






Учебная дисциплина
Вычислительные средства
АСОИУ
(5 семестр)
Часть2




Микропрограммные устройства управления

 Принцип микропрограммного управления ходом вычислительного процесса были разработаны Уилксом еще в 1951 году.


Типы логики построения управляющих автоматов

-  1. Управляющий автомат с жёсткой (схемной) логикой.
-  2. Управляющий автомат с хранимой в памяти логикой.

Типы логики построения управляющих автоматов

 В первом типе МПУУ для каждой операции строится набор комбинационных схем, которые в нужных тактах возбуждают управляющие сигналы.

Типы логики построения управляющих автоматов


 Во втором типе МПУУ каждой выполняемой в ОА операции ставится в соответствие совокупность хранимых в памяти слов, содержащих сигналы управления и адреса переходов на следующую структуру данных в специальной памяти.

Микропрограммные устройства управления







 Классификация:

 1. Схемотехнического типа.

 2. Микропрограммные.

 Первые обладают жёсткой логикой, быстродействием, но их трудно модернизировать. Вторые – строятся на основе микрокоманд, но легко модернизируются.

Принцип работы микропрограммного УУ (МПУУ).

-  Функционирование управляющего автомата определяется:
-  1. Множеством входных осведомительных сигналов
-  $X = \{X_1, \dots, X_m\}$,
-  отражающих состояние операционного автомата.
-  2. Множеством выходных (управляющих) сигналов
-  $Y = \{y_1, \dots, y_K\}$ инициирующих микрооперации, реализуемых операционным автоматом.

Принцип работы микропрограммного УУ (МПУУ).



3. Графом микропрограммы, задающим порядок следования управляющих сигналов Y в зависимости от значений осведомительных сигналов X .



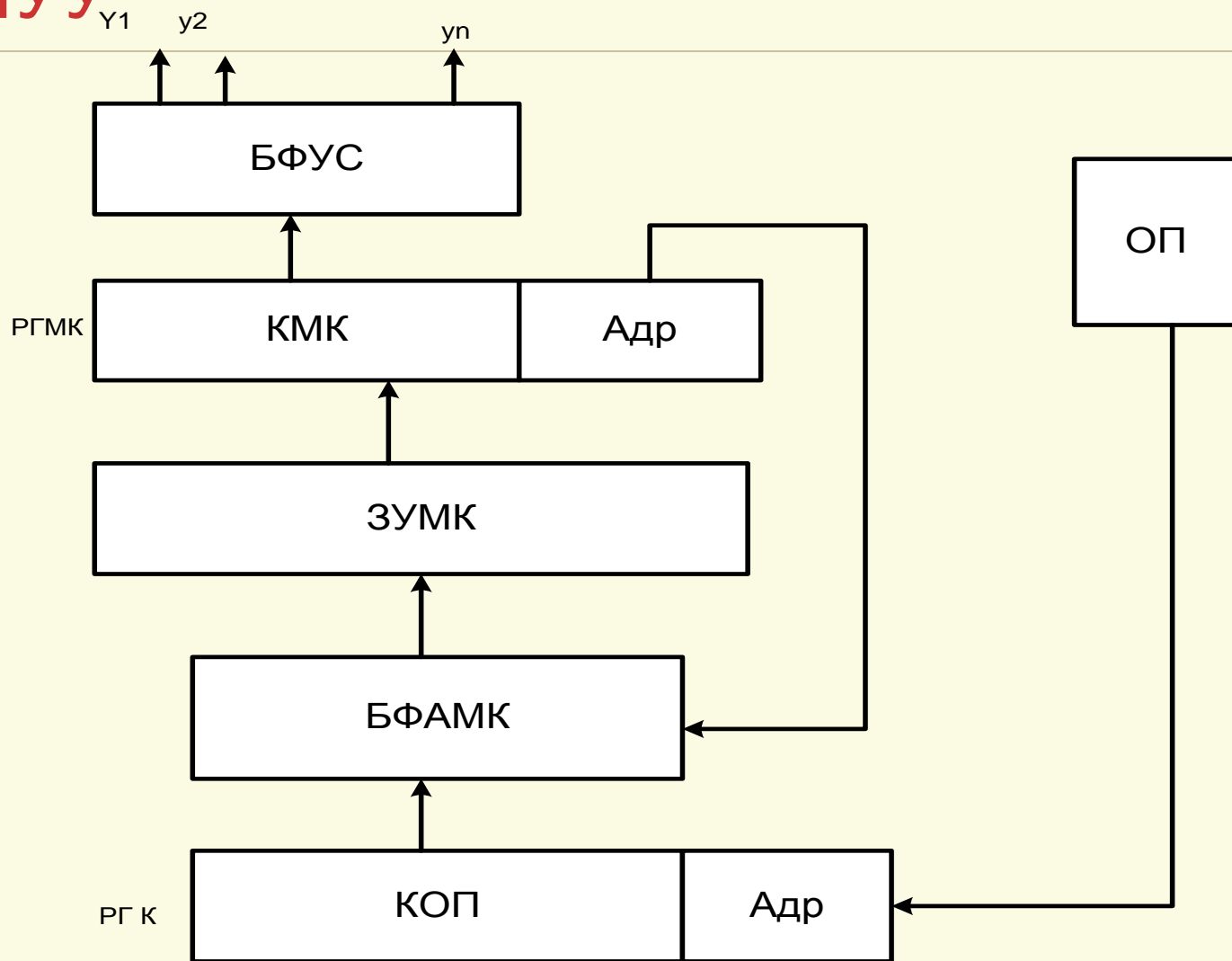
Функционирование управляющего автомата при этом сводится к генерированию последовательности управляющих сигналов Y , предписанной микропрограммой и соответствующей последовательности осведомительных сигналов X .

