

Лекция № 3.

Вычислительная техника

История развития средств вычислительной техники¹. Методы классификации компьютеров. Принципы организации ЭВМ. Архитектура ЭВМ. Принципы фон Неймана. Магистрально-модульный метод построения компьютера. Принцип открытой архитектуры. Общность архитектуры вычислительных систем. Структурная блок-схема персонального компьютера. Состав вычислительной системы.

Введение

Совокупность устройств, предназначенных для автоматической или автоматизированной обработки данных, называют *вычислительной техникой*. Конкретный набор взаимодействующих между собой устройств, предназначенный для обслуживания одного рабочего участка, называют *вычислительной системой*. Центральным устройством большинства вычислительных систем является *компьютер*.

Компьютер (англ. computer — «вычислитель», от лат. *computo* - считаю) — устройство или система, способное выполнять заданную чётко определённую изменяемую последовательность операций, называемую *программой*.

Электронно-вычислительная машина (ЭВМ) – комплекс технических средств, где основные функциональные элементы (логические, запоминающие, индикационные и др.) выполнены на электронных элементах, который предназначен для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач.

Так как современные компьютеры являются электронными устройствами, то термины «ЭВМ» и «компьютер» можно считать синонимами.

1. История развития средств вычислительной техники

Современная ЭВМ – это устройство размером со средних размеров книгу, а ее «интеллектуальные» возможности даже трудно представить непрофессионалу. А ведь начиналось все с простого счета «на пальцах» и камушках, затем на бухгалтерских счетах, потом на механических калькуляторах... [2]. Подробное изложение эволюции вычислительной техники дается в обзоре [5]. Здесь же мы только укажем, какие типы устройств сменяли друг друга с течением времени²:

- 1) **Механические устройства.** От первых «счетных машин» Паскаля, Лейбница, Чебышёва, Однера и Бэббиджа – до коммерческих арифмометров. Устройства этого типа были построены на основе механических элементов – зубчатых колес и валиков – и предназначались для выполнения арифметических операций. Механические «вычислители» окончательно сошли со сцены в 40-х годах XX века (хотя в России они применялись гораздо дольше).
- 2) **Электромеханические устройства.** В этих вычислителях главную роль по-прежнему играла механическая начинка, однако ее помощником стал электрический двигатель.

¹ http://pmik.karelia.ru/user/semnova/Informatika/DOC/Sam_izuch/History_EVM.pdf

² Леонтьев В.П. Персональный компьютер. Карманный справочник. – М.: ОЛМА-ПРИСС, 2003. – 928 с.

По этому принципу был устроен «табулятор» американского инженера Германа Холерита, а также – великое множество его преемников. Электромеханические вычислители активно использовались с начала и до середины XX века. Первые «компьютеры» 30-40-х годов были построены на основе электромеханических реле³.

3) **Электронные устройства.** В середине 40-х годов электромеханические реле были заменены электронными переключателями (лампами) - и с этого момента берет отсчет история нового типа компьютеров, к которому принадлежат и все современные компьютеры. В компьютерной истории принято выделять пять поколений электронных компьютеров в зависимости от типа использованного в них вычислительного элемента:

