



**ВОЕННАЯ КАФЕДРА  
при НАО «КазНИТУ имени К.И. САТПАЕВА»**

**ЦИКЛ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ**



**Дисциплина**

**«Структура компьютерных средств»**

**Тема №2**

**«Устройства управления»**

**Занятие №1/2**

**«Микропрограммный автомат с  
программируемой логикой»**



## **Учебные вопросы:**

- 1. Кодирование микропрограмм.**
- 2. Обеспечение порядка следования микрокоманд.**
- 3. Организация памяти микропрограмм.**

## **Цели занятия:**

- ✓ Изучить принципы организации микропрограммного автомата с программируемой логикой;**
- ✓ Обучить кодированию микропрограмм и организации памяти микропрограмм.**

## Учебный вопрос №1.

### «Кодирование микропрограмм»

Принципиально иной подход, позволяющий преодолеть сложность УУ с аппаратной (жесткой) логикой, был предложен британским ученым М.Уилксом в начале 50-х годов. В основе идеи лежит тот факт, что для инициирования любой микрооперации достаточно сформировать соответствующий СУ на соответствующей линии управления, то есть перевести такую линию в активное состояние. Это может быть представлено с помощью двоичных цифр 1 (активное состояние - есть СУ) и 0 (пассивное состояние - нет СУ).

## Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

Сигналы управления в МПА с программируемой логикой представляются с помощью управляющих слов - микрокоманд (МК). Микрокоманда соответствует одному такту работы ВМ и определяет, какие СУ должны быть сформированы в данном такте.

Последовательность МК, по тактам описывающая выполнение определенного этапа цикла команды, образует микропрограмму (МП).

## **Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»**

**Основное содержимое УПМ составляют микропрограммы этапа исполнения для каждой из команд, входящих в систему команд ВМ. Некоторые из хранящихся в УПМ микропрограмм являются общими для всех команд, например, микропрограмма этапа выборки команды или этапа формирования адреса следующей команды.**

# Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»



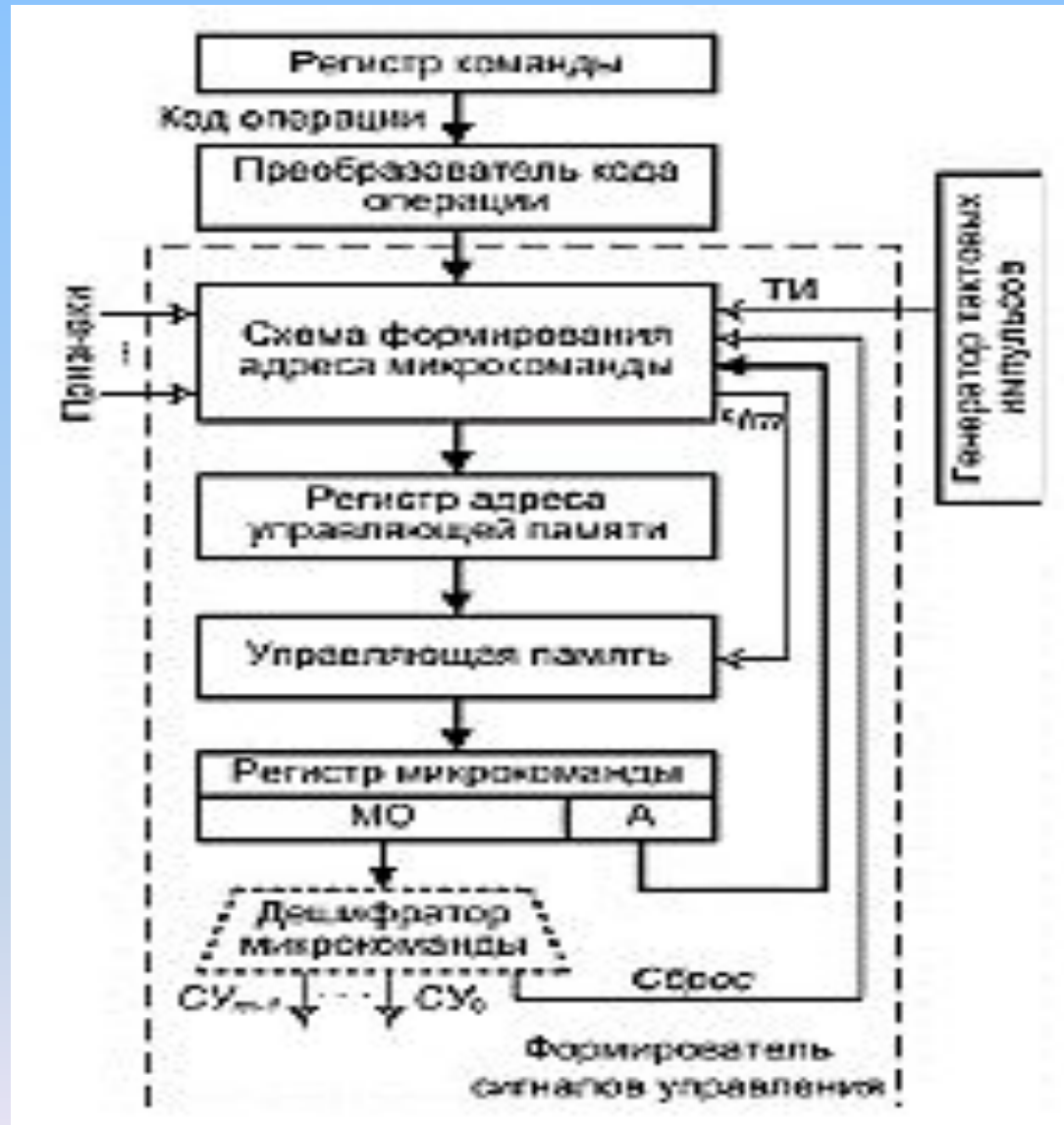
Рис. 2.6. Размещение микропрограмм в управляющей памяти

## Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

Работу формирователя сигналов управления МПА с программируемой логикой задает схема формирования адреса микрокоманды (СФАМ). Она обеспечивает определение *адреса очередной микрокоманды*, занесение его в *регистр адреса управляющей памяти*, *считывание микрокоманды* из *управляющей памяти* и *занесение в регистр микрокоманды*.



# Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»



**Рис. 2.7. Формирователь сигналов управления в микропрограммном автомате с программируемой логикой**

## Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

**В состав СФАМ входит *синхронизатор*, и *вспомогательные логические схемы*.**

**Цикл любой команды начинается с исходного состояния синхронизатора (такт  $T_0$  - счетчик тактов обнулен). СФАМ заносит в регистр адреса управляющей памяти адрес первой МК микропрограммы выборки команды. В том же такте по сигналу чтения Чт происходит считывание адресуемой микрокоманды из управляющей памяти и ее запись в регистр микрокоманды (РМК).**

## **Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»**

**Каждая микрокоманда, считанная из управляющей памяти содержит микрооперационную (МО) и адресную (А) части.**

**Микрооперационная часть микрокоманды поступает на дешифратор микрокоманды, на выходе которого образуются сигналы управления. Адресная часть микрокоманды подается в СФАМ, где формируется адрес следующей микрокоманды. Сформированный адрес микрокоманды снова записывается в регистр адреса управляющей памяти, и процесс повторяется вплоть до завершения микропрограммы.**

## **Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»**

**Информация о том, какие сигналы управления должны быть сформированы в процессе выполнения текущей МК, в закодированном виде содержится в микрооперационной части (МО) микрокоманды.**

**Способ кодирования микрооперации во многом определяет сложность аппаратных средств формирователя сигналов управления (ФСУ) и его скоростные характеристики.**

# Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

**Известные варианты кодирования сигналов управления можно свести к трем группам: горизонтальному, вертикальному и смешанному кодированию.**



**Рис. 2.9. Способы кодирования микроопераций:**  
**а – горизонтальный; б – вертикальный; в – горизонтально-вертикальный; г – вертикально-горизонтальный.**

## Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

При горизонтальном кодировании (рис. 2.9, а) каждый разряд микрооперационной части микрокоманды представляет один из возможных сигналов управления, то есть определенную микрооперацию. При общем количестве СУ равном  $t$ , длина микрооперационной части МК составляет  $t$  битов.

