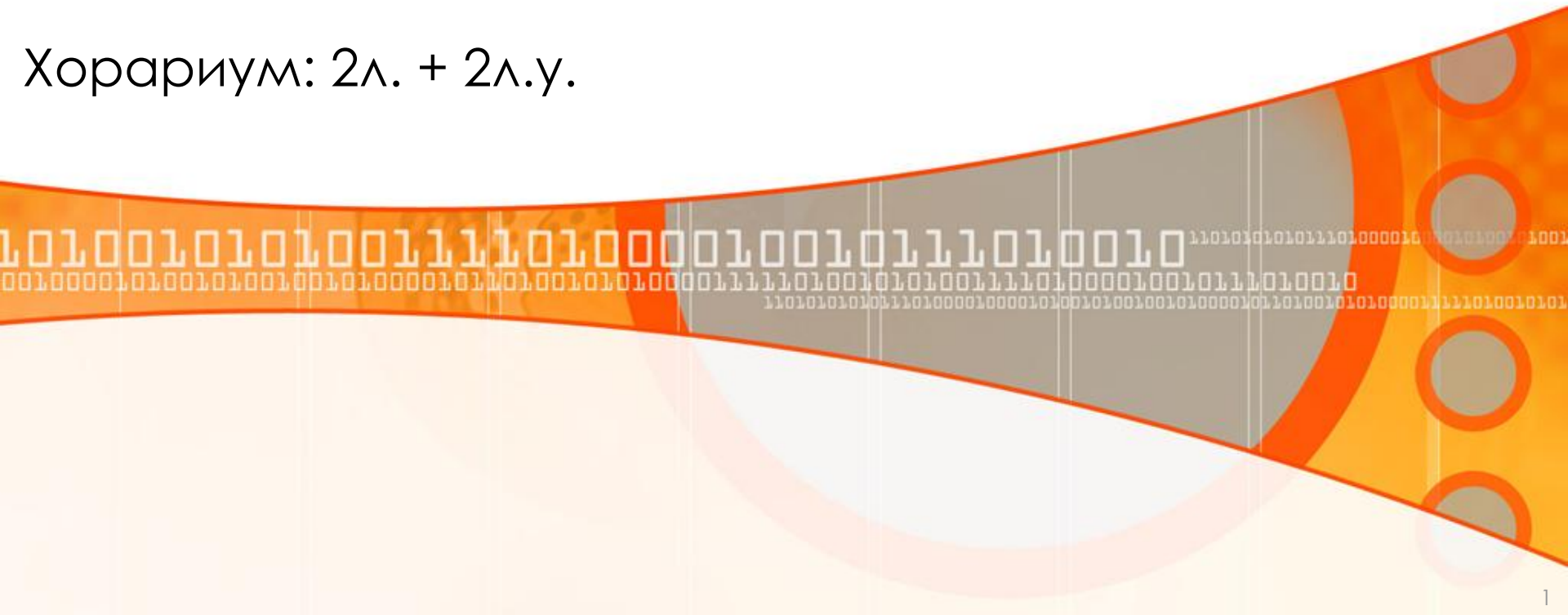
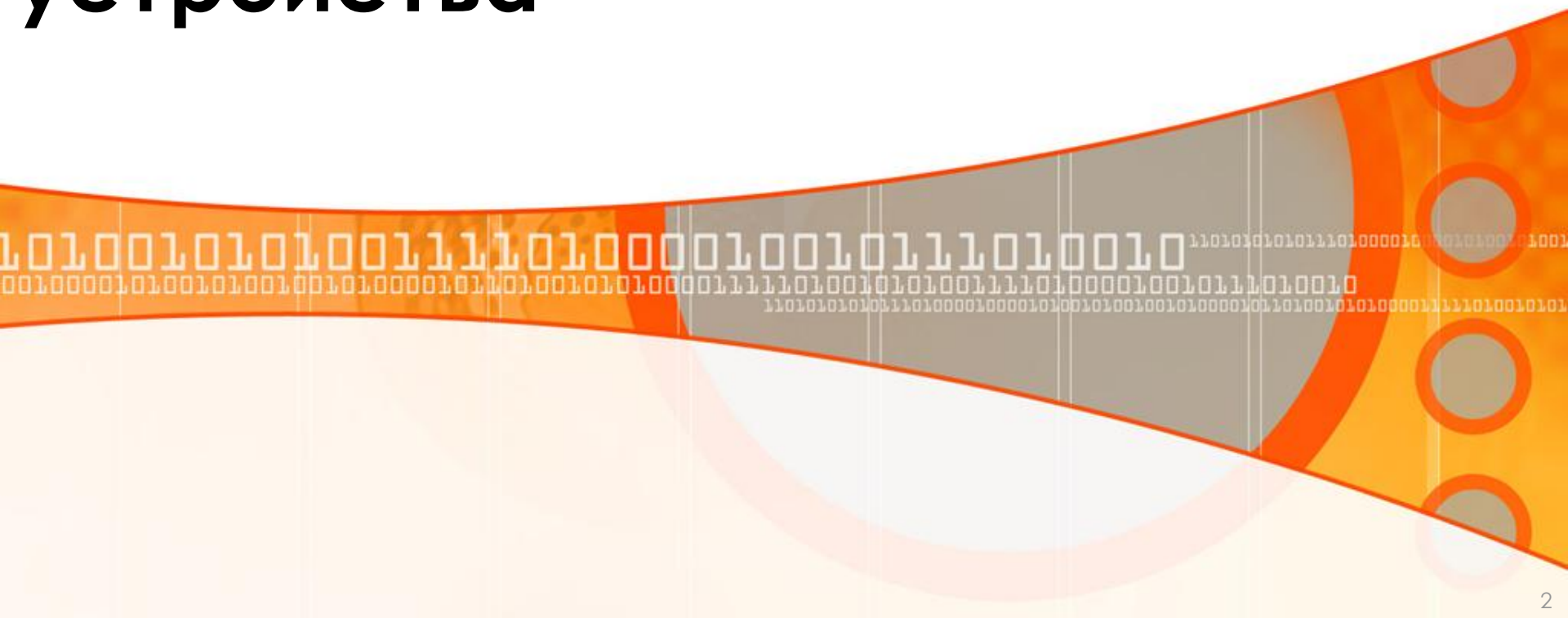


Организация на компютъра

Хорариум: 2л. + 2л.у.



Лекция 7, Лекция 8: Логическа структура на запомнящи устройства



Съдържание

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

Логическа структура на адресируеми запомнящи устройства

Полупроводникови статични памети

Полупроводникови динамични памети

Полупроводникови флаш памети

Логическа структура на запомнящи устройства с последователен достъп

за следващата лекция:

Логическа структура на запомнящи устройства с асоциативен достъп

Асоциативни операции

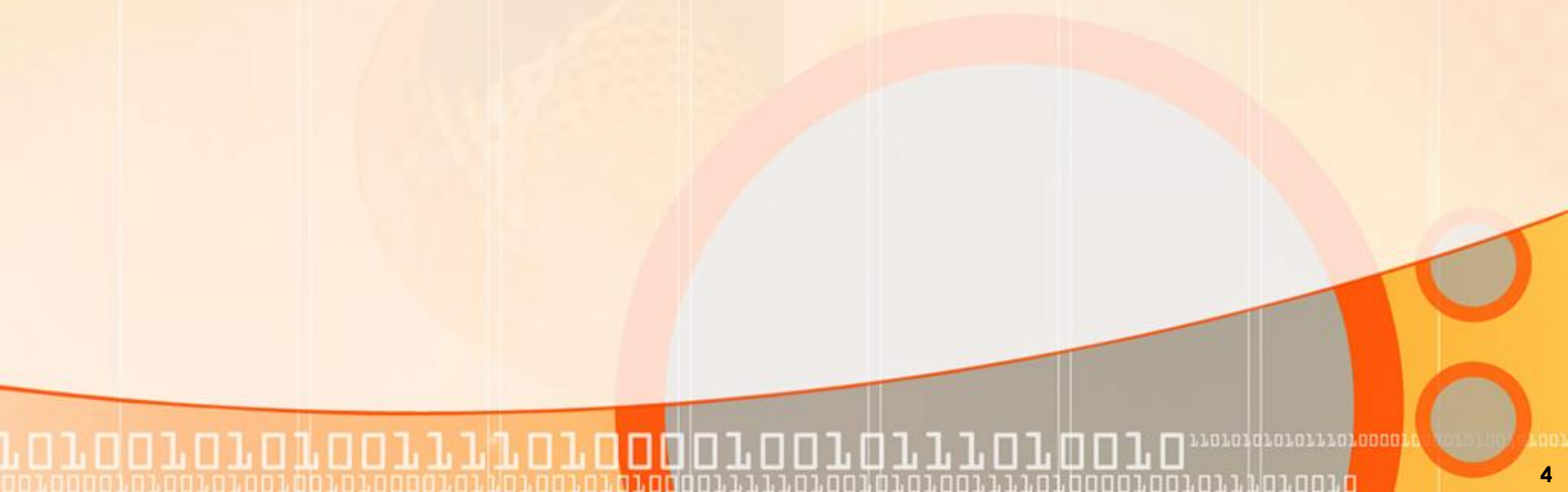


Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

Предназначението на паметта е да съхранява информацията във времето и при нужда бързо да я предоставя за четене или да я приема за съхраняване.

В паметта (в запомнящото устройство), трябва да са възможни за изпълнение две основни операции – “Четене” и “Запис”.



Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

Адрес

$M = 2^k$ - обем (размер) на адресното пространство

В повечето реални случаи клетките имат дължина 8 бита (1 байт) или дължина кратна на 8.

Множеството от клетки се нарича *запомнящ масив*.

