

# Лекция 1

- 1. Понятия «схемотехника», «телекоммуникационные устройства».**
- 2. Телекоммуникационная система как микропроцессорная система. Основы построения микропроцессорных систем.**

# **Схемотехника**

# Понятие «схемотехника»

- **Схемотехника** - это научно-техническое направление, охватывающее проблемы проектирования и исследования схем электронных устройств радиотехники и связи, вычислительной техники и др.
- **Схемотехника** – это наука о проектировании и исследовании схем электронных устройств.

# Задачи схемотехники:

- **Синтез**: Т.е. создание схемы некоего устройства из отдельных деталей и блоков.
- **Анализ**: Т.е. исследование поведения и свойств большой системы на основе информации о свойствах ее составляющих.

# **Взаимосвязь схемотехники с электроникой.**

**В рамках электроники изучается работа и ведется разработка отдельных деталей: транзисторов, диодов, операционных усилителей.**

**В рамках схемотехники эти детали *ИСПОЛЬЗУЮТСЯ*. При этом для схемотехники неважно, как устроены электронные компоненты, в данном случае разработчика интересуют их параметры, т.е проектируемое устройство – это черный ящик с известными входными и выходными параметрами.**

# Взаимосвязь схемотехники с ТЭЦ.

ТЭЦ оперирует не самими компонентами, и их идеализированными моделями. Чтобы применить методы ТЭЦ к реальным условиям необходимо использовать эквивалентные схемы, содержащие только идеализированные модели.

Т.е. ТЭЦ дает для схемотехники методы для изучения процессов в электрических цепях.

# **Телекоммуникационные системы**

# Определение:

Телекоммуникационные системы (ТКС) - это структуры и средства, предназначенные для передачи больших объёмов информации (как правило, в цифровой форме) посредством специально проложенных линий связи или радиоэфира.

При этом предполагается обслуживание значительного количества пользователей систем (от нескольких тысяч). Телекоммуникационные системы включают такие структуры передачи информации, как телевидение (коллективное, кабельное, спутниковое, сотовое), телефонные сети общего пользования (ТфОП), сотовые системы связи (в том числе макро- и микро- сотовые), системы персонального вызова, спутниковые системы связи и навигационное оборудование, волоконные сети передачи информации.



# **Основные требования к ТКС:**

- 1.Открытость, т.е. возможность подключения дополнительного оборудования и каналов связи без изменения программных и технических средств существующих компонентов.**
- 2.Гибкость, т.е. сохранение работоспособности при изменении структуры в результате выхода из строя какого – либо оборудования.**
- 3.Эффективность, т.е. обеспечение требуемого качества обслуживания пользователей при минимальных затратах.**

**Для обеспечения этих свойств система организуется по многоуровневой схеме. За каждым уровнем закреплены программные и аппаратные модули, которые реализуют определенные функции обработки и передачи данных.**

# Архитектура телекоммуникационных систем:

6	Плоскость пользовательских услуг
5	Плоскость доступа
4	Плоскость телекоммуникационных услуг
3	Плоскость транспортировки
2	Плоскость систем передачи
1	Плоскость компонентов

# Плоскость компонентов

Является фундаментальной, так как решения, принятые на этом уровне определяют технические возможности вышележащих уровней.

Компоненты можно разделить на:

- Электрические и электронные;
- Оптоэлектронные и оптические;
- Программные.

# **Оптоэлектронные и оптические компоненты:**

- **Оптические волокна;**
- **Лазеры (полупроводниковые и волоконные);**
- **Фотодетекторы;**
- **Оптические усилители;**
- **Оптические маршрутизаторы и коммутаторы;**
- **Компенсаторы искажений оптических сигналов;**
- **Оптические процессоры.**

# **Программные компоненты**

**Представляют собой алгоритмическое обеспечение для электрических и оптических устройств, в которых реализуются последовательные или параллельные процедуры обработки сигналов (цифровая фильтрация, кроссовая коммутация, функции управления и т.д.)**

# **Электрические и электронные КОМПОНЕНТЫ:**

- **Металлические кабели и провода;**
- **Транзисторы;**
- **СБИС;**
- **Усилители;**
- **Регенераторы.**

# Плоскость систем передачи

Может быть представлена:

- Аналоговыми системами передачи;
- Цифровыми системами передачи плезиохронной цифровой иерархии;
- Цифровыми системами передачи синхронной цифровой иерархии;
- Оптическими системами передачи на основе волнового мультиплексирования либо на основе оптического мультиплексирования с разделением во времени.



# **Плоскость транспортировки**

**Рассматривает коммутируемые оптические и электрические тракты и каналы и предусматривает решения по автоматизированному созданию, вводу в эксплуатацию, контролю и защите трактов и секций с физическими и виртуальными каналами.**

# **Плоскость телекоммуникационных услуг**

**Обращена непосредственно к потребителям телекоммуникационных услуг. Услуги предоставляются средствами коммутации каналов (телефония) либо пакетами данных различной величины (Internet).**

# Плоскость доступа

Обеспечивает доступ терминалов пользователей к узлам предоставления услуг. При этом могут использоваться:

- Существующая инфраструктура низкочастотных линий (технологии xDSL);
- Технологии «волокно в дом» FTТх или пассивные оптические сети;
- Радиодоступ.