- **Первое – 1945⁴-1955 гг.** Вычислительный элемент – электронные лампы. Быстродействие – до нескольких десятков тысяч операций в секунду. «Большие» ЭВМ. Первые запоминающие устройства (перфокарты, перфолента).
- **Второе – 1955⁵-1964 гг.** Вычислительный элемент – транзисторы⁶. Быстродействие – до 1-2 млн. операций в секунду. Мини-ЭВМ.
- **Третье – 1964⁷-1971 гг.** Вычислительный элемент – интегральные схемы. Быстродействие – до 300 млн. операций в секунду. Микро-ЭВМ, предназначенные для работы с одним пользователем. Первые операционные системы.
- **Четвертое – с 1971⁸ г.** Вычислительный элемент – большие интегральные схемы (БИС), микропроцессоры. Быстродействие – миллиарды операций в секунду. Персональные ЭВМ. Готовые прикладные программы, графический интерфейс, использование технологии мультимедиа. Локальные и глобальные компьютерные сети.
- **Пятое – с 1990 г.** Элементная база – сверхбольшие интегральные схемы, которые отличаются колоссальной плотностью размещения логических элементов на кристалле. Основную концепцию ЭВМ пятого поколения можно сформулировать следующим образом⁹:
 - компьютеры на сверхсложных микропроцессорах с параллельно-векторной структурой, одновременно выполняющих десятки последовательных инструкций программы;
 - компьютеры со многими сотнями параллельно работающих процессоров, позволяющих строить системы обработки данных и знаний, эффективные сетевые компьютерные системы.
- **В перспективе. Шестое и последующие поколения:** оптоэлектронные ЭВМ с массовым параллелизмом и нейтронной структурой – с распределенной сетью большого числа (десятки тысяч) несложных микропроцессоров, моделирующих архитектуру нейтронных биологических систем.

³ 1941 г. Конрад Цузе сконструировал первый универсальный компьютер на электромеханических элементах. В 1944 г. под руководством американского математика Говарда Айкена создана автоматическая вычислительная машина "Марк—1" с программным управлением. Она была построена на электромеханических реле, а программа обработки данных вводилась с перфоленты.

⁴ 1945 г. Построена первая ламповая вычислительная машина ENIAC.

⁵ 1955 г. Введен в эксплуатацию первый экспериментальный компьютер на транзисторах TX-0.

⁶ 1948 г. В американской фирме Bell Laboratories физики Уильям Шокли, Уолтер Браттейн и Джон Бардин создали транзистор. За это достижение им была присуждена Нобелевская премия.

⁷ 1964 г. Начат выпуск машин третьего поколения IBM/360.

⁸ 1971 г. Эдвард Хофф разработал микропроцессор Intel-4004.

⁹ http://edu.dvgups.ru/metdoc/its/izisk/informat/metod/3/frame/2.htm#_Toc217156137

2. Классификация ЭВМ

Кроме классификации ЭВМ по используемой элементной базе (ЭВМ условно делятся на поколения), существует достаточно много других систем классификации компьютеров. Рассмотрим те из них, которые наиболее часто упоминаются в доступной технической литературе и средствах массовой информации.

Классификация по назначению

По этому принципу различают: *большие ЭВМ, мини-ЭВМ, микро-ЭВМ и персональные компьютеры*. К 2010 году класс больших ЭВМ представлен в основном *суперкомпьютерами*, а мини-ЭВМ и микро-ЭВМ включают в себя *универсальные серверы* различной мощности.

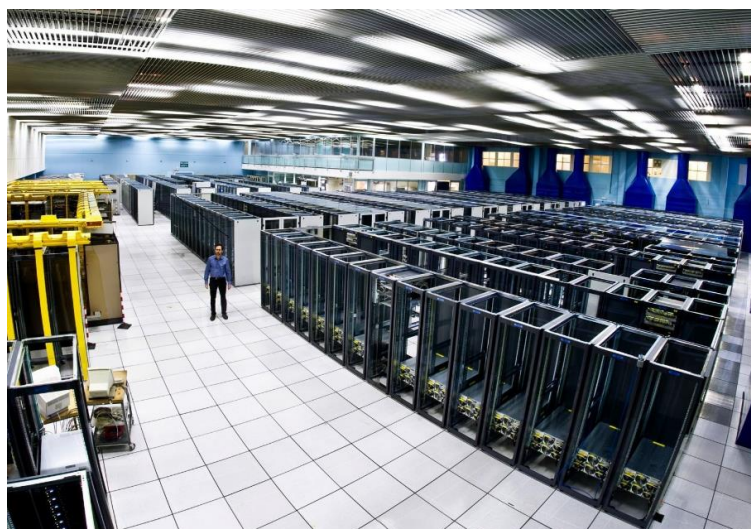
Большие ЭВМ – это самые мощные компьютеры. Их применяют для обслуживания очень больших организаций и даже целых отраслей народного хозяйства. За рубежом компьютеры этого класса называют *мэйнфреймами (mainframe)*. На базе таких компьютеров создают вычислительные центры (рис. 1), включающие в себя несколько отделов или групп:

