

Основные виды ЗУ

1 Краткая характеристика ЗУ

2 Адресные ЗУ

2.1 Структура

2.2 Режимы работы

2.3 Пример структуры блока памяти

3 ЗУ типа стек и очередь

3.1 Стек на регистрах сдвига

3.2 Стек на основе блока памяти

3.3 Очередь на основе блока памяти

4 Ассоциативные ЗУ

- **Знать:** характеристики ЗУ; функции, структуры и режимы работы основных видов запоминающих устройств (адресных, типа стек и очередь, ассоциативных).
- **Уметь:** разработать структурную схему и алгоритмы работы ЗУ с заданными функциональными возможностями.
- **Помнить:** о возникновении переполнений в ЗУ типа стек и очередь.
- **Литература:** [1,14].

1 Краткая характеристика ЗУ

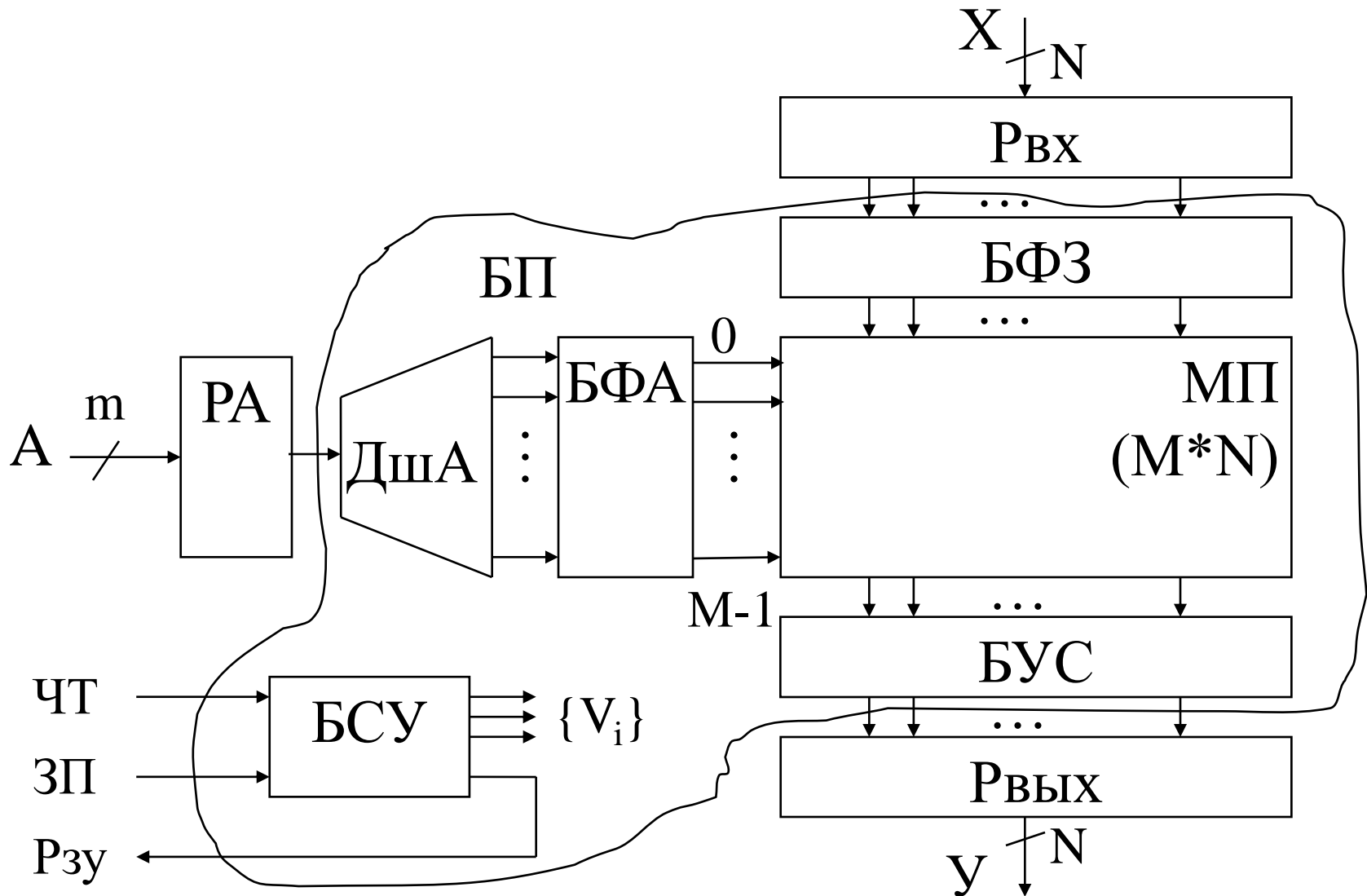
- *Принцип обращения:* адресные, стек и очередь, ассоциативные.
- *Место в вычислительной системе:*
регистровые (СОЗУ, регистровый файл), КЭШ-память, оперативные ЗУ, буферные ЗУ, внешние ЗУ.
- *Физический принцип работы:* магнитные, полупроводниковые, оптические и оптоэлектронные.

Технические характеристики ЗУ:

- *время обращения, t [с] (нс, мкс, мс);*
- *объем памяти, V [байт], [бит] (Тбайт, Гбайт, Мбайт, Кбайт);*
- *ширина выборки, N [бит];*
- *стоимость, C ;*
- *удельная стоимость, $c=C/V$;*
- *потребляемая мощность;*
- *масса;*
- *габариты;*
- *надежность.*

