

Дисциплина

«Основы микропроцессорной техники»

Целью дисциплины является изучение структуры однокристалльного микропроцессора, основ программирования микропроцессора, знакомство с микропроцессорными системами, подсистемами памяти и ввода-вывода.

Задачами дисциплины являются: освоение ключевых понятий микропроцессорной техники. Для этого рассматриваются особенности систем различных уровней сложности и различного назначения, принципы архитектурных решений, способы и средства организации обмена информацией.

Структура курса

Раздел 1. Базовые принципы построения микропроцессоров и микропроцессорных систем

Тема 1. Общие вопросы организации микропроцессорных систем.

Тема 2. Способы адресации и система команд микропроцессора.

Раздел 2. Подсистемы памяти и ввода-вывода

Тема 3. Подсистема памяти.

Тема 4. Подсистема ввода-вывода

Дисциплина

«Основы микропроцессорной техники»

Литература

Мочалов М.Ю., Малинин Г.В. Основы микропроцессорной техники: Учебное пособие. - Чебоксары: изд-во Чуваш. ун-та, 2004. - 104 с.

Новиков Ю. В. Основы микропроцессорной техники: учебное пособие / Новиков Ю. В., Скоробогатов П. К. - 4-е изд., испр. - М.: Бином. Лаб. знаний, Интернет-ун-т информ. технологий, 2009. - 357с.

Токхайм Р. Микропроцессоры: Курс и упражнения: Пер. с англ. /Под. ред. В.Н. Грасевича. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 336 с.

Щелкунов Н.Н., Дианов А.П. Микропроцессорные средства и системы. - М.: Радио и связь, 1989. – 288 с.

**Тема 1. Общие вопросы организации
микропроцессорных систем**

Основные понятия

Микропроцессор (МП) - функционально-завершенное, универсальное программно-управляемое устройство цифровой обработки данных, выполненное в виде одной или нескольких микропроцессорных БИС.

Микропроцессорные системы (МС) - цифровые устройства или системы обработки данных, контроля и управления, построенные на базе одного или нескольких МП.

Однокристалльный МП - микропроцессор, выполненный в виде одной БИС и осуществляющий программно-управляемый процесс обработки цифровой информации с фиксированной разрядностью. Для расширения функциональных возможностей однокристалльного МП его дополняют другими типами микросхем, составляющих *микропроцессорный комплект ИС* и *микропроцессорный набор* данного МП.

Микропроцессорный комплект ИС - совокупность микропроцессорных и других ИС, совместимых по архитектуре, конструктивному исполнению и электрическим параметрам и обеспечивающих возможность совместного применения.

Микропроцессорный набор - совокупность микропроцессорных и других ИС микропроцессорного комплекта, номенклатура и количество которых необходимы и достаточны для построения конкретного изделия вычислительной или управляющей техники.

Классификация микропроцессоров

Микропроцессоры разбивают на два большие класса:

=> процессоры *общего назначения*, или *универсальные* микропроцессоры;

=> *специализированные* процессоры, среди которых наиболее широкое распространение получили *микроконтроллеры*, *цифровые сигнальные процессоры* и *медийные процессоры*.

Микропроцессоры общего назначения. Этот класс процессоров предназначен для решения широкого круга задач обработки разнообразной информации и находит применение в персональных компьютерах, рабочих станциях, серверах и других цифровых системах массового применения.

Микроконтроллеры. Этот класс специализированных микропроцессоров ориентирован на применение в качестве устройств или систем управления, встраиваемых в разнообразную (в том числе и бытовую) аппаратуру. Особенностью микроконтроллеров является размещение на одном кристалле, помимо центрального процессора, внутренней памяти и большого набора периферийных устройств.

Цифровые сигнальные процессоры. Этот класс специализированных микропроцессоров предназначен для цифровой обработки поступающих аналоговых сигналов в реальном времени.

Медийные процессоры. Этот тип процессоров предназначен для обработки аудио-сигналов, графики, видеоизображений, а также для решения ряда коммуникационных задач в мультимедиа-компьютерах, игровых приставках, бытовых приборах и др.