- *Центральный процессор*. Основной блок ЭВМ, в котором происходит обработка данных (рис. 2).
- *Группа системного программирования*. Занимается разработкой, отладкой и внедрением программного обеспечения, необходимого для функционирования вычислительной системы (обеспечение *программно-аппаратного интерфейса*).
- *Группа прикладного программирования*. Занимается созданием программ для выполнения конкретных операций с данными (обеспечение *пользовательского интерфейса* вычислительной системы).
- *Группа подготовки данных*. Занимается подготовкой данных, с которыми будут работать программы, созданные прикладными программистами.
- *Группа технического обеспечения*. Занимается техническим обслуживанием всей вычислительной системы, ремонтом, наладкой устройств, а также подключением новых.
- *Группа информационного обеспечения*. Обеспечивает технической информацией все прочие подразделения вычислительного центра, создает и хранит архивы ранее разработанных программ (*библиотеки программ*) и накопленных данных (*банки данных*).
- *Отдел выдачи данных*. Получает данные от центрального процессора и преобразует их в форму, удобную для заказчика.

Большие ЭВМ отличаются высокой стоимостью оборудования и обслуживания, поэтому работа таких суперкомпьютеров организована по непрерывному циклу. Распределение ресурсов вычислительной системы осуществляется по *принципу разделения времени* (для повышения эффективности компьютер работает одновременно с несколькими задачами и, соответственно, с несколькими пользователями; он поочередно переключается с одной задачи на другую).



Рис. 1. Структура вычислительного центра на базе большой ЭВМ

Рис. 2. Машинный зал вычислительного центра¹⁰

Мини-ЭВМ от больших ЭВМ отличаются уменьшенными размерами, меньшей производительностью и стоимостью. Такие компьютеры используются крупными предприятиями, научными учреждениями и некоторыми высшими учебными заведениями, сочетающими учебную деятельность с научной. Мини-ЭВМ часто применяют для управления производственными процессами. Для организации работы с мини-ЭВМ также требуется специальный вычислительный центр. Наряду с использованием для управления технологическими процессами мини-ЭВМ успешно применяется для вычислений в многопользо-

¹⁰ Фото с сайта <http://www.krasfun.ru/>

вательских вычислительных системах, в системах автоматизированного проектирования, в системах моделирования несложных объектов, в системах искусственного интеллекта.

Микро-ЭВМ. Компьютеры данного класса доступны многим предприятиям. Организации, использующие микро-ЭВМ, обычно не создают вычислительные центры. Для обслуживания такого компьютера им достаточно небольшой вычислительной лаборатории в составе нескольких человек. В число сотрудников вычислительной лаборатории обязательно входят программисты, хотя напрямую разработкой программ они не занимаются. Необходимые системные программы обычно покупают вместе с микро-ЭВМ, а разработку нужных прикладных программ заказывают более крупным вычислительным центрам или специализированным организациям.

Программисты вычислительной лаборатории занимаются внедрением приобретенного или заказанного программного обеспечения, выполняют его доводку и настройку, согласовывают его работу с другими программами и устройствами компьютера. Хотя программисты этой категории и не разрабатывают системные и прикладные программы, они могут вносить в них изменения, создавать или изменять отдельные фрагменты. Это требует высокой квалификации и универсальных знаний. Программисты, обслуживающие микро-ЭВМ, часто сочетают в себе качества системных и прикладных программистов одновременно.

Персональный компьютер предназначен для обслуживания одного рабочего места. Он вполне способен удовлетворить большинство потребностей малых предприятий и отдельных лиц. Персональные компьютеры в зависимости от конкретных задач использования подразделяются на пять категорий¹¹:

Consumer PC (потребительский);

Office PC (офисный ПК);

Entertainment PC (ПК для развлечений);

Mobile PC (мобильный ПК);

Workstation (рабочая станция).

Классификация по уровню специализации

По уровню специализации компьютеры делят на *универсальные* и *специализированные*.