Принцип работы микропрограммного УУ (МПУУ).






Рассмотрим построение управляющего автомата на основе принципа программного управления, использующего операционно-адресную структуру управляющих слов.


Типовая функциональная структура МПУУ




Принцип работы микропрограммного УУ (МПУУ).

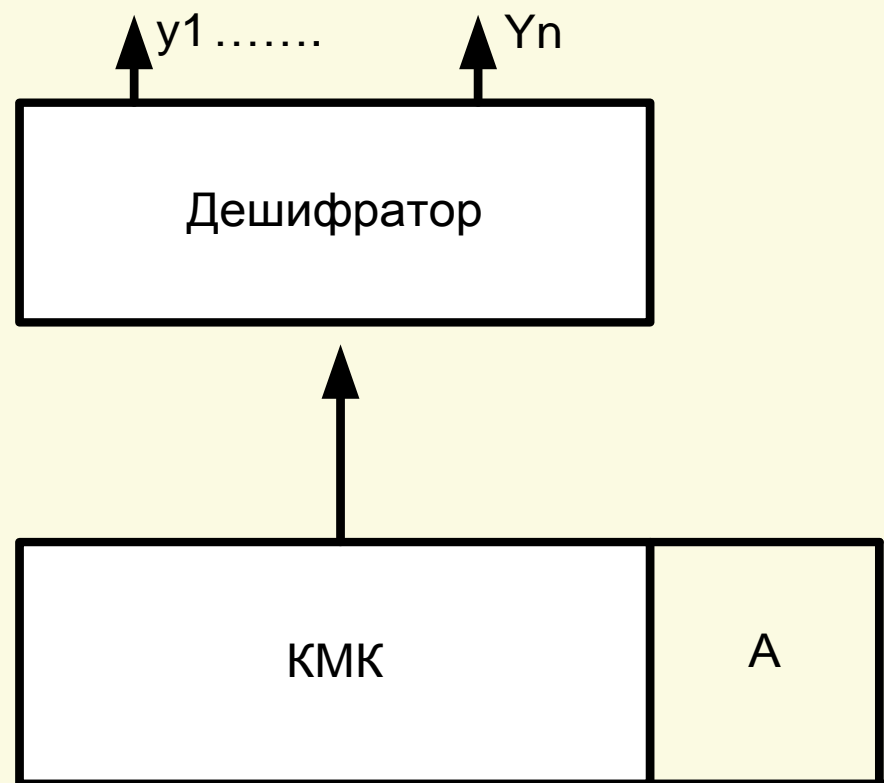
-  Управляющее слово определяет порядок функционирования МПУУ в течение одного такта и называется микрокомандой.
-  Совокупность микрокоманд (МК) образует массив микрокоманд **МК[О:Р]** отдельные МК в котором выделяются посредством адреса, равного номеру **0,1,, Р** элемента массива МК.
-  Микрокоманда содержит информацию о микрооперациях, которые должны выполняться в данном такте, и информацию об адресе следующей МК.

