07	0000	0000	00	0	0	1	1	0
JZ (Переход к МК0)								

Окно ввода микрокоманд (УУ)

Имитатор устройства управления - C:\Организация ЭВМ\Деление-УУ.mui

Файл Редактирование Режим Выполнить Скорость ?

№ МК	Шина данных D11 - D0	Код МИ I3 - I0	Упр. признаками			Упр. сигналы			Признаки			
			A1 A0	U	^CCE	C0	^RLD	^OE	Z	F3	OVR	C4
00:	0000	1110	00	0	0	1	1	0	0	0	0	0
01:	0000	1110	00	0	0	1	1	0	0	0	0	0
02:	0000	1110	00	0	0	1	1	0	0	0	0	0
03:	0006	0011	00	1	0	1	1	0	1	0	0	0
04:	0007	0011	01	1	0	1	1	0	0	1	0	0
05:	0004	0011	00	0	1	1	1	0	0	0	0	0
06:	0000	1110	00	0	0	1	1	0	0	0	0	0
07:	0000	0000	00	0	0	1	1	0	0	0	0	0
10:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21:	....	....	..	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Если Z=1, то переход к МК 06.

МИ: CJP Условие: Z Инкр. РСМК: да Загр. РА/СЦ: нет

Ввод микрокоманд Скорость 2

Окно выполнения микрокоманд (УУ)

Имитатор устройства управления - C:\Организация ЭВМ\Деление-УУ.mui

Файл Редактирование Режим Выполнить Скорость ?

№ МК	Шина данных D11 - D0	Код МИ I3 - I0	Упр. признаками			Упр. сигналами			Признаки			
			A1 A0	U	^CCE	CO	^RLD	^OE	Z	F3	OVR	C4
03:	0006	0011	00	1	0	1	1	0	1	0	0	0

Если Z=1, то переход к МК 06.

МИ: CJP Условие: Z Инкр. РСМК: да Загр. РА/ЦЦ: нет

Выполненная МК: 02: 0000 1110 00 0 0 1 1 0 0 0 0

До выполнения микрокоманды		После выполнения микрокоманды	
Шина D:	000000000000 0000	Шина D:	000000000000 0000
Шина Y:	0000000000010 0002	Шина Y:	0000000000011 0003
Состояние: ^PE ^ME ^VE ^FL	0 1 1 1	Состояние: ^PE ^ME ^VE ^FL	0 1 1 1
РСМК:	0000000000011 0003	РСМК:	0000000000100 0004
РА/ЦЦ:	0000000000000 0000	РА/ЦЦ:	0000000000000 0000
=>0: Стек		=>0: Стек	
1:	0000000000000 0000	1:	0000000000000 0000
2:	0000000000000 0000	2:	0000000000000 0000
3:	0000000000000 0000	3:	0000000000000 0000
4:	0000000000000 0000	4:	0000000000000 0000
5:	0000000000000 0000	5:	0000000000000 0000

Выполнение микрокоманд Скорость 2