

Построение систем прерывания

1 Программные системы аппаратных прерываний (САП)

1.1 САП с микропрограммным сохранением состояния процессора без использования стека.

1.2 САП с микропрограммным сохранением состояния процессора в стеке.

1.3 САП с использованием программного сохранения содержимого регистров процессора в стеке.

2 Микропрограммные САП.

2.1 САП с прерываниями после любой микрокоманды.

2.2 САП с микрокомандой перехода к прерывающей микропрограмме.

Знать: структуру и особенности взаимодействия аппаратных, микропрограммных и программных средств процессоров, поддерживающих аппаратные прерывания после завершения выполнения команд и микрокоманд с использованием и без использования стека для сохранения адреса возврата и состояния процессора.

Уметь: разработать структурную схему и микропрограмму командного цикла процессора с аппаратурой прерывания и командами, связанными с системой прерывания. Построить структурную схему и алгоритм рабочего цикла процессора с микропрограммными прерываниями.

Помнить: о возможности изменения масштабов аппаратной, микропрограммной и программной реализации функций системы прерывания и влиянии этих изменений на её характеристики.

Литература:

- Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем. Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2004. – 668 с.

1 Программные системы аппаратных прерываний (САП)

1.1 САП с микропрограммным сохранением состояния процессора без ИСПОЛЬЗОВАНИЯ стека

- Построение систем прерывания рассматривается на примере аппаратных прерываний.
- Системы прерывания, обеспечивающие реакцию на запросы аппаратных прерываний, в которых прерывания разрешаются после завершения выполнения любой команды, далее называются программными системами аппаратных прерываний (САП).
- Системы прерывания программ, обеспечивающие реакцию на запросы аппаратных прерываний, в которых прерывания разрешаются после завершения выполнения любой микрокоманды (или микрокоманды определенного типа) далее называются микропрограммными САП.

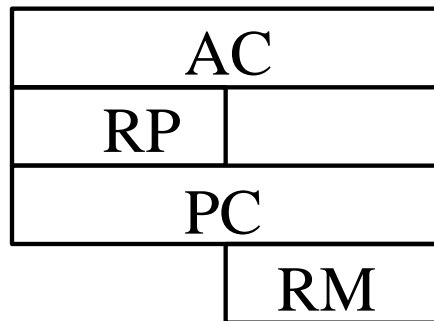
Архитектура ЭВМ

Команды

LD M – загрузка маски M в регистр маски RM.

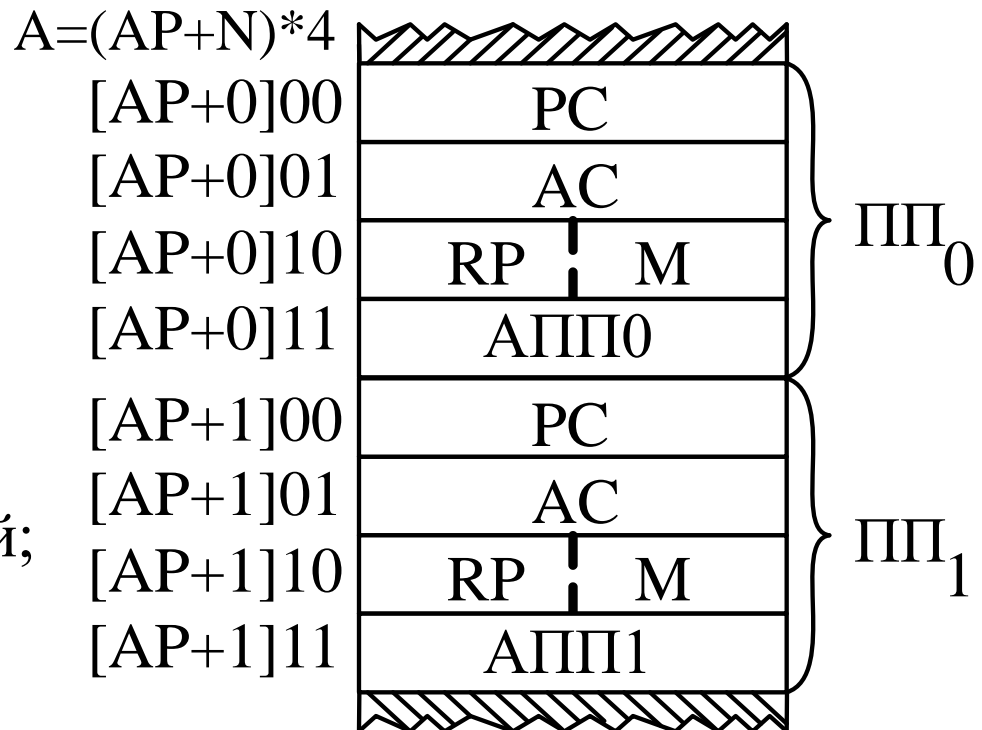
IRET N – возврат из прерывающей программы с номером N.