На базе универсальных компьютеров можно собирать вычислительные системы произвольного состава. Например, один и тот же компьютер можно использовать для работы с текстами, музыкой, графикой, фото- и видеоматериалами.

Специализированные компьютеры предназначены для решения конкретных задач. К таким компьютерам относятся, например, бортовые компьютеры автомобилей, судов, самолетов, космических аппаратов.

Специализированные мини-ЭВМ, ориентированные на работу с графикой, называют *графическими станциями*. Их используют при подготовке кино- и видеофильмов, а также в производстве рекламной продукции.

Выделенный для обработки запросов от всех станций вычислительной сети компьютер, предоставляющий этим станциям доступ к общим системным ресурсам (вычислительным мощностям, базам данных, библиотекам программ, принтерам, факсам и др.) и распределяющий эти ресурсы, называется *сервером* (server).

Выделенный сервер, предназначенный для выполнения файловых операций ввода-вывода и хранящий файлы любого типа, называют *файловым сервером* или *файл-сервером*

¹¹ В соответствии со спецификацией «PC'99 System Design Guide», созданной корпорациями Intel и Microsoft.

(file server). Как правило, он обладает большим объемом дискового пространства, характеризуется высокой скоростью записи и чтения данных.

Компьютеры, обеспечивающие передачу информации между различными участниками компьютерной сети, называют *сетевыми серверами*.

Для организации электронной почты используется *почтовый сервер* (mail server).

Сервер печати (Print Server) предназначен для эффективного использования системных принтеров.

Сервер телеконференций выполняет автоматическую обработку видеозображений.

Стационарный компьютер в составе локальной вычислительной сети (ЛВС) по отношению к серверу называют *рабочей станцией* (workstation). На рабочих станциях пользователи решают прикладные задачи (работают с базами данных, создают документы, делают расчёты, играют в компьютерные игры). Сервер обслуживает сеть и предоставляет собственные ресурсы всем узлам сети, в том числе и рабочим станциям.

Архивационный сервер (сервер резервного копирования, Storage Express System) служит для резервного копирования информации в крупных многосерверных сетях. Выполняет автоматическое архивирование со сжатием информации от серверов и рабочих станций по сценарию, заданному администратором сети.

Классификация по типоразмерам

Персональные компьютеры можно классифицировать по типоразмерам. При этом различают: *настольные* (desktop), *портативные* (notebook) и *карманные* (palmtop) модели.

Настольные модели отличаются простотой изменения конфигурации (состав вычислительной системы) за счет несложного подключения дополнительных внешних приборов или установки дополнительных внутренних компонентов.

Портативные модели удобны для транспортировки. Их можно использовать в качестве средства связи и выхода в Интернет.

Карманные модели выполняют функции «интеллектуальных записных книжек». Они позволяют хранить оперативные данные и получать к ним быстрый доступ. Некоторые модели имеют встроенное программное обеспечение.

Мобильные вычислительные устройства сочетают в себе функции карманных моделей компьютеров и средств мобильной связи. Их отличительная особенность – возможность мобильной работы с Интернетом, обмениваться данными с настольным компьютером и друг с другом.

Классификация по совместимости

В мире существует множество различных видов и типов компьютеров. Они выпускаются разными производителями, собираются из разных деталей, работают с разными программами. При этом очень важным вопросом становится совместимость различных компьютеров между собой. Так, в частности, от этого зависит возможность переноса программ с одного компьютера на другой, работа с одними и теми же данными.

По *аппаратной совместимости* различают так называемые *аппаратные платформы*. В области персональных компьютеров (ПК) широко распространены две аппаратные платформы¹² – IBM PC и Apple Macintosh. Принадлежность компьютеров к одной аппаратной платформе повышает совместимость между ними.

¹² Существуют аппаратные платформы, распространенность которых ограничивается отдельными регионами или отдельными отраслями.