2 Адресные ЗУ

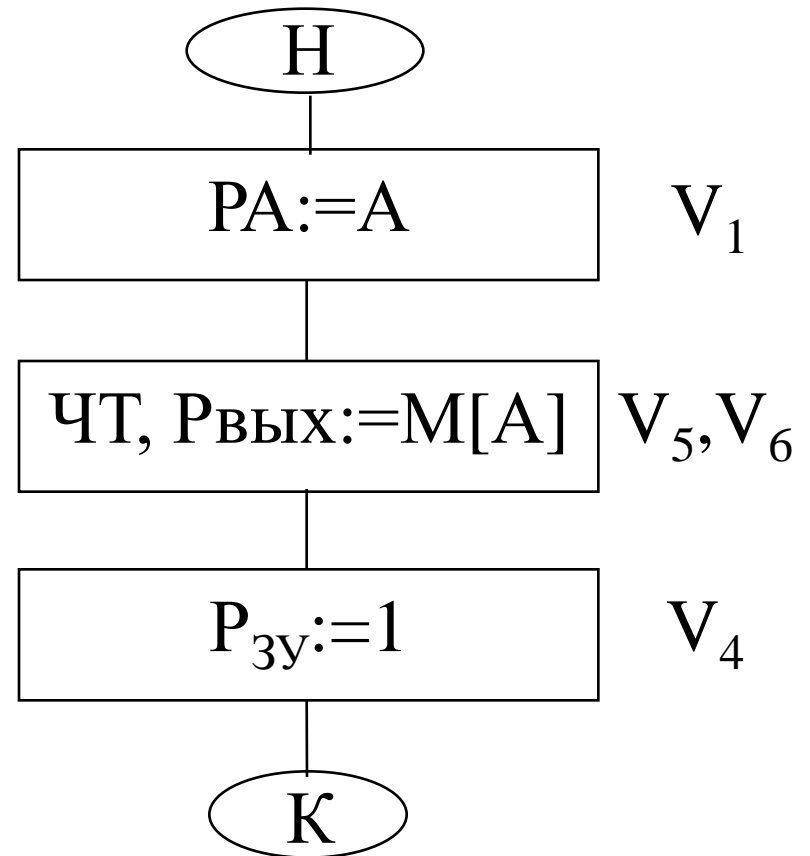
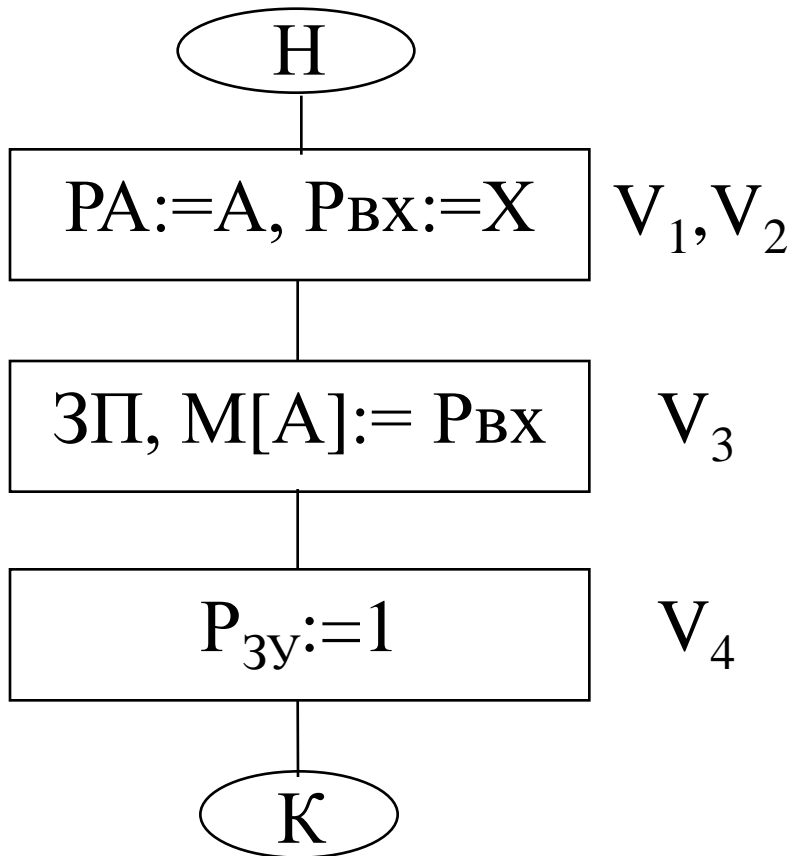
2.1 Структура



Основные блоки и узлы адресного ЗУ

- РА – регистр адреса;
- ДША – дешифратор адреса;
- БФА – блок формирователей адреса;
- Рвх – входной регистр;
- БФЗ – блок формирователей записи;
- МП – матрица памяти;
- БУС – блок усилителей считывания;
- Рвых – выходной регистр;
- БСУ – блок синхронизации и управления;
- БП – блок памяти.

2.2 Режимы работы

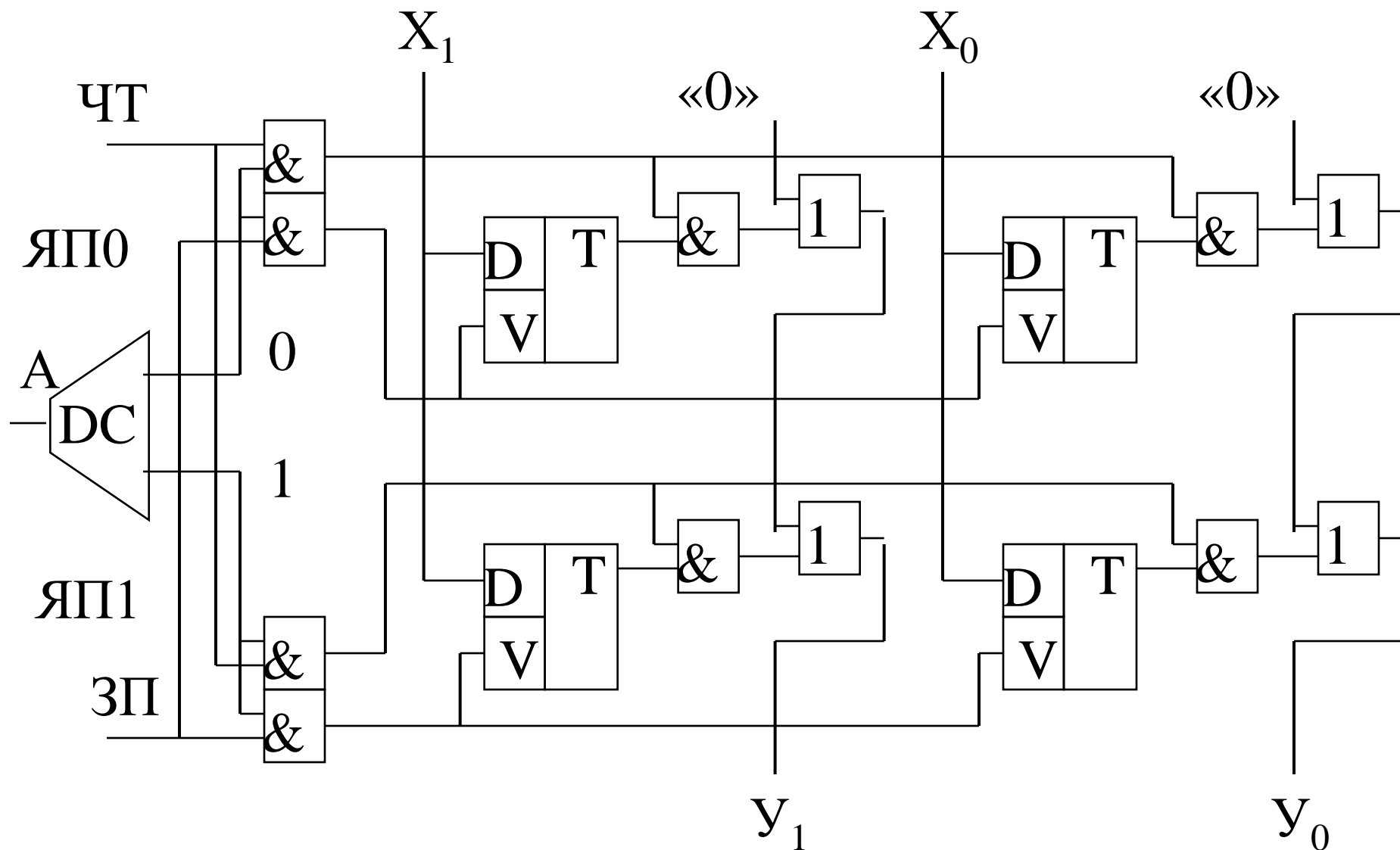


1) Запись: $ЗП=1, ЧТ=0$.