Классификация микропроцессорных систем

Сформировалось несколько типов микропроцессорных систем, различающихся мощностью, универсальностью, быстродействием и структурными отличиями.

Основные типы следующие:

- ✓ микроконтроллеры — наиболее простой тип микропроцессорных систем, в которых все или большинство узлов системы выполнены в виде одной микросхемы;
- ✓ контроллеры — управляющие микропроцессорные системы, выполненные в виде отдельных модулей;
- ✓ микрокомпьютеры — более мощные микропроцессорные системы с развитыми средствами сопряжения с внешними устройствами.
- ✓ компьютеры (в том числе персональные) — самые мощные и наиболее универсальные микропроцессорные системы.

Что такое микропроцессор?

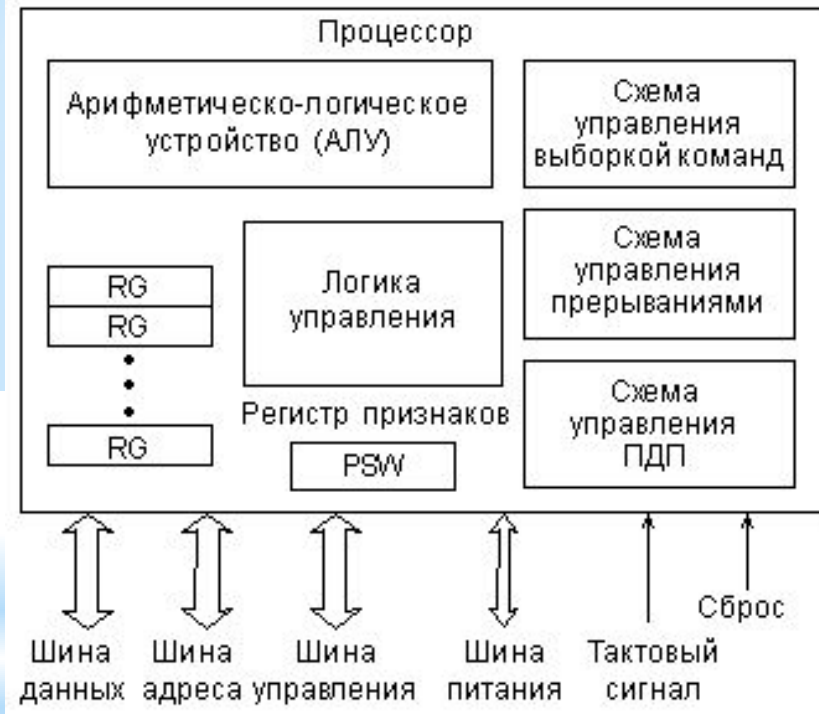
Микропроцессор — это тот узел, блок, который производит всю обработку информации внутри микропроцессорной системы. Остальные узлы выполняют всего лишь вспомогательные функции: хранение информации, связи с внешними устройствами, связи с пользователем и т.д.

Все свои операции процессор выполняет **последовательно**, то есть одну за другой, по очереди.

Микропроцессор работает под управлением программы. Программа представляет собой набор команд (инструкций), то есть цифровых кодов, расшифровав которые, процессор узнает, что ему надо делать.

Все команды, выполняемые процессором, образуют *систему команд процессора*. Структура и объем системы команд процессора определяют его быстродействие, гибкость, удобство использования.

Структура типового микропроцессора



Внутренняя структура микропроцессора

Схема управления выборкой команд выполняет чтение команд из памяти и их дешифрацию.

Арифметико-логическое устройство (или АЛУ, ALU) предназначено для обработки информации в соответствии с полученной процессором командой.

Регистры процессора представляют собой по сути ячейки очень быстрой памяти и служат для временного хранения различных кодов: данных, адресов, служебных кодов.

