

Устройства управления.

Устройство управления – часть устройства обработки информации или процессора, (ЦП) предназначенная для автоматического управления вычислительным процессом.

Оно обеспечивает координацию работы всех функциональных устройств с помощью синхронизирующих и управляющих сигналов.

Функции устройства управления.

- Выполнение последовательности команд, заданной программой.
- Выполнение операции, заданной командой.

Управляющие сигналы.

- Командные (общие для всех команд) для начала работы функциональных устройств (АЛУ, ОП, УВВ) и координации их работы.
- Исполнительные (операционные). Под их воздействием осуществляется управление функциональными устройствами.

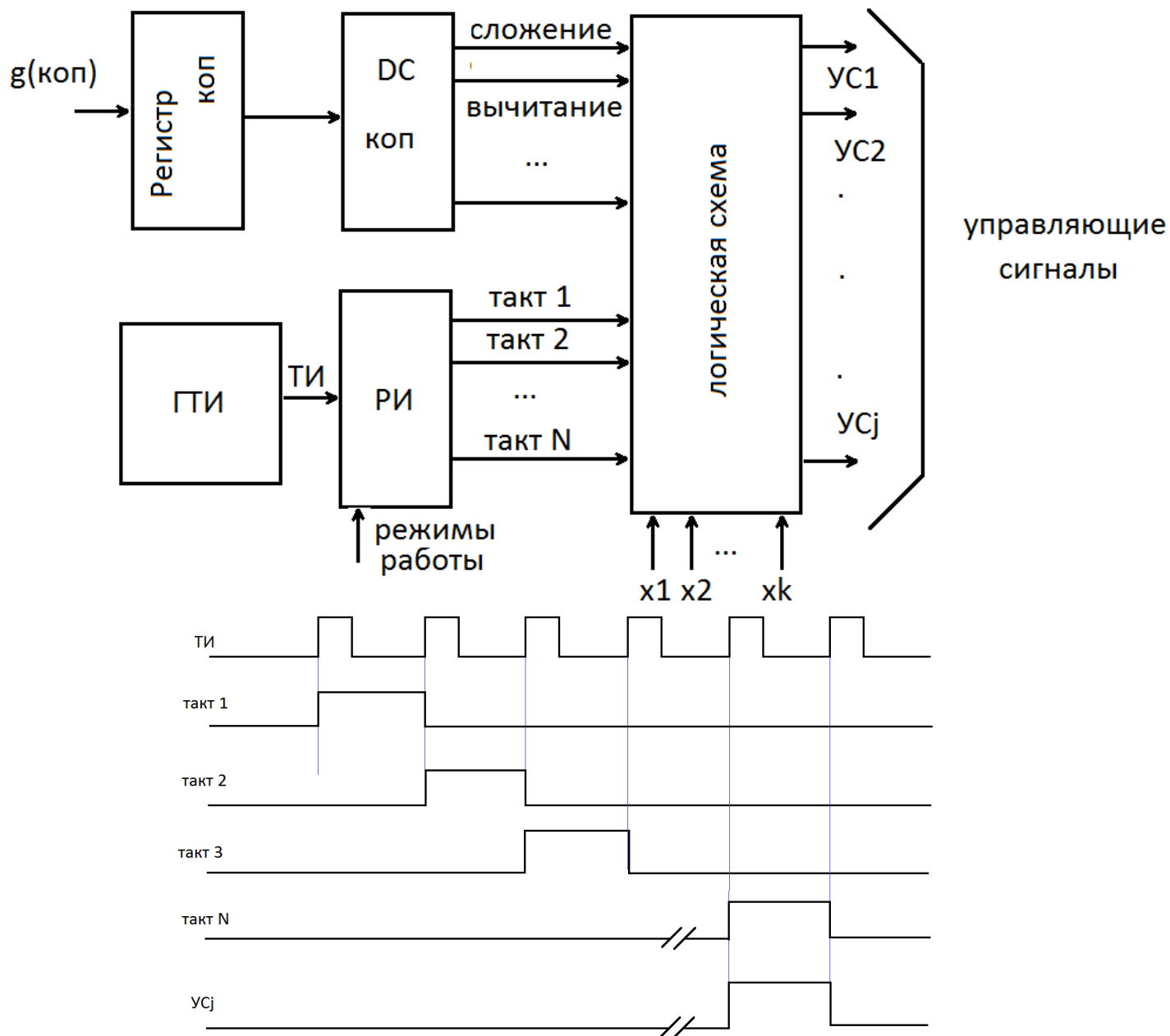
Классификация устройств управления.