Принцип работы микропрограммного УУ (МПУУ).

 Определим простейшую структуру управляющих слов, достаточную для представления МК.

 Пусть множество Y содержит M – микроопераций, которым присвоим номера $1, 2, \dots, M$. Это множество дополняется обычно еще одной микрооперацией – $(M+1)$ -й, которая используется для завершения микропрограммы и перехода к следующей микропрограмме.

Микропрограммные устройства управления




Микропрограммные устройства управления


Классификация:


***По структурной организации
памяти ЗУМК:***


- постоянные;
- оперативные;
- смешанные.

Микропрограммные устройства управления

 ***По способу кодирования управляющих сигналов:***

 - горизонтальное микропрограммирование;

 - вертикальное микропрограммирование;



 - смешанное микропрограммирование.


Горизонтальное микропрограммирование

- При горизонтальном - каждый бит содержит управляющий сигнал.
- Появление управляющего сигнала в соответствующем такте будем обозначать кодом «1», отсутствие – «0».
- При таком способе операционная часть МК (КМК) содержит **M** разрядов,
- где **M** – общее число микроопераций, а сама МК состоит из операционной части и адресной.

Горизонтальное микропрограммирование

Достоинства горизонтального микропрограммирования:

-  - возможность одновременного выполнения в одном такте любого набора из **M** микроопераций.
-  - простота формирования управляющих сигналов.

 **Недостаток** – требуется большая длина МК, а следовательно и большой объем ЗУМК

Вертикальное микропрограммирование

- При вертикальном – в поле КМК содержится только один управляющий сигнал.
- При вертикальном микропрограммировании микрооперация определяется не состоянием одного из разрядов МК, а двоичным кодом, содержащимся в операционной части МК.
- При этом количество разрядов операционной части МК для кодирования M МО определяется из соотношения:



$$R = \lceil \log_2 M \rceil$$

Вертикальное микропрограммирование



Достоинством вертикального микропрограммирования является:

- минимальная длина МК.



- малая разрядность МК.






- простота дешифрации МК.




- малое количество оборудования (ЗУМК).


Вертикальное микропрограммирование

Недостатки:

-  - по каждой МК может быть выполнена только одна МО.
-  - малое быстродействие
-  - большое количество МК в микропрограмме.


Смешанное микропрограммирование

 В связи с этим недостатком в настоящее время наибольшее распространение получило смешанное микропрограммирование, которое сочетает принципы горизонтального и вертикального микропрограммирования.

 При смешанном микропрограммировании множество всех микроопераций $Y = \{y_1, \dots, y_m\}$ разбивается на K подмножеств

$$Y = \bigcup_{i=1}^K Y_i$$



 При этом МО внутри каждого из подмножеств кодируются вертикальным методом.


Микропрограммные устройства управления

- ❏ Разрядность поля КМК = кол-ву МО.
- ❏ Каждый разряд закрепляется за своей МО. Блок БФУС вырождается, увеличивая быстродействие.
- ❏ За один такт формируется один управляющий сигнал.


Микропрограммные устройства управления


 ***По способу использования машинного такта:***


 - однофазные 1 МО- 1 такт

 - многофазные: Такт разбивается на микротакты : 1МО – 1 микротакт.

Микропрограммные устройства управления

 ***По способу кодирования микроопераций:***

 - прямое кодирование. Поле микрокоманды несёт фиксированные функции;

 - косвенное кодирование. Характеризуется наличием дополнительных полей, которые меняют смысл основных полей.