# **Плоскость пользовательских услуг**

**Отражает все известные и востребованные услуги электросвязи, к которым относятся:**

- Телефония с коммутацией каналов;**
- IP-телефония;**
- Видеосвязь и видеоконференции;**
- Internet;**
- Цифровое телевидение и т.д.**

# **В результате освоения дисциплины «Схемотехника ТКУ» студент должен**

## **Знать:**

- Теоретические основы построения, расчета и анализа электронных схем применительно к мультисервисным телекоммуникационным системам.
- Основные принципы построения микропроцессорных систем (МПС), особенности архитектуры универсальных и сигнальных микропроцессоров (МП).
- Особенности работы с программируемыми логическими интегральными схемами (ПЛИС).
- Интерфейсы МПС.
- Конкретные примеры реализации систем управления в телекоммуникационных системах с коммутацией каналов и коммутацией пакетов на базе МП и ПЛИС.

# **В результате освоения дисциплины «Схемотехника ТКУ» студент должен уметь:**

- **осуществлять анализ и синтез электронных схем,**
- **составлять программы на языках программирования высокого и низкого уровня для конкретных типов универсальных и сигнальных микропроцессоров,**
- **пользоваться аппаратными средствами разработки и отладки МП различных фирм - производителей.**

# **В результате освоения дисциплины «Схемотехника ТКУ» студент должен владеть:**

- **навыками чтения принципиальных схем;**
- **навыками пользования измерительными приборами при исследовании характеристик проектируемых устройств;**
- **уметь находить неисправности электронных схем и устранять их;**
- **иметь навыки обращения с современными персональными компьютерами и программным обеспечением, предназначенными для разработки и отладки проектируемых устройств.**

# **Основы построения микропроцессорных систем (МПС)**



# Классификация сверхбольших интегральных схем (СБИС)

## **1. Микропроцессоры:**

- универсальные;
- специализированные.

## **2. Микросхемы памяти:**

- адресного типа;
- буферного типа;
- Ассоциативного типа.

## **3. Микросхемы:**

- стандартные;
- заказные;
- программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).

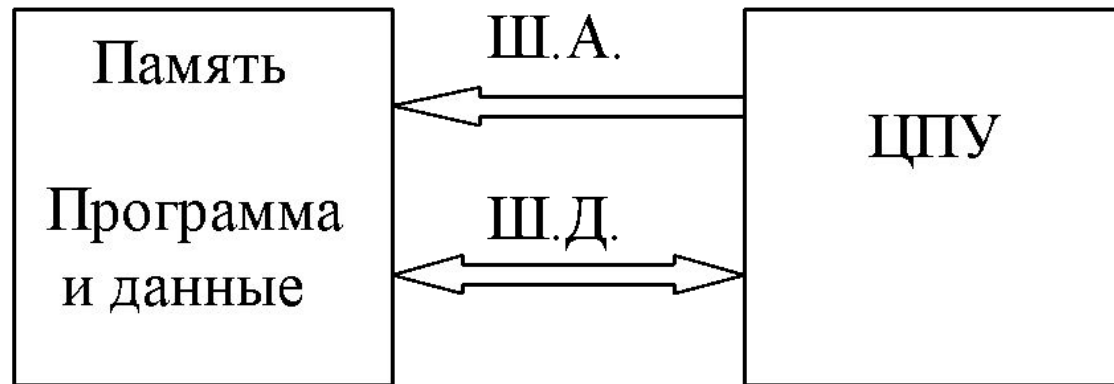
# Определение:

**Микропроцессорная система (МПС) - система, в которой реализован законченный процесс выполнения заданной программы, содержащая в качестве основных блоков (модулей): процессор, память, внешние устройства и интерфейсные схемы.)**

# Виды архитектур МПС

*Архитектура МП* – это состав, принцип действия, конфигурация и взаимные соединения основных узлов МП, кроме этого обзор возможностей программирования, форматов данных, системы команд и способов адресации данного МП.

*Архитектура фон Неймана (принстонская).*



# Виды архитектур МПС

*Американский математик Д. Фон Нейман (1903 -1957)* предложил концепцию вычислительной машины, которая лежит в основе большинства современных компьютеров. Система обладает единой памятью, в которой хранятся и команды программы и данные. В этой системе требуются три операции для выполнения команды МАС (умножение с накоплением):

- выборка из памяти команды;
- выборка из памяти первого операнда;
- выборка из памяти второго операнда.

## *Достоинства:*

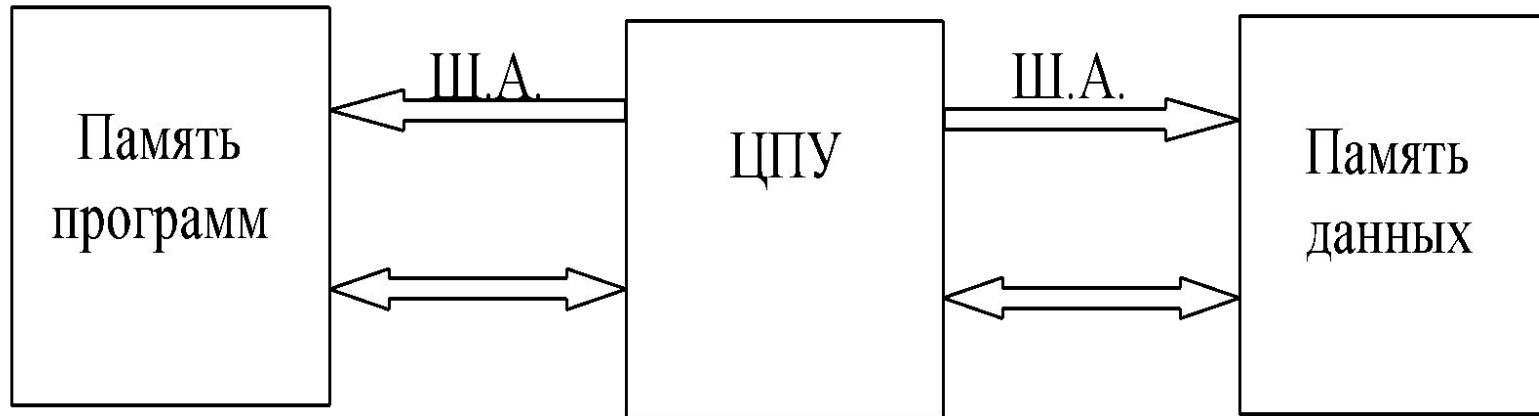
- простота;
- гибкое распределение памяти.