- **По принципу формирования и развертывания временной последовательности управляющих сигналов:**
 - С жесткой логикой (схемное).
 - С программируемой логикой (управляющая память).
- **По способу построения командного цикла вычислительной машины:**
 - Без совмещения этапов цикла
 - С совмещением этапов цикла
- **По месту выработки управляющих сигналов:**
 - Централизованное
 - Децентрализованное
- **По способу организации работы ЭВМ:**
 - Синхронный
 - Асинхронный

При синхронном управлении для выполнения любой из возможных операций отводится одинаковое количество тактов.

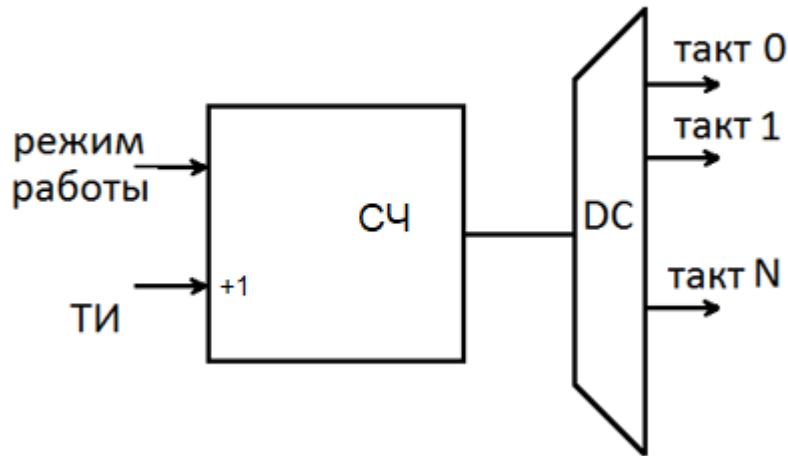
Для асинхронного способа характерно использование действительно необходимого количества тактов для выполнения каждой операции.

Структура управляющего автомата с жёсткой логикой.

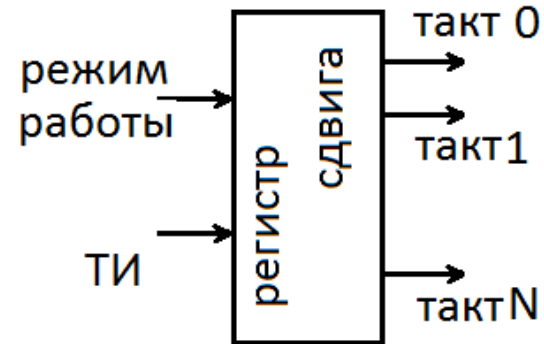


Построение РИ.

