

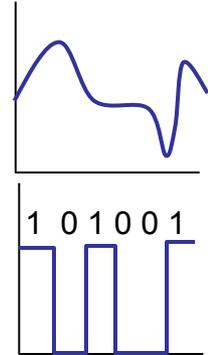
Принципы Построения Компьютеров

Основные принципы

Определения

Компьютер (*computer*) – это программируемое электронное устройство для обработки числовых и символьных данных.

- **аналоговые** компьютеры – складывают и умножают аналоговые (непрерывные) сигналы
- **цифровые** компьютеры – работают с цифровыми (дискретными) данными.



Hardware – аппаратное обеспечение, «железо».

Software – программное обеспечение, «софт».

Определения

Программа – это последовательность команд, которые должен выполнить компьютер.

Команда – это описание операции (1...4 байта):

- код команды
- операнды – исходные данные (числа) или их адреса
- результат (куда записать).

Типы команд:

- **безадресные** (1 байт) `inc AX` – увеличить *регистр* AX на 1
регистр – ячейка быстродействующей памяти, расположенная в процессоре

- **одноадресные** (2 байта) `add AX, 2` $AX \leftarrow AX + 2$

add ax,	2
---------	---

- **двухадресные** (3 байта)

add	X	2
-----	---	---

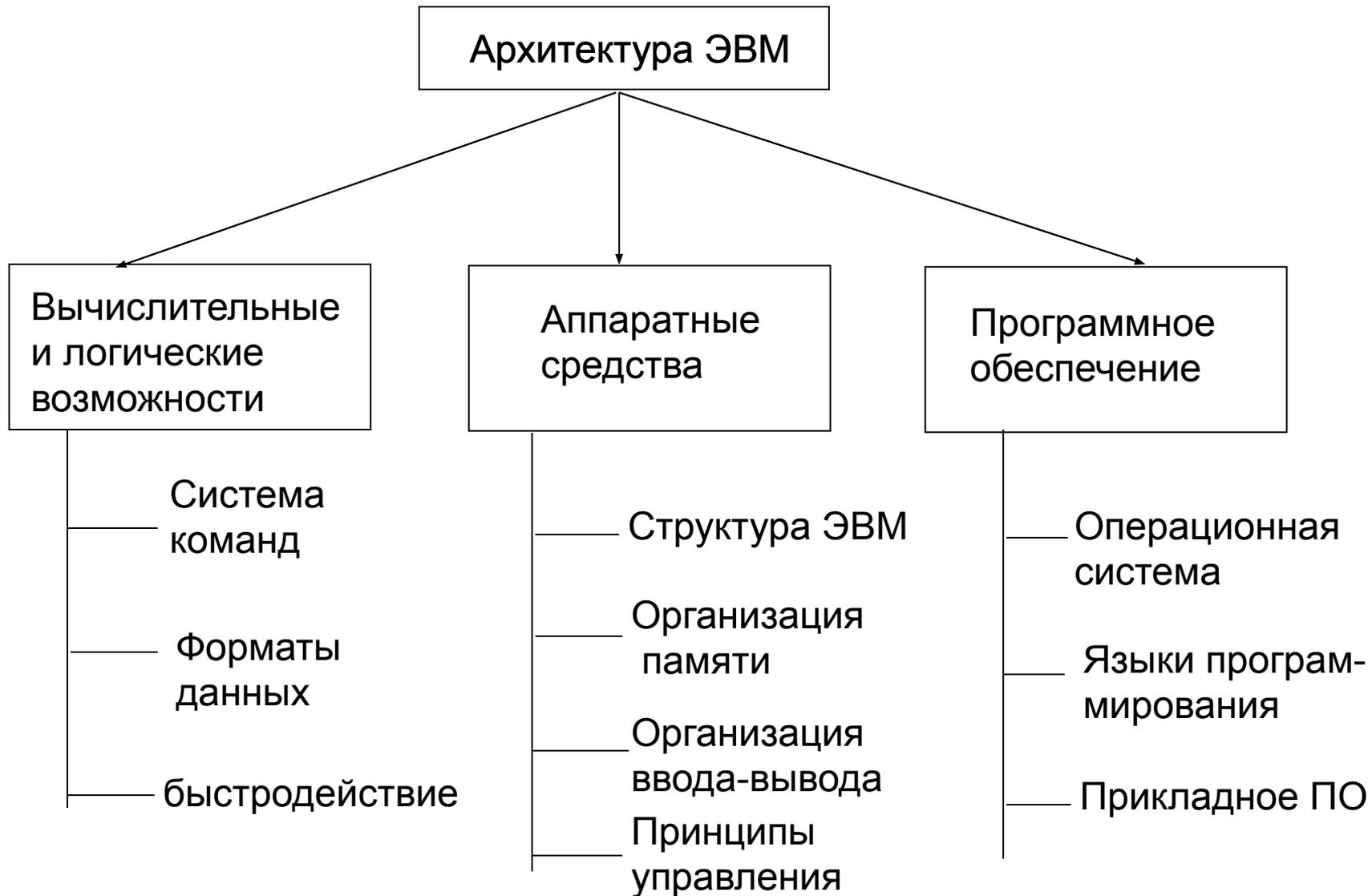
 $X \leftarrow X + 2$

- **трехадресные** (4 байта)

add	X	2	Y
-----	---	---	---

 $Y \leftarrow X + 2$