2) Чтение: $ЗП=0, ЧТ=1$.

3) Хранение: $ЗП=0, ЧТ=0$.

2.3 Пример структуры блока памяти



3 3У типа стек и очередь

3.1 Стек на регистрах сдвига

Структура стека

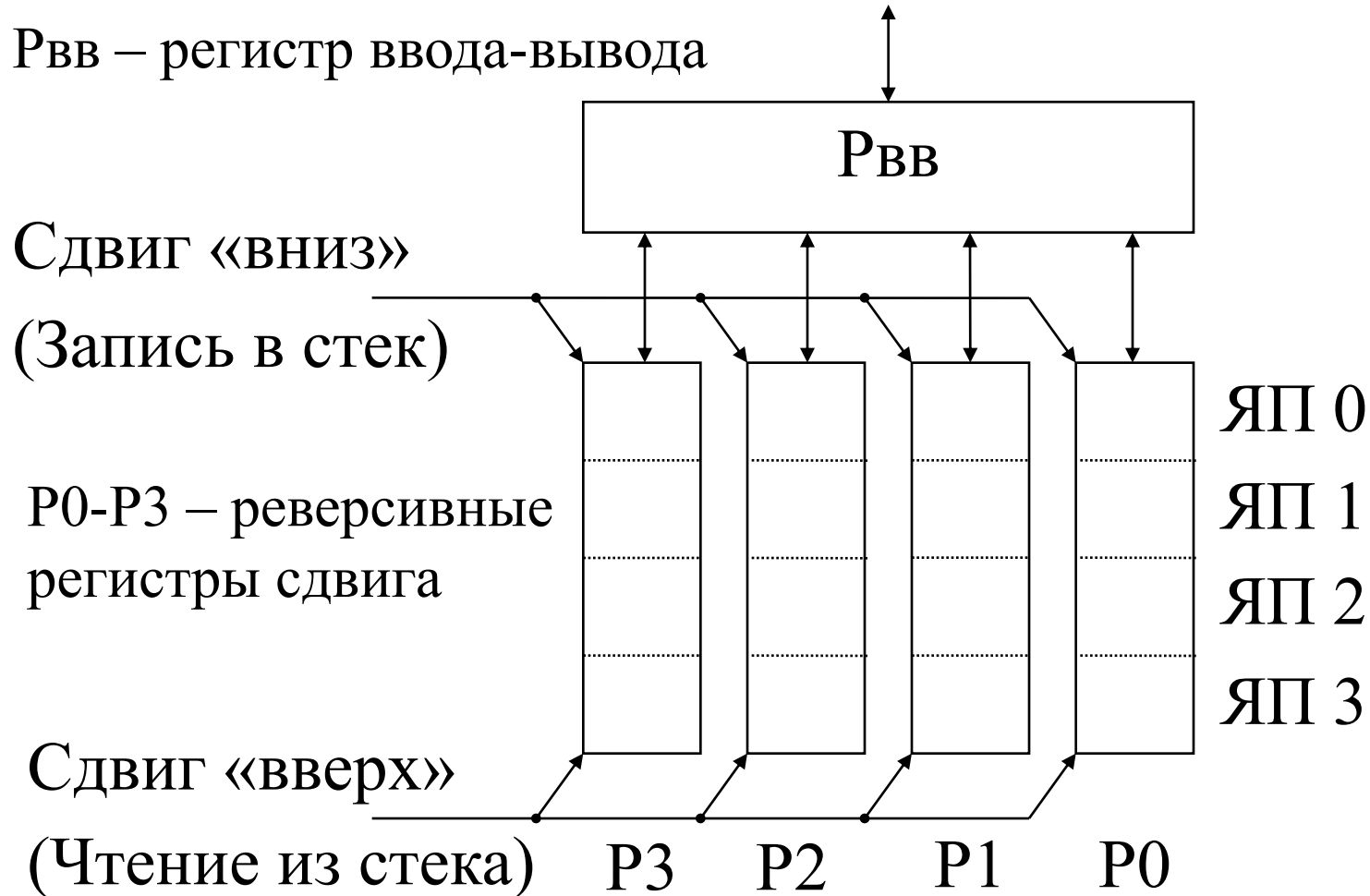
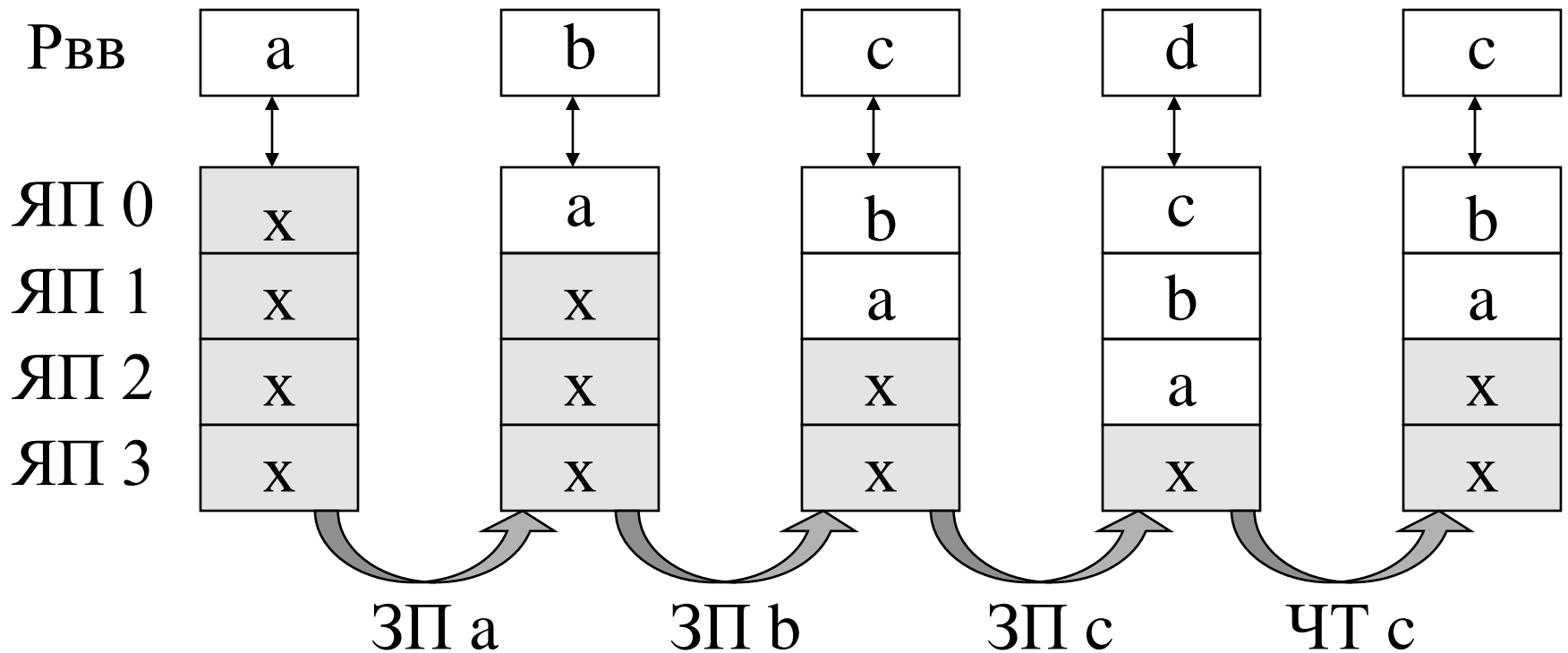