- Запомнящият масив на паметта има обем Q , който изразява общия брой запомнящи елементи, които го изграждат:

$$Q = M \cdot n \text{ [b]}.$$

Данни

	b_{n-1}	...	b_2	b_1	b_0
0					
1					
2					
3					
i					
$M-1$					

Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

Запомнящите устройства се характеризират още със следните технически параметри:

- ✓ *Време за достъп (access time)*. То може да бъде различно при запис и при четене.
- ✓ *Продължителност на цикъла за обръщение (memory cycle time)* - е минималното време, с което могат да следват едно след друго няколко обръщения.
- ✓ *Производителност (transfer rate)*. Измерва се с броя на обръщенията за единица време.



Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

В зависимост от продължителността на съхраняване на данните и скоростта за достъп, паметта в един компютър се дели главно на две части - основна (първична) и допълнителна (външна).

Допълнителната памет се реализира в така наречените външни (периферни) запомнящи устройства.

Основната памет се нарича още *оперативна* (ОП) - това е паметта, с която процесорът оперира непосредствено, като в нея се намират текущо изпълняваните програми и техните данни.

Устройството, което я реализира, се нарича *оперативно запомнящо устройство* (**ОЗУ**).



Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

Основните признаци, по които се правят най-често класификации на запомнящите устройства, са :

- ✓ Според физическия принцип, използван за реализация на свойството паметливост;
- ✓ Според схемната реализация на запомнящия елемент;
- ✓ Според възможните операции;
- ✓ Според метода за достъп.



Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

Според физическия принцип, използван за реализация на запомнящите елементи, запомнящите устройства се делят главно на:

- ✓ Електронни;
- ✓ Магнитни;
- ✓ Оптически.



Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

- ✓ Електронни запомнящи елементи – тригери
 - две устойчиви състояния;
 - статични - заемат значителна площ върху кристала на интегралната схема. Свръхбързи памети с неголям обем (от порядъка на 1 [М]), с тенденция да нараства. Имат значително по-висока консумация на ток.
 - Енергонезависими.



Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

- ✓ Динамични запомнящи елементи – използва се кондензатор (реализиран чрез полупроводников преход), който “помни” заредената в него стойност. Изискват опресняване (регенерация).
- ✓ Малък брой електронни елементи (3, 2 или даже 1), изграждащи запомнящия елемент - той заема много малка площ върху полупроводниковия кристал, което позволява на съвременните интегрални схеми да побират памет с много голям обем.
- ✓ Динамичните паметите са енергозависими.



Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

✓ Магнитни ЗУ

След поставянето им в условията на постоянно магнитно поле, те се реструктурират така, че след отпадане на полето те притежават *остатъчна магнитна индукция* – B_r .

Остатъчната магнитна индукция формира собствено магнитно поле на намагнитения материал, което става негово *трайно* във времето свойство.

Остатъчната магнитна индукция може да бъде положителна и отрицателна, което означава, че магнитните запомнящи елементи са двузначни.



Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

Според възможните в паметта основни операции "Запис" и "Четене", запомнящите устройства се делят главно на два вида :

- ✓ ЗУ за четене и за запис - (RAM - Random Access Memory);
- ✓ ЗУ само за четене - (ROM - Read Only Memory):
 - EPROM (*erasable programmable ROM*);
 - EEPROM (*electrically erasable programmable ROM*);
 - FROM (*flash ROM*).

Запомнящи устройства

Общи сведения и класификация на запомнящите устройства

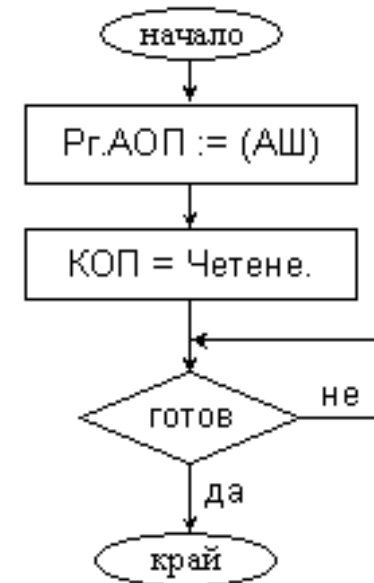
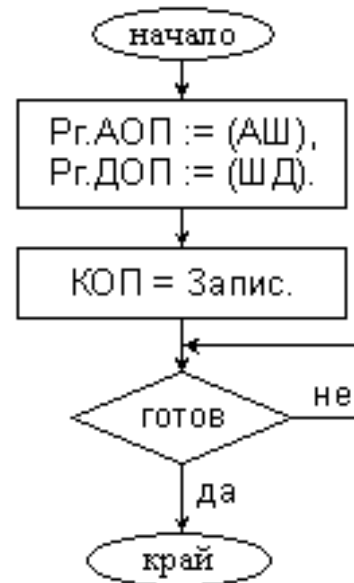
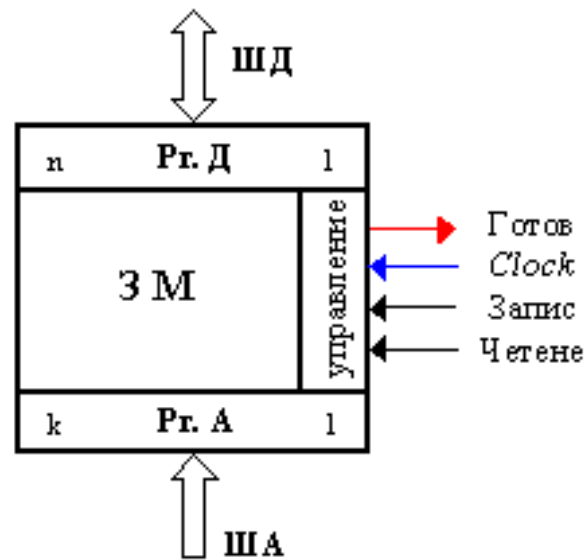
Според логическата организация на метода за достъп запомнящите устройства се определят като:

- ✓ ЗУ с произволен достъп (адресируеми);
- ✓ ЗУ с последователен достъп (магазинни);
- ✓ ЗУ с асоциативен достъп.



Запомнящи устройства

Логическа структура на адресируеми запомнящи устройства



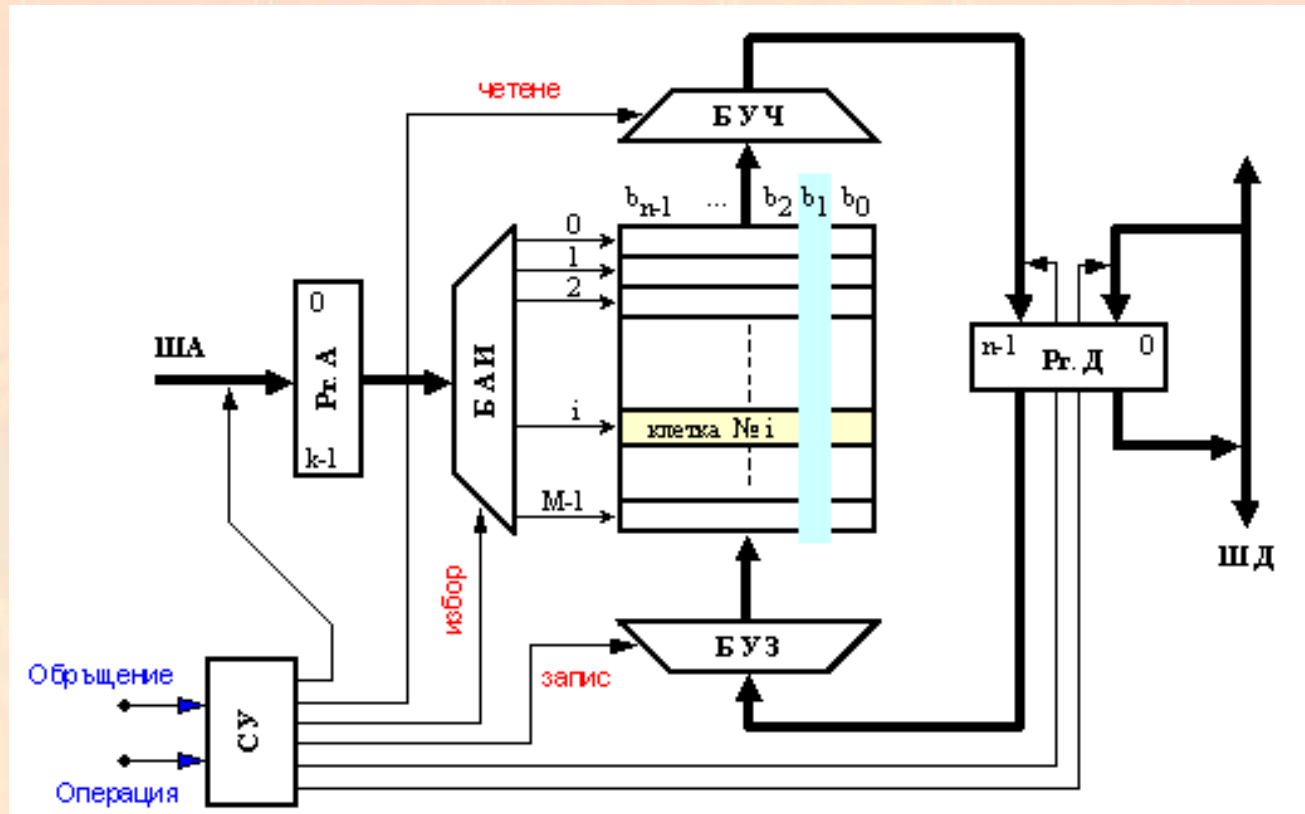
- Адресна (ША), входна;
- Даннова (ШД), двупосочна;
- Управляваща - съставът от линии е различен при различните видове ЗУ.