Архитектурой компьютера называется его описание на некотором общем уровне, включающее описание пользовательских возможностей программирования, системы команд, системы адресации, организации памяти и т.д. Архитектура определяет принципы действия, информационные связи и взаимное соединение основных логических узлов компьютера: процессора, оперативного ЗУ, внешних ЗУ и периферийных устройств. Общность архитектуры разных компьютеров обеспечивает их совместимость с точки зрения пользователя.

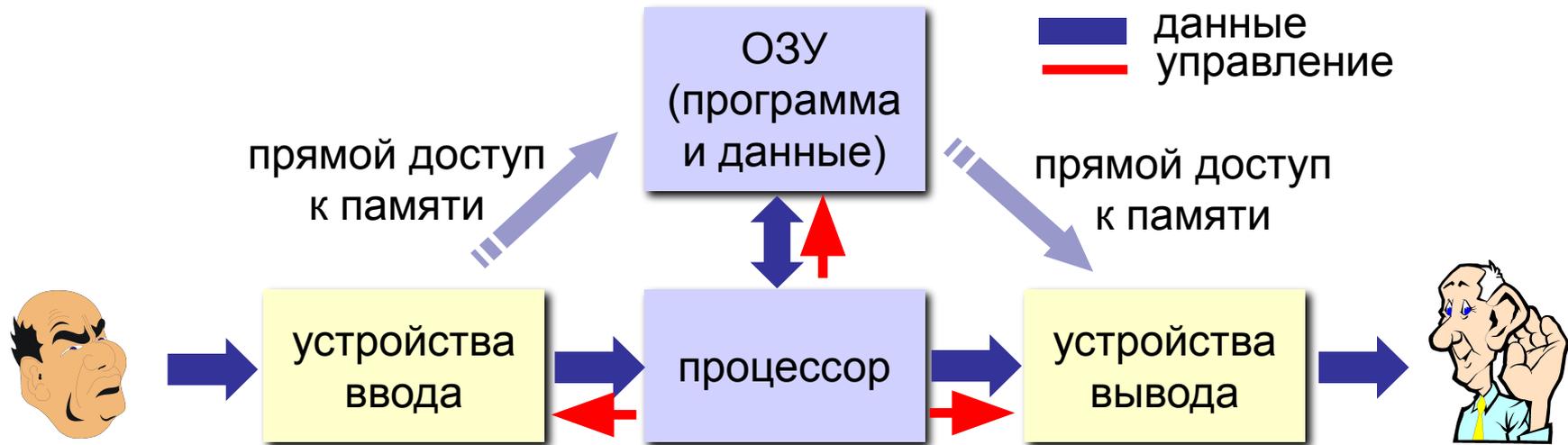


- **Структура компьютера — это совокупность его функциональных элементов и связей между ними. Элементами могут быть самые различные устройства — от основных логических узлов компьютера до простейших схем. Структура компьютера графически представляется в виде структурных схем, с помощью которых можно дать описание компьютера на любом уровне детализации.**
- **Наиболее распространены следующие архитектурные решения.**

Архитектура компьютера

Архитектура – принципы действия и взаимосвязи основных устройств компьютера (процессора, ОЗУ, внешних устройств).

Принстонская архитектура (фон Неймана):



Гарвардская архитектура – программы и данные хранятся в разных областях памяти.