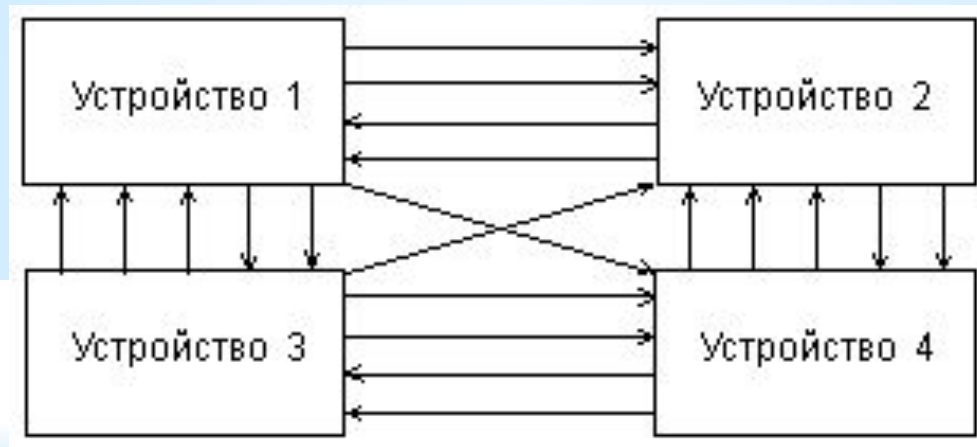
Регистр признаков (**регистр состояния**) также является внутренним регистром процессора. Содержащаяся в нем информация — это не данные, не адрес, а слово состояния процессора (PSW — Processor Status Word). Каждый бит этого слова (флаг) содержит информацию о результате предыдущей команды.

Схема управления прерываниями обрабатывает поступающий на процессор запрос прерывания, определяет адрес начала программы обработки прерывания (адрес вектора прерывания), обеспечивает переход к этой программе. По окончании программы обработки прерывания процессор возвращается к прерванной программе.

Схема управления прямым доступом к памяти служит для временного отключения процессора от внешних шин и приостановки работы процессора на время предоставления прямого доступа запросившему его устройству.

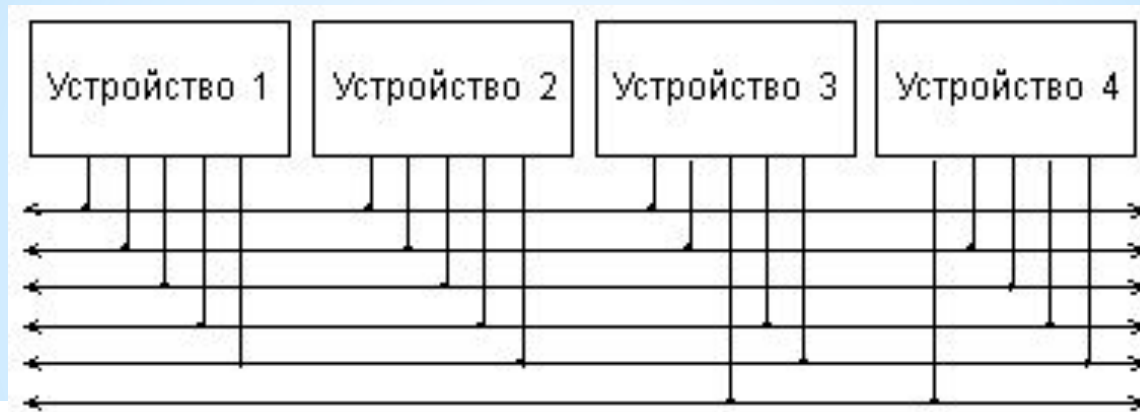
Логика управления организует взаимодействие всех узлов процессора, перенаправляет данные, синхронизирует работу процессора с внешними сигналами, а также реализует процедуры ввода и вывода информации.

Шинная структура связей



Классическая структура связей

При классической структуре связей все сигналы и коды между устройствами передаются по отдельным линиям связи. Каждое устройство, входящее в систему, передает свои сигналы и коды независимо от других устройств. При этом в системе получается очень много линий связи и разных протоколов обмена информацией.