Запомнящи устройства

Логическа структура на адресируеми запомнящи устройства

ЗУ с векторна организация (2Д) на запомнящия масив

- блок за адресен избор - **БАИ**
- буферни усилватели за запис - **БУЗ**
- буферни усилватели за четене - **БУЧ**

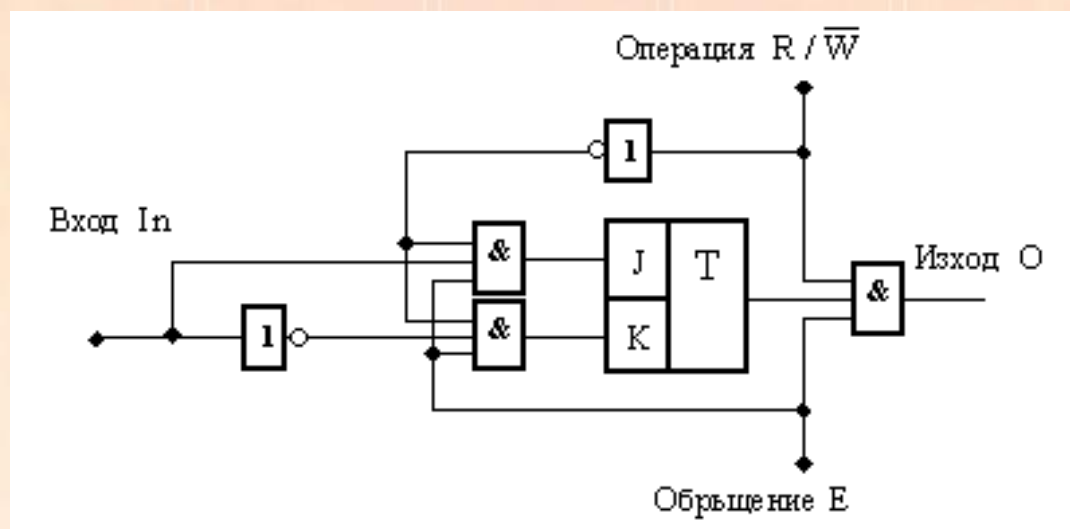


Запомнящи устройства

Логическа структура на адресируеми запомнящи устройства

ЗУ с векторна организация (2Д) на запомнящия масив

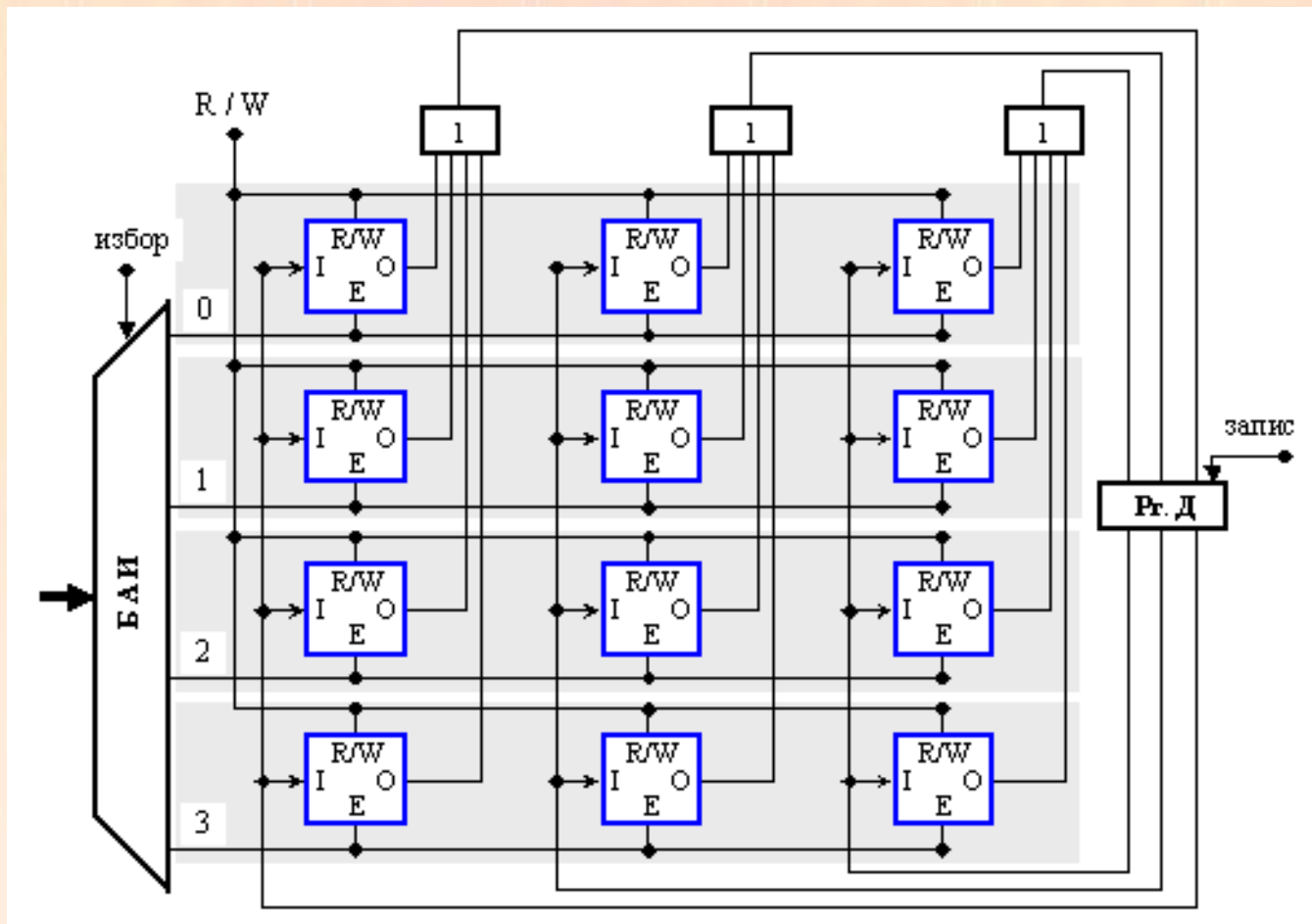
Логическа схема на запомнящия елемент



Запомнящи устройства

Логическа структура на адресируеми запомнящи устройства

ЗУ с векторна организация (2Д) на запомнящия масив

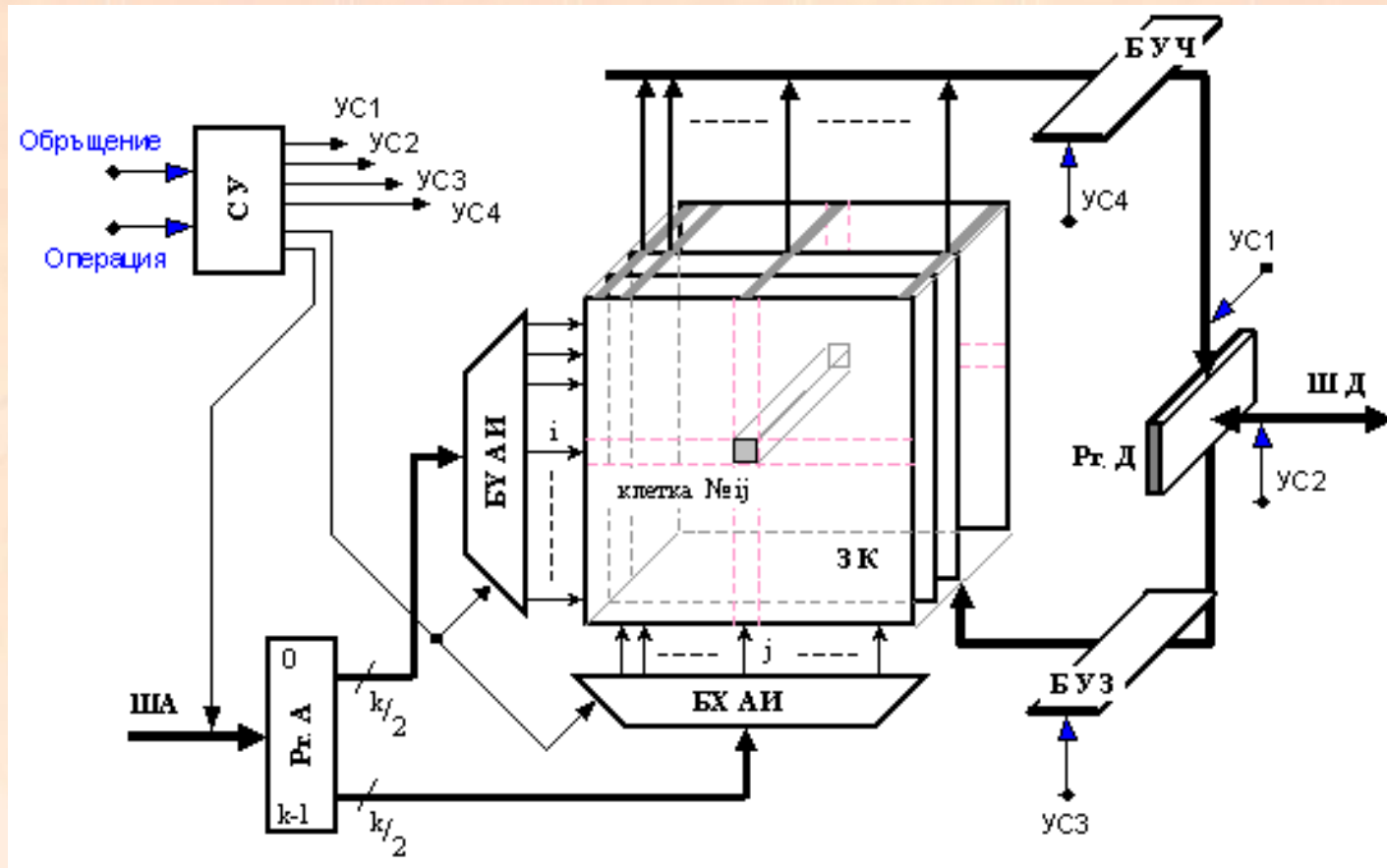


Запомнящи устройства

Логическа структура на адресируеми запомнящи устройства

ЗУ с матрична организация (ЗД) на запомнящия масив

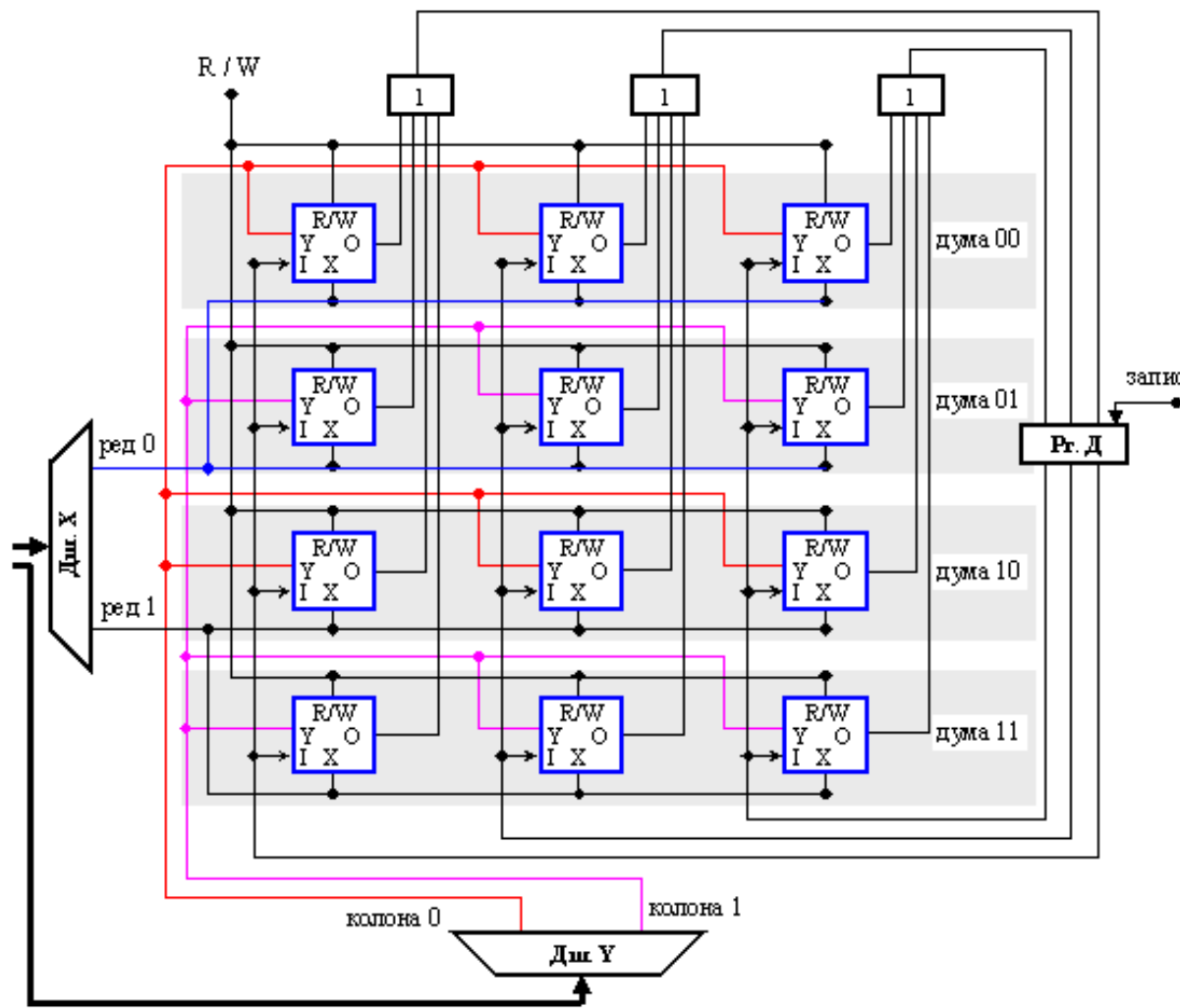
Блокове за
хоризонтално
и вертикално
адресно
избиране -
БХАИ, БВАИ



Запомнящи устройства