Программно доступные регистры

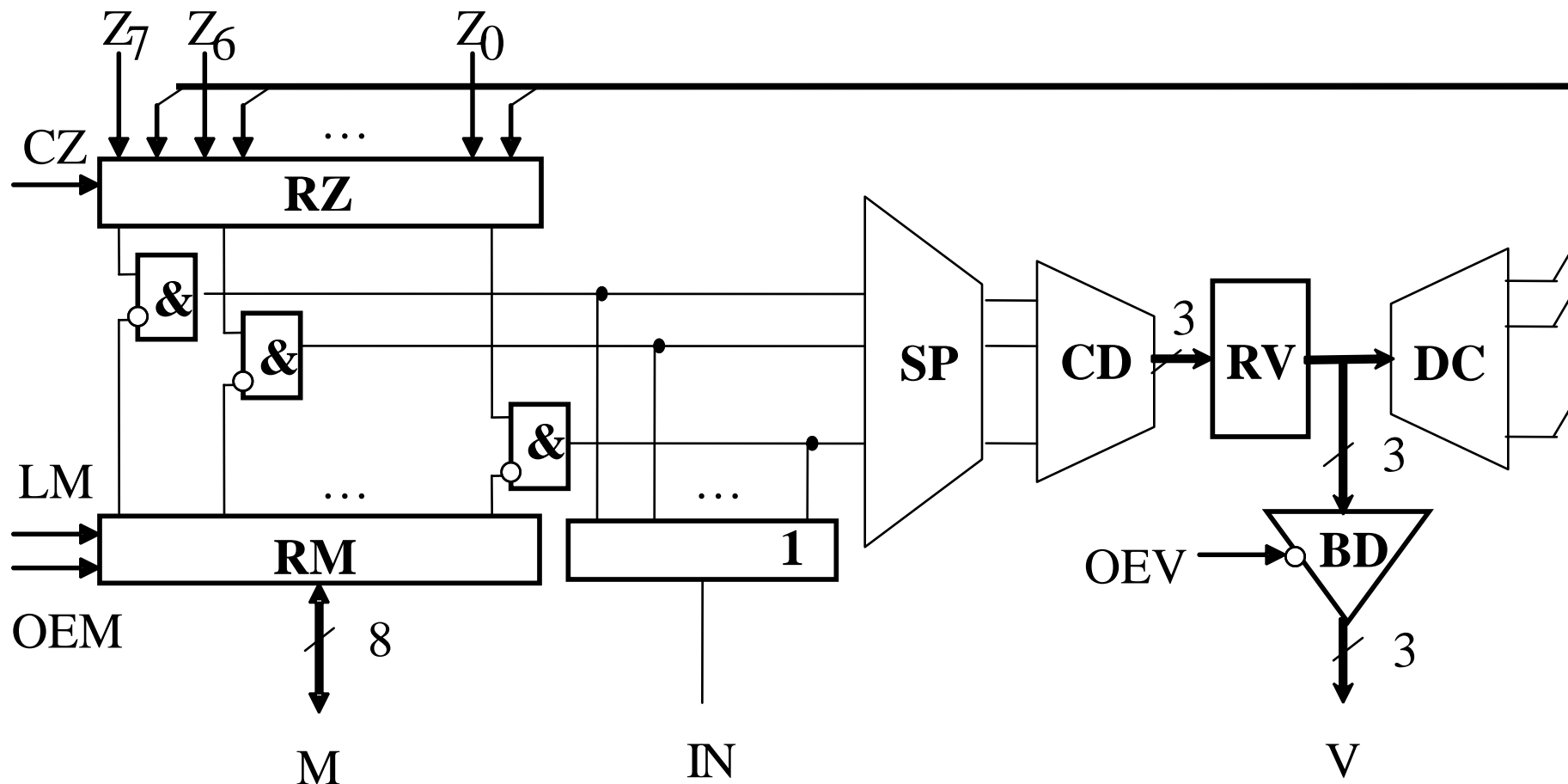


AP – адрес таблицы прерываний;
 АПП_i – адрес прерывающей
 программы ПП_i

Таблица векторов прерываний

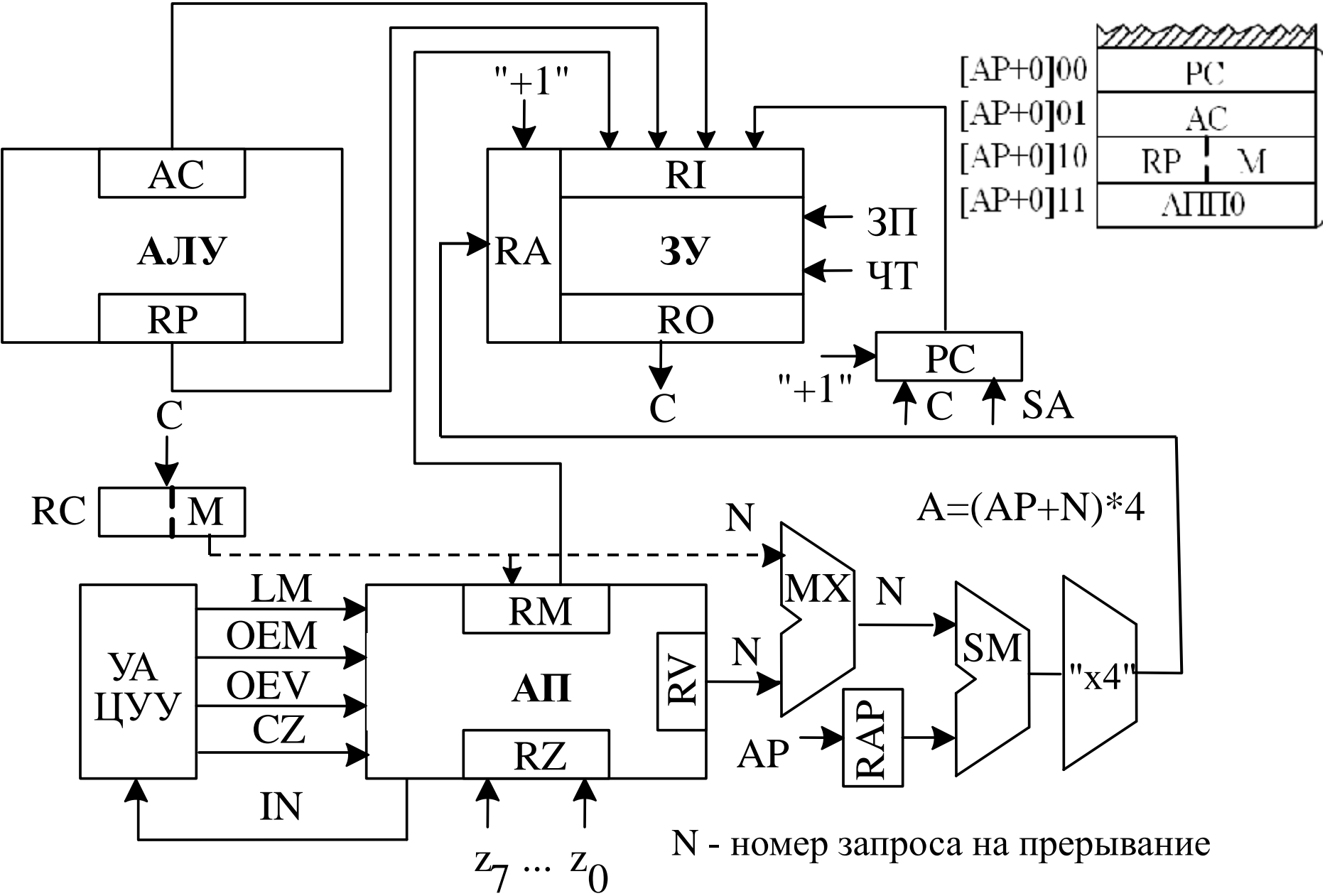


Структура аппаратуры прерывания



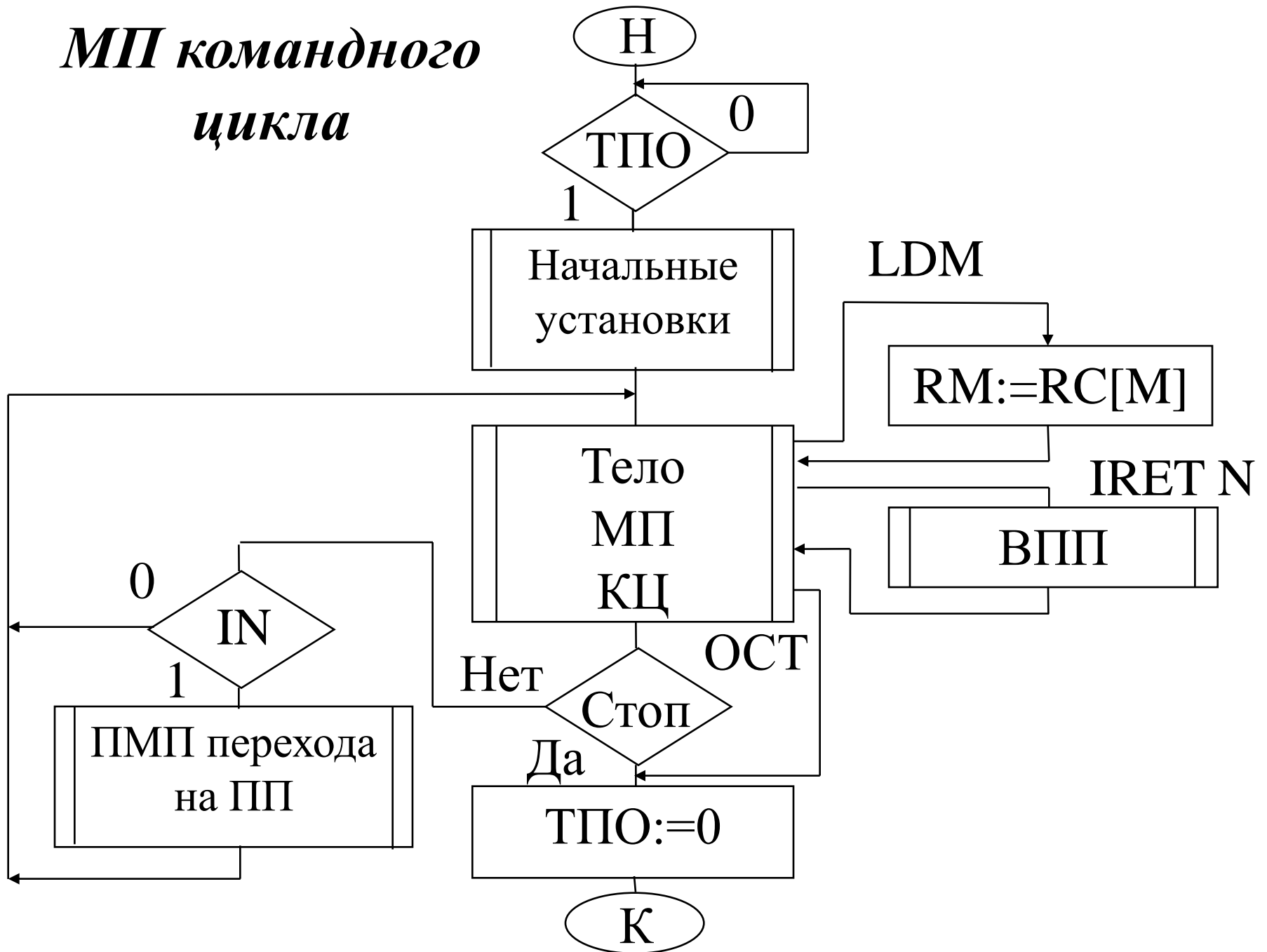
CZ – очистка в регистре запросов (RZ) разряда, соответствующего принятому к обработке запросу на прерывание; LM – загрузка маски с шины данных в регистр маски (RM); OEM – выдача маски из регистра маски на шину данных; OEV – выдача адреса (вектора) прерываний из регистра прерываний на шину адреса.