## *Недостатки:*

- низкое быстродействие.

# Виды архитектур МПС

*Гарвардская архитектура.*



# Виды архитектур МПС

Эта архитектура названа по работе, выполненной в 40 –е годы XX века в университете Гарварда под руководством Г. Айкена (1900 - 1973).

В соответствии с этой концепцией для хранения программы (команд) и данных используются различные устройства памяти. Соответственно в системе имеются два комплекта шин адреса и шин данных. В МП с гарвардской архитектурой можно одновременно производить операцию обращения к различным устройствам памяти, и для выполнения операции МАС требуются два цикла:

- одновременная выборка из памяти программы команды, а из памяти данных – первого операнда;
- выборка из памяти второго операнда.

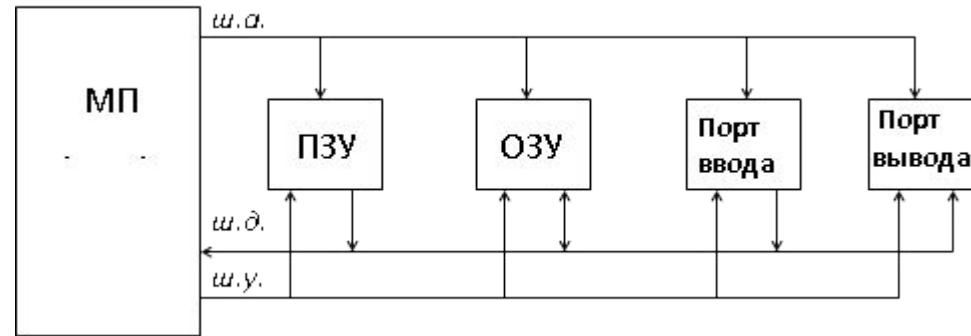
## *Достоинства*

- высокое быстродействие за счет параллельного обмена по двум шинам;

## *Недостатки:*

- усложнение архитектуры МП;
- невозможность гибкого распределения памяти.

# Структура МПС



**МП - микропроцессор**

**ПЗУ – постоянное запоминающее устройство**

**ОЗУ – оперативное запоминающее устройство**

**ш.а. – шина адреса**

**ш.д. – шина данных**

**ш.у. – шина управления**

# Принципы работы МПС

- **Магистральности** - определяет характер связей между функциональными блоками МПС, то есть все блоки соединяются единой системной шиной.
- **Модульности** - состоит в том, что система строится на основе ограниченного количества типов конструктивно и функционально законченных модулей.

**Оба этих принципа позволяют наращивать управляющие и вычислительные возможности МПС, путем подсоединения других модулей к системной шине.**

- **Микропрограммного управления** - состоит в возможности осуществлять элементарные операции, которые получили названия *микрокоманды* (например, сдвиги регистров, пересылки информации, логические операции). С их помощью был создан технический язык – ассемблер.



# Виды шин, их обозначение и назначение

Шина – это информационный канал, который объединяет все функциональные блоки МПС и обеспечивает обмен данными в виде двоичных чисел.

Конструкцией шина представляет собой  $n$  проводников и один общий провод (земля).

Данные по шине передаются в виде слов (байт), которые представляют собой 8 разрядные группы бит.

Бывают последовательные и параллельные шины.

В параллельной шине информационные биты передаются по отдельным линиям одновременно. Они выполняются в виде плоского кабеля.

В последовательной шине информационные биты передаются по одной линии последовательно во времени. Они выполняются в виде коаксиального или оптического кабеля.

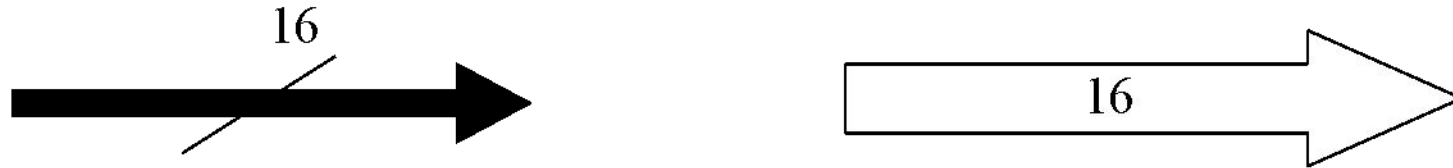
# Виды шин, их обозначение и назначение

Все блоки МПС связаны между собой системной магистралью (*system bus*), в которую входят:

- *ш.а.* – шина адреса (*address bus*);
- *ш.д.* – шина данных (*data bus*);
- *ш.у.* – шина управления (*control bus*);
- *ш.п.* – шина питания (*power bus*).