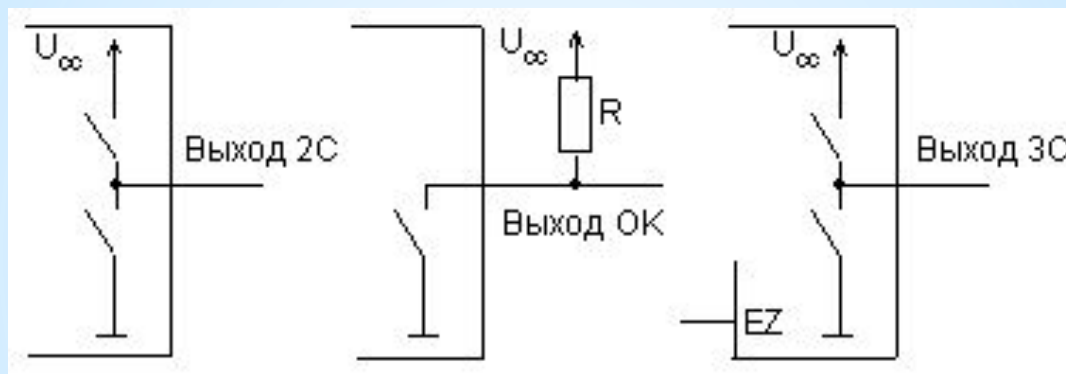
Шинная структура
связей

При шинной структуре связей все сигналы между устройствами передаются по одним и тем же линиям связи, но в разное время (мультиплексированная передача). Причем передача по всем линиям связи может осуществляться в обоих направлениях (так называемая двунаправленная передача). Группа линий связи, по которым передаются сигналы или коды, называется шиной (англ. bus).

Достоинство: все устройства, подключенные к шине, должны принимать и передавать информацию по одним и тем же правилам (протоколам обмена информацией по шине). Соответственно, все узлы, отвечающие за обмен с шиной в этих устройствах, должны быть единообразны, унифицированы.

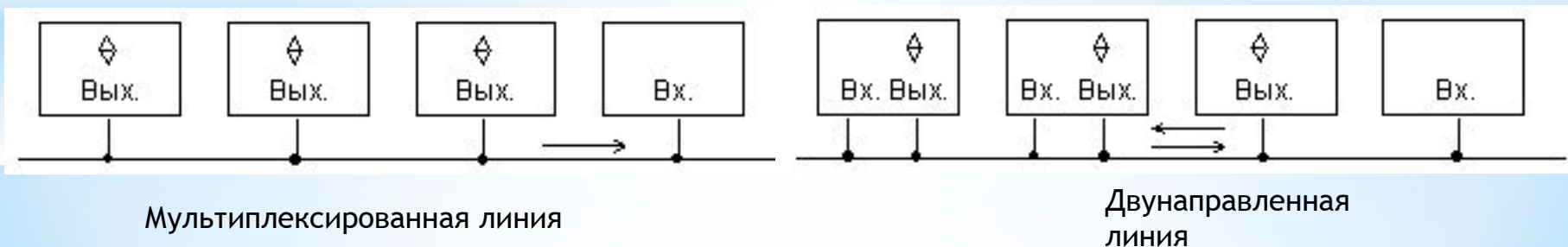
Недостаток: все устройства подключаются к каждой линии связи параллельно. Поэтому любая неисправность любого устройства может вывести из строя всю систему, если она портит линию связи.