1 вариант



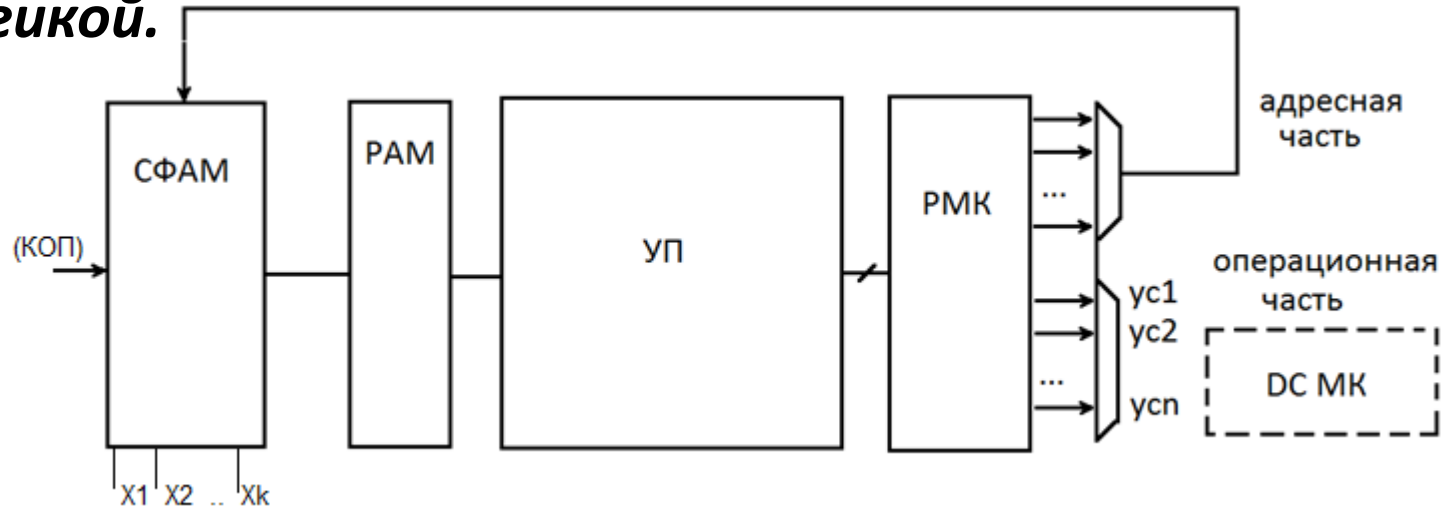
2 вариант



2 режима работы РИ:

- Переход в соседнее состояние. Реализуется переходом счетчика в соседнее состояние или регистр сдвига, путем подачи тактового импульса.
- Переход в несоседнее состояние. Реализуется путем загрузки РИ (счетчика или регистра сдвига) в нужное состояние.

Структура управляющего автомата с программируемой логикой.



В Великобритании, в начале 50-х годов, Уилксом был предложен новый подход. Управляющее слово представлялось комбинацией 0 и 1 (микрокомандой). Набор управляющих слов (микрокоманд) составляет микропрограмму, которая хранится в управляющей памяти.

Микропрограммой (firmware) называют что-то среднее между hardware и software.

Независимо от Уилкса, подобная идея была предложена советским ученым Матюхиным. Она была реализована в 1962 в спец ЭВМ «Тетива», предназначенной для ПВО.

УП – хранит микропрограмму, состоящую из отдельных микрокоманд.

РАМ – хранит адрес микрокоманды.

СФАМ – формирует адрес следующей микрокоманды.

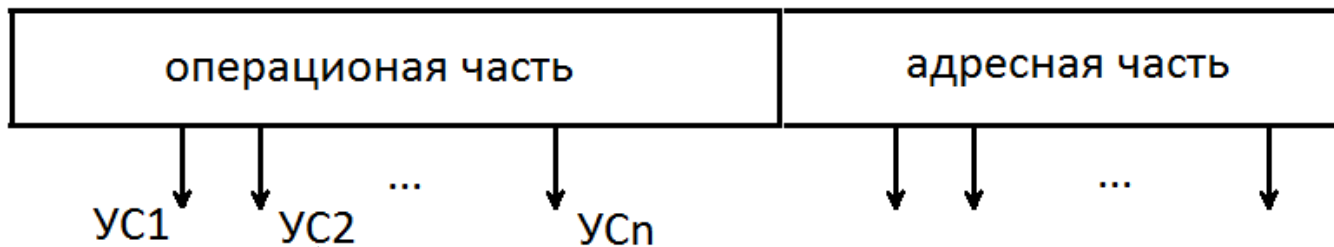
ДСМК – дешифратор микрокоманды.

В управляющем автомате с программируемой логикой управление выполняется посредством выборки микрокоманд (управляющих слов) из управляющей памяти. Микрокоманда содержит операционную часть и адресную.

В операционной части представлена информация, влияющая на формирование управляющих сигналов.

В адресной части хранится информация, определяющая формирование адреса следующей микрокоманды.

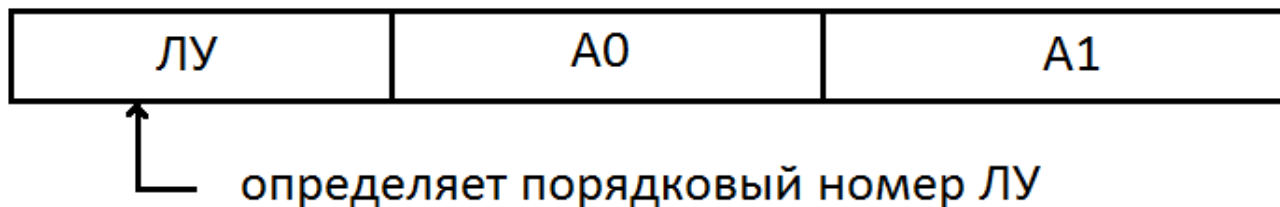
Структура микрокоманды.



