



- Учебная дисциплина
- Вычислительные средства
- АСОИУ
- (5 семестр)
- Часть2

# Микропрограммные устройства управления

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

# 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.

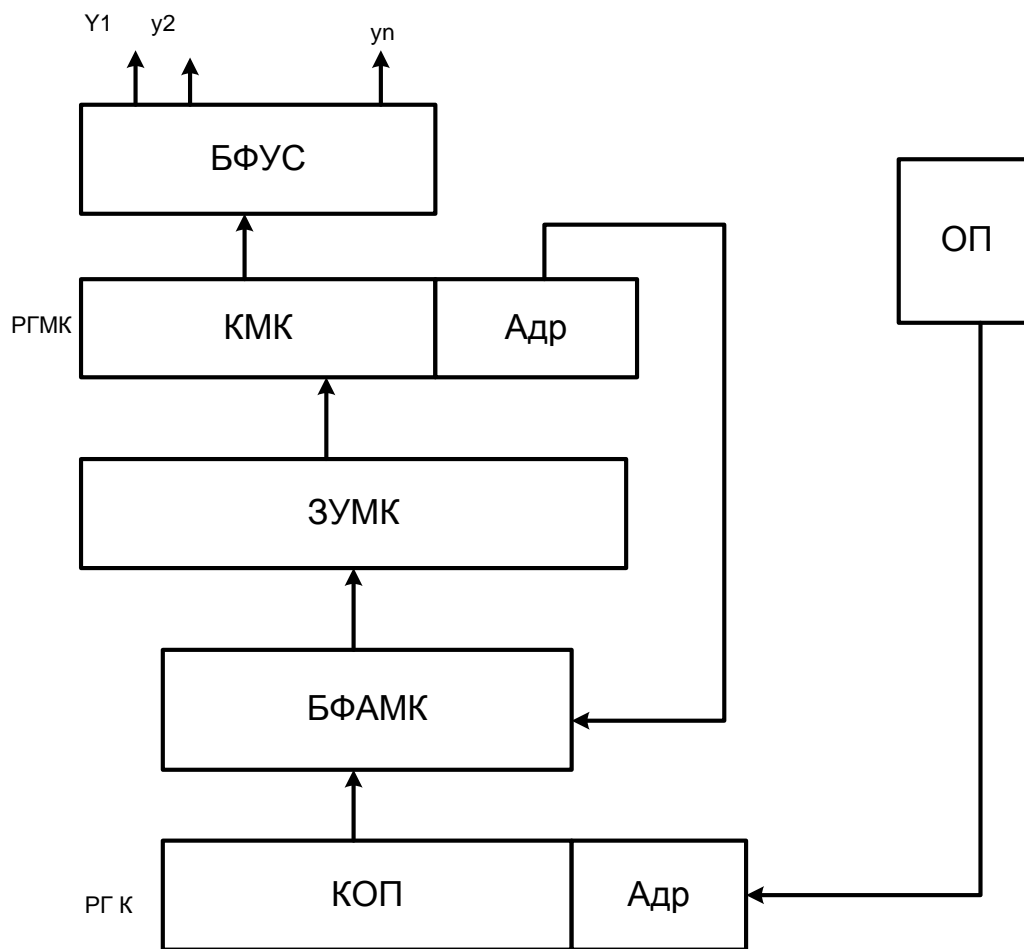
# Принцип работы микропрограммного УУ (МПУУ).

- 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).