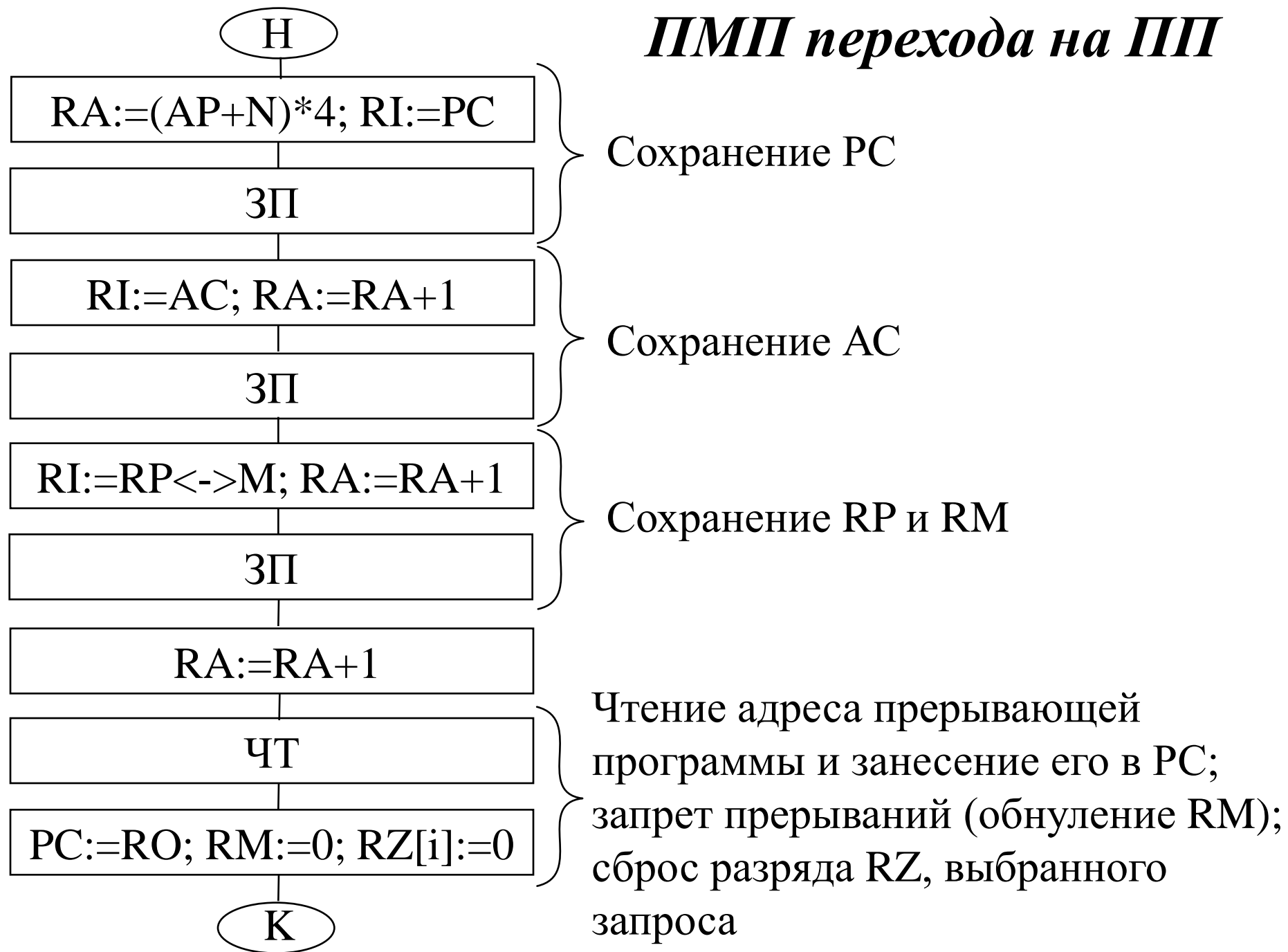
Структура ЭВМ с аппаратурой прерывания



N - номер запроса на прерывание

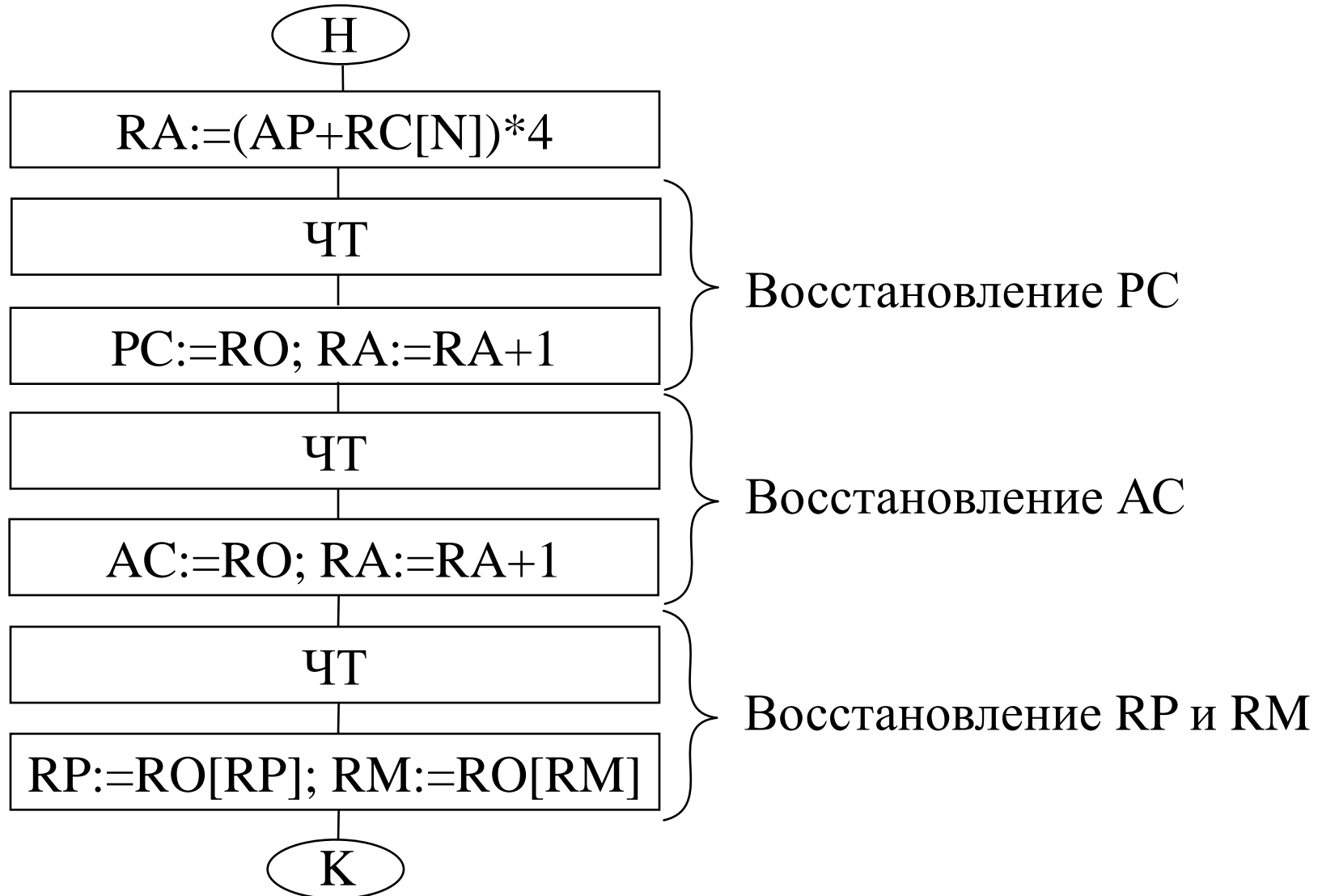
МП командного цикла





ПМП команды IRET N

(ВПП - возврат из прерывающей программы)



1.2 САП с микропрограммным сохранением состояния процессора в стеке

Архитектура ЭВМ

Команды

LD M — загрузка маски M в регистр маски RM.

IRET — возврат из прерывающей программы.