Существует два способа адресации микрокоманд:
принудительная адресация и естественная.

Адресная часть содержит три поля. Одно кодирует анализируемое логическое условие.

Адресная часть



A0 – адрес, по которому следует перейти в микропрограмме, если условие не выполняется.

A1 – адрес, по которому следует перейти в микропрограмме, если условие выполняется.

Таким образом, при принудительной адресации каждая микрокоманда содержит информацию об управляющих сигналах, логических условиях, которые необходимо анализировать, и адресах переходов при условии выполнения логического условия и его невыполнения.

Недостаток. Существуют линейные части в микропрограмме, где не надо анализировать логическое условие. В этом случае разрядность УП большая, однако адресная часть часто не используется.

Поэтому на смену принудительной адресации микрокоманд пришел способ естественной адресации.

Микрокоманды стали делить на две группы: линейные и управляющие. В поле микрокоманды используют один разряд как признак микрокоманды.



Признак типа микрокоманды (переход или обычная)

Кодирование микрокоманд.

Минимальное кодирование (горизонтальное).

Под каждый сигнал управления в операционной части микрокоманды отводится один разряд. Это позволяет формировать любые сочетания микроопераций в команде.

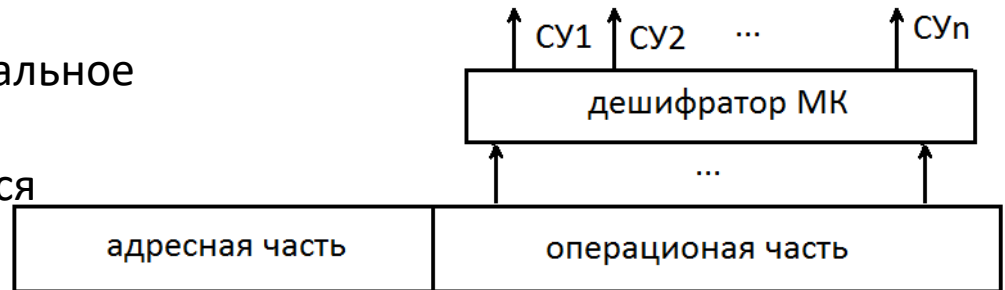


Достоинство – универсальность.

Недостаток – большая ширина МК, что приводит к большим затратам памяти. Хотя большая часть МК содержит нули.

Максимальное кодирование (вертикальное микропрограммирование).

Каждой микрооперации присваивается определённый код.



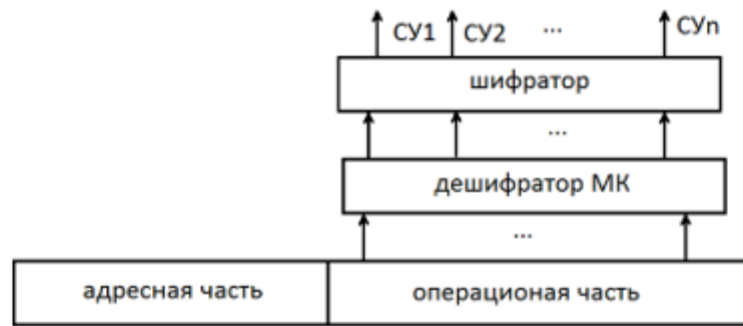
Достоинства – операционная часть имеет минимальную длину.

$$R_{oy} = \log$$

Недостатки:

- Увеличивается длина микропрограммы.
- Требуется дешифратор МК.
- В каждый момент времени может быть выполнена только одна МО.

Чтобы устранить последний недостаток используется усовершенствованный дополнительный шифратор, что позволяет увеличить число сигналов управления, формируемых одновременно.