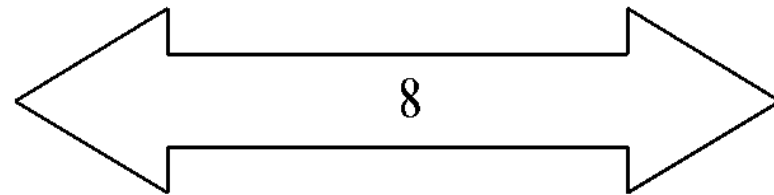
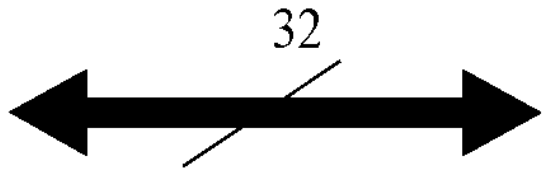
# Шина адреса

*Шина адреса* служит для определения номера (адреса), устройства, с которым МП обменивается информацией в данный момент. Каждому устройству (кроме МП), каждой ячейке памяти в МПС присваивается свой номер (адрес). При выставлении МП на шине адреса какого – либо устройства, это устройство понимает, что ему предстоит обмен информацией. Шина адреса параллельная однонаправленная:



# Шина данных

*Шина данных* – это основная шина МПС, которая используется для передачи информационных кодов между всеми модулями системы. Обычно в пересылке данных участвует ЦПУ, которое передает код данных в какое – либо устройство или ячейку памяти, или же наоборот, принимает кода данных из какого – то устройства или ячейки памяти. Но возможен обмен информацией и без участия ЦПУ. Шина данных всегда параллельная двунаправленная.



# Шина управления

*Шина управления* – в отличии от шин адреса и данных состоит из отдельных управляющих сигналов. Каждый из этих сигналов во время обмена данными имеет свою функцию. Некоторые сигналы служат для определения момента времени, когда информационный код выставляется на шину данных (стробирование). Другие используются для подтверждения приема, сброса устройств в исходное состояние, для синхронизации работы всех устройств. Хотя направление управляющих сигналов может быть разным, однако шина управления не является однонаправленной, поскольку для сигналов различного направления используются отдельные линии. Обозначается шина также как параллельная однонаправленная.

# Шина питания

*Шина питания* не предназначена для передачи данных. Ее функция – подача питания в систему. Она состоит из линий питания и общего провода (земля). В МСП может быть как один, так и несколько источников питания. Каждому напряжению питания соответствует своя линия. Все модули подключаются к этим линиям параллельно.

# Виды памяти

*Микросхемы памяти (запоминающие устройства (ЗУ))* – служат для хранения информации и обмена ею с другими цифровыми устройствами.

- *Оперативные ЗУ* хранят данные, участвующие в обмене при исполнении текущей программы, которые могут быть изменены в произвольный момент времени. Запоминающие элементы ОЗУ, как правило, не обладают энергонезависимостью.
- *В постоянном ЗУ* содержимое либо вообще не изменяется, либо изменяется, но редко и в специальном режиме. Для рабочего режима это «память только для чтения». ПЗУ программируются при изготовлении методами интегральной технологии.

# Параметры ЗУ

- ***Информационная емкость*** – максимально возможный объем хранимой информации. Выражается в битах (словах, байтах). Бит хранится запоминающим элементом (ЗЭ), а слово (байт) – запоминающей ячейкой (ЗЯ), т.е. группой ЗЭ, к которым возможно лишь одновременное обращение. Измеряется в Килобитах ( $2^{10} = 1024$ ), мегабитах ( $2^{20} = 1048576$ ).





# Параметры ЗУ

**Быстродействие (производительность)** – оценивается временем считывания, записи и длительностью цикла чтения/ записи.

**Время считывания** – это интервал между моментами появления сигнала считывания и слова на выходе ЗУ.

**Время записи** – интервал после появления сигнала записи, достаточный для установления ЗЯ в состояние, задаваемое входным словом.

**Минимально допустимый интервал** между последовательными чтениями или записями образуют соответствующий цикл (чтения или записи). Длительности циклов могут превышать время чтения или записи, так как после этих операций может потребоваться время для восстановления необходимого начального состояния ЗУ.

# Параметры ЗУ

Для современных ЗУ существует ряд дополнительных параметров, это связано с более сложным способом доступа к хранимым данным, когда обращение к первому слову некоторой группы данных (пакета) требует большего времени, чем к последующим:

- *Время доступа при первом обращении;*
- *Темп передачи для последующих слов пакета;*
- *Полоса пропускания (производительность) – это произведение числа считываемых (записываемых) в секунду слов на их разрядность.*

Например: ЗУ с темпом передачи слов 100 МГц и при их разрядности 8 битов имеет полосу пропускания 800 МГц.

# Функции устройств ввода/вывода

*Устройства ввода/вывода* – это устройства, предназначенные для ввода информации в МП или вывода информации из него. Примерами УВВ являются дисплеи, печатающие устройства, клавиатура, ЦАПы, реле, коммутаторы.

- Для соединения УВВ с системной шиной их сигналы должны соответствовать определенным стандартам, что реализуется с помощью *интерфейсов ввода/вывода (ИВВ)*.

- *ИВВ* называют также *контроллерами или адаптерами*. МП обращается к интерфейсам с помощью специальных команд. При этом МП выставляет на шину адреса адрес интерфейса, а по шине данных считывает информацию с устройства ввода, или, наоборот, записывает ее в устройство вывода.