Диаграмма работы стека на основе регистров сдвига



- Стек (магазин) работает по правилу LIFO (Last Input First Output) – «Последним вошел, первым вышел».
- Работа стека на регистрах сдвига сопровождается перемещением («сдвигом») хранящейся в нем информации.

3.2 Стек на основе блока памяти

Структура стека

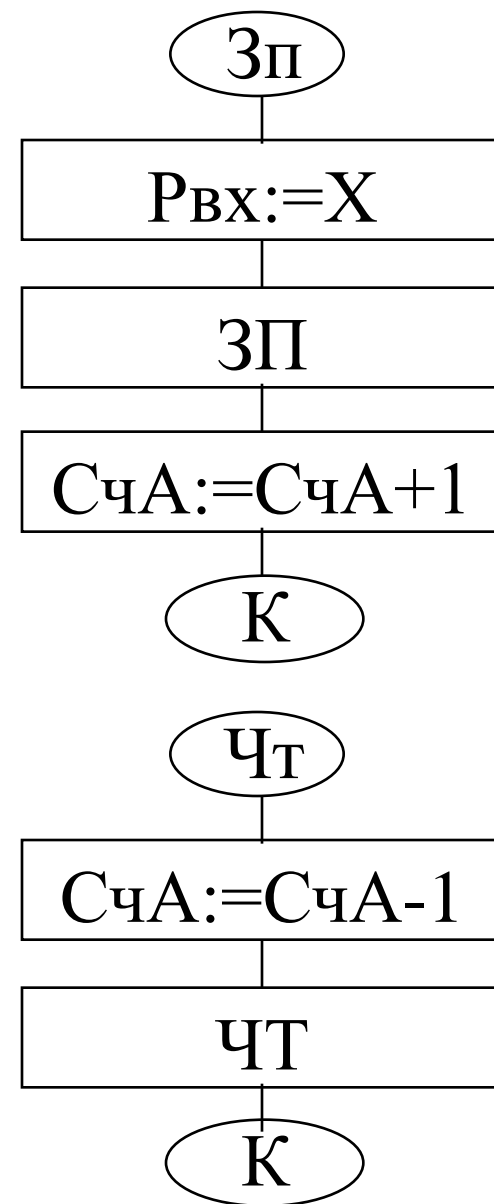
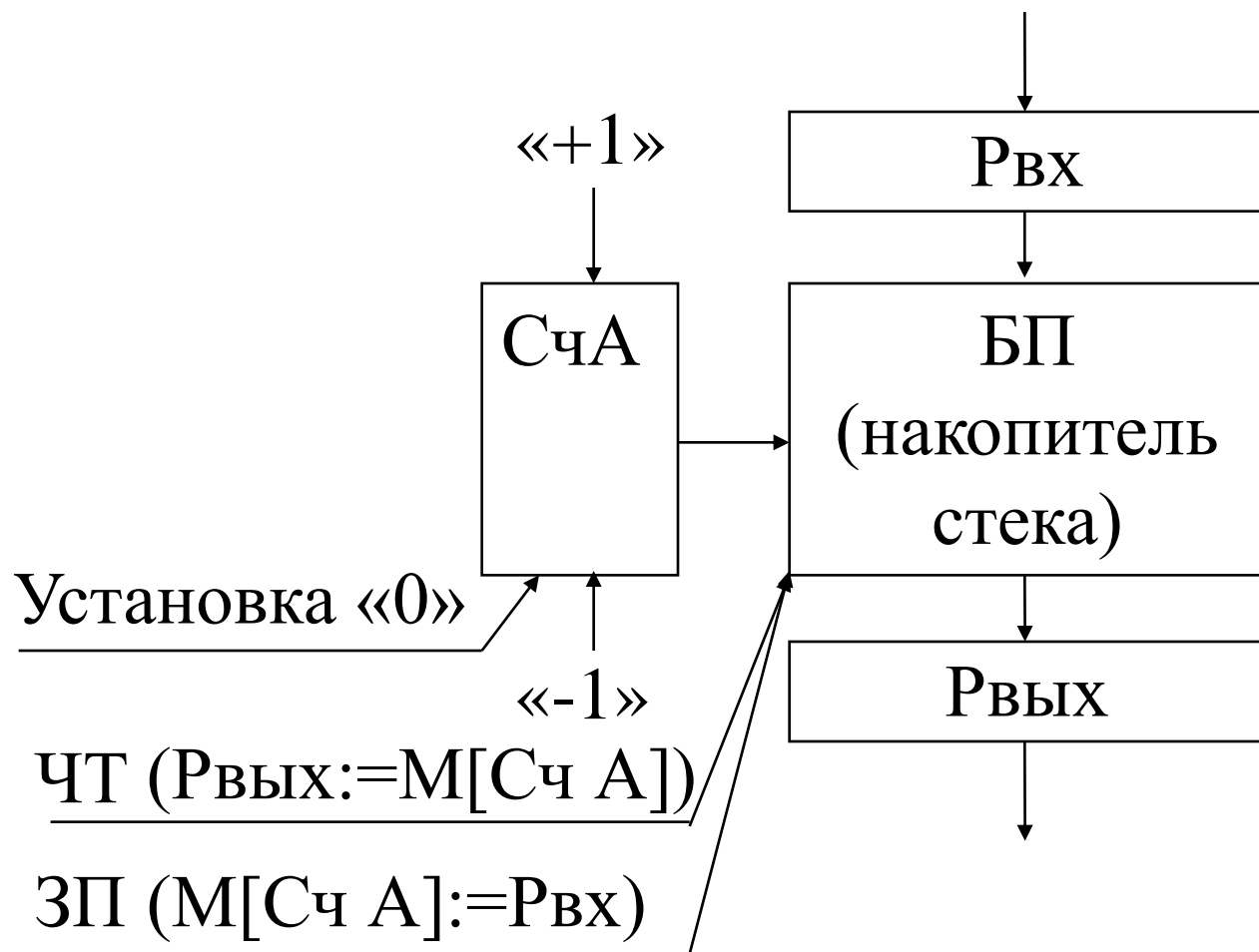
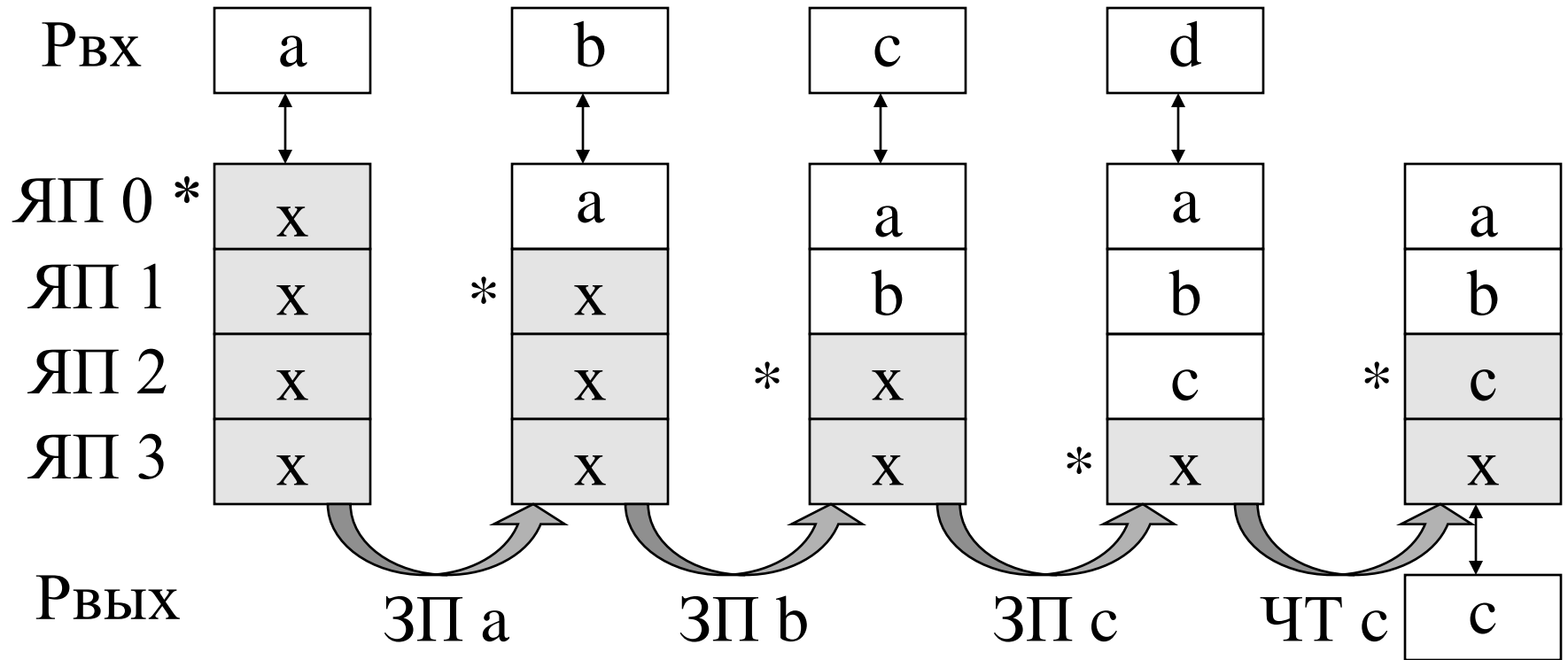