Программно доступные регистры

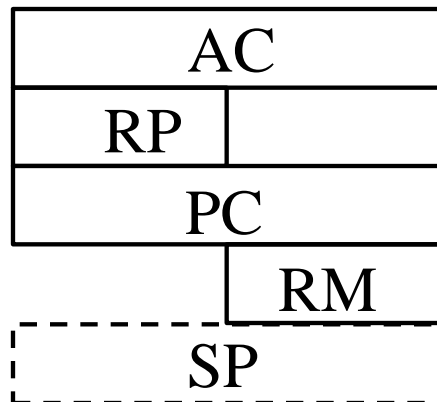
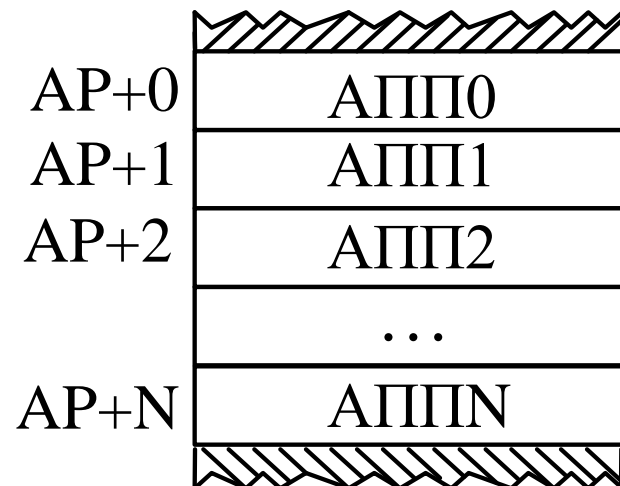
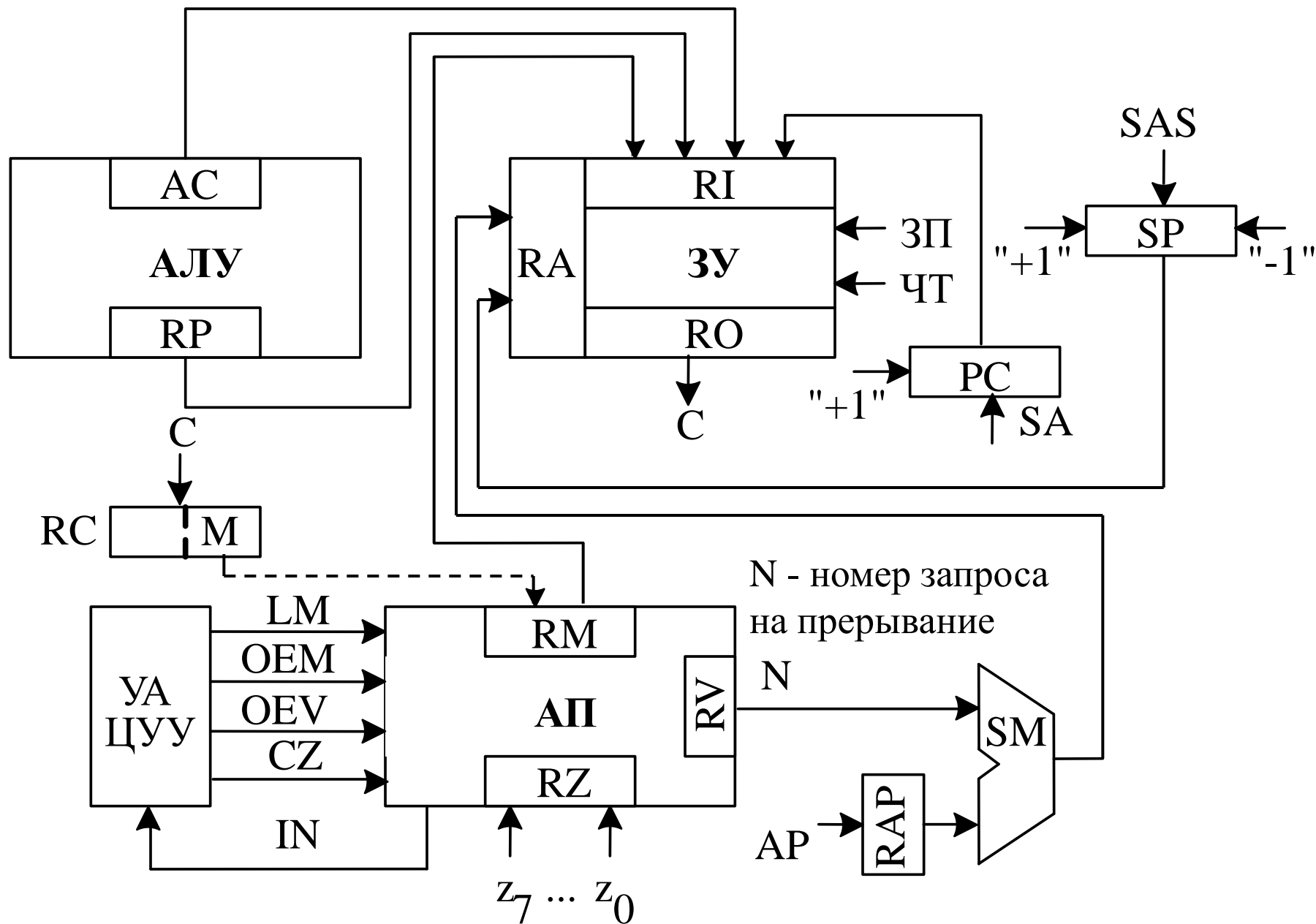