Микропрограммные устройства управления

 ***По способу адресации МК:***

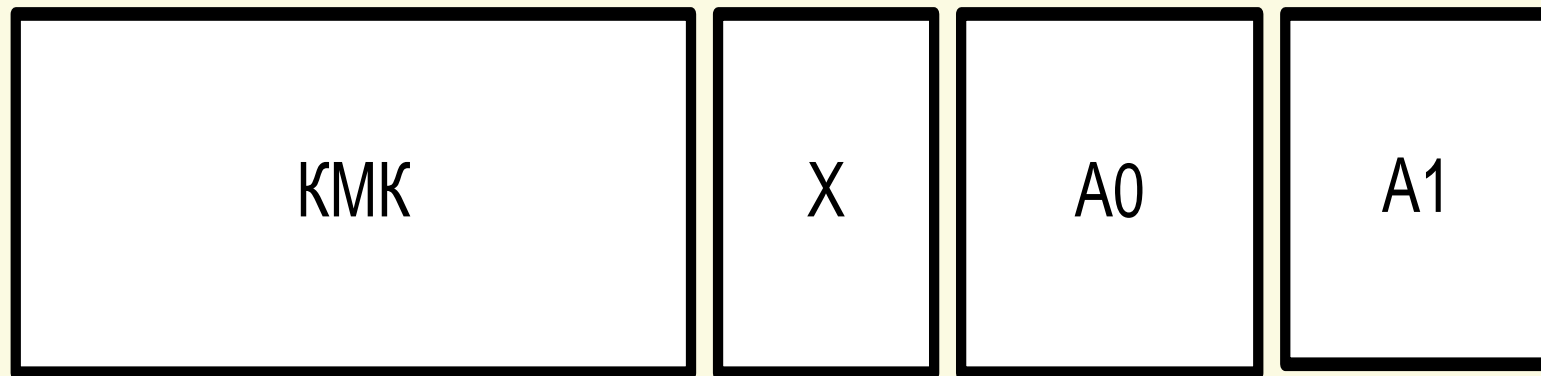
 - с принудительной адресацией;

 - с естественной адресацией.





МПУУ с принудительной адресацией

В общем случае принудительная адресация состоит в том, что в каждой МК указываются всевозможные адреса следующих МК. Структура микрокоманды



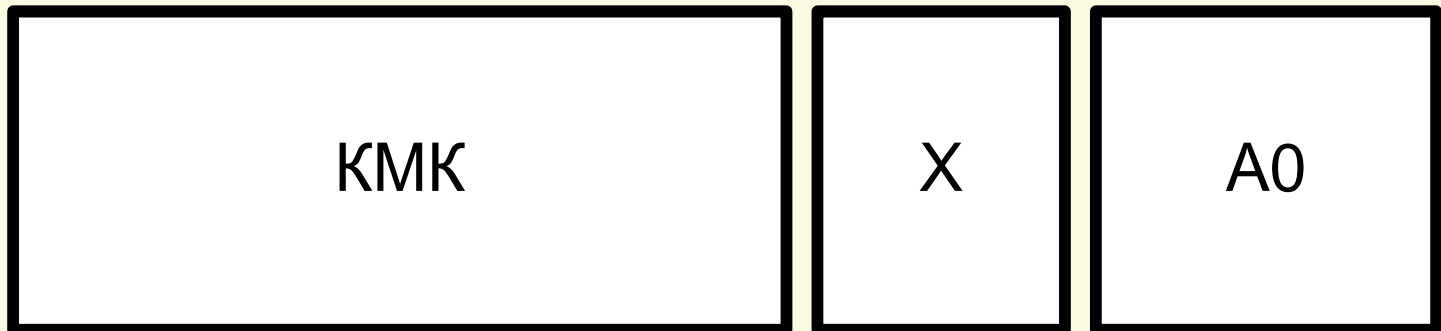
$A=A0$, если $x=0$, $A=A1$, если $x=1$.



 Адрес следующей МК может задаваться безусловно, т.е. независимо от значений осведомительных сигналов, или выбираться по условию определяемому текущими значениями осведомительных сигналов.