Логическа структура на адресируеми запомнящи устройства

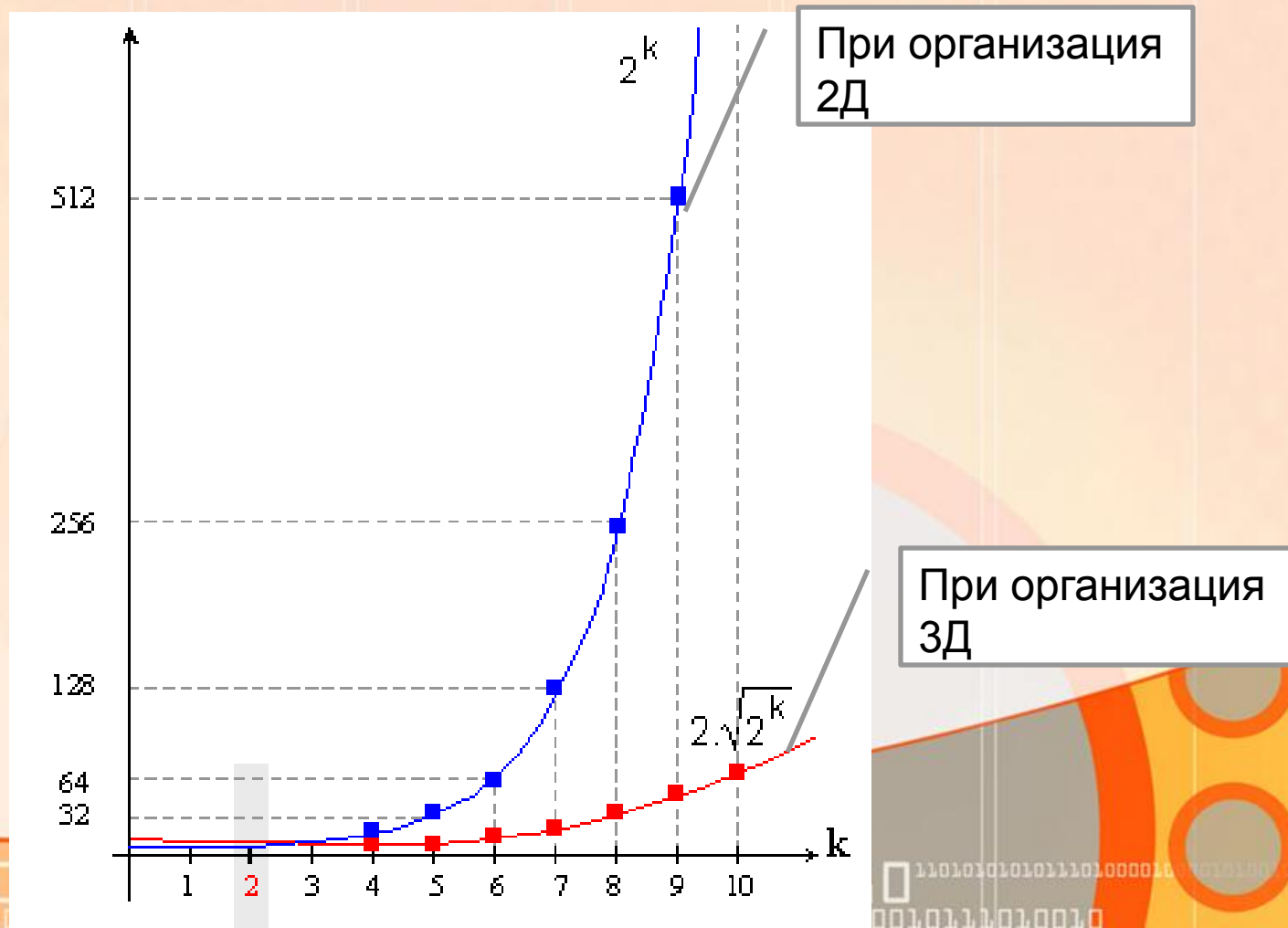
Логическа структура 3Д с организация 4x3



Запомнящи устройства

Логическа структура на адресируеми запомнящи устройства

Сравнение между 2Д и 3Д структури спрямо разходите за реализация



Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Наричат се стекови (магазинни).

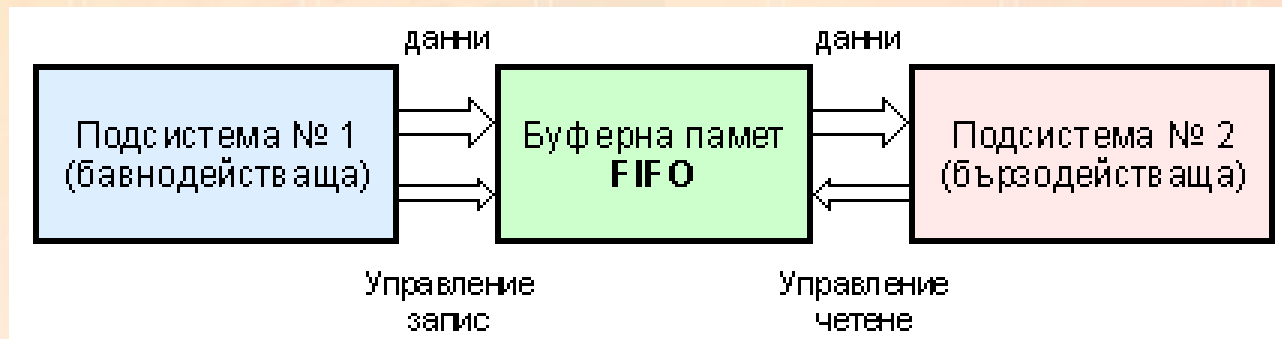
Изборът на клетка е предопределен апаратно – не се издават адреси (безадресни ЗУ).

- Съществуват два метода за организиране на последователния достъп до клетките от запомнящия масив:
 - ✓ Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл - **опашка**
 - ✓ Организация **LIFO** (*Last In / First Out*) – последен влязъл / пръв излязъл - **стек**.

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл – **опашка**



Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл - **опашка**

Три типа FIFO памети:

✓ От тип **изместващ регистър**.