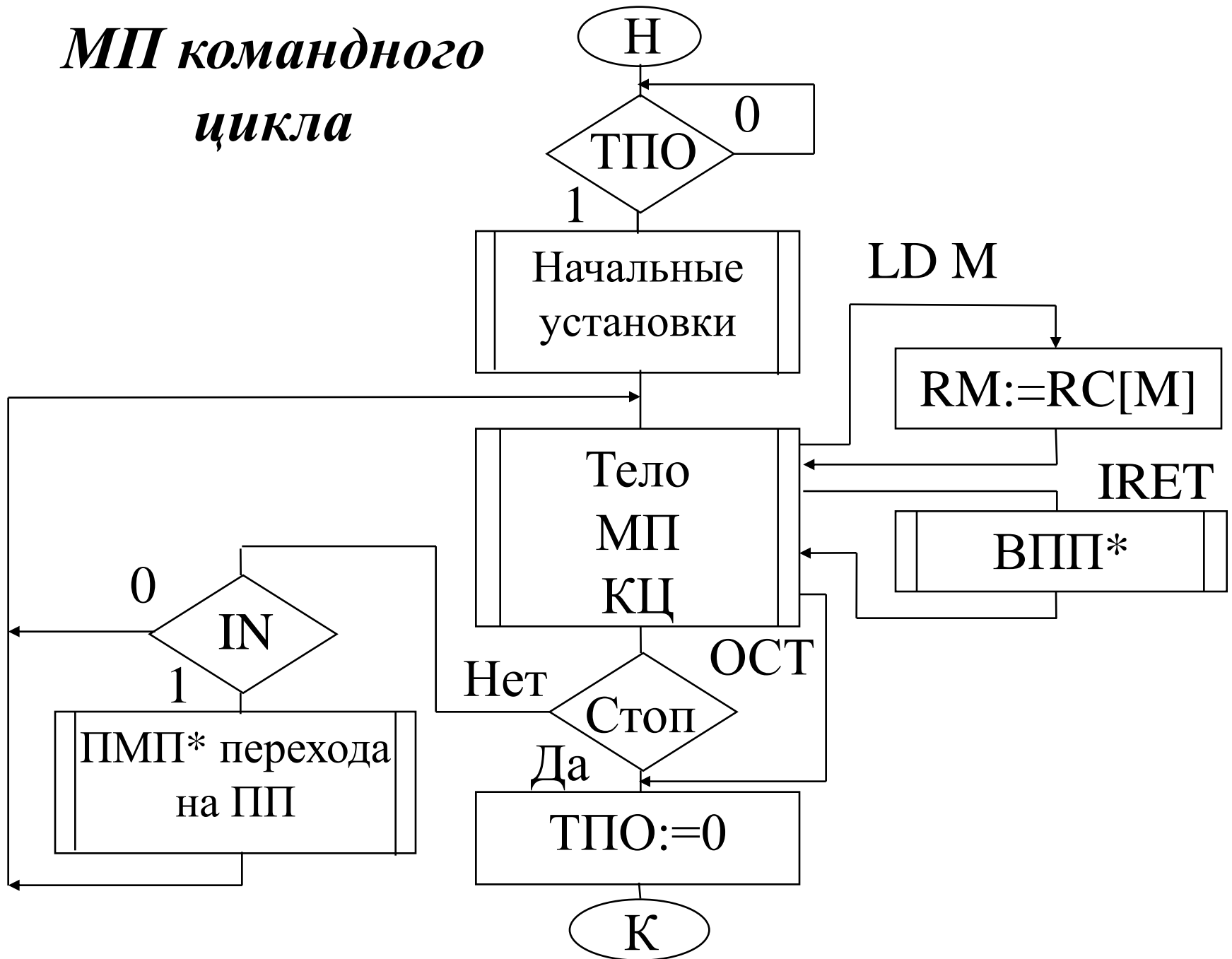
Таблица прерываний

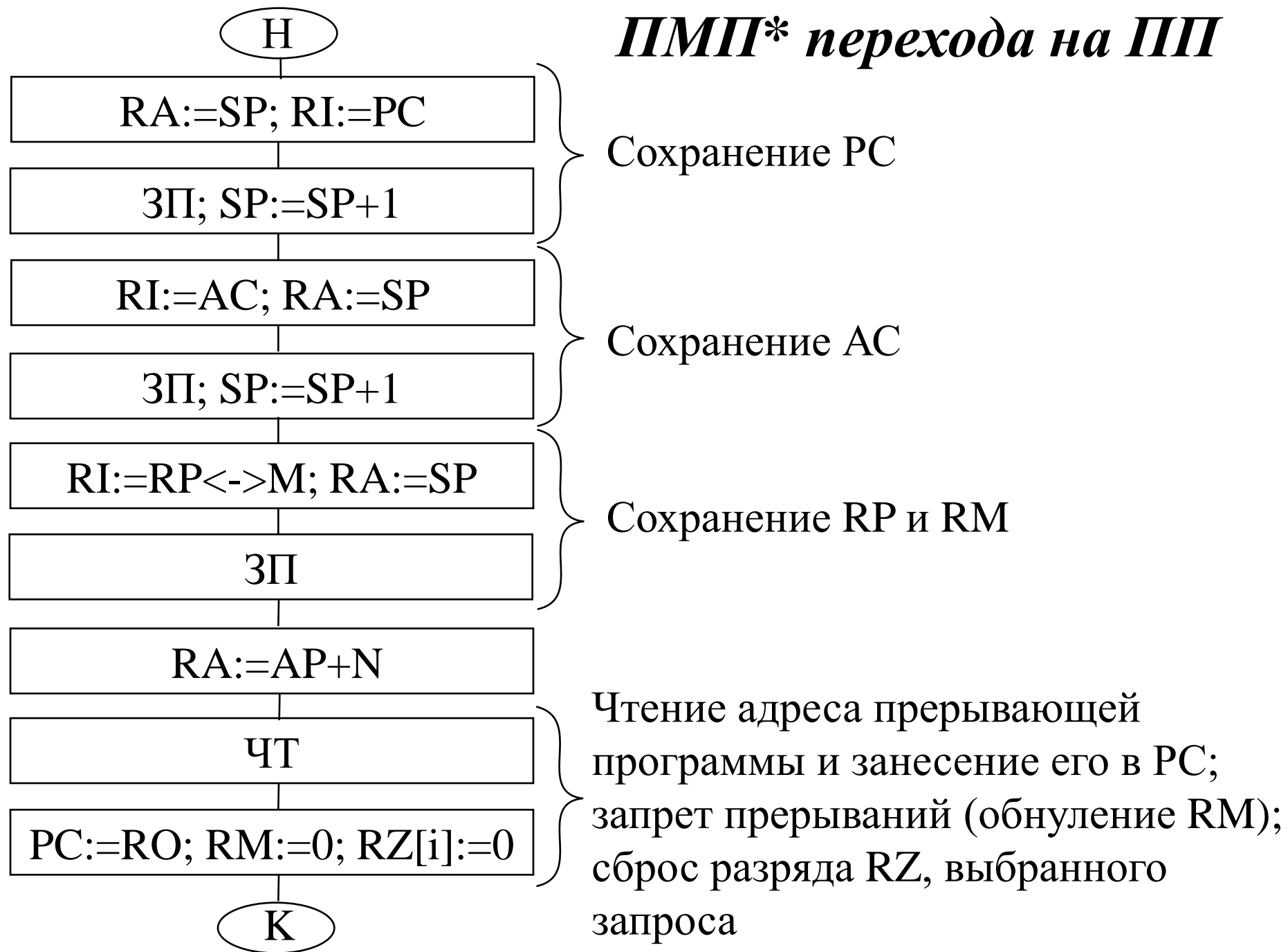


Структура ЭВМ с аппаратурой прерывания



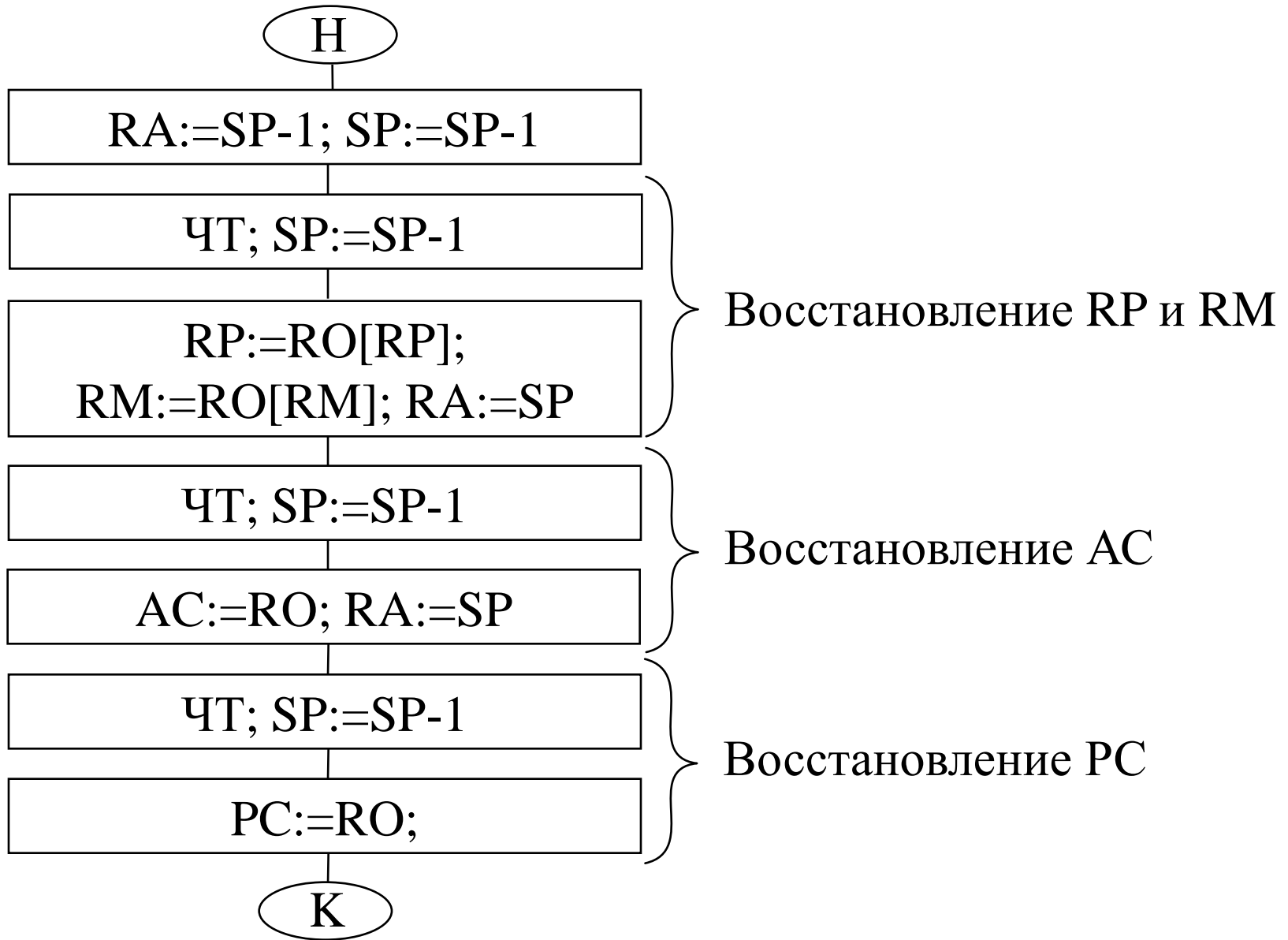
МП командного цикла





ПМП команды IRET

(ВПП - возврат из прерывающей программы)*



1.3 САП с использованием программного сохранения содержимого регистров процессора в стеке

Архитектура ЭВМ

Команды

LD M — загрузка маски M
в регистр маски RM.

IRET — возврат из
прерывающей программы.

PUSH AC;
PUSH RP;
POP AC;
POP RP.