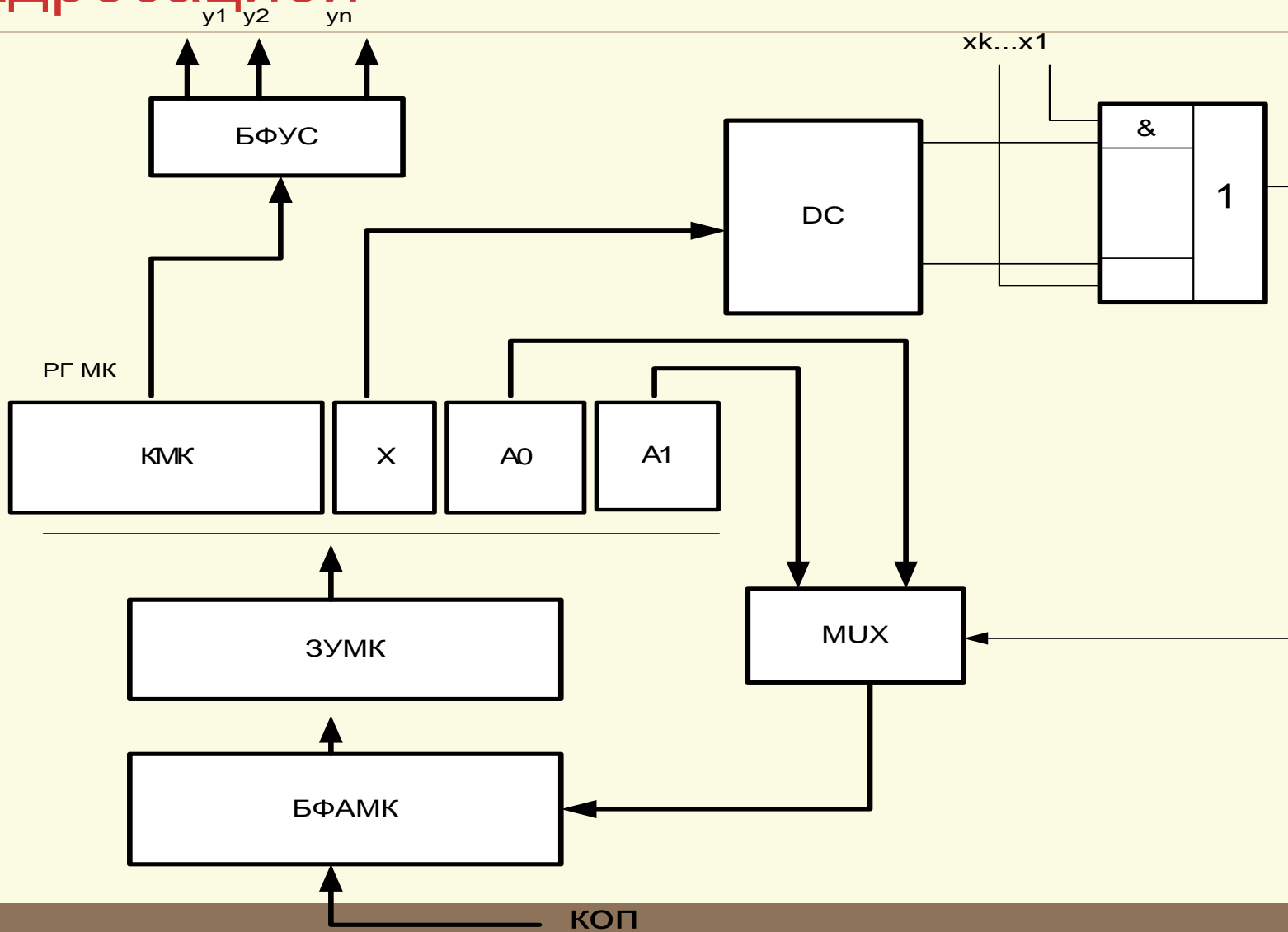
Структура МПУУ с принудительной адресацией

Для МК можно использовать один адрес, вместо мультиплексора – инкрементор.






$A = A0$, если $x=0$, $A = A0 + 1$, если $x=1$.


Структура МПУУ с принудительной адресацией





МПУУ с естественной адресацией


-  При естественной адресации адрес следующей МК принимается равным увеличенному на единицу адресу предыдущей МК.
-  Если **A** адрес исполняемой МК, то следующая МК выбирается по адресу **(A+1)**.
-  При этом методе процесс адресации реализуется счетчиком адреса МК, состояние которого увеличивается на 1 после чтения очередной МК.

- ❏ В этом случае функциональные МК могут содержать только операционную часть, представленную полями Y_1, \dots, Y_k .
- ❏ После выполнения МК с адресом A может потребоваться переход к МК с адресом $B \neq A+1$. Переход может быть безусловным и условным по условию X :
 - ❏ $X_x = 0$, переход по адресу $(A+1)$
 - ❏ $X_x = 1$, переход по адресу B
- ❏ Для реализации условных переходов в МК вводится адресная часть, состоящая из
- ❏ полей X и B .



 Для этой цели используются МК двух типов: ***операционные и управляющие.***

 Управляющие МК используются для изменения естественного порядка следования МК при выполнении условных и безусловных переходов.