⊕ скорость (одновременно читаем команду и данные)

⊖ нужно больше контактов у процессора

При создании первых вычислительных машин в 1945 математик Джон фон Нейман описал основы конструкции компьютера. Согласно принципам фон Неймана, компьютер должен иметь следующие устройства:

- **Арифметическо-логическое устройство — для непосредственного осуществления вычислений и логических операций.**
- **Устройство управления — для организации процесса управления программ.**
- **Запоминающее устройство (память) — для хранения программ и информации.**
- **Внешние устройства — для ввода и вывода информации.**

Обосновал использование двоичной системы представления чисел (ранее все вычислительные машины хранили обрабатываемые числа в десятичном виде), продемонстрировал преимущества технической реализации, удобство и простоту выполнения в ней арифметических и логических операций.

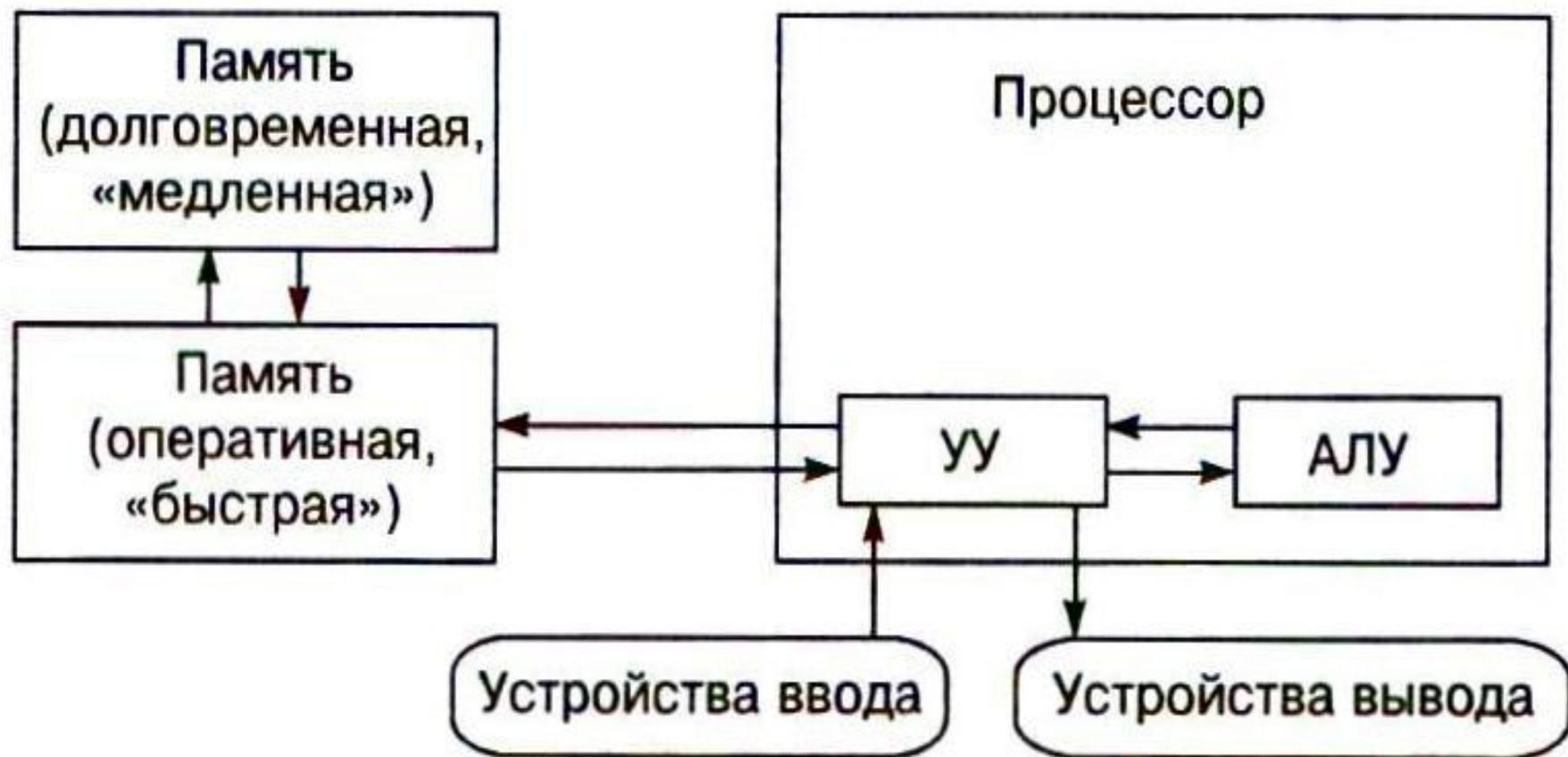


Схема взаимодействий устройств компьютера согласно архитектуре фон Неймана
Обозначения: УУ – устройство управления;
АЛУ – арифметико-логическое устройство