# Функции ЦПУ (МП)

Модуль центрального процессорного устройства осуществляет обработку данных и управляет всеми остальными модулями системы. ЦПУ, кроме БИС МП, содержит схемы синхронизации и интерфейса с системной шиной.

## *ЦПУ осуществляет:*

- выборку команд из памяти;
- дешифрацию команд;
- выполнение команд.

Команды хранятся в ПЗУ. Каждую команду можно разбить на две составляющие:

- операцию, то есть то, что надо выполнить;
- операнд, то есть то над чем выполняется действие (пример: MOV A,B).

# Режимы работы МПС

**1. Программный обмен данными – основной режим работы МПС.**

**2. Обмен по прерываниям-** используется тогда, когда необходима реакция МП на какое – либо внешнее воздействие. Например, если это персональный компьютер, то нажатие клавиши клавиатуры, должно привести к выводу на экран монитора символа.

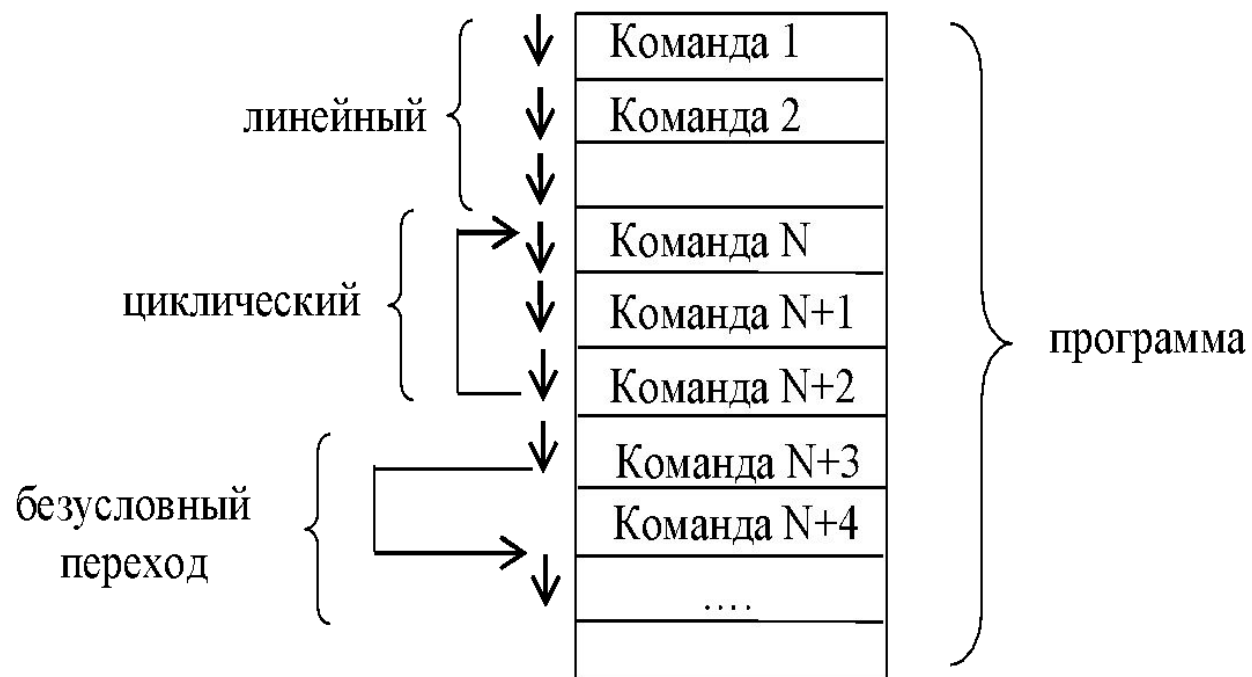
**Организовать ответ на внешнее событие можно 2 способами:**

- с помощью постоянного программного контроля факта наступления события (опрос флага);

-с помощью прерывания.

**3. Режим прямого доступа к памяти.**

# Программный обмен информацией



# Программный обмен информацией

Является основным в любой МПС. В этом случае МП является единственным владельцем системной шины. Все операции устанавливаются только МП. Все они выполняются в строгом порядке, определенном программой. Ни на какие внешние события МП не реагирует.

Путь МП по программе может быть:

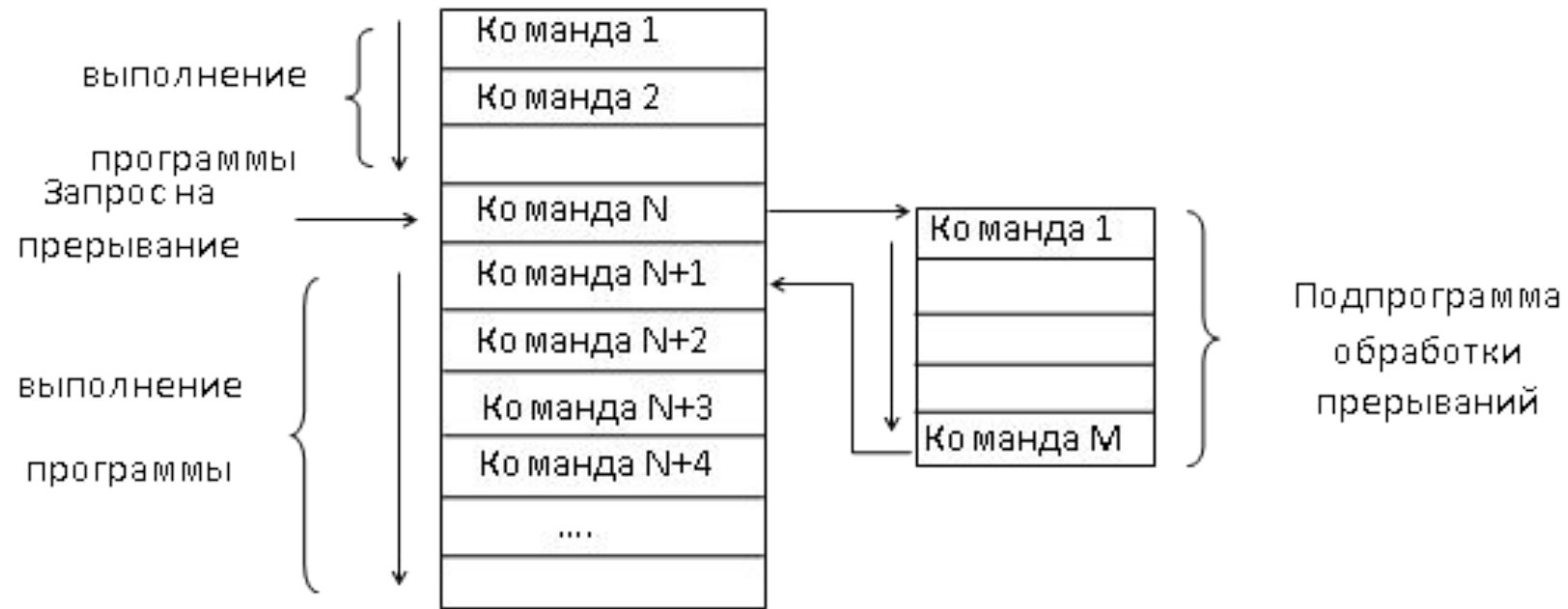
- линейным;
- циклическим;
- может содержать условные и безусловные переходы.



# Опрос флага

*Опросом флага* реализуется в МПС с помощью постоянного мониторинга микропроцессором регистра признаков (флагов), с которым связан порт ввода. К этому порту подключено внешнее устройство, на поведение которого надо срочно реагировать.

# Обработка прерываний



# Обработка прерываний

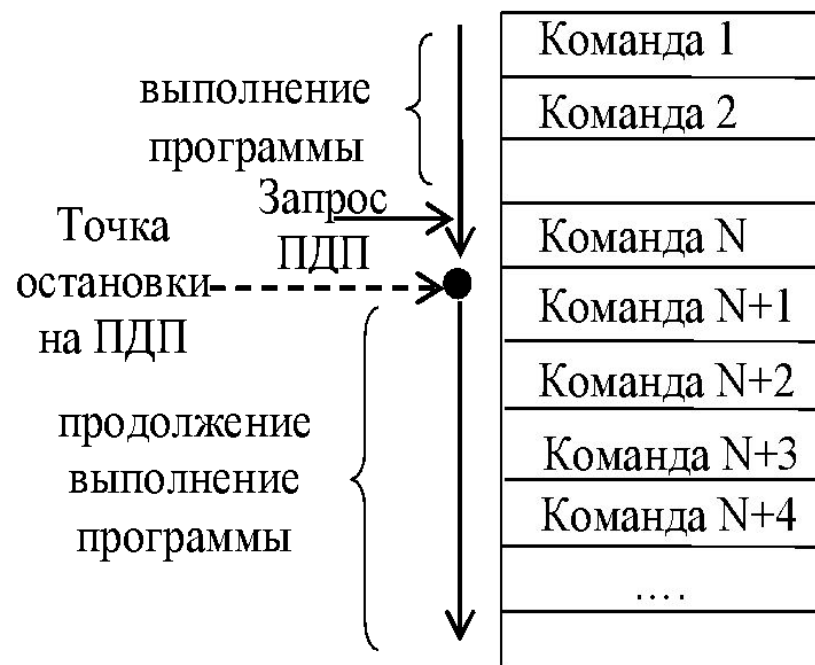
*В режиме прерывания микропроцессор*, получивший запрос на прерывание от ВУ, заканчивает выполнение текущей программы и переходит к подпрограмме обработки прерывания. Закончив ее выполнение, МП возвращается к прерванной программе с той точки, где его прервали. Как и в случае программного обмена здесь все сигналы на системной шине выставляет МП.

Для обслуживания прерываний в МПС иногда вводится специальный модуль – контроллер прерываний, но он в обмене информацией не участвует. Его задача состоит в том, чтобы упростить работу МП с внешними запросами прерываний. Этот контроллер программно управляется МП по системной шине.

# Обработка прерываний

***Ускорения работы МПС использование прерываний не дает.*** Его использование позволяет отказаться от постоянного опроса флагов внешнего события и временно, до наступления внешнего события занять МП выполнением какой – либо задачи.