 Управляющая МК содержит поле X, определяющее номер условия, и поле B, определяющее адрес следующей МК.

Если **$Xx \neq 0$** , то адрес следующей МК всегда равен **B** .

Если **$Xx = 0$** , то переход по адресу **$(A+1)$** .

р	х	А
---	---	---

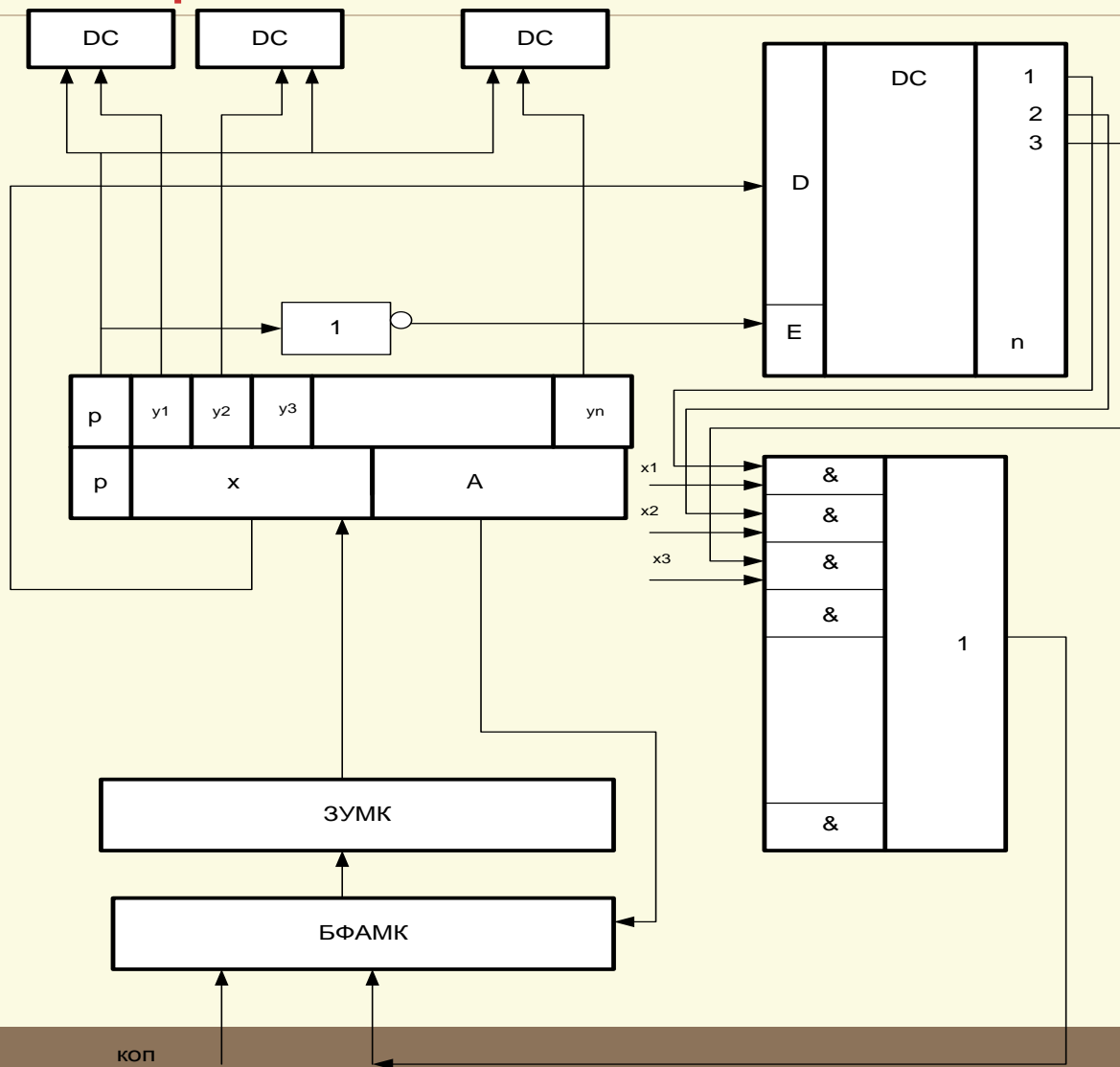
Операционная микрокоманда

Для определения типа МК используют одноразрядное поле признака P .