Представява памет с неизменен обем на записаните данни.

Нуждае се от синхронизация на операциите четене и запис, като при запис изходната дума задължително трябва да се прочете (пренесе), за да не се загуби. Това се дължи на необходимостта от изместване на данните при всяка от основните операции.

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл - **опашка**

Три типа FIFO памети:

- ✓ **Вторият** тип се нарича **с транзитен пренос** (или още непресячащи се операции запис и четене).

В структурата на този тип FIFO памет обемът на записаните данни може да се променя. Въпреки това е необходима синхронизация на операциите четене и запис.

В логическата структура на този тип памет изместване на данните в посока към изхода се осъществява само при операция четене.



Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл - **опашка**

Три типа FIFO памети:

- ✓ Третият тип се нарича **с конкурентни операции**. В логическата структура на тази FIFO памет е възможна асинхронност между операциите запис и четене, тъй като няма зависимост между двете операции. От това следва, че към памет от този тип могат да се подключат системи с различни скорости на работа и не е необходима синхронизация на тези системи.

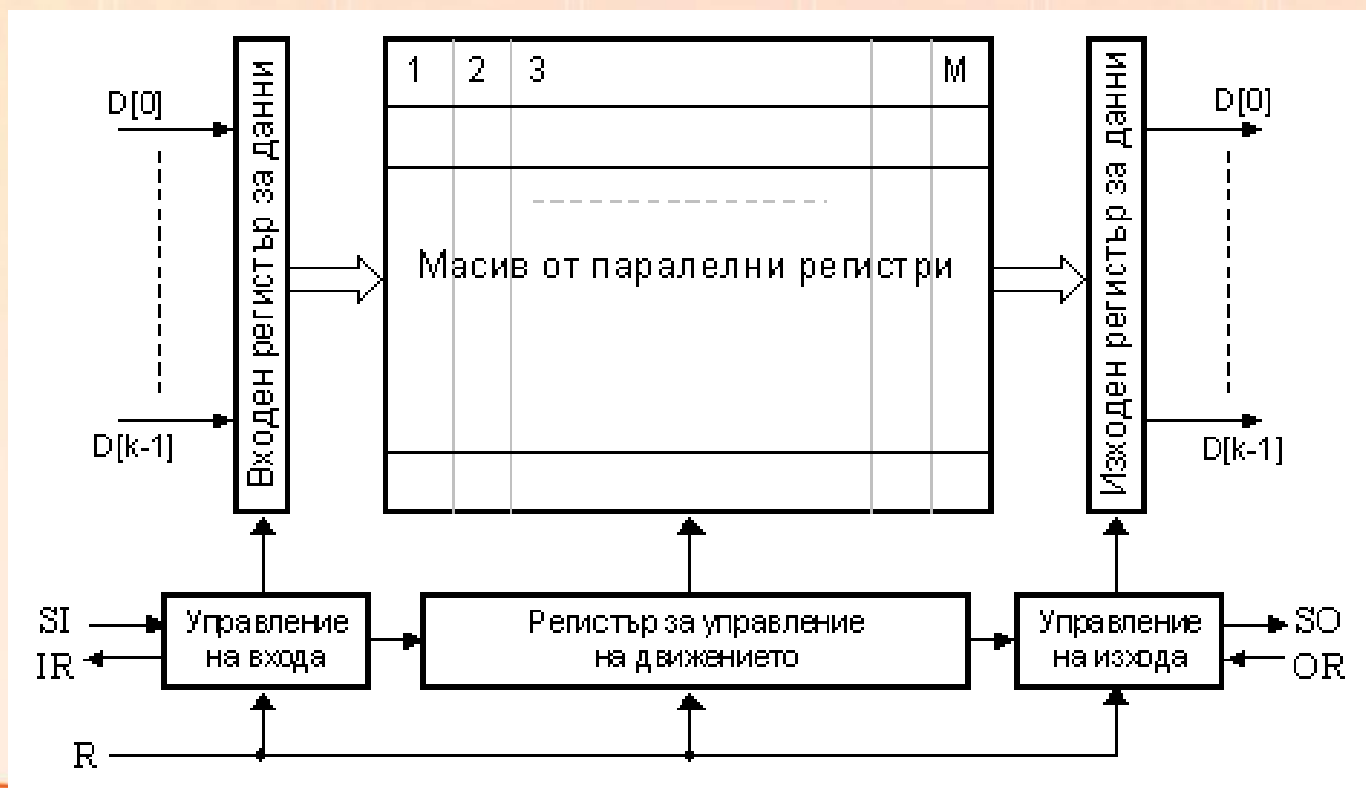
FIFO паметите с конкурентни операции се делят на два вида: *синхронни* и *асинхронни*. В логическата структура на този тип памет не се извършва изместване на данните при изпълнение на основните операции.