Программно доступные регистры

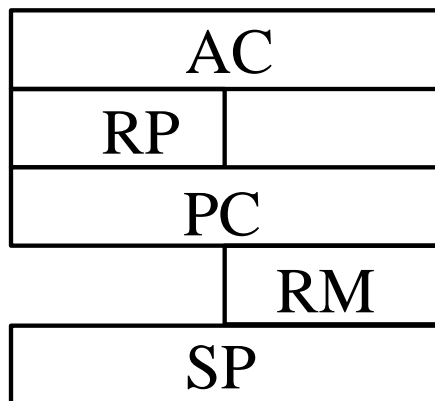
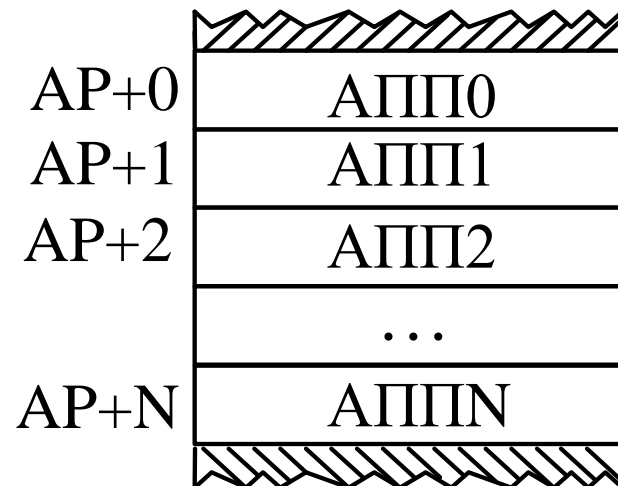
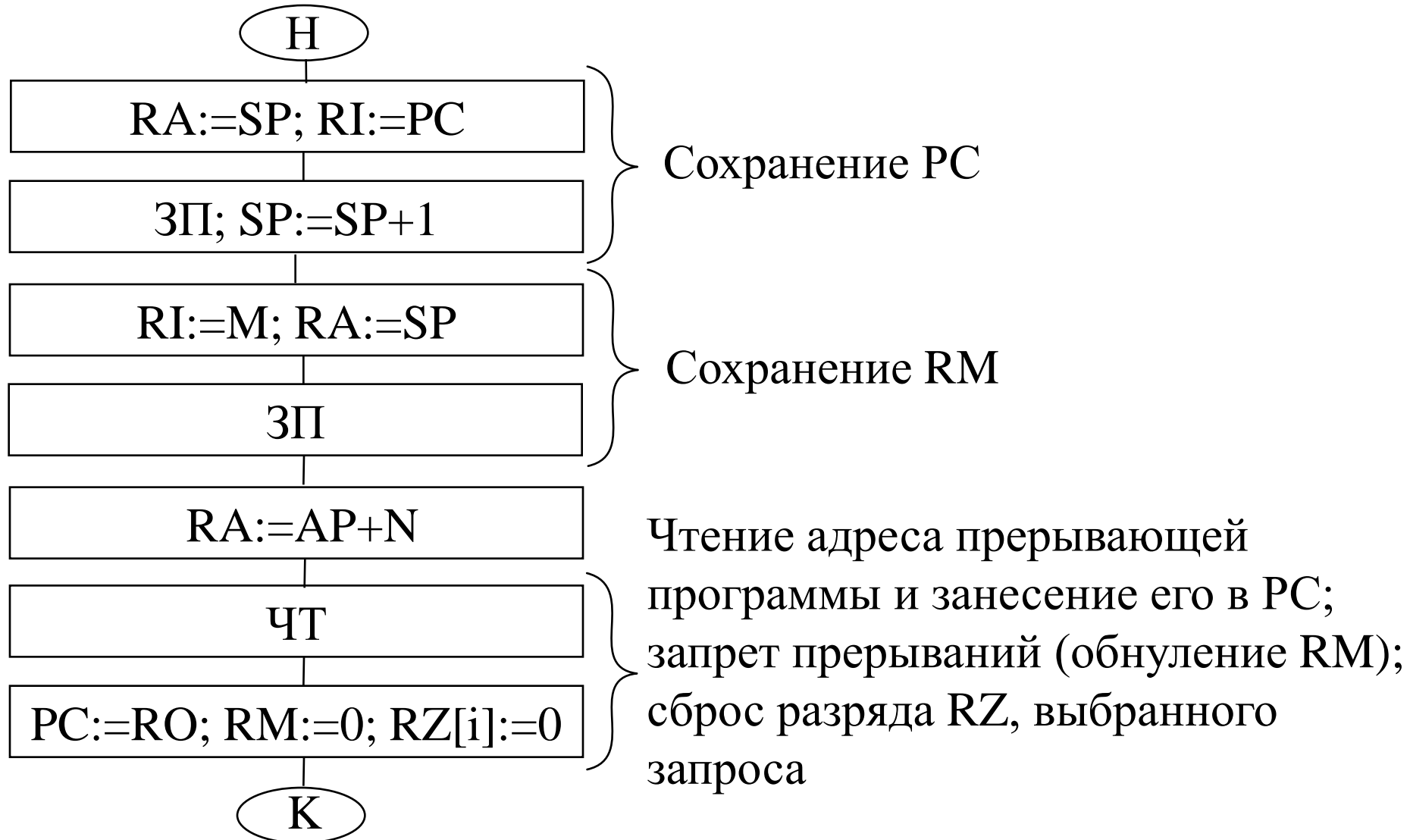


Таблица прерываний



*ПМП** перехода на ПП*

(по микропрограмме командного цикла п.1.2)



Сохранение и восстановление содержимого программно доступных регистров в ПП

LD AM[N]	Загрузка маски прерывающей программы PN
PUSH RP	Сохранение в стеке содержимого регистра RP
PUSH AC	Сохранение в стеке содержимого аккумулятора

...

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

прерывающей программы

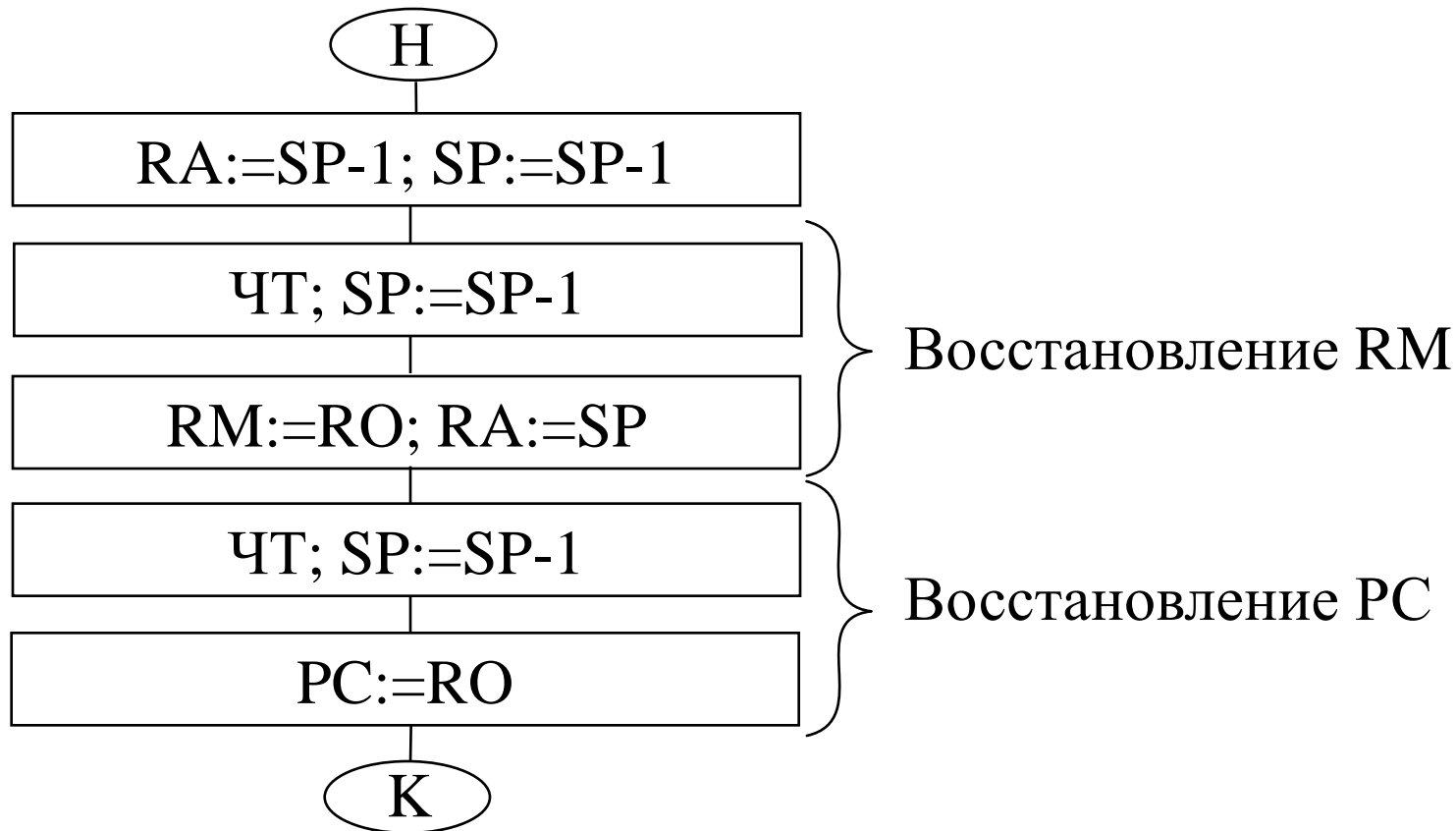
...

POP AC	Чтение из стека содержимого аккумулятора
POP RP	Чтение из стека содержимого регистра RP
IRET	Возврат из прерывающей программы

ПМП команды IRET

*(ВПП** - возврат из прерывающей программы)*

(по микропрограмме командного цикла п.1.2)