Помимо кодов отдельных микроопераций, должны быть предусмотрены коды, отдельных микрокоманд, например часто встречающиеся.

$$N_D \ll N_{МК} \text{ и } R_{ОИ} = \text{int}(\log_2 N_D) < N_{СУ}$$

Где N_D – количество выходов дешифратора.

$$E_{МО} = N_{МК} \times R_{ОЧ} = N_{МК} \times \text{int}(\log_2 N_D)$$

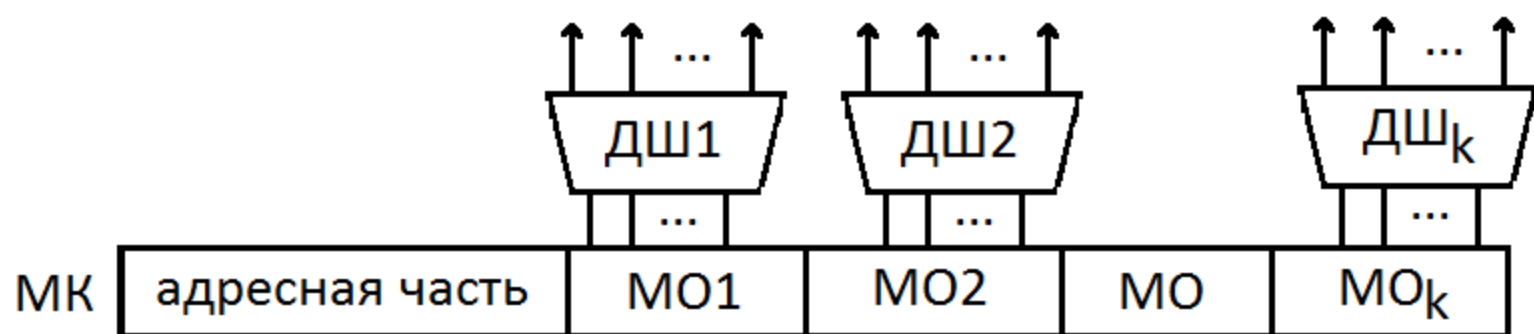
$$E_{МО} + E_{Ш}$$

Смешанное кодирование.

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

Все сигналы управления разбиваются на K группы.

В **горизонтально-вертикальном** методе в каждую группу включают взаимно несовместимые МО, то есть те которые не встречаются вместе в одной МК. МК будет содержать СУ из каждой группы. Внутри группы сигналы кодируются вертикальным способом, а группы минимальным способом горизонтально.



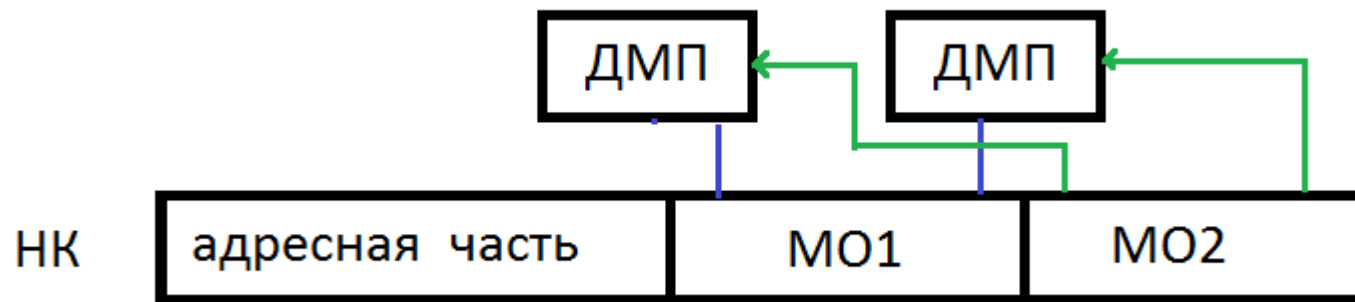
Каждой группе выделяется отдельное поле операционной части.

$R_{ОЧ} = \sum_{i=1}^K R_{ОЧi} = \sum_{i=1}^K \text{int}(\log_2 N_{Cy i})$ - где $N_{Cy i}$ - число сигналов управления в i -ом поле.

$$E_{ПМП} = N_{МК} \times (R_{МО} + R_A) = N_{МК} \left(\sum_{i=1}^K \text{int}(\log_2 N_{Cy i}) + \text{int}(\log_2 N_{МК}) \right)$$

Вертикально-горизонтальное кодирование подразумевает такое разбиение на группы, когда в группу включаются сигналы управления встречающиеся вместе в одном такте. Операционная часть делится на две части МО1 и МО2. МО1 кодируется горизонтально. Её ширина равна максимальному числу управляющих сигналов. Поле МО2 указывает на принадлежность к определенной группе. Используется вертикальное кодирование.