Выходные каскады цифровых микросхем

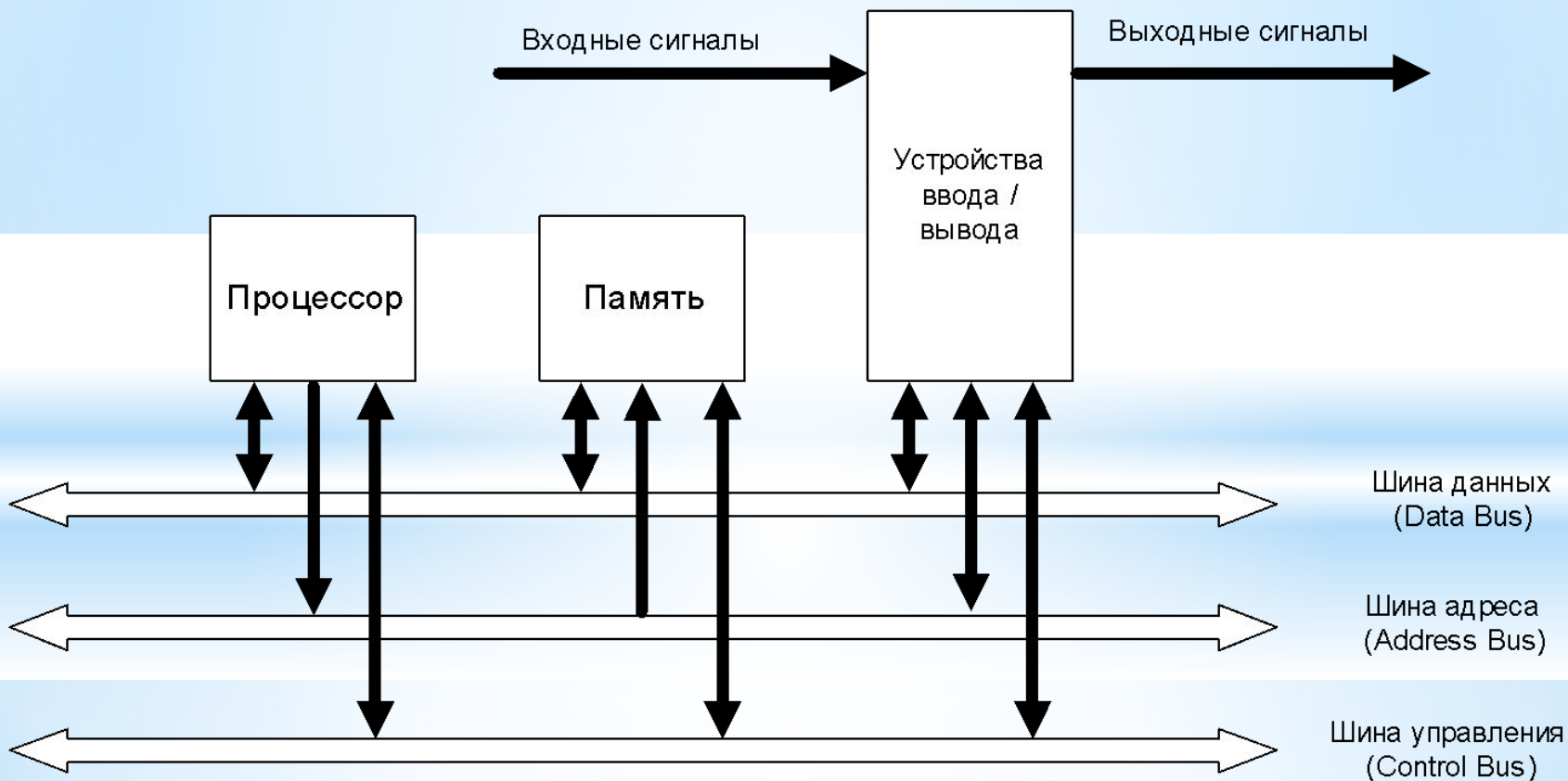


а) б) в)

- ✓ стандартный выход или выход с двумя состояниями (а);
- ✓ выход с открытым коллектором (б);
- ✓ выход с тремя состояниями или (что то же самое) с возможностью отключения (в)



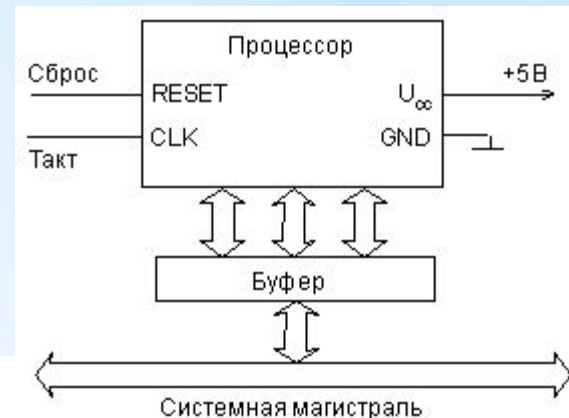
Структура микропроцессорной системы



Функции устройств МПС

Функции процессора

Важнейшие характеристики процессора — это количество разрядов его шины данных, количество разрядов его шины адреса и количество управляющих сигналов в шине управления. Разрядность шины данных определяет скорость работы системы. Разрядность шины адреса определяет допустимую сложность системы. Количество линий управления определяет разнообразие режимов обмена и эффективность обмена процессора с другими устройствами системы.