Платформа IBM-совместимых компьютеров включает спектр самых различных компьютеров, от простеньких домашних моделей до сложных серверов. Главное нововведение, которому был обязан своей популярностью компьютер IBM PC, - принцип открытой архитектуры: фирма IBM решила не делать свой компьютер «вещью в себе», а широко оповестила всех об особенностях его конструкции, поощряя при этом производство совместимых с IBM PC компьютеров других фирм. Каждое из входящих в IBM-совместимый компьютер устройств можно свободно поменять на другое – того же типа, но более совершенное. Благодаря этому становятся возможными две вещи: быстрая сборка компьютера непосредственно «под клиента» в любой, даже самой маленькой компьютерной фирме, а также простая, в большинстве случаев – силами самого пользователя, модернизация.

В отличие от IBM, компания Apple всегда делала ставку на «закрытую архитектуру» - комплектующие и программы для этих компьютеров выпускались лишь небольшим числом «авторизованных» производителей. За счет этого «макинтоши» (компьютеры от Apple) всегда стоили несколько дороже IBM-совместимых компьютеров. Но именно на компьютерах Apple впервые появились многие новинки, со временем ставшие неотъемлемой частью ПК: графический интерфейс и мышь, звуковая подсистема и компьютерное видео. Работа с графикой является основным козырем Apple – вот почему «макинтоши» по-прежнему незаменимы в таких областях, как издательское дело, подготовка и дизайн полноцветных иллюстраций, обработку видео и звука.

Кроме аппаратной совместимости существуют: *совместимость на уровне операционной системы, программная совместимость, совместимость на уровне данных.*

Классификация по типу используемого процессора

Процессор – основной компонент любого компьютера. В электронно-вычислительных машинах это специальный блок, а в персональных компьютерах – специальная микросхема, которая выполняет все вычисления в компьютере. Тип используемого процессора характеризует технические свойства компьютера.

Современная классификация компьютеров

Все существующие современные компьютеры можно разделить на семь категорий, причем каждой из них соответствует специфическая программная инфраструктура:

- **Карманные персональные компьютеры (КПК)** – портативные вычислительные устройства, которые обладают широкими функциональными возможностями. Они гораздо проще компьютеров других категорий, однако в комплекте с сотовым телефоном и мобильным принтером могут представлять собой полноценный мобильный офис.
- **Портативные компьютеры (notebook),**
- **Настольные компьютеры.** Самая большая категория представленных на рынке ПК. Активно применяются как корпоративными пользователями (Office PC), так и в сфере домашнего использования (Home PC).
- **Рабочие станции.** Это более дорогостоящие, чем перечисленные выше, компьютерные системы, которые предназначены для использования в специальных областях, например, там, где нужно работать со сложной графикой (трехмерная графика или издательские системы).
- **Серверы** – это специализированные высокопроизводительные компьютеры, способные обслуживать несколько одновременно подключающихся к ним компьютеров для выполнения определенных задач.

- **Суперкомпьютеры.** Применяются для решения задач, с которыми не справляются персональные компьютеры и высокопроизводительные сервера. К таким задачам относятся – задачи аэродинамики, сейсмологии, атомной и ядерной физики, космических, военных и оборонных исследований, математического моделирования и др. областей.
- **Кластерная система (кластер)** – группа компьютеров, объединенных высокоскоростными каналами связи, представляющая собой единый ресурс (с точки зрения пользователя). Такие системы обеспечивают высокую степень отказоустойчивости за счет возможности мгновенного автоматического перехода с вышедшего из строя узла на работающий.

3. Принципы организации ЭВМ

Под **архитектурой ЭВМ** понимается совокупность общих принципов организации аппаратно-программных средств и их характеристик, определяющая функциональные возможности ЭВМ при решении соответствующих классов задач.

Архитектура определяет принцип действия, информационные связи и взаимное соединение основных логических узлов компьютера.