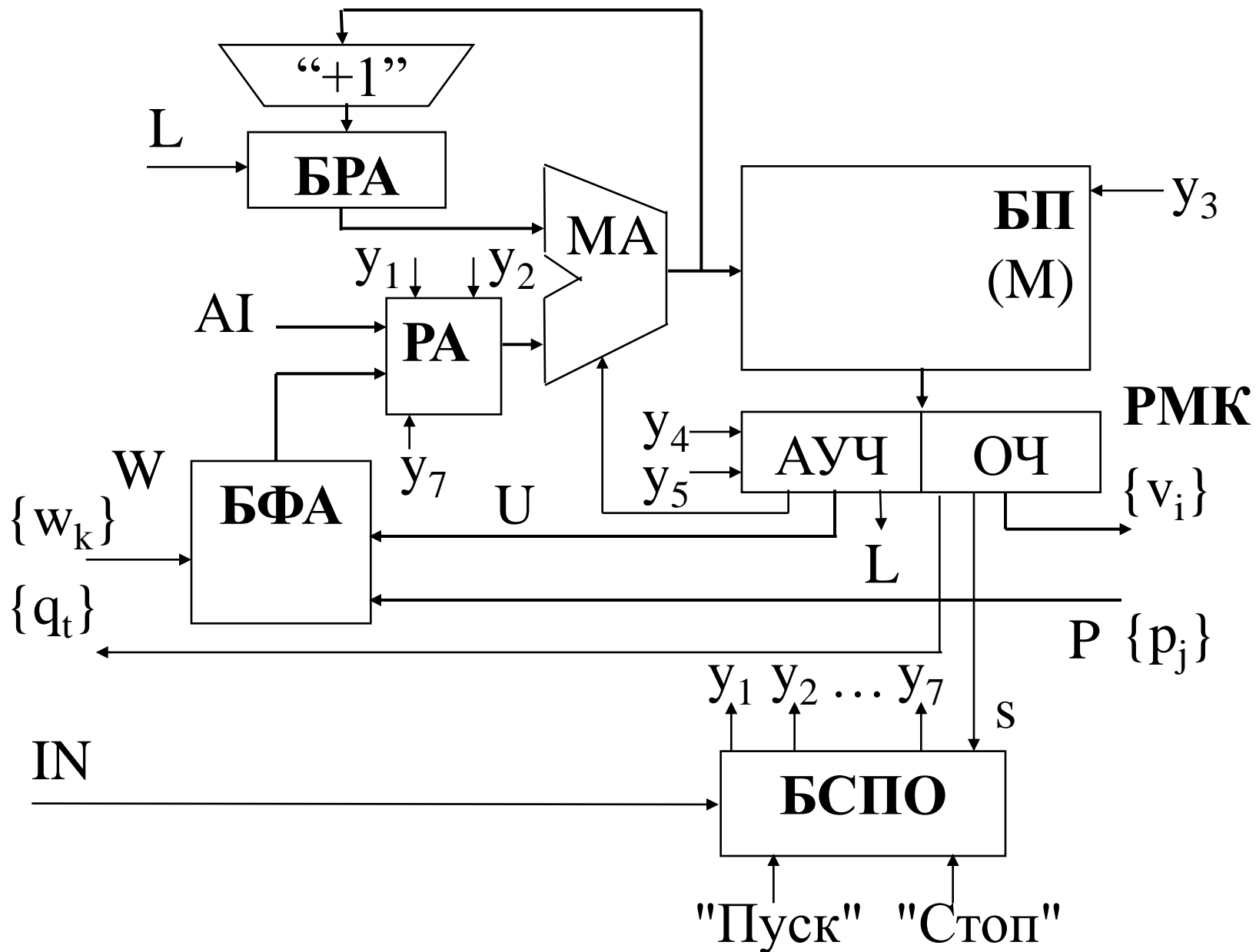


2 Микропрограммные САП

2.1 САП с прерываниями после любой микрокоманды

- Анализ запросов на прерывание после завершения выполнения каждой микрокоманды при использовании в процессоре устройства управления с программируемой логикой (УУПЛ) может быть возложен на управляющий автомат этого устройства – блок синхронизации, пуска и останова (БСПО).
- Необходимо также предусмотреть сохранение адреса микрокоманды, которая будет выполняться после возврата из прерывающей микропрограммы (например, в буферном регистре адреса).
- Кроме того, должен быть обеспечен переход по адресу прерывающей микропрограммы.

Структура УУПЛ



Управляющие сигналы и дополнительные узлы на структурной схеме УУПЛ

$y_1 - RA := 0; \quad y_2 - RA := A, A = F(W, U, P);$

$y_3 -$ чтение микрокоманды из БП ($M[RA]$);

$y_4 - PMK := 0; \quad y_5 - PMK := M[RA];$

$y_6 -$ выполнение МО в ОУ;

$y_7 -$ запись в RA начального адреса AI прерывающей микропрограммы;

$s -$ сигнал микропрограммного останова.

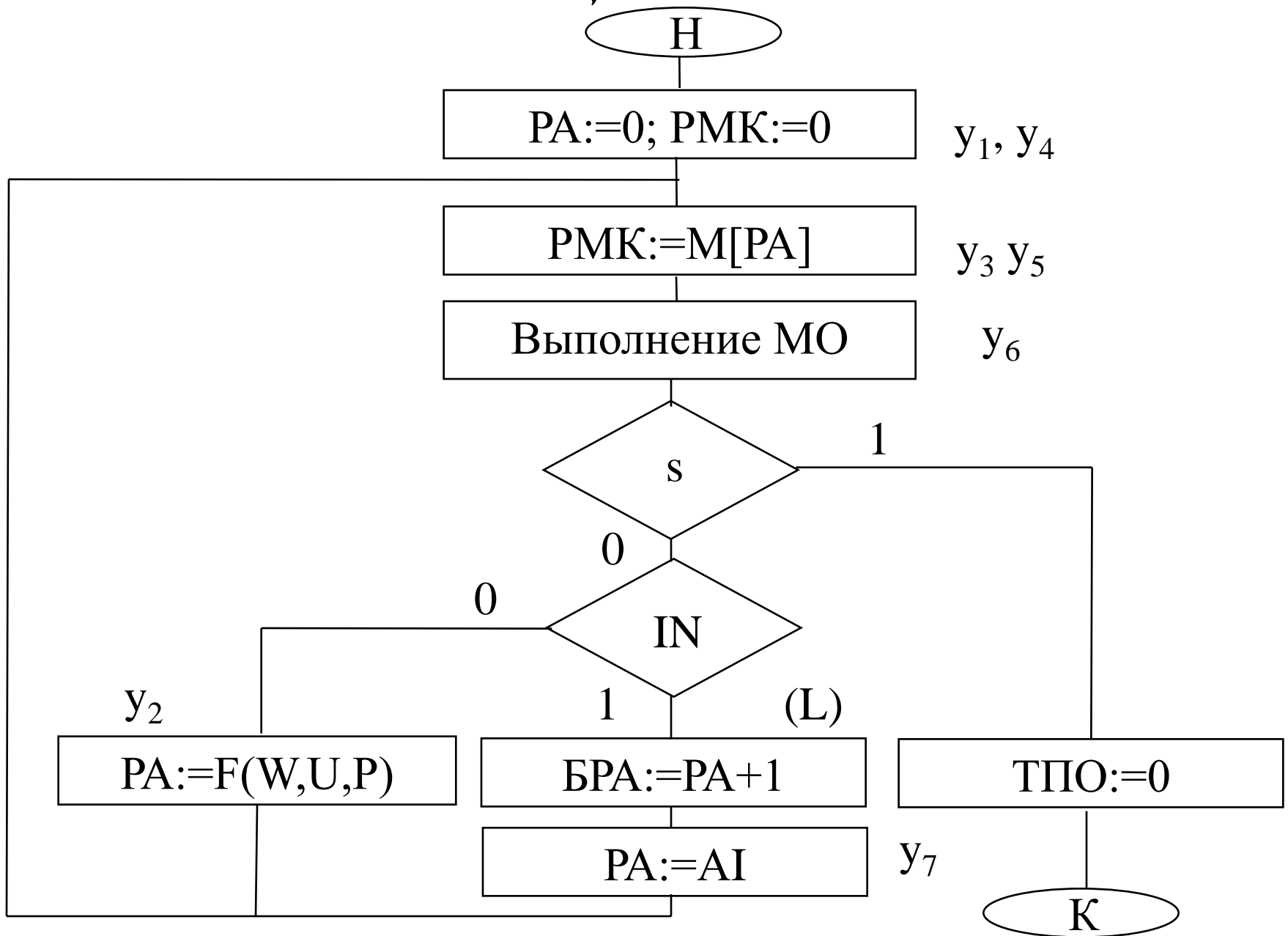
БРА – буферный регистр адреса микрокоманды;

“+1” – комбинационная схема инкремента адреса;

МА – мультиплексор адреса микрокоманды;

L – сигнал записи адреса возврата в БРА (сигнал микрокоманды): $БРА := RA + 1$.