Основные функции любого процессора следующие:

- выборка (чтение) выполняемых команд;
- ввод (чтение) данных из памяти или устройства ввода/вывода;
- вывод (запись) данных в память или в устройства ввода/вывода;
- обработка данных (операндов), в том числе арифметические операции над ними;
- адресация памяти, то есть задание адреса памяти, с которым будет производиться обмен;
- обработка прерываний и режима прямого доступа.

Функции памяти

Память микропроцессорной системы выполняет функцию временного или постоянного хранения данных и команд.

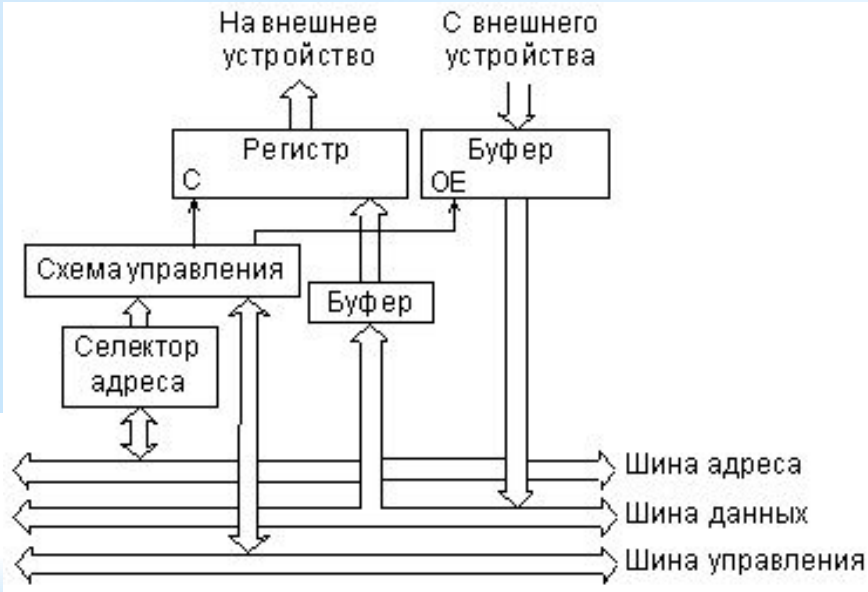
Информация в памяти хранится в ячейках, количество разрядов которых равно количеству разрядов шины данных процессора. Допустимое количество ячеек памяти определяется количеством разрядов шины адреса как 2^N , где N — количество разрядов шины адреса. Например, если память имеет 65 536 ячеек, каждая из которых 16-разрядная, то говорят, что память имеет объем 128 Кбайт: 2^{16} ячеек \times 2 байта = 2^{17} байт = $2^7 \times 2^{10}$ = 128 кБ.

Совокупность ячеек памяти называется обычно **пространством памяти** системы.

Для подключения модуля памяти к системной магистрали используются блоки сопряжения, которые включают в себя дешифратор (селектор) адреса, схему обработки управляющих сигналов магистрали и буферы данных.



Функции устройств ввода-вывода



Входной порт (порт ввода) в простейшем случае представляет собой параллельный регистр, в который процессор может записывать информацию. Выходной порт (порт вывода) обычно представляет собой просто однонаправленный буфер, через который процессор может читать информацию от внешнего устройства.

При обращении со стороны магистрали селектор адреса распознает адрес, приписанный данному устройству ввода/вывода. Схема управления выдает внутренние стробы обмена в ответ на магистральные стробы обмена. Входной буфер данных обеспечивает электрическое согласование шины данных с этим устройством (буфер может и отсутствовать). Данные из шины данных записываются в регистр по сигналу С и выдаются на внешнее устройство. Выходной буфер данных передает входные данные с внешнего устройства на шину данных магистрали в цикле чтения из порта.