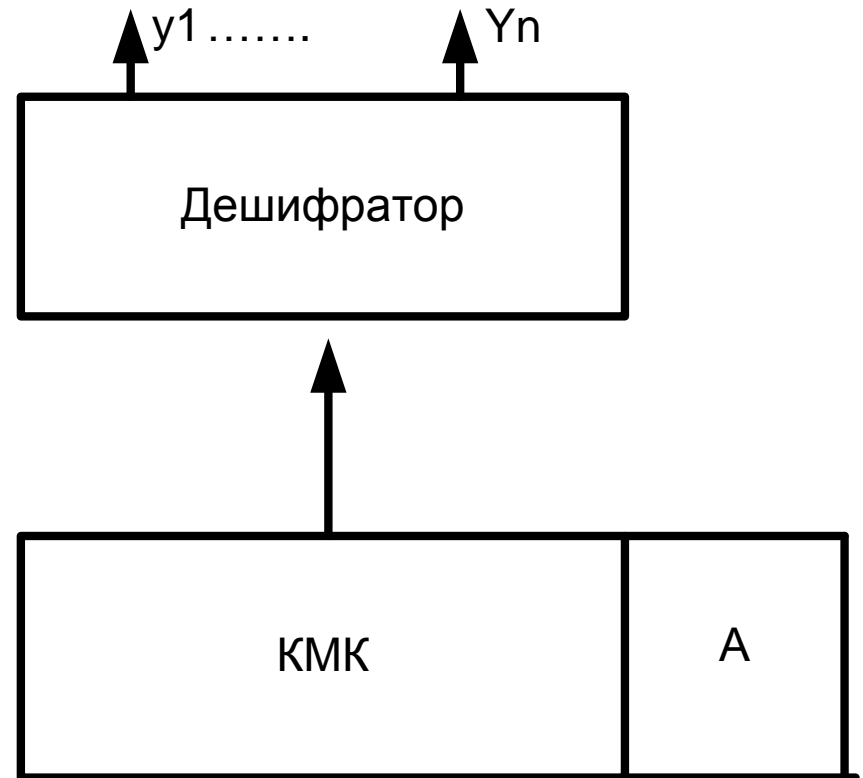
- Определим простейшую структуру управляющих слов, достаточную для представления МК.
- Пусть множество  $Y$  содержит  $M$  – микроопераций, которым присвоим номера  $1, 2, \dots, M$ . Это множество дополняется обычно еще одной микрооперацией –  $(M+1)$ -й, которая используется для завершения микропрограммы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



# Микропрограммные устройства управления

- Классификация:
- 1. Схемотехнического типа.
- 2. Микропрограммные.
- Первые обладают жёсткой логикой, быстродействием, но их трудно модернизировать. Вторые – строятся на основе микрокоманд, но легко модернизируются.

# 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
- $$Y = \bigcup Y_i$$
- 
- 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

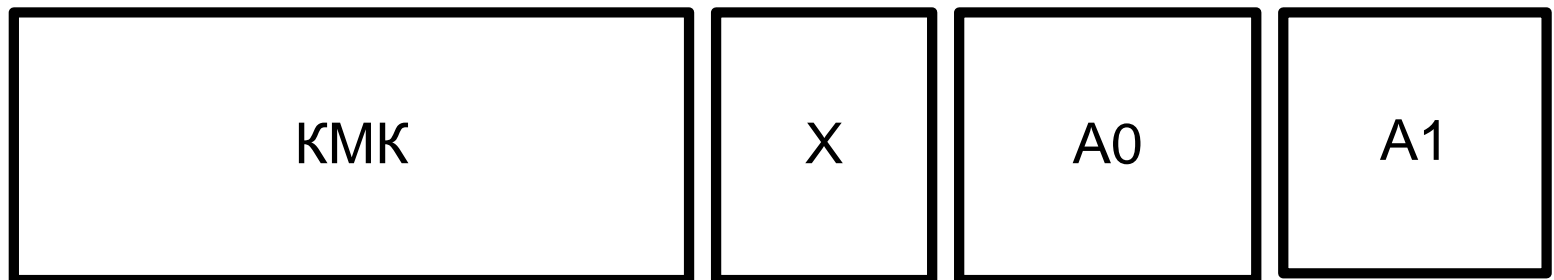
- ***По способу кодирования микроопераций:***
- - прямое кодирование. Поле микрокоманды несёт фиксированные функции;
- - косвенное кодирование. Характеризуется наличием дополнительных полей, которые меняют смысл основных полей.