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл - **опашка**

Логическа структура на FIFO памет от **тип с транзитен пренос**

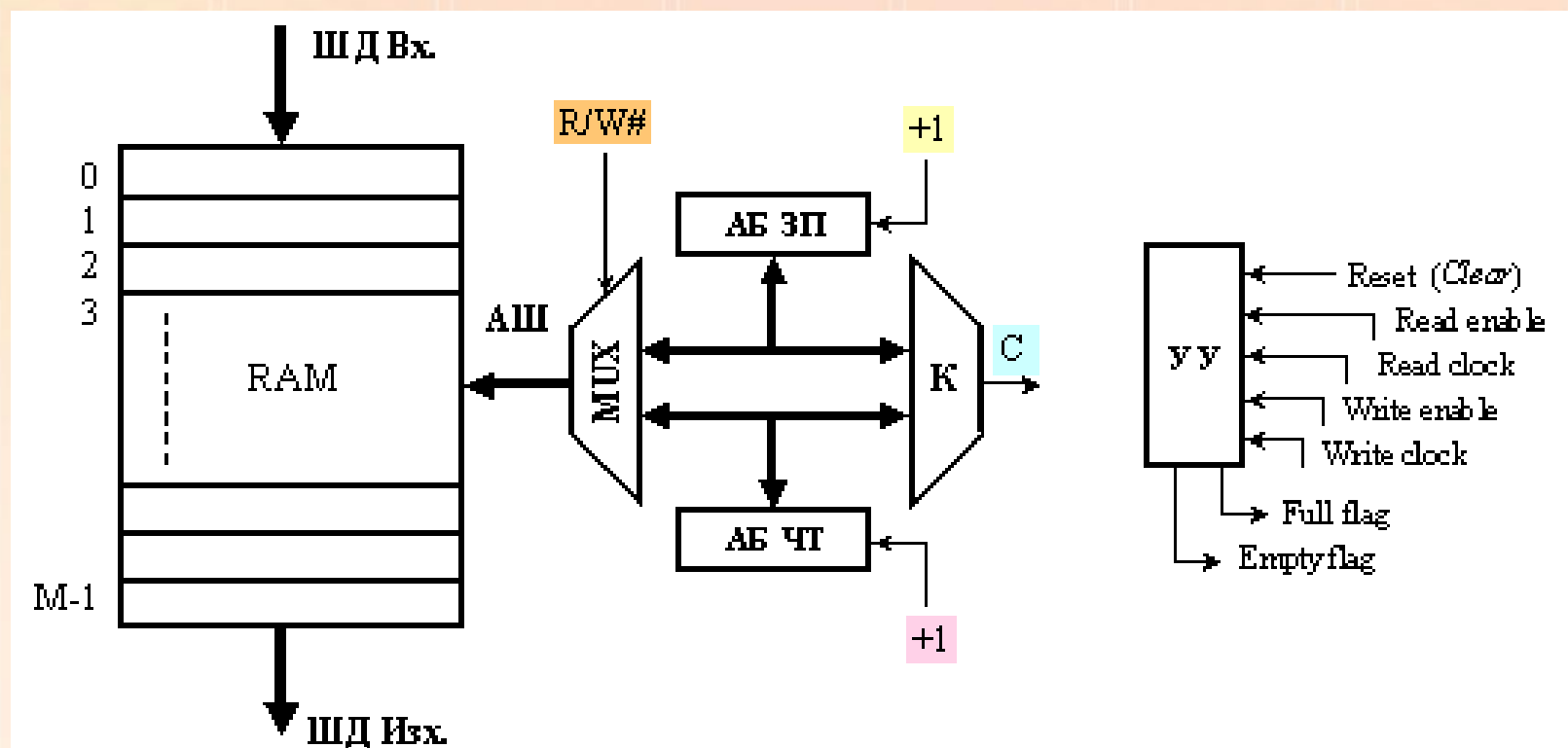


Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл - **опашка**

Логическа структура на FIFO памет от тип **с конкурентни операции**

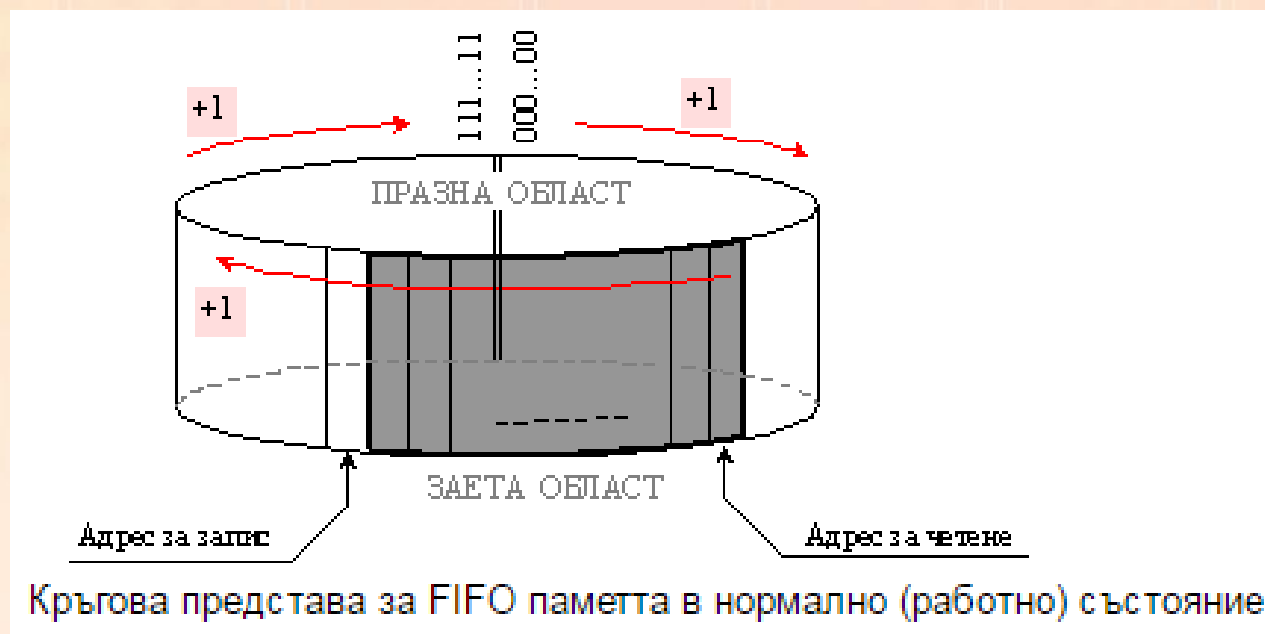


Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл - **опашка**

Логическа структура на FIFO памет от тип **с конкурентни операции**



Нормално състояние на паметта - (АБ ЗП) > (АБ ЧТ)

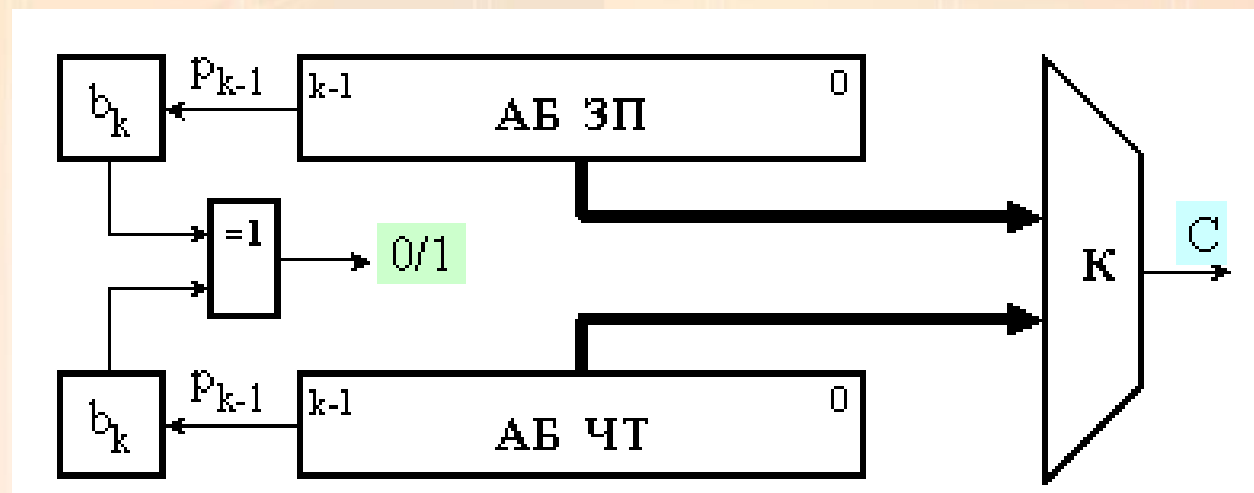
Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл - **опашка**

Логическа структура на FIFO памет от тип **с конкурентни операции**

Допълнителен признак за отчитане превъртането на броячите



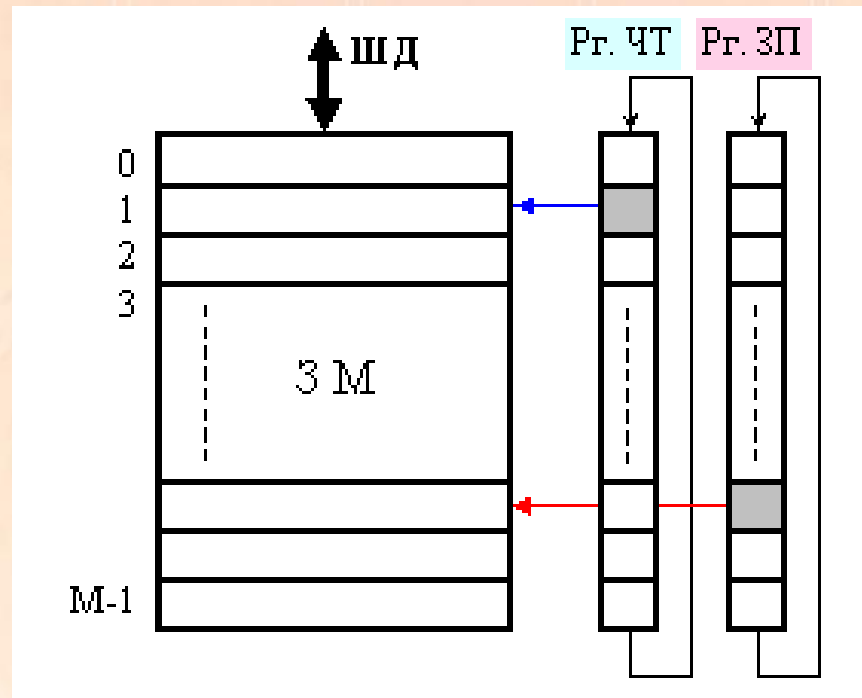
0 – блокира се операция четене; 1 – блокира се операция запис

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **FIFO** (*First In / First Out*) – пръв влязъл / пръв излязъл - **опашка**

Логическа структура на FIFO ЗУ с изместващи регистри

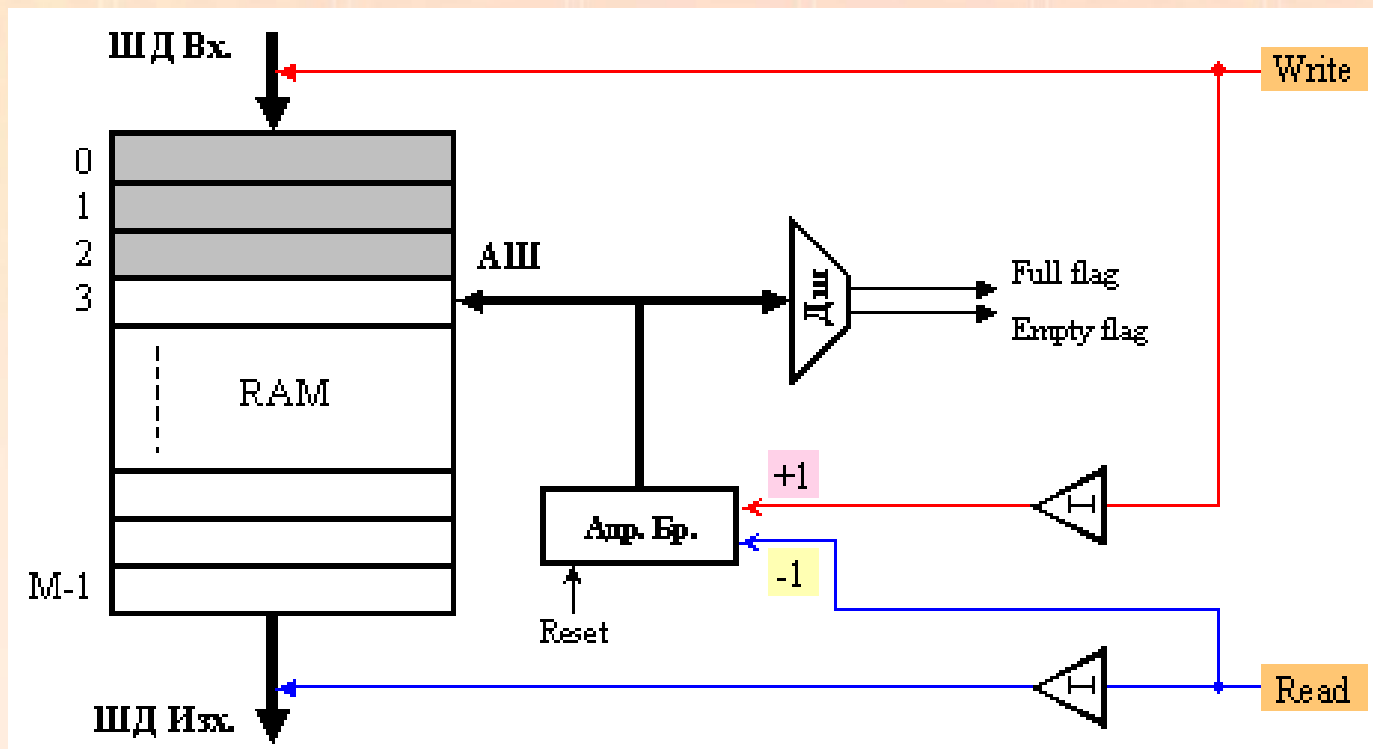


Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **LIFO** (*Last In / First Out*) – последен влязъл /
първ излязъл - **стек**

В модела LIFO данните се изместват в двете посоки, в
зависимост от операцията.



Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **LIFO** (*Last In / First Out*) – последен влязъл / пръв излязъл - **стек**

Адресният брояч се нарича **стеков указател**.

Ако стековият указател винаги сочи последната запълнена с данни клетка, то той се нарича **винаги готов за четене**.

Ако стековият указател винаги сочи първата свободна за запис клетка, то той се нарича **винаги готов за запис**.

Какъв да бъде стекът – винаги готов за запис или винаги готов за четене, зависи от приложението на устройството и от това, коя от основните операции изисква по-бързо прехвърляне (предаване) на данните.