Принципы фон Неймана

«Предварительный доклад о машине EDVAC» (1945)

- 1. Принцип двоичного кодирования:** вся информация кодируется в двоичном виде.
- 2. Принцип программного управления:** программа состоит из набора команд, которые выполняются процессором автоматически друг за другом в определенной последовательности.
- 3. Принцип однородности памяти:** программы и данные хранятся в одной и той же памяти.
- 4. Принцип адресности:** память состоит из пронумерованных ячеек; процессору в любой момент времени доступна любая ячейка.



Джон фон Нейман

Выполнение программы

Счетчик команд (*IP = Instruction Pointer*) – регистр, в котором хранится адрес следующей команды.

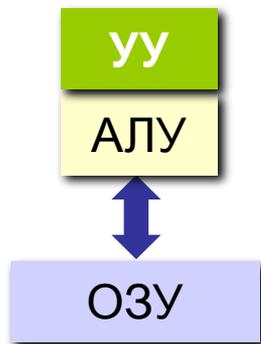


1. **Команда**, расположенная по этому адресу, передается в **УУ**. Если это не команда перехода, регистр **IP** увеличивается на длину команды.
2. УУ расшифровывает **адреса операндов**.
3. Операнды загружаются в **АЛУ**.
4. УУ дает команду АЛУ на **выполнение операции**.
5. **Результат** записывается по нужному адресу.
6. Шаги 1-5 повторяются до получения команды **«стоп»**.

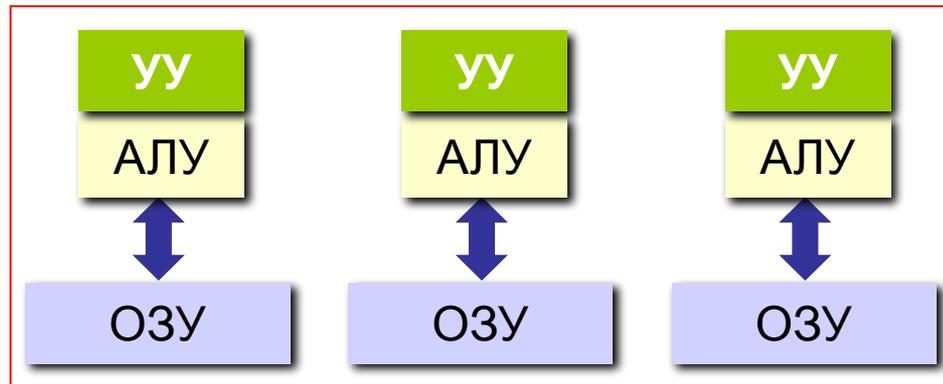
- **Подавляющее большинство компьютеров в своих основных чертах соответствует принципам фон Неймана, но схема устройства современных компьютеров несколько отличается от классической схемы. В частности, арифметическо-логическое устройство и устройство управления, как правило, объединены в центральный процессор. Многие быстродействующие компьютеры осуществляют параллельную обработку данных на нескольких процессорах.**