Диаграмма работы стека на основе блока памяти



- Работа стека на основе блока памяти сопровождается перемещением («сдвигом») указателя (*) стека (УС), на диаграмме он показывает на первую свободную ЯП.

Варианты организации стека на основе блока памяти

Вариант	Какую ЯП выделяет УС?	В какую сторону растет стек?
1	Первую свободную	В сторону старших адресов
2	Первую свободную	В сторону младших адресов
3	Последнюю занятую	В сторону старших адресов
4	Последнюю занятую	В сторону младших адресов

Переполнение стека

- *Положительное переполнение* возникает, когда предпринимается попытка записать в полностью заполненный стек.
- *Отрицательное переполнение* возникает, когда предпринимается попытка считать из пустого стека.

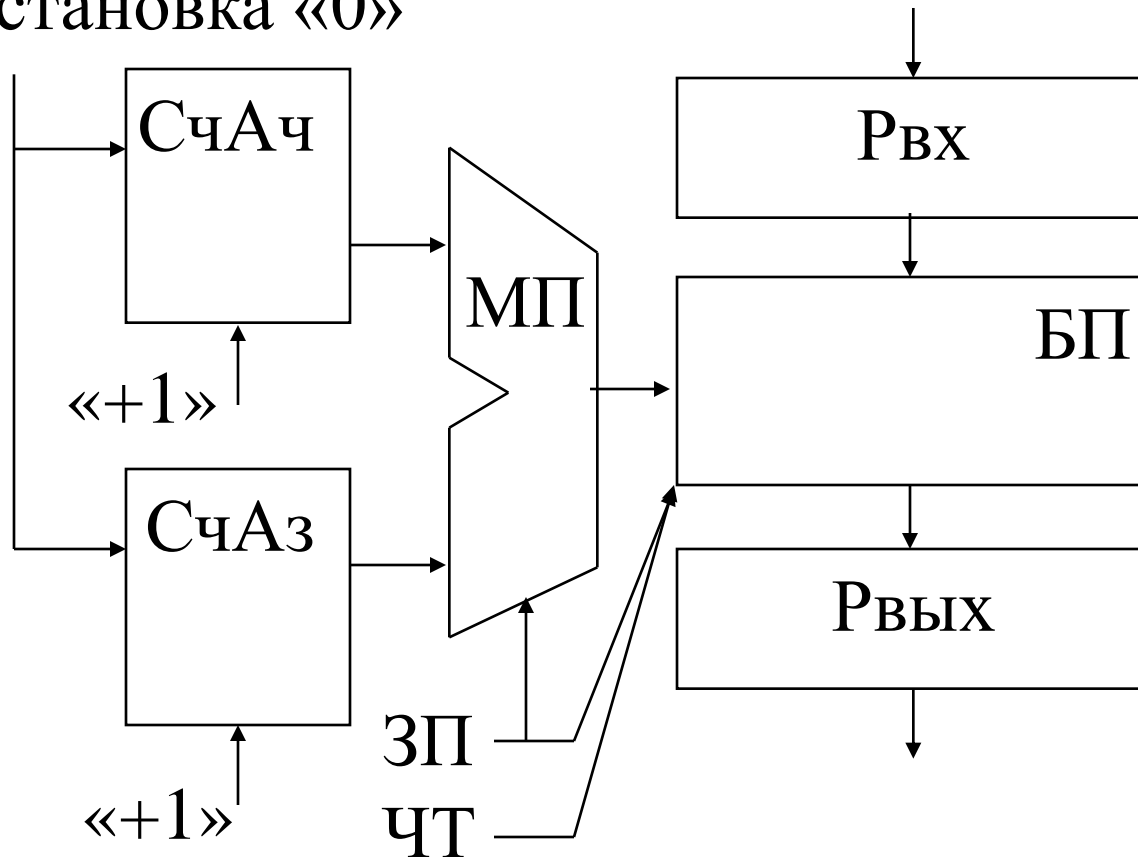
Применение стека в процессоре ЭВМ

- Сохранение в УУПЛ адресов возврата из подмикропрограмм.
- Сохранение состояния внутренних регистров процессора при обращении к подпрограммам и вызове прерывающих программ.
- Организация регистрового файла процессора на основе стека (например, в сопроцессорах Intel).

3.2 Очередь на основе блока памяти

Структура ЗУ

Установка «0»



- СчАч – счетчик адреса чтения;
- СчАз – счетчик адреса записи.

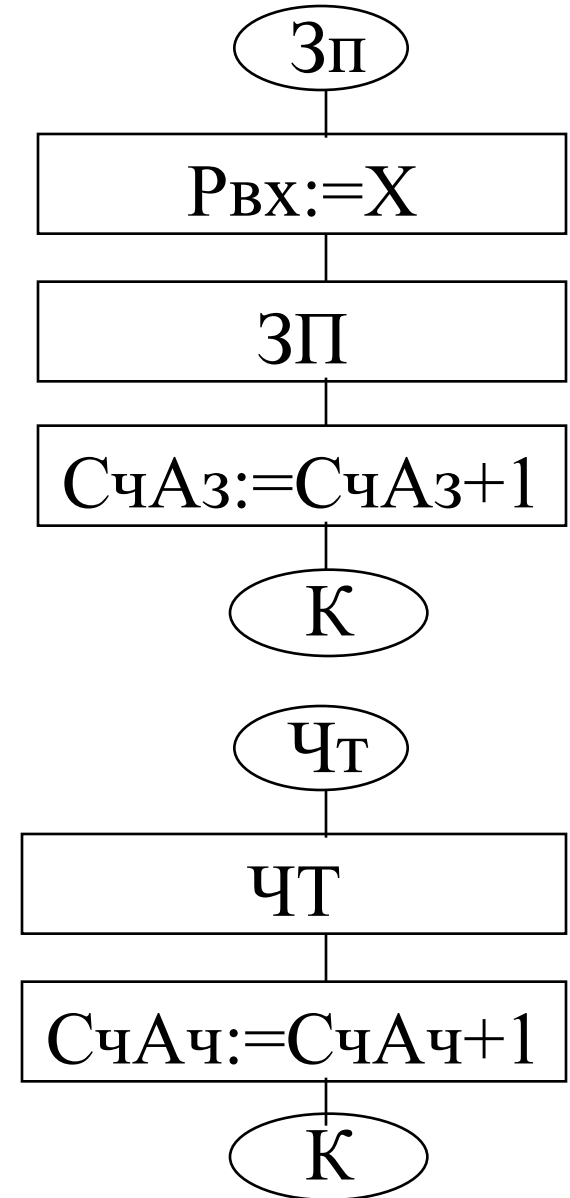
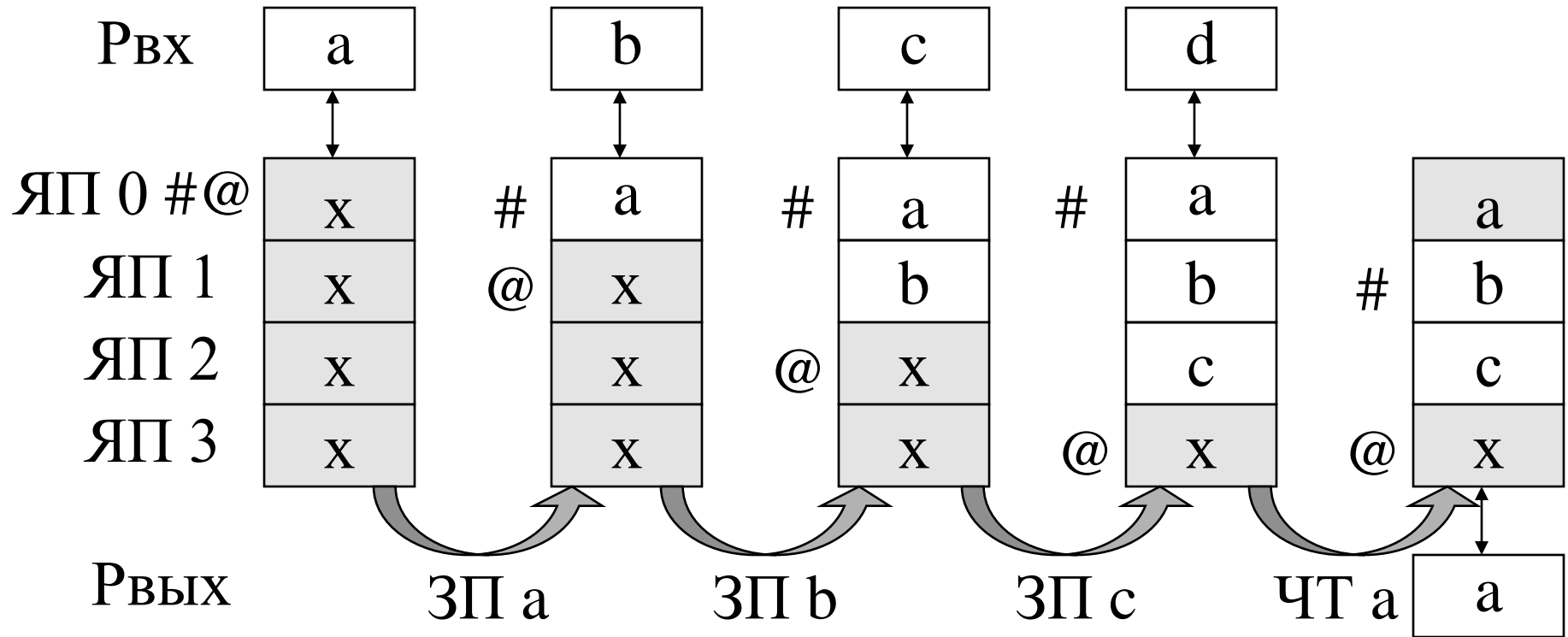


Диаграмма работы очереди на основе блока памяти



- Работа очереди на основе блока памяти сопровождается перемещением двух указателей: записи (@) и чтения (#).