Независимость разрядов МО позволяет в рамках одного тактового периода одновременно выполнять вплоть до  $t$  микроопераций, причем в любом их сочетании, что является несомненным достоинством горизонтального кодирования.

## Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

При вертикальном кодировании (рис. 2.9, б) каждой микрооперации присваивается уникальный код, который и указывается в микрооперационной части МК. Разрядность этого кода (длина МО) равна наименьшему целому, большему или равному  $\log_2 m$ , что можно записать как  $\lceil \log_2 m \rceil$ . Таким образом, требования к емкости управляющей памяти по сравнению с горизонтальным кодированием существенно снижаются, но возникает потребность в дешифраторе для преобразования кода микрооперации в соответствующий сигнал управления.

## Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

Компромиссное сочетание достоинств и недостатков *горизонтального и вертикального кодирования* достигается путем смешанного кодирования. Известны несколько вариантов такого кодирования, среди которых наиболее распространены *горизонтально-вертикальное и вертикально-горизонтальное кодирование*. В обоих вариантах множество всех  $m$  возможных сигналов управления разбивается на  $k$  подмножеств. При разбиении на подмножества каждая микрооперация может присутствовать лишь в одном из подмножеств.



## Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

Иногда используется двухуровневое кодирование микроопераций. На первом уровне с вертикальным кодированием выбирается микрокоманда, поле МО содержит адрес горизонтальной микрокоманды второго уровня - нанокоманды. Данный способ сочетания вертикального и горизонтального кодирования часто называют нанокодированием. Метод предполагает двухуровневую систему кодирования микроопераций и, соответственно, двухуровневую организацию управляющей памяти (рис 2.10).

# Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

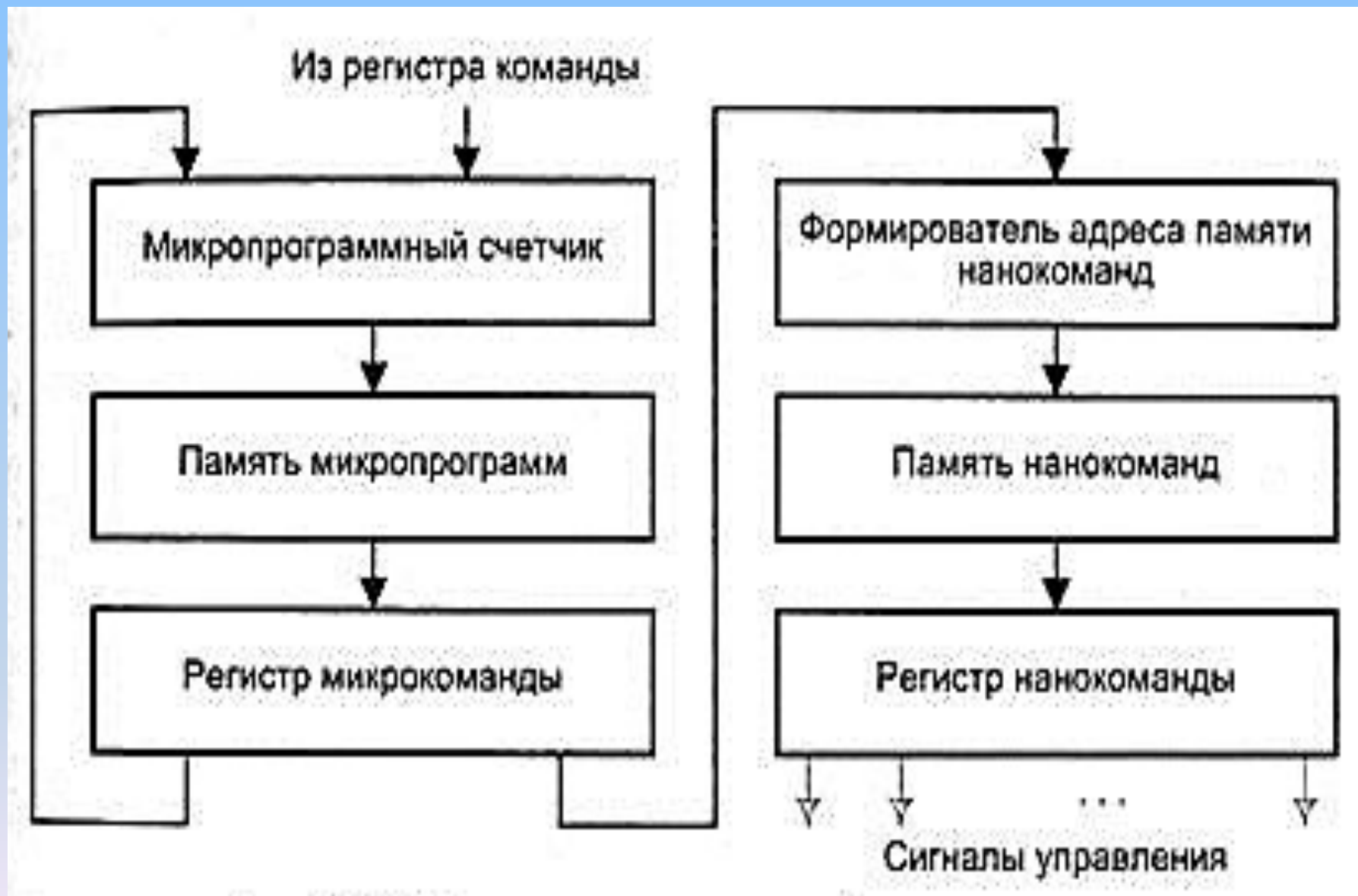


Рис. 2.10. Нанопрограммное устройство управления

# Вопрос №1. «Кодирование микропрограмм»

## Контрольные вопросы:

- 1. Обоснуйте название МПА с программируемой логикой. Сформулируйте достоинства и недостатки таких МПА.**
- 2. Дайте характеристику элементов структуры МПА с программируемой логикой.**
- 3. Объясните принцип управления на основе МПА с программируемой логикой.**
- 4. Какие способы кодирования микрокоманд вы знаете? Перечислите их. достоинства и недостатки.**

## **Учебный вопрос №2.**

### **«Обеспечение порядка следования микрокоманд»**

**Порядок следования микрокоманд в микропрограмме в общем случае может зависеть от состояния какого-либо признака, обычно из тех, что хранятся в регистре признаков АЛУ. По этой причине в УУ необходимо предусмотреть эффективную систему реализации переходов.**

**При выполнении микропрограммы адрес очередной микрокоманды относится к одной из трех категорий:**

- определяется кодом операции команды;**
- является следующим по порядку адресом;**
- является адресом перехода.**

## Учебный вопрос №3.

### «Организация памяти микропрограмм»

**Основные способы организации памяти микропрограмм:**

**1. Каждое слово УПМ содержит одну микрокоманду. Это наиболее простая организация УПМ. Основной недостаток - в каждом такте работы МПА требуется обращение к памяти микропрограмм, что приводит к снижению быстродействия МПА.**

**2. Одно слово УПМ содержит несколько микрокоманд. В результате осуществляется одновременное считывание из УПМ нескольких МК, что позволяет повысить быстродействие УУ.**

## Вопрос №3. «Организация памяти микропрограмм»

3. Сегментация ПМП, при которой память разделяется на сегменты, состоящие из  $2^q$  соседних слов, при этом адрес слова АМК разделяется на два поля: S и A. Поле S определяет адрес сегмента, а поле A - адрес слова в сегменте. Адрес S устанавливается специальной микрокомандой. В последующих микрокомандах указывается только адрес слова A в сегменте. Таким образом, разрядность адресной части МК уменьшается.

4. Двухуровневая память. Первый уровень - *микропамять*, хранящая микрокоманды. Вторым уровнем - *нанопамять*, содержащая наноккоманды.