($P=0$ операционная МК, $P=1$ управляющая МК):

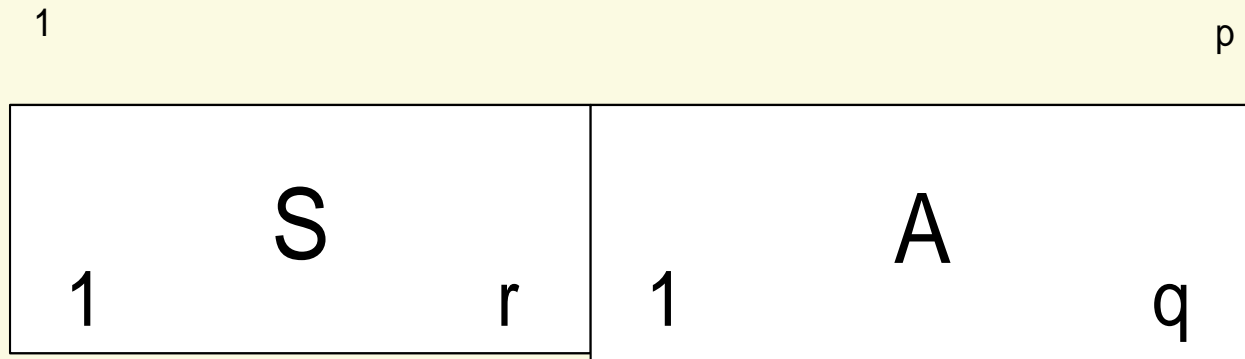
p	y_1	y_2	y_3		y_n
-----	-------	-------	-------	--	-------

Структура МПУУ с естественной адресацией



Сегментация ЗУМК





- Цель: уменьшение адресной части МК.
- Для этого ЗУМК делят на сегменты, состоящие из 2^q ячеек.
- При этом адрес ячейки ЗУМК разделяется на два поля S и A.





Сегментация ЗУМК

- ☞ Поле S определяет адрес сегмента, а поле A адрес ячейки в сегменте S.
- ☞ Адресация МК выполняется следующим образом:
- ☞ Сначала специальной МК устанавливается адрес сегмента S. В последующих МК указывается только адрес ячейки в сегменте S. Поскольку адрес A является лишь частью полного P-разрядного адреса ячейки ЗУМК, то адресная часть МК сокращена на $K^*(p-q)$ разрядов, где K-количества адресов в МК.


Методы повышения быстродействия МПУУ.

-  Время формирования управляющих сигналов складывается из:
-  - времени формирования адреса следующей МК;
-  - времени обращения к ЗУМК;
-  - времени дешифрирования операционной части МК.

Методы повышения быстродействия МПУУ.

-  Основная доля времени приходится на чтение из ЗУМК.
-  Увеличение быстродействия можно получить за счёт сокращения этого времени, либо за счёт уменьшения количеств обращений к ЗУМК.

Методы повышения быстродействия МПУУ.

 На практике используют два основных метода увеличения быстродействия МПУУ:

 - ***параллельная выборка МК;***



 - ***опережающая выборка МК.***

параллельная выборка МК



При этом методе длина слова, хранимого в ЗУМК, берётся равной длине K микрокоманд. За одно обращение к ЗУМК считывается одновременно K микрокоманд, которые затем обрабатываются последовательно.

параллельная выборка МК

-  Рассмотрим структуру МПУУ с параллельной выборкой четырёх МК и естественной адресацией.
-  Адресация МК осуществляется счётчиком адреса , p старших разрядов которого определяет адрес УС в ЗУМК, а два младших разряда адрес МК в данном слове.


опережающая выборка МК

Такт работы вычислительного устройства это сумма времён:

$$T_{oy} = T_{ya} + T_{oa}$$

Для уменьшения длительности такта можно начинать выборку следующей МК до момента окончания микрооперации, т.е. выбирать МК с опережением времени.

опережающая выборка МК

 В результате этого процесс выборки следующей МК совмещается с процессом реализации предыдущей МК.


 Такт работы МПУУ будет:

$$T = \max(T_{ya}, T_{oa}),$$

 где:

$$T < T_{ya} + T_{oa}$$

опережающая выборка МК

 При этом методе адрес следующей МК назначается только предположительно, так как он может зависеть от значений логических условий, вычисляемых выполняемой МК.