Каждому устройству ввода/вывода отводится свой адрес в адресном пространстве микропроцессорной системы. Дублирование адресов должно быть исключено, за этим должны следить разработчик и пользователь микропроцессорной системы.

Группы устройств ввода/вывода:

- устройства интерфейса пользователя (ввода информации пользователем и вывода информации для пользователя);
- устройства ввода/вывода для длительного хранения информации;
- таймерные устройства.

По форматам используемых команд

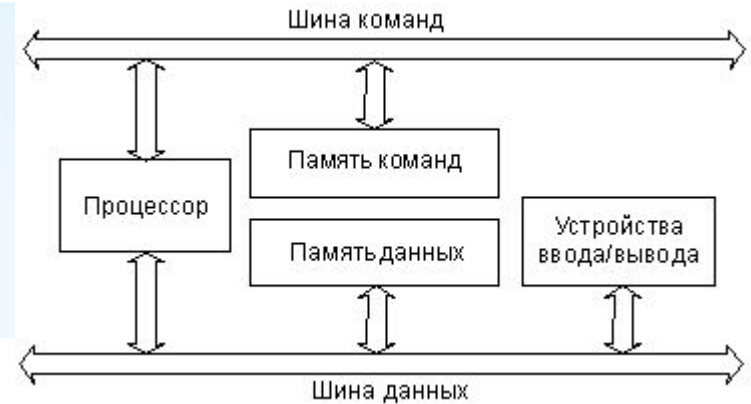
| CISC — Complex Instruction Set Computer (компьютер с полным набором команд) | RISC — Reduced Instruction Set Computer (компьютер с сокращенным набором команд) |
|---|--|
| Полный набор сложных команд разной длины (формата) с использованием многочисленных способов адресации | Сокращенный набор простых команд фиксированной длины (формата) с использованием ограниченного числа способов адресации |
| Выборка команды из памяти осуществляется побайтно в течение нескольких машинных циклов . Время выполнения каждой команды с учетом времени выборки в большинстве случаев составляет от 1 до 10 циклов | Выборка из памяти и исполнение подавляющего большинства команд осуществляются за один машинный цикл . Благодаря этому возможно повышение производительности |
| Требуемая операция выполняется выбором наиболее подходящей команды , что позволяет реализовать эффективные алгоритмы решения различных задач | Сложная операция выполняется как последовательность отдельных команд . Используются более сложные алгоритмы для решения задач |
| CISC-процессоры имеют: небольшое количество регистров общего назначения (обычно 8-16); более сложные схемы управления и структуру в целом | RISC-процессоры имеют: увеличенный объем внутренней регистровой памяти (от десятков до нескольких сотен регистров); более простое схемное решение |

По способу организации выборки команд и данных

Принстонская архитектура
(с общей шиной команд и данных)



Гарвардская архитектура
(с отдельными шинами команд и данных)



Для хранения программ (команд) и данных, а также для организации стека используется общая **оперативная память** (ОЗУ). Наличие общей памяти позволяет эффективно использовать имеющийся объем оперативной памяти в каждом конкретном случае применения микропроцессора

Команды и данные поступают из памяти в процессор по **общей шине**. Раздельная выборка команд и данных из общей памяти и передача их по одной шине ограничивает производительность процессора

Принципы Принстонской архитектуры реализуются **во внешней** структуре большинства микропроцессорных систем

Более **простое** схемное решение (память, шинный интерфейс, схемы управления)

Для хранения программ (команд) и данных, а также для организации стека используются **отдельные модули памяти** (ПЗУ и ОЗУ). Фиксированный объем памяти, выделенной для команд и данных, не может перераспределяться в соответствии с требованиями решаемой задачи

Команды и данные поступают из памяти в процессор по **раздельным шинам**, что позволяет одновременно с чтением-записью данных при выполнении текущей команды производить выборку и декодирование следующей команды

Широко применяется **во внутренней** структуре современных высокопроизводительных микропроцессоров с отдельной кэш-памятью для хранения команд и данных

Более **сложное** схемное решение