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **LIFO** (*Last In / First Out*) – последен влязъл / пръв излязъл - **стек**

Прав стек - като запълването му е в посока на големите адреси, при което стековият указател увеличава своето съдържание.

Стек, при който стековият указател "се движи" в обратно направление, се нарича **обратен**.



Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с последователен достъп

Организация **LIFO** (*Last In / First Out*) – последен влязъл / пръв излязъл - **стек**

Програмен стек

Използва част от RAM паметта (операционната система решава коя част)

В стека се съхраняват:

- ✓ Състоянието на процесора при прекъсване
- ✓ Адреса на връщане от подпрограма
- ✓ Потребителски данни

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

**Логическа структура на запомнящи
устройства с асоциативен достъп**

Асоциативни операции



Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

Достъпът до елементи от масива е разрешен, само ако те имат предявени признаци на данните.

или

Достъп получават онези клетки от паметта, чието съдържание в *най-голяма степен съответства на предявената на входа информация.*

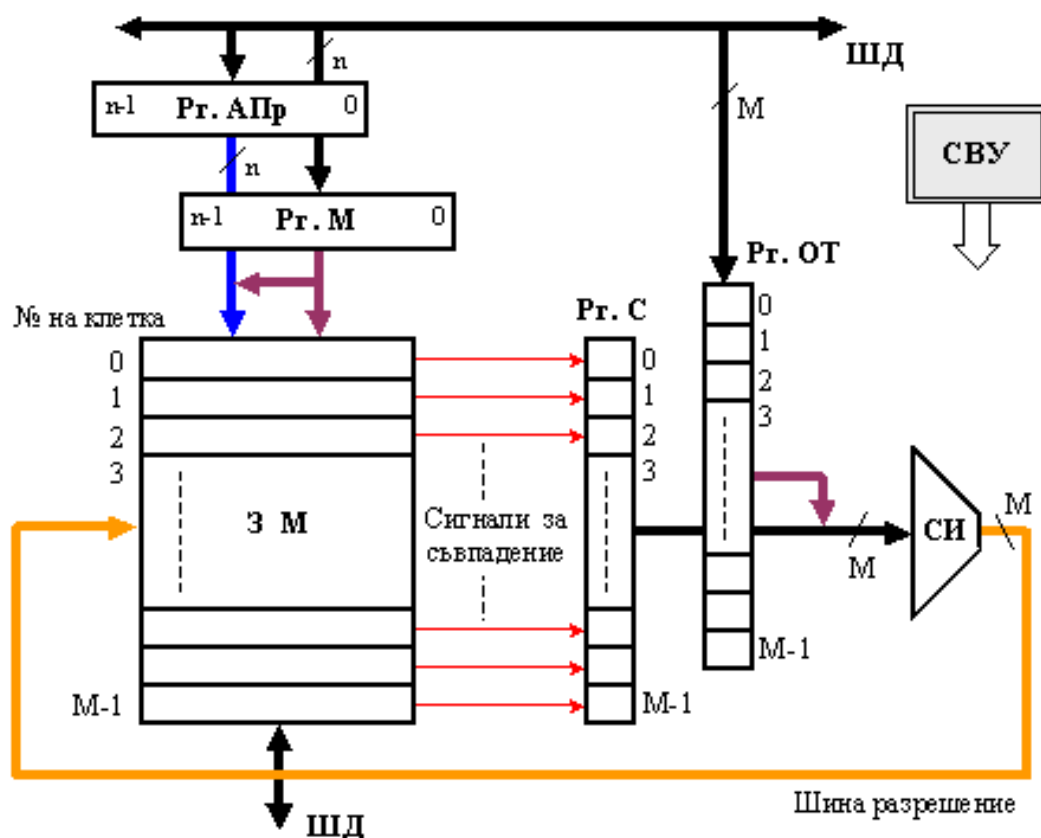
или

Достъп се получава до онези клетки, които успеят да осъществят *асоциативна връзка* със стойностите на входните признаци.



Запомнящи устройства

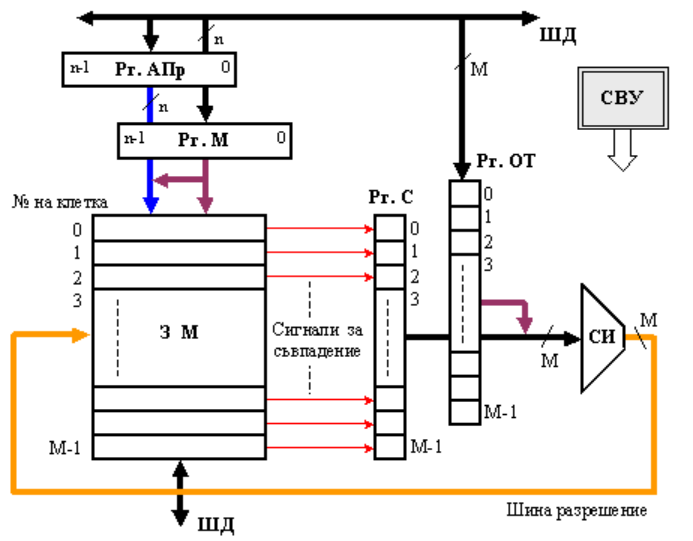
Запомнящи устройства с асоциативен достъп



- Запомнящ масив $3M$ от M на брой n -битови клетки ;
- Регистър на асоциативния признак **Рг.АПр** – n -битов ;
- Регистър на маската **Рг.М** – n -битов ;
- Регистър на съвпаденията **Рг.С** – M -битов ;
- Регистър на областта за търсене **Рг.ОТ** – M -битов ;
- Схема за избор на първия срещнат **СИ** ;
- Схема на вътрешното управление **СВУ**.

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп



- Запомнящ масив $3M$ от M на брой n -битови клетки ;
- Регистър на асоциативния признак $Pr. АПР$ – n -битов ;
- Регистър на маската $Pr. М$ – n -битов ;
- Регистър на съвпаденията $Pr. С$ – M -битов ;
- Регистър на областта за търсене $Pr. ОТ$ – M -битов ;
- Схема за избор на първия срещнат $СИ$;
- Схема на вътрешното управление $СВУ$.

Кодировка на сигналите за съвпадение:

$F0$ – сигнал за отсъствие на думи в $3M$, които удовлетворяват условията на търсенето:

$$F0 = \bigcap_{i=0}^{M-1} \overline{C_i} .$$

$F1$ – сигнал за наличие на едно съвпадение:

$$F1 = C_0 . \overline{C_1} . \overline{C_2} \dots \overline{C_{M-1}} \cup \overline{C_0} . C_1 . \overline{C_2} \dots \overline{C_{M-1}} \cup \dots \cup \overline{C_0} . \overline{C_1} . C_2 \dots \overline{C_{M-2}} . C_{M-1} .$$

$F2$ – сигнал за наличие на повече от едно съвпадение: $F2 = \overline{F0} . \overline{F1} .$

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

- Операцията **контрол на асоциацията** може да има две разновидности:
 - ✓ "Асоциативен контрол на съвпаденията" и
 - ✓ "Асоциативен контрол на несъвпаденията".
- Съответно са възможни операции "Четене" и "Запис" с търсене на съвпадение и операции "Четене" или "Запис" с търсене на несъвпадение.
- Чрез операцията "Контрол на асоциацията" е възможно да бъде определен броят на думите в паметта, които удовлетворяват асоциативния признак, без при това да се извличат от клетките техните съдържания, както това би се реализирало във всяко друго запомнящо устройство.

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

- Операция **изчистване** - изпълнява едновременно нулиране на всички клетки на запомнящото устройство.
- Операция **маркировка** - извършва едновременно установяване на битовите на заетост на всички клетки.



Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

- Логически синтез на функцията **съвпадение**

$$C_i = \begin{cases} 0, & \text{няма съвпадение;} \\ 1, & \text{има съвпадение.} \end{cases}$$

Нейни аргументи са асоциативният признак АП, маската М и съдържанието на клетката от запомнящия масив Q. Всички аргументи са многоразрядни комбинации, което ни дава право да декомпозираме тази функция във вида:

където $c_{ij}, i = \overline{0, M-1}; j = \overline{0, n-1}$ са функции на поразрядните съвпадения.

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

- Логически синтез на функцията **съвпадение**

Поразрядните съвпадения се представят чрез следната таблица на истинност:

АП _j	М _j	Q _{i,j}	c _{i,j}
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Съвпадение има винаги, когато маската е нула, а в противен случай само ако $АП_j = Q_{i,j}$.

$$\begin{aligned} c_{ij} &= \overline{M_j} \vee (\overline{АП_j} \wedge \overline{Q_{ij}}) \vee (АП_j \wedge Q_{ij}) = \\ &= \overline{M_j} \vee \overline{АП_j \oplus Q_{ij}} \end{aligned}$$

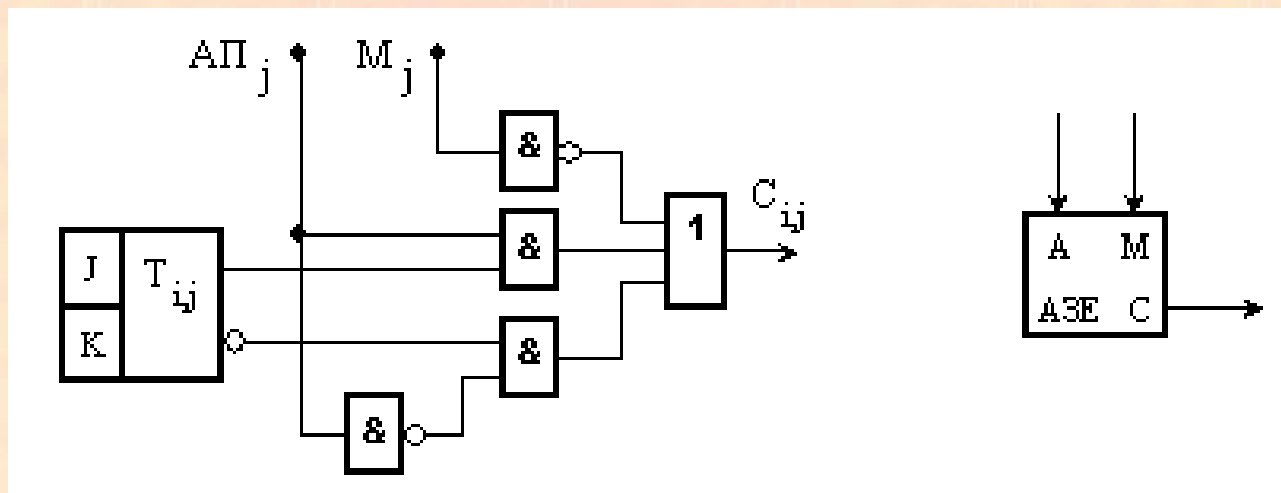
ИЛИ

$$C_i = \bigcap_{j=0}^{n-1} \left(\overline{АП_j \oplus Q_{ij}} \vee \overline{M_j} \right), \quad i = \overline{0, M-1}.$$