Архитектуры компьютеров

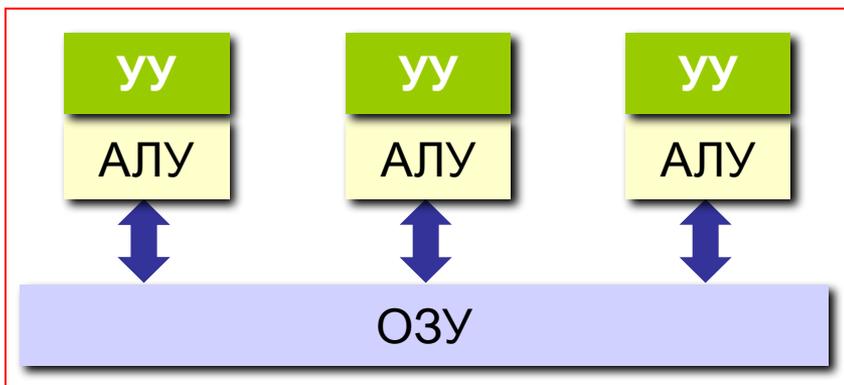
фон Неймана



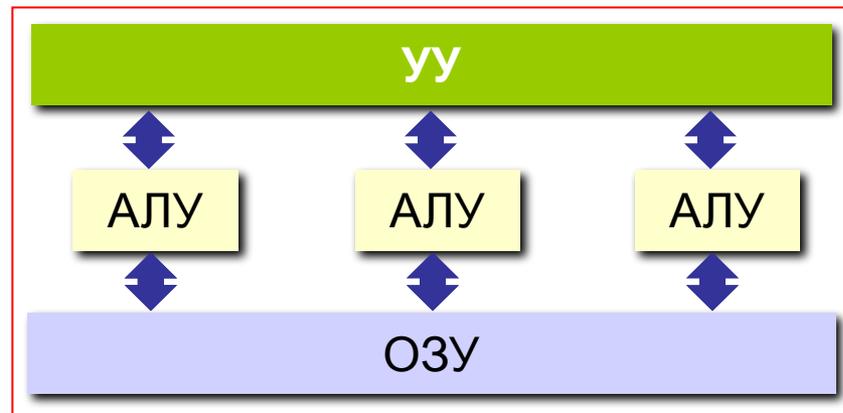
В) многомашинная (независимые задачи)



А) многопроцессорная (части одной задачи, по разным программам)



С) параллельные процессоры (части одной задачи, по одной программе)



- **Многопроцессорная архитектура.**
Наличие в компьютере нескольких процессоров означает, что параллельно может быть организовано много потоков данных и много потоков команд. Таким образом, параллельно могут выполняться несколько фрагментов одной задачи. Структура такой машины, имеющей общую оперативную память и несколько процессоров, представлена на рисунке А.

- **Многомашинная вычислительная система. Рис. В.** Здесь несколько процессоров, входящих в вычислительную систему, не имеют общей оперативной памяти, а имеют каждый свою (локальную). Каждый компьютер в многомашинной системе имеет классическую архитектуру, и такая система применяется достаточно широко. Однако эффект от применения такой вычислительной системы может быть получен только при решении задач, имеющих очень специальную структуру: она должна разбиваться на столько слабо связанных подзадач, сколько компьютеров в системе.
- Преимущество в быстродействии многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем перед однопроцессорными очевидно.

- **Архитектура с параллельными процессорами.** Здесь несколько АЛУ работают под управлением одного УУ. Это означает, что множество данных может обрабатываться по одной программе — то есть по одному потоку команд. Высокое быстродействие такой архитектуры можно получить только на задачах, в которых одинаковые вычислительные операции выполняются одновременно на различных однотипных наборах данных. Структура таких компьютеров представлена на рисунке С.

Персональный компьютер (ПК)

ПК – это компьютер, предназначенный для личного использования (доступная цена, размеры, характеристики).



1977 Apple-II



1981 IBM PC
(personal computer)



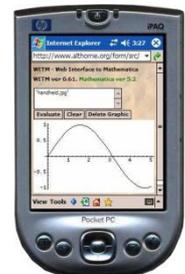
iMac (1999)



**PowerMac G4
Cube (2000)**



EC-1841



Принцип открытой архитектуры

Принцип открытой архитектуры – правила построения компьютера, в соответствии с которыми каждый новый блок должен быть совместим со старым и легко устанавливаться в том же месте в компьютере.

В компьютере столь же легко можно заменить старые блоки на новые, где бы они ни располагались, в результате чего работа компьютера не только не нарушается, но и становится более производительной.

Этот принцип позволяет не выбрасывать, а модернизировать ранее купленный компьютер, легко заменяя в нем устаревшие блоки на более совершенные и удобные, а так же приобретать и устанавливать новые блоки. Причем во всех разъемах для их подключения являются стандартными и не требуют никаких изменений в самой конструкции компьютера.