Со сменой группы меняются управляемые точки, куда должны быть направлены сигналы управления. Это достигается с помощью демультиплексоров.



При горизонтальном, вертикальном, горизонтально-вертикальном способах кодирования каждое поле несёт фиксированные функции, т.е. имеет место прямое кодирование.

При косвенном кодировании одно из полей используется для интерпретации других полей. Пример- вертикально горизонтальное кодирование.

Двухуровневое кодирование микроопераций.

Первый уровень использует вертикальное кодирование, причем код микрооперации является адресом горизонтальной микрокоманды второго уровня - нанокоманды.



В нанокомандах используется горизонтальное кодирование.

Микрокоманды вместо закодированного номера сигнала управления содержат ссылку на соответствующую нанокоманду.

Пример:

Пусть в системе 200 управляющих сигналов, общая длина микропрограммы 2048 микрокоманд.

Тогда при горизонтальном кодировании $2048 * 200 = \underline{409600 \text{ бит}}$ – ёмкость управляющей памяти.

Предположим что реально используется только 256 сочетаний сигналов управления, тогда при двухуровневом микропрограммировании потребуется

$2048 * 8 = \underline{16384}$ – ёмкость памяти микропрограммы.

$256 * 200 = \underline{51200}$ – ёмкость памяти нанокоманд.

$16384 + 51200 = \underline{67584}$ - общая ёмкость управляющей памяти.

Другими словами нанопамять реализует функцию шифратора управляющих сигналов.

Недостаток - невысокое быстродействие, т.к. требуется два обращения к памяти – к памяти МП и к памяти НП.

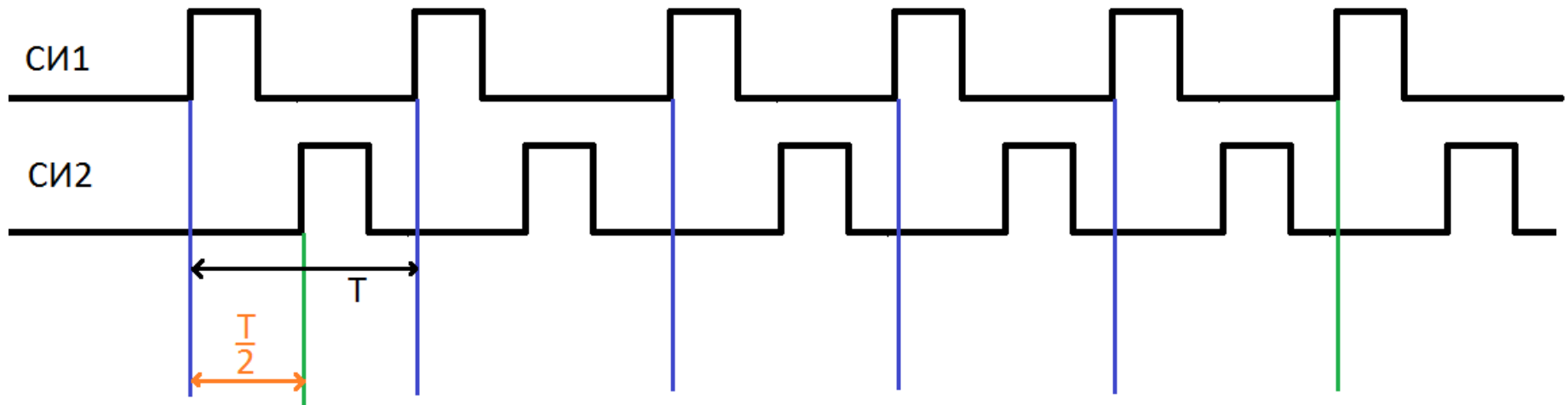
Однофазные многофазные микрокоманды.

Однофазные – все микрокоманды выполняются одновременно в течении одного такта.

Многофазные – такт разбивается на части – фазы, микротакты.

Число фаз синхронизации определяются максимальным числом синхроимпульсов в пределах такта.

Популярна двухфазная система синхронизации.



В зависимости от типа запоминающих устройств различают статическое и динамическое микропрограммирование.

В первом случае используется ПЗУ(ПЛМ).

Во втором случае ОЗУ.

Позволяет оперативно модифицировать микропрограмму меняя тем самым функциональные свойства ЭВМ, включая исходную систему команд.

Недостаток – энергозависимость, невысокое быстродействие.