# 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.

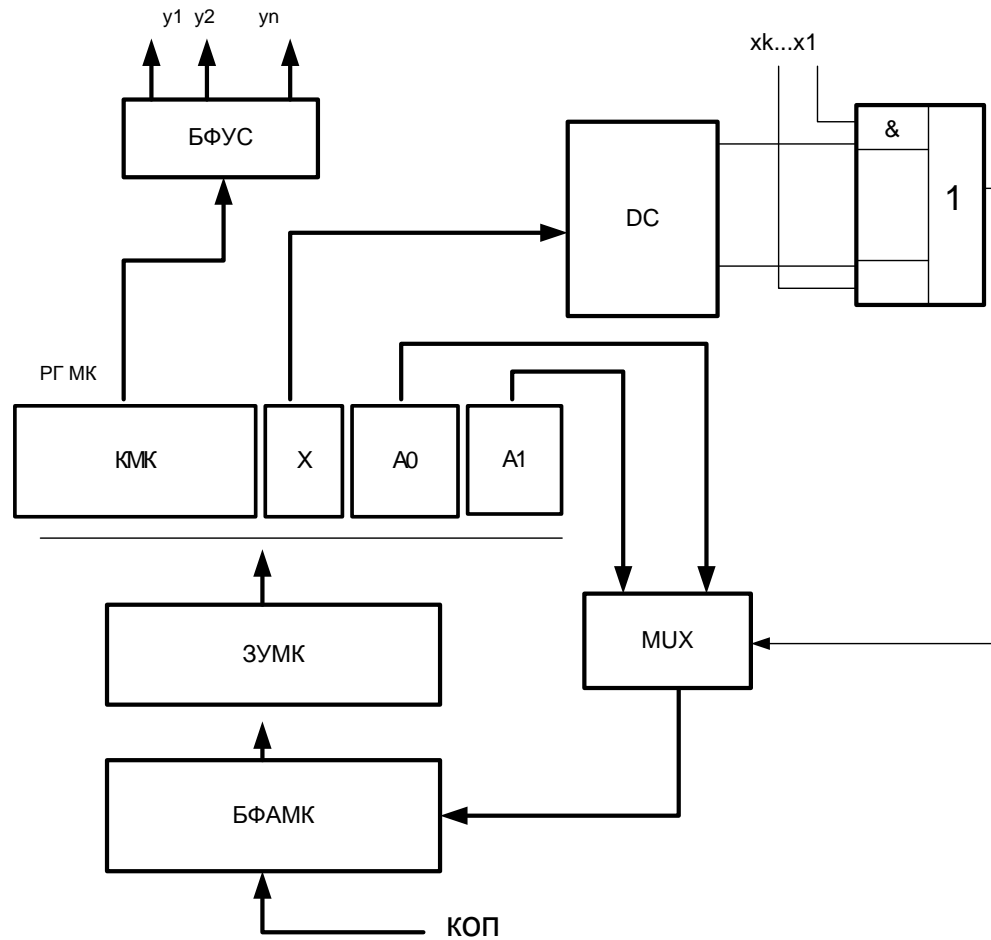
## Структура МПУУ с принудительной адресацией