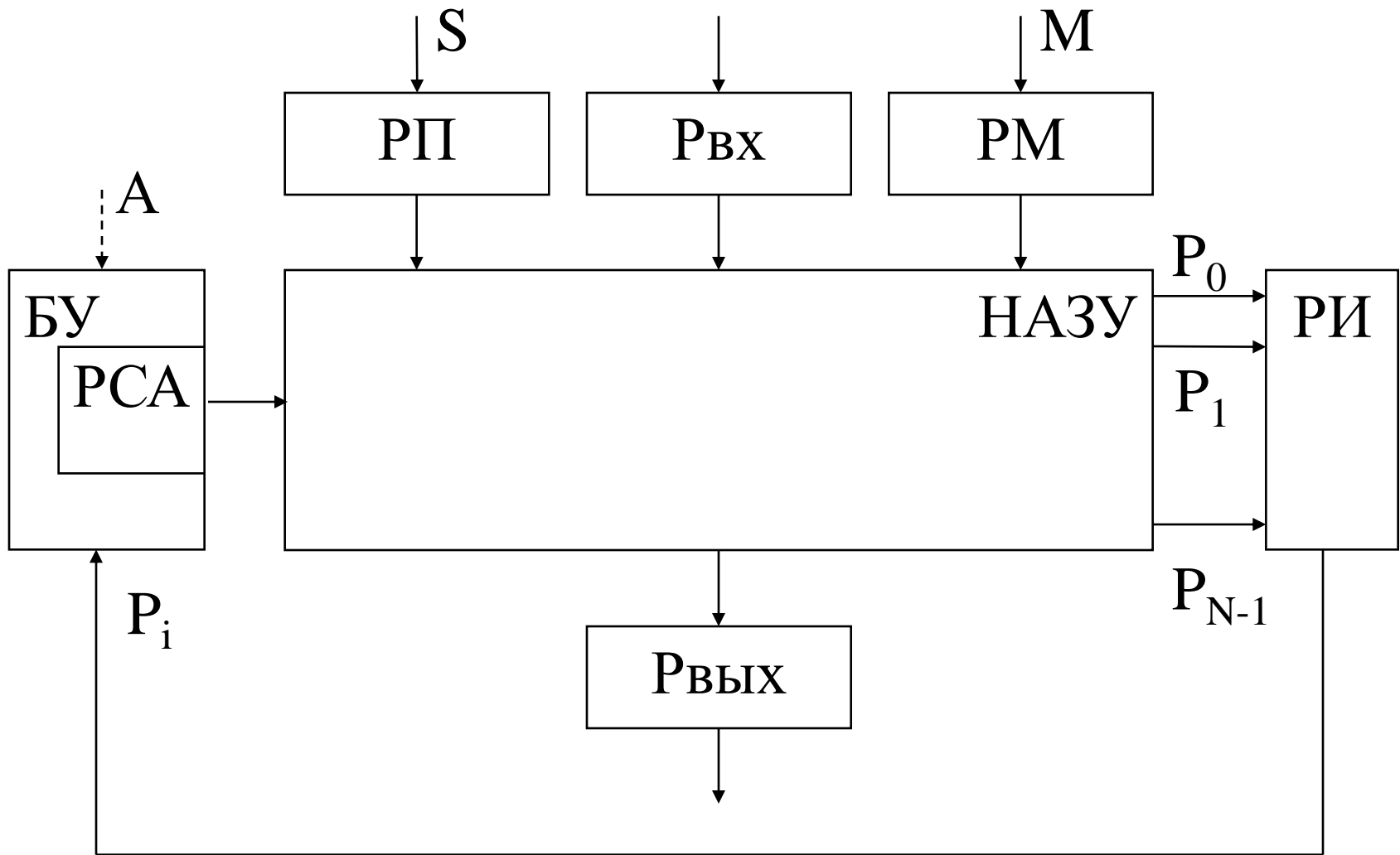
Применение очереди

- Очередь работает по правилу FIFO (First Input First Output) – «Первым вошел, первым вышел».
- Очередь используется для аппаратной реализации различных очередей, выступая в роли буферных ЗУ.
- Если функции накопителя очереди выполняет область оперативной памяти ЭВМ, то для хранения указателей очереди могут использоваться общие регистры процессора.
- Примером применения очереди в процессоре ЭВМ может служить очередь команд.

3 Ассоциативные ЗУ

- *Ассоциативные ЗУ (АЗУ) основаны на ассоциативном обращении, в процессе которого выполняется поиск информации, хранящейся в АЗУ, по некоторому образцу (признаку). При этом производится сравнение заданного признака с информацией в АЗУ и устанавливается их соответствие или несоответствие друг другу.*
- *Признак, по которому производится поиск информации, называется ассоциативным признаком.*
- *Ассоциативный признак может быть частью искомой информации или дополнительно придаваться ей. В последнем случае его принято называть тегом.*