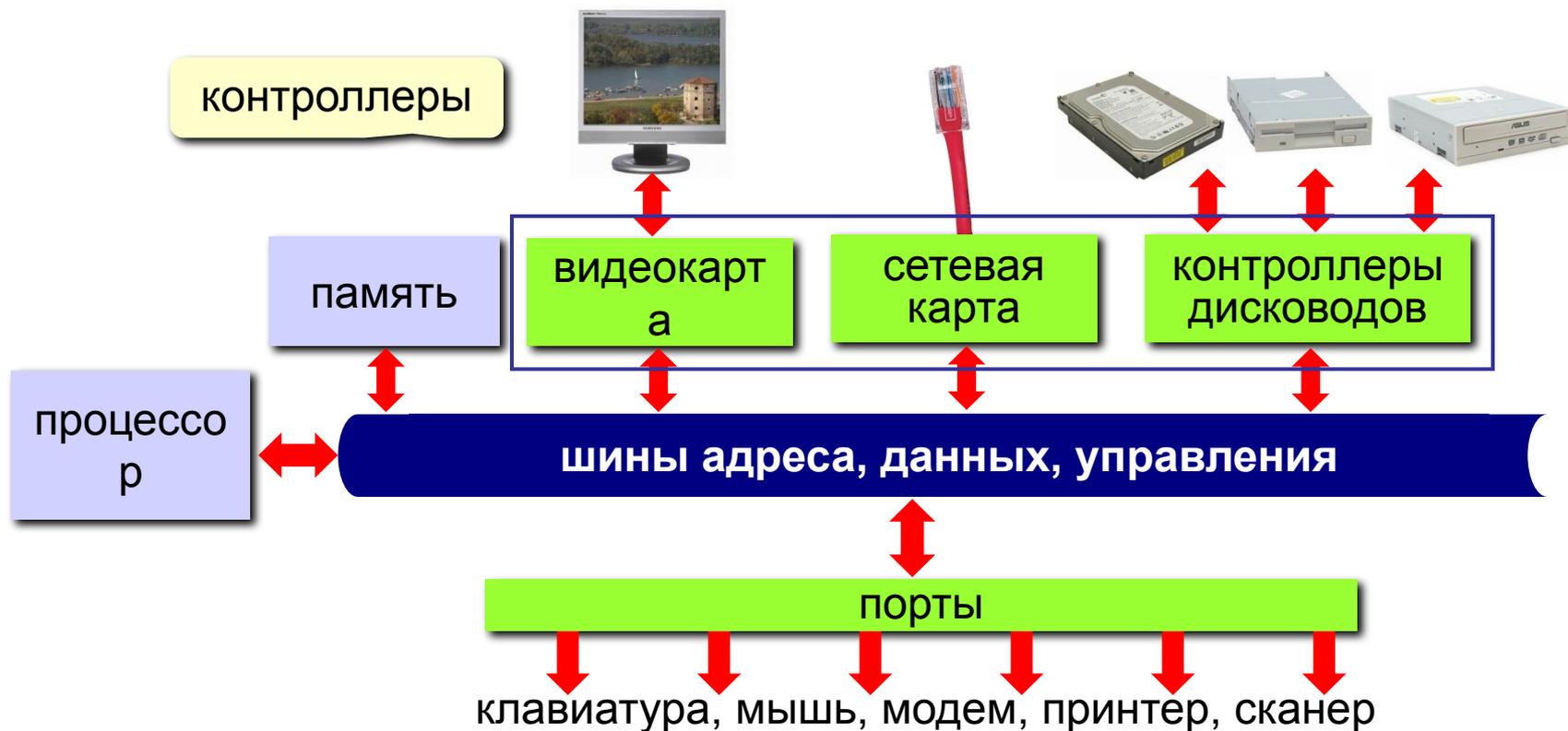
Принцип открытой архитектуры

- на **материнской плате** расположены только узлы, которые обрабатывают информацию (процессор и вспомогательные микросхемы, память)
- схемы, управляющие другими устройствами (монитором и т.д.) – это отдельные **платы**, которые вставляются в **слоты расширения**
- **схема стыковки** новых устройств с компьютером общедоступна (стандарт)



- **конкуренция**, удешевление устройств
- производители могут изготавливать **новые** совместимые устройства
- пользователь может собирать ПК «**из кубиков**»

Взаимосвязь блоков ПК



Шина – многожильная линия связи, доступ к которой имеют несколько устройств.

Контроллер – электронная схема, управляющая внешним устройством по сигналам процессора.

Модульный принцип

Модульный принцип позволяет потребителю самому комплектовать нужную ему конфигурацию компьютера и производить при необходимости ее модернизацию.

Каждая отдельная функция компьютера реализуется одним или несколькими модулями – конструктивно и функционально законченных электронных блоков в стандартном исполнении. Организация структуры компьютера на модульной основе аналогична строительству блочного дома. Основными модулями компьютера являются память и процессор. Процессор – это устройство управляющее работой всех блоков компьютера. Действия процессора определяются командами программы, хранящейся в памяти.