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

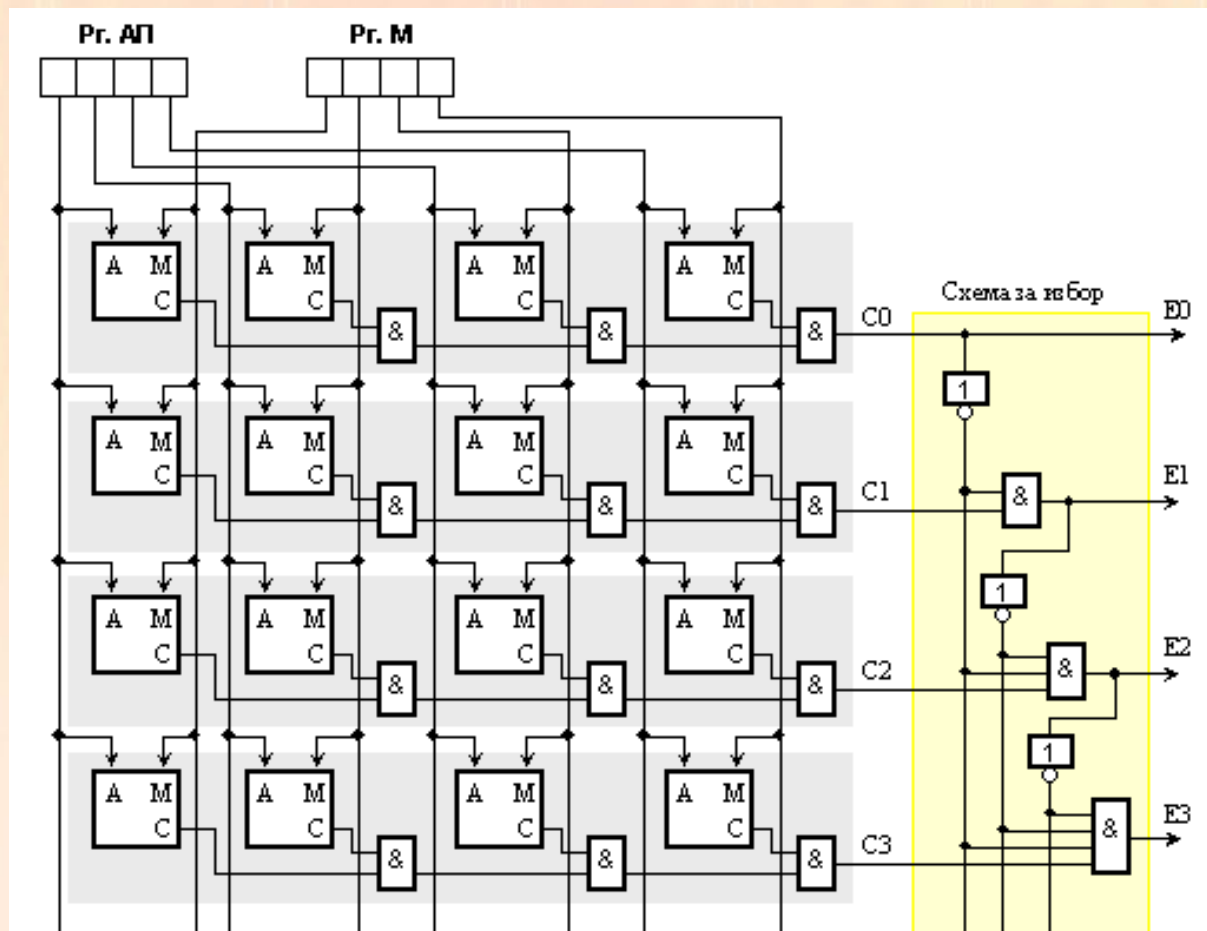
- Логически синтез на функцията **съвпадение**



Примерна схема на асоциативен запомнящ елемент

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп



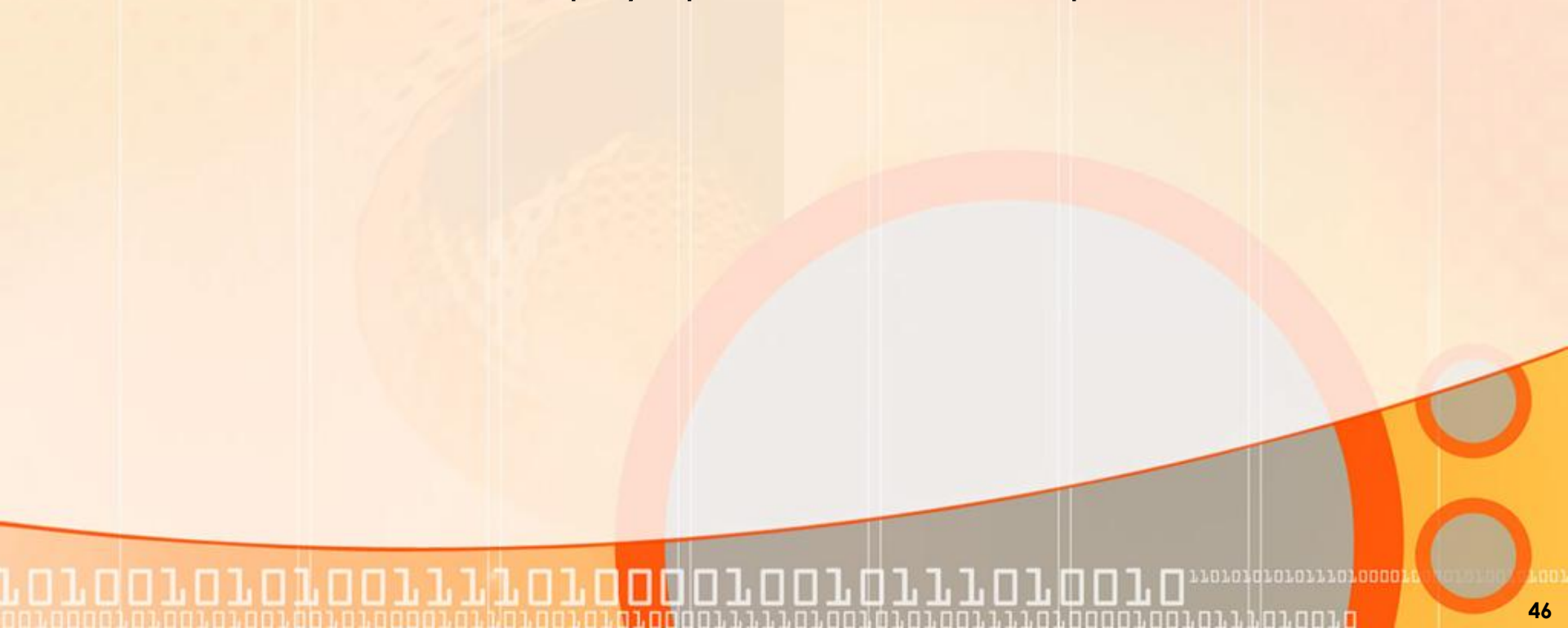
АЗУ с организация 4x4

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

В асоциативното запомнящо устройство операциите за търсене се изпълняват по силата на алгоритми, заложиени в качеството им на изпълними операции.

Благодарение на апаратната им реализация тези алгоритми се изпълняват със скорост, многократно надвишаваща софтуерната им алтернатива.



Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

Асоциативни операции върху числа:

- ✓ "Асоциативно търсене на по-голямо" ;
- ✓ "Асоциативно търсене на по-малко" ;
- ✓ "Асоциативно търсене на максимално" ;
- ✓ "Асоциативно търсене на минимално" ;
- ✓ "Асоциативно търсене в интервал (между)" ;
- ✓ "Асоциативно търсене на следващото по-голямо" ;
- ✓ "Асоциативно търсене на следващото по-малко".

Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

Асоциативно логическо търсене

- ✓ Асоциативно търсене на логическо съвпадение
- ✓ Логическо търсене ИЛИ, НЕ, НЕ-И, НЕ-ИЛИ



Запомнящи устройства

Запомнящи устройства с асоциативен достъп

Асоциативно търсене чрез броене

- ✓ Търсене по количество еднакви битове
- ✓ Търсене по максимум (минимум) единици (нули)
- ✓ и др.



Литература

- [1]. <http://tyanev.com/> - On-line книги – ОРГАНИЗАЦИЯ НА КОМПЮТЪРА – книга [1]
- [2]. <http://tyanev.com/> - On-line книги – ОРГАНИЗАЦИЯ НА КОМПЮТЪРА – упражнения книга [2];
- [3]. Димитър Тянев, ОРГАНИЗАЦИЯ НА КОМПЮТЪРА, том първи (ISBN 978-954-20-0412-7), Варна 2008г.
- [4]. Димитър Тянев, ОРГАНИЗАЦИЯ НА КОМПЮТЪРА - упражнения, ISBN 978-954-20-0258-0, Варна 2007г.