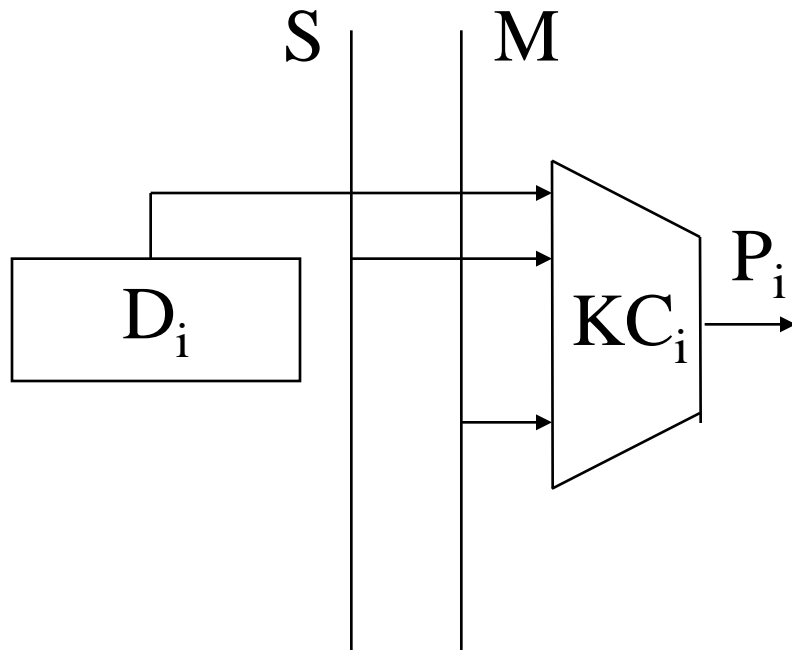
Структура ассоциативного ЗУ



Основные блоки и узлы АЗУ

- РП – регистр признака (S);
- Рвх – входной регистр;
- РМ – регистр маски (M);
- А – адрес для обычного (адресного) обращения;
- БУ – блок управления;
- РСА – регистр-счетчик адреса;
- НАЗУ – накопитель ассоциативного ЗУ, содержащий N ячеек памяти;
- P_0, P_1, \dots, P_{N-1} – значения логических условий, формируемых в ячейках АЗУ;
- РИ – регистр индикаторов;
- Рвых – выходной регистр.

Формирование логических условий в накопителе АЗУ



$$D_i = d_{i1}d_{i2} \dots d_{ij} \dots d_{iJ},$$

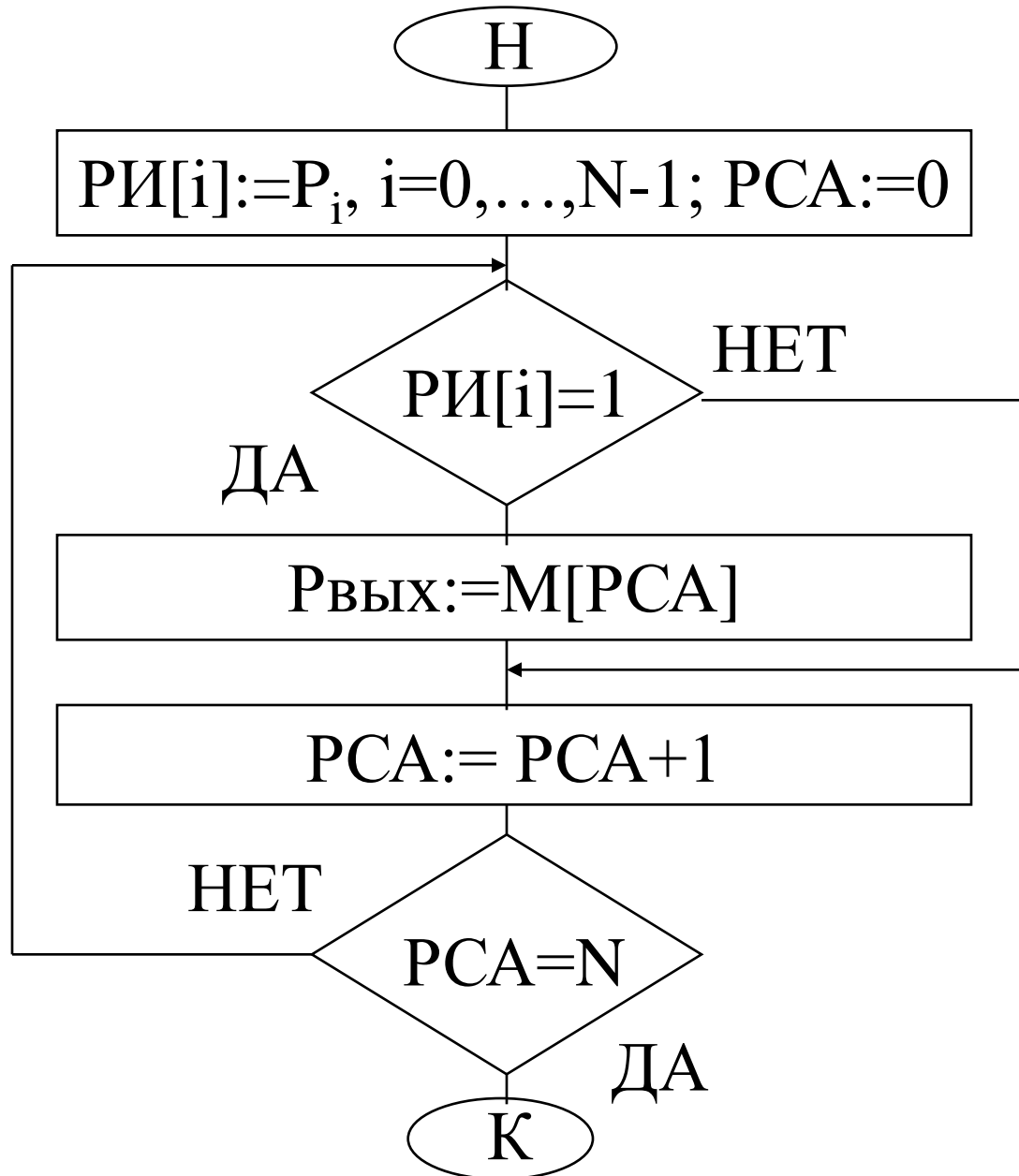
$$S = s_1s_2 \dots s_j \dots s_J,$$

$$M = m_1m_2 \dots m_j \dots m_J,$$

$$P_i = \bigwedge_{j=1}^J ((\overline{d_{ij} \oplus s_j}) \vee m_j).$$

Сравнение признака S и содержимого ячеек D_i ($i=0,2,\dots,N-1$) производится поразрядно. При этом замаскированные разряды ячеек, которым соответствует единичное значение разряда маски M , в сравнении не участвуют.

Алгоритм ассоциативного обращения



Формирование
условий и
установка
разрядов РИ

Анализ условий

Чтение (запись)
данных

Увеличение
содержимого PCA

Проверка условия
завершения
обращения

Режимы работы и функции АЗУ

- Основные режимы работы АЗУ: ассоциативное чтение, ассоциативная запись, хранение. Кроме того, в АЗУ обычно возможно адресное чтение и запись.
- В ячейках АЗУ может производится проверка выполнения не только условий совпадения содержимого ячеек и ассоциативного признака, но и проверка выполнения между ними других отношений. Такими отношениям могут быть: ">", ">=", "<", "<=".
- Иногда ячейка АЗУ делится на две части: данных и признака (тега). В некоторых случаях АЗУ также состоит из двух устройств: ЗУ данных и ЗУ тегов.
- АЗУ применяется при построении ассоциативной КЭШ-памяти, преобразователей виртуальных адресов в физические и других устройствах процессора.