Благодаря использованию вышеназванного принципа, появляется возможность создания большого разнообразия товаров из одного набора основных компонентов. Из набора модулей возможно создать большое разнообразие компьютеров (сложных технических систем), отличающихся друг от друга производительностью, назначением (домашний, офисный, сервер приложений и т. п.), архитектурой, платформой.

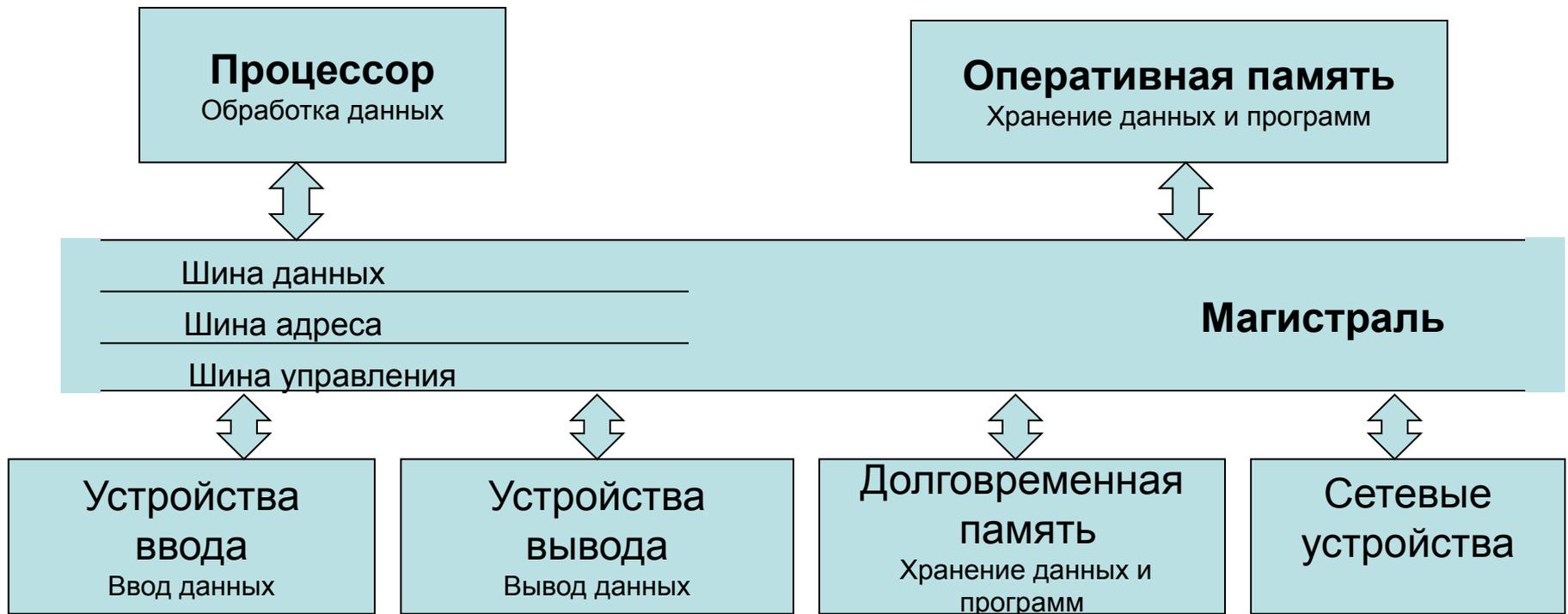
Магистрально-модульный принцип

Модульная организация опирается на магистральный (шинный) принцип обмена информацией между устройствами.

Магистрально-модульный принцип имеет ряд достоинств:

- 1. для работы с внешними устройствами используются те же команды процессора, что и для работы с памятью.
- 2. подключение к магистрали дополнительных устройств не требует изменений в уже существующих устройствах, процессоре, памяти.
- 3. меняя состав модулей можно изменять мощность и назначение компьютера в процессе его эксплуатации.

Магистрально-модульное устройство компьютера



Для обеспечения информационного обмена между различными устройствами должна быть предусмотрена какая-то магистраль для перемещения потоков информации.

Магистраль

Магистраль (системная шина) включает в себя:

- 1. Шину данных;**
- 2. Шину адреса;**
- 3. Шину управления.**

Упрощенно системную шину можно представить как группу кабелей и электрических (токопроводящих) линий на системной плате.

К магистрали подключаются процессор и оперативная память, а также периферийные устройства ввода, вывода и хранения информации, которые обмениваются информацией на машинном языке (последовательностями нулей и единиц в форме электрических импульсов).