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

р	х	А
---	---	---

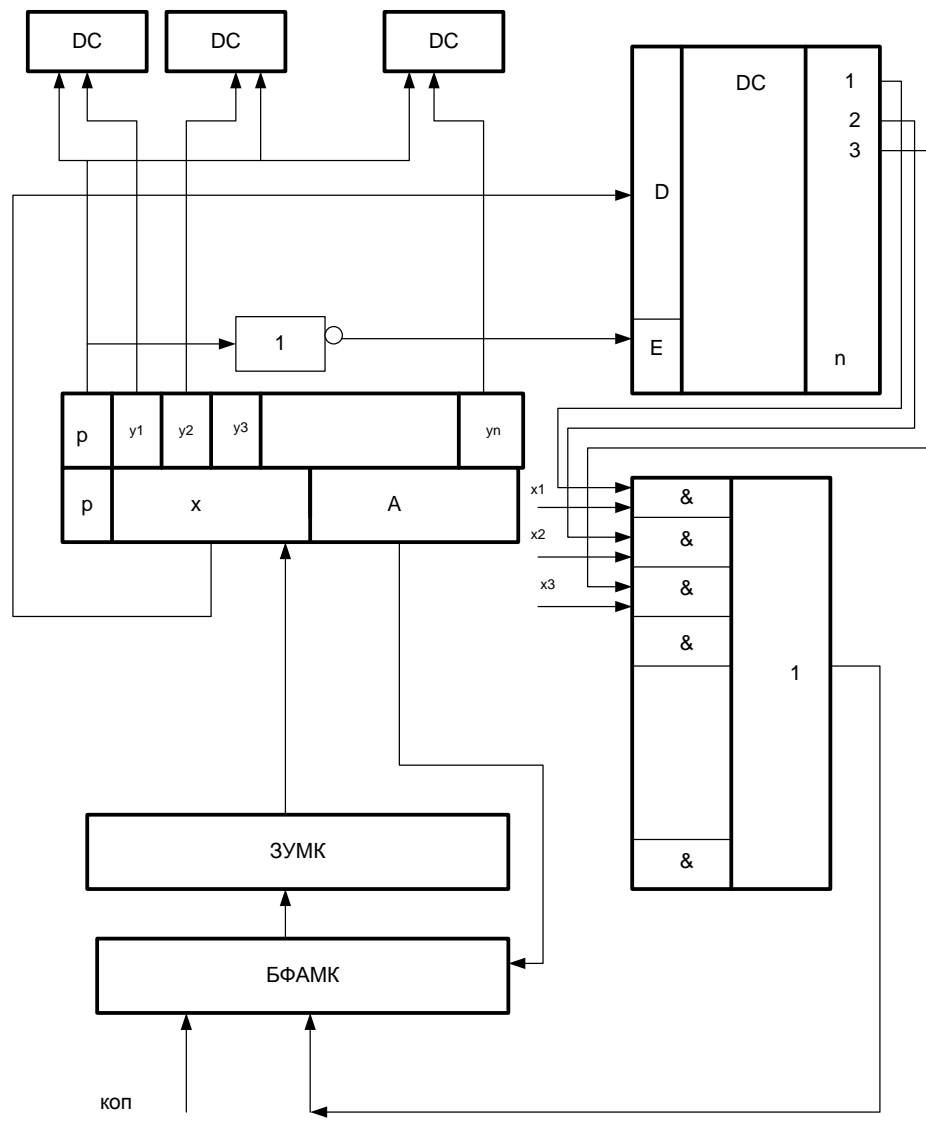
# Операционная микрокоманда

- Для определения типа МК используют одноразрядное поле признака Р.
- (**P=0** операционная МК, **P=1** управляющая МК):

р	y1	y2	y3		yn
---	----	----	----	--	----

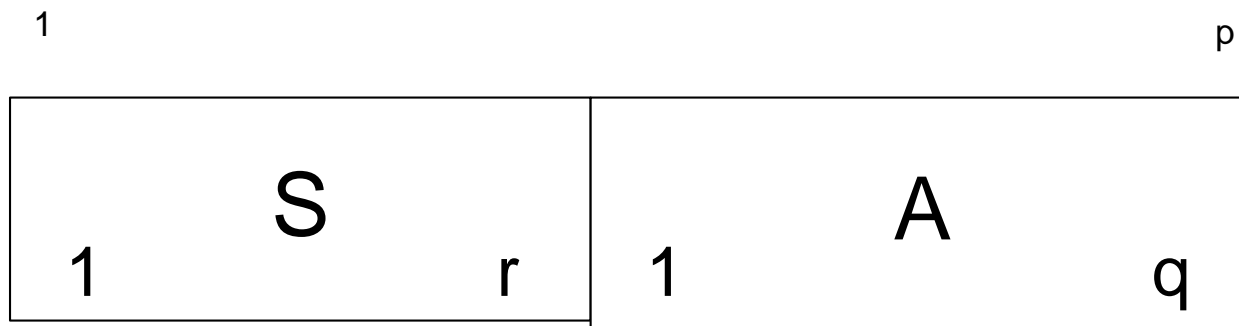


# Структура МПУУ с естественной адресацией



# 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 ,  $r$  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:

- где:  $T = \max(T_{ya}, T_{oa}),$

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

## *опережающая выборка МК*

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