# Прямой доступ к памяти

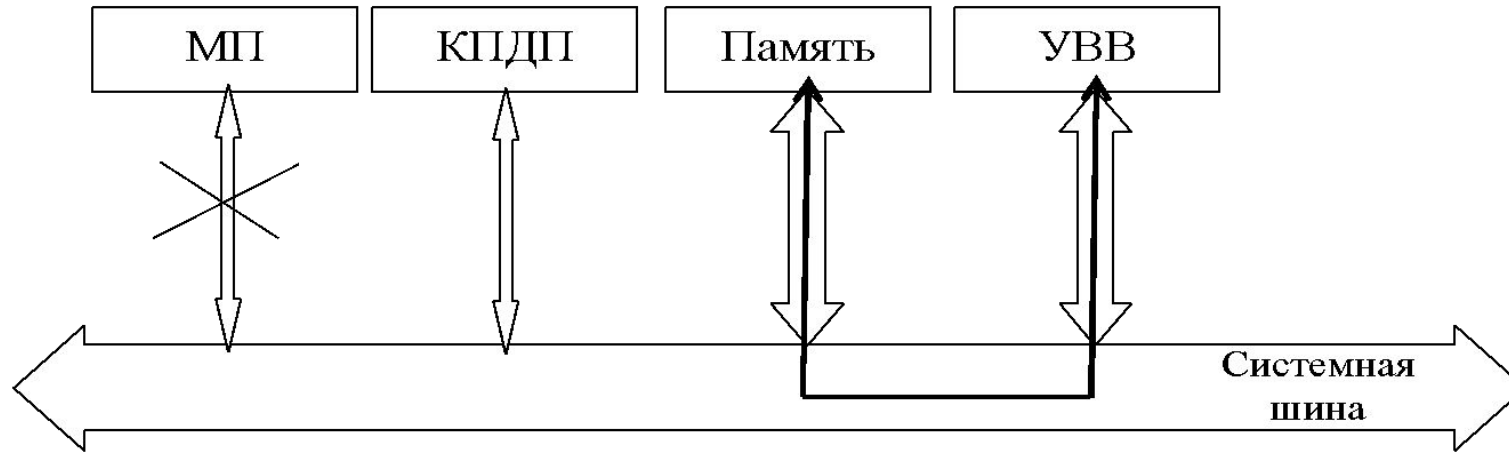


# Прямой доступ к памяти

Это режим, при котором обмен информацией по системной шине идет без участия МП. ВУ требующие обслуживания сигнализируют МП, что режим ПДП необходим. В ответ на это МП заканчивает выполнение текущей команды и отключается от внешних шин. После это он сигнализирует запросившему устройству, что обмен в режиме ПДП можно начинать.

Операция ПДП сводится к пересылке информации из УВВ в память или же наоборот. Когда пересылка данных будет закончена МП вновь возвратится к прерванной программе продолжая ее с той точки, где его прервали.