Рабочий цикл УУПЛ



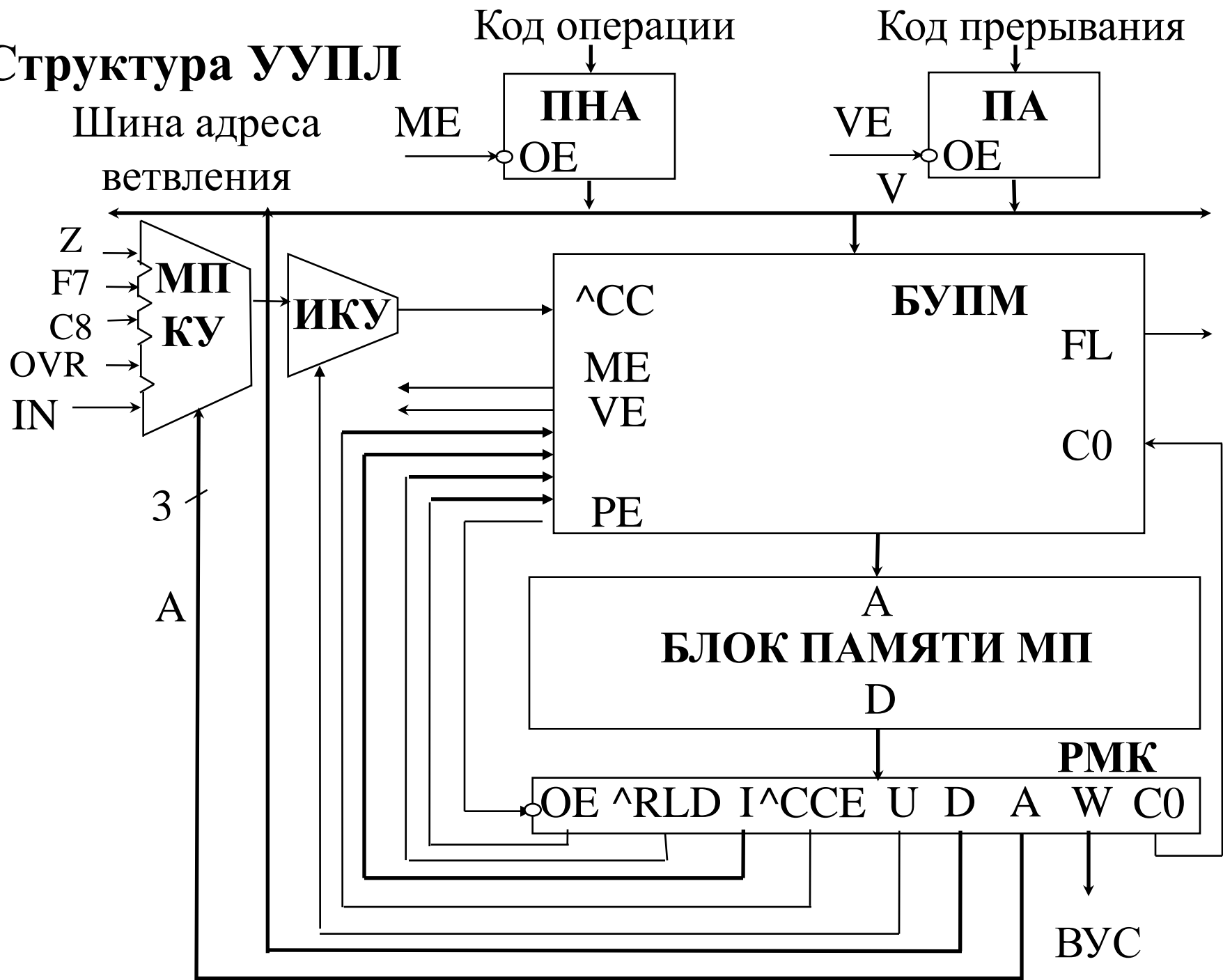
Особенности микропрограммных прерываний

- Время реакции системы на прерывание минимально, если прерывания разрешены после выполнения любой микрокоманды, но объем сохраняемой информации значительно возрастает по сравнению с прерываниями, разрешаемыми после завершения выполнения команды.
- При возникновении прерываний управление может передаваться всегда одной микропрограмме, которая устанавливает причину прерывания и передает управление соответствующей микропрограмме. В этом случае при прерываниях используется единственный адрес прерывающей микропрограммы.
- При возникновении прерываний может аппаратно формироваться адрес соответствующей микропрограммы, которой и передается управление.

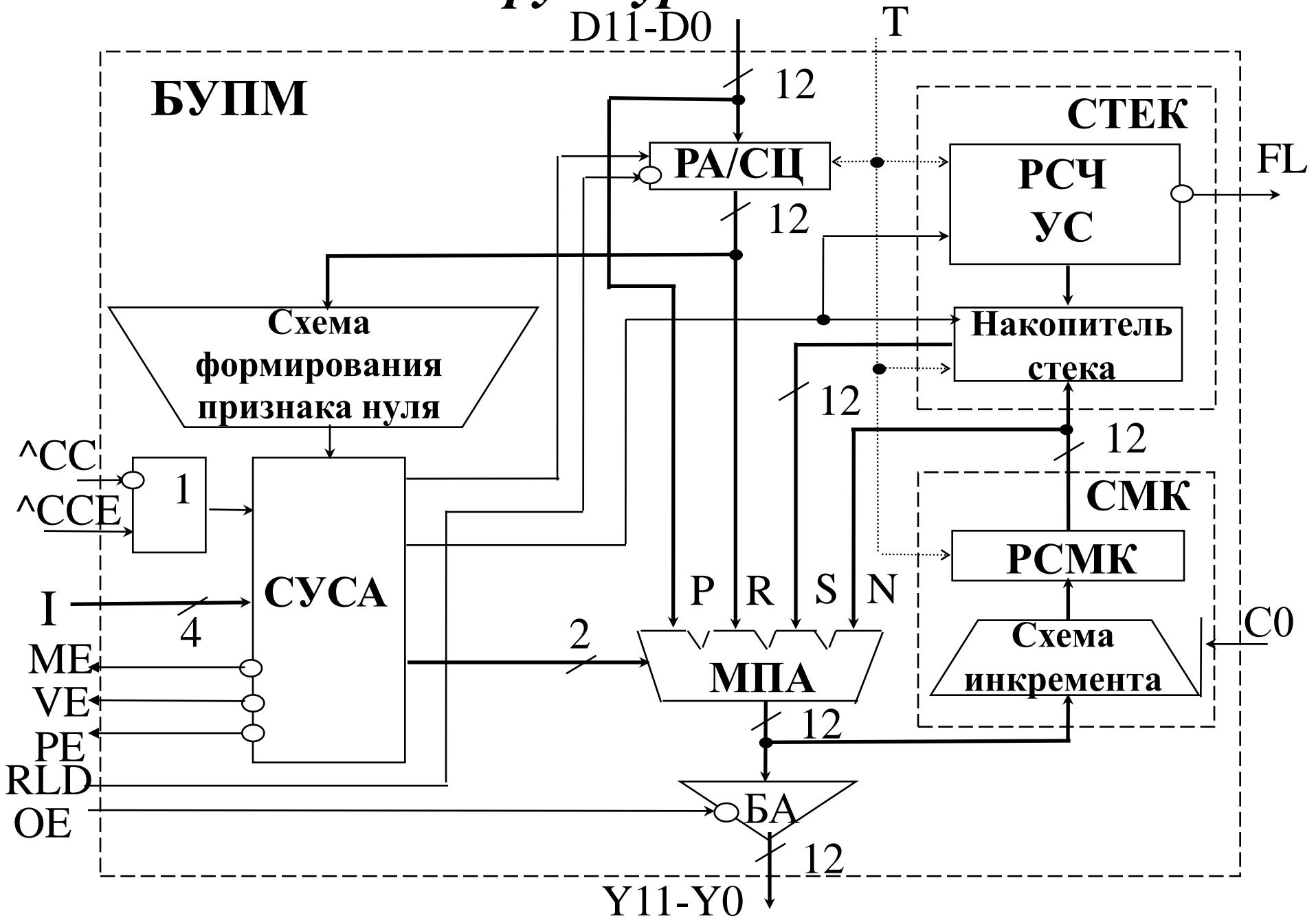
2.2 САП с микрокомандой перехода к прерывающей микропрограмме

- В устройствах управления на основе блока управления последовательностью микрокоманд (БУПМ) предусмотрена специальная микроинструкция CJV (CONDITIONAL JUMP TO VECTOR ADDRESS) (код 6) – условный переход на адрес вектора, которая может быть использована при построении систем прерываний.
- При выполнении условия осуществляется переход на адрес вектора V , источником которого является преобразователь адреса (ПА). Реализуется он путем формирования на выходе $\wedge VE$ БУПМ отпирающего сигнала $\wedge VE=0$, соединенном с управляющим входом преобразователя адреса. При этом адрес V из ПА устанавливается на входе D БУПМ.
- Если условие не выполняется, то производится переход к следующей по порядку микрокоманде, адрес которой принимается из СМК.

Структура УУПЛ



Структура БУПМ



Микроинструкция CJV БУПМ

К о д	Мне- мо- ника	Функция	РА/ /СЦ до опе- рации	Результат микроинструкции					
				$\overline{\text{CCE}}=0; \overline{\text{CC}}=1$		$\overline{\text{CCE}}=1 \vee \overline{\text{CC}}=0$		РА/ /СЦ	Вы- ход
				У	СТЕК	У	СТЕК		
6	CJV	Условный переход по векторному адресу	Х	СМК	ХР	Д	ХР	ХР	$\overline{\text{VE}}$

Особенности прерываний с микрокомандой перехода к прерывающей микропрограмме

- На основе УУПЛ с БУПМ могут быть построены как системы прерывания микропрограмм, так и системы прерывания программ.

Микропрограммные прерывания.

- При построении систем прерывания микропрограмм переход на прерывающую микропрограмму возможен только после выполнения специальной (опросной) микрокоманды (CJV) по адресу, сформированному преобразователем начального адреса.
- Текущие адреса прерываемых микропрограмм сохраняются в стеке БУПМ.

Программные прерывания.

- При построении систем прерывания программ в УУПЛ реализуется микропрограмма командного цикла процессора с подмикропрограммой переключения процессора на прерывающую программу, в которой анализируется вход прерываний IN.
- При наличии запроса на прерывание адрес соответствующей прерывающей программы загружается в программный счетчик.
- Адреса прерываемых программ сохраняются в стеке процессора (в оперативной памяти).
- В этом случае микрокоманда CJV и стек БУПМ при реализации системы прерываний могут не использоваться.