Шина – совокупность токопроводящих линий, по которым обмениваются информацией устройства компьютера.

Назначение системной шины:

Это главная магистраль, по которой происходит обмен информацией между процессором и памятью и их связь с периферийными устройствами.

Отличительным признаком шины от других систем соединения является наличие трех групп линий, по каждой из которых передается свой вид информации: **шины данных, шины адреса, шины управления.**

Шина данных

По этой шине передаются данные между различными устройствами. Например, считанные из ОЗУ данные могут быть переданы процессору для обработки, а затем могут быть отправлены обратно для хранения.

Таким образом, данные по шине данных могут передаваться от устройства к устройству в любом направлении.

Разрядность шины данных определяется процессором, т.е. количеством двоичных разрядов, которые могут обрабатываться процессором одновременно.

Разрядность процессоров постоянно увеличивается по мере развития компьютерной техники.

Шина адреса

Выбор устройства или ячейки памяти, куда посылаются данные или откуда считываются данные по шине данных, производит процессор. Каждое устройство или ячейка памяти имеет свой адрес. Адрес передается по адресной шине от процессора к памяти или устройствам.

Разрядность шины адреса определяет объем адресуемой памяти.

Разрядность адресной шины определяет доступное адресное пространство, т.е. количество однобайтовых ячеек оперативной памяти, которые могут иметь уникальные адреса.

Если разрядность адресной шины равна n , то максимальный адрес, который может быть по ней передан – 2^n . Очевидно, количество байтов оперативной памяти не должно превышать 2^n , иначе байты с большими адресами не будут использоваться.

Шина управления

По шине управления передаются сигналы, определяющие характер обмена информацией по магистрали. Сигналы показывают, какую операцию – считывание или запись информации нужно производить, синхронизируют обмен данными и т.д.

Основные пользовательские характеристики:

- ☺ **Разрядность** – количество бит информации, параллельно «проходящих» через шину;
- ☺ **Пропускная способность** – количество бит информации, передаваемых по шине за секунду.

- Для расширения возможностей ПК и повышения функциональных характеристик микропроцессора дополнительно может поставляться математический сопроцессор, служащий для расширения набора команд МП. Например, математический сопроцессор IBM-совместимых ПК расширяет возможности МП для вычислений с плавающей точкой; сопроцессор в локальных сетях (LAN-процессор) расширяет функции МП в локальных сетях.
- **Характеристики процессора:**
- **рабочее напряжение** (5 В у ранних моделей, менее 3 В в настоящее время)
- **тактовая частота** — количество операций, выполняемых в секунду, производительность (100 – 133 МГц)
- **разрядность процессора** — максимальное количество разрядов двоичного числа, над которыми одновременно может выполняться машинная операция (за один такт)

Система команд ЭВМ (классификация по функциональному назначению)

1. Команды передачи данных

- команды передачи кодов между регистрами внутри процессора,
 - из регистров процессора в память,
 - из памяти в регистры процессора,
 - из одних ячеек памяти в другие,
 - передачи данных между процессором и портами внешних устройств;
- команды работы со стеком.

2) Команды обработки данных

Данная группа команд подразделяется на:

- Арифметические (сложит, вычесть, умножить..);
- Логические (операции И, ИЛИ, НЕ...);
- Команды сдвига

Команды этого типа могут иметь один или два операнда. Операнды могут храниться в регистрах центрального процессора, в памяти или в специализированном регистре. Они формируют признаки результатов: перенос из старшего разряда, переполнение, нулевой результат,...

3. Команды передачи управления

Используются для изменения естественного порядка следования команд организации циклических участков в программах.

- команда безусловного перехода JMP <адрес> - загружает адрес перехода, указанный в команде, в программный счетчик.
- команды условного перехода используются после команд, изменяющих состояние флагового регистра

4. Команды для работы с подпрограммами. Стеки

Адрес возврата – адрес команды, на которую управление передается после окончания работы подпрограммы.

Для организации подпрограмм используется аппаратно поддерживаемую структуру данных стек (последним вошел – первым вышел)

Указатель стека хранит адрес ячейки памяти, содержащей последнее помещенное в стек значение.

Для сохранения адреса возврата в стек используются команды вызова подпрограмм CALL<адрес>.

Для возврата из подпрограммы в основную программу – команды возврата RETURN.

5. Прочие команды (дополнительные или специальные)

Команды остановки центрального процессора, сброса внешних устройств, установка или сброс отдельных признаков.