# Прямой доступ к памяти



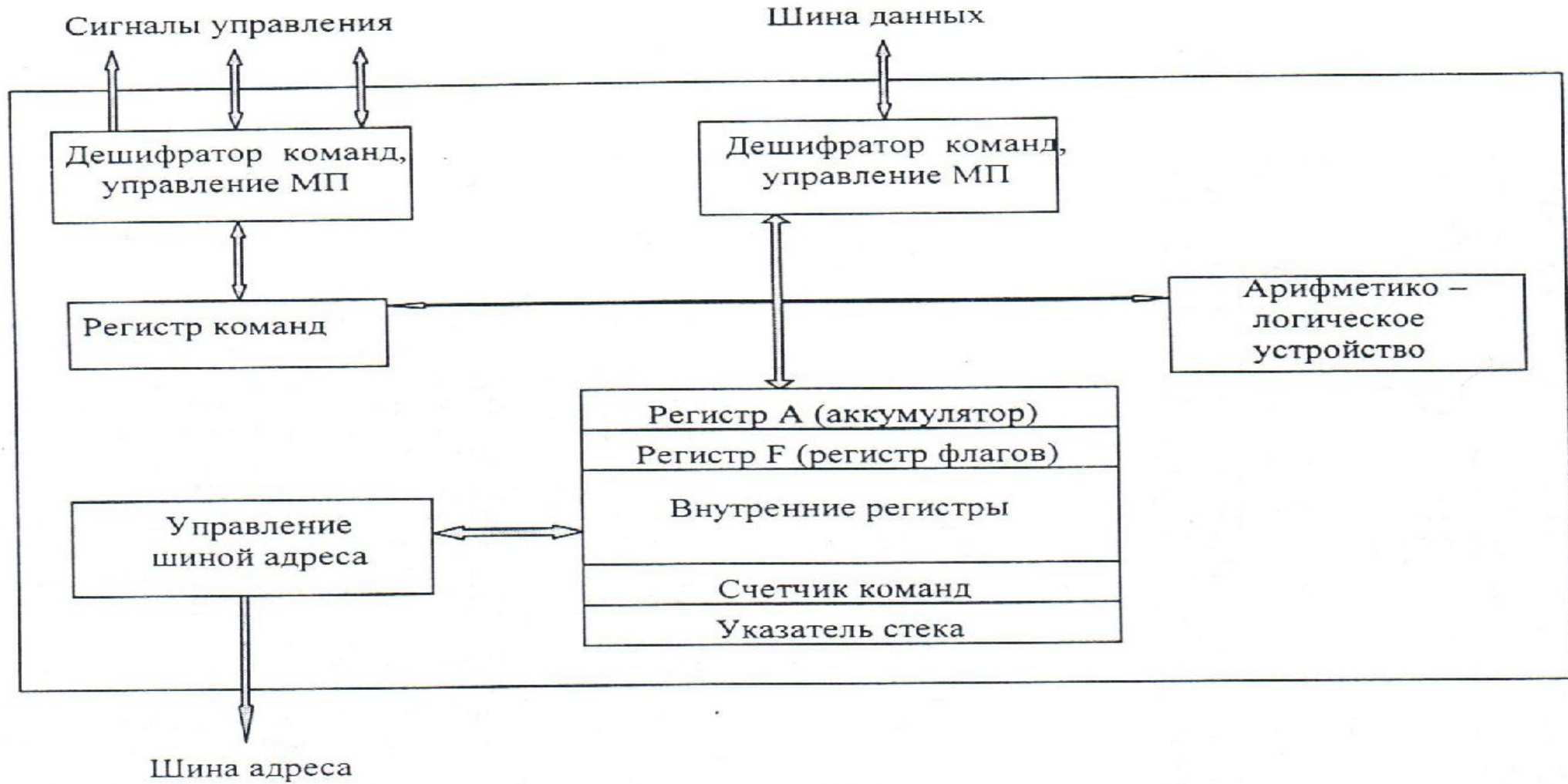
# Прямой доступ к памяти

*При ПДП* требуется введение в систему дополнительного устройства – **контроллера ПДП**, которое будет осуществлять полноценный обмен по системной шине, без участия МП. Причем МП предварительно сообщает контроллеру ПДП откуда ему следует брать и куда помещать информацию.

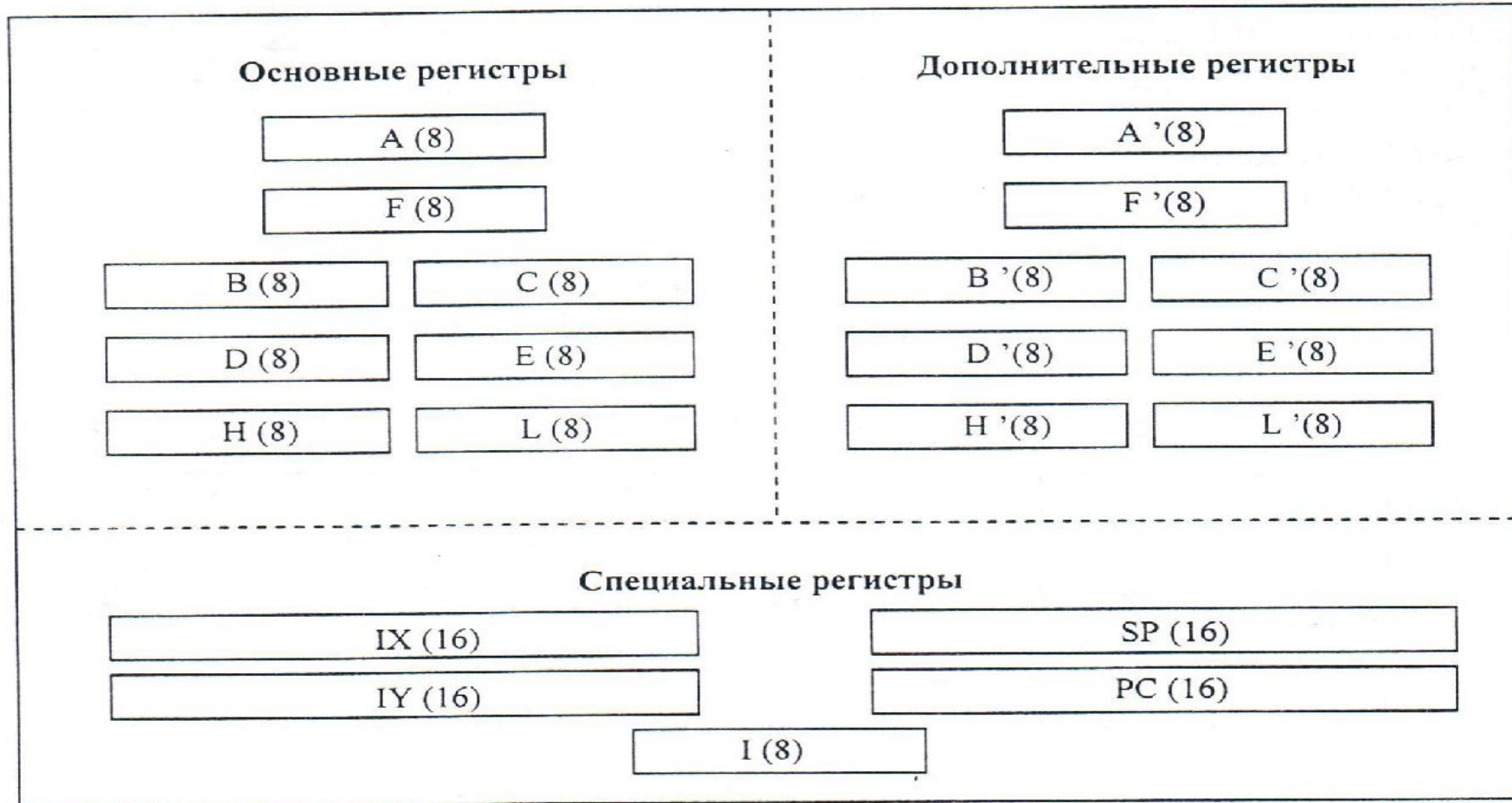
КПДП представляет собой специализированный МП и чаще всего входит в состав устройств ввода вывода. Он не участвует в обмене данными, не принимает в себя информацию и не выдает ее.



# Архитектура ЦПУ



# Регистры МП Z-80



# Регистр флагов МП Z-80