3.1. Принципы фон Неймана

В своем историческом докладе «Предварительный доклад о машине EDVAC», опубликованном в 1945 г., **Джон фон Нейман**¹³ выделил и детально описал ключевые компоненты того, что ныне называют «архитектурой фон Неймана». Чтобы компьютер был и эффективным, и универсальным инструментом, он должен включать следующие структуры: *центральное арифметико-логическое устройство (АЛУ), центральное устройство управления (УУ), «дирижирующее» операциями, запоминающее устройство, или память, а также устройство ввода-вывода информации* (рис. 3). Фон Нейман отмечал, что эта система должна работать с двоичными числами, быть электронным, а не механическим устройством и выполнять операции последовательно, одну за другой.

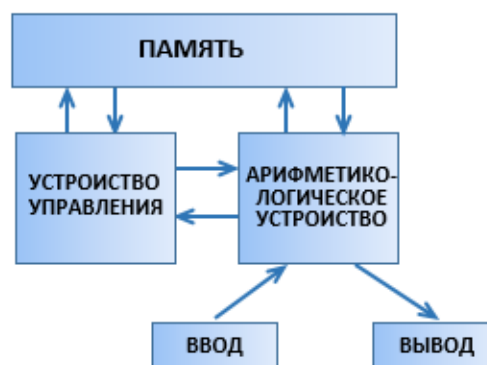


Рис. 3. Схематичное изображение¹⁴ машины фон Неймана

¹³ **Джон фон Нейман** (англ. *John von Neumann*; или **Иоганн фон Нейман**, нем. *Johann von Neumann*; при рождении **Янош Лайош Нейман**, венг. *Neumann János Lajos*; 28 декабря 1903, Будапешт — 8 февраля 1957, Вашингтон) — венгеро-американский математик еврейского происхождения, сделавший важный вклад в квантовую физику, квантовую логику, функциональный анализ, теорию множеств, информатику, экономику и другие отрасли науки. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Статья «Нейман, Джон фон».

¹⁴ Рисунок схемы взят из статьи «Архитектура фон Неймана» в <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

К принципам, получившим название «**принципы фон Неймана**», относят следующие¹⁵:

1. **Принцип однородности памяти.** *Команды и данные хранятся в одной и той же памяти и внешне в памяти неразличимы.* Распознать их можно только по способу использования; то есть одно и то же значение в ячейке памяти может использоваться и как данные, и как команда, и как адрес в зависимости лишь от способа обращения к нему. Это позволяет производить над командами те же операции, что и над числами, и, соответственно, открывает ряд возможностей. Так, циклически изменяя адресную часть команды, можно обеспечить обращение к последовательным элементам массива данных. Такой прием носит название модификации команд и с позиций современного программирования не приветствуется. Более полезным является другое следствие принципа однородности, когда команды одной программы могут быть получены как результат исполнения другой программы. Эта возможность лежит в основе трансляции — перевода текста программы с языка высокого уровня на язык конкретной вычислительной машины.
2. **Принцип адресности.** *Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек, причем процессору в произвольный момент доступна любая ячейка.* Двоичные коды команд и данных разделяются на единицы информации, называемые словами, и хранятся в ячейках памяти, а для доступа к ним используются номера соответствующих ячеек — адреса.
3. **Принцип программного управления.** *Все вычисления, предусмотренные алгоритмом решения задачи, должны быть представлены в виде программы, состоящей из последовательности управляющих слов — команд. Каждая команда предписывает некоторую операцию из набора операций, реализуемых вычислительной машиной.* Команды программы хранятся в последовательных ячейках памяти вычислительной машины и выполняются в естественной последовательности, то есть в порядке их положения в программе. При необходимости, с помощью специальных команд, эта последовательность может быть изменена. Решение об изменении порядка выполнения команд программы принимается либо на основании анализа результатов предшествующих вычислений, либо безусловно.
4. **Принцип двоичного кодирования.** *Согласно этому принципу, вся информация, как данные, так и команды, кодируются двоичными цифрами 0 и 1.* Каждый тип информации представляется двоичной последовательностью и имеет свой формат. Последовательность битов в формате, имеющая определенный смысл, называется полем. В числовой информации обычно выделяют поле знака и поле значащих разрядов. В формате команды можно выделить два поля: поле кода операции и поле адресов.

Принципы, сформулированные фон Нейманом, стали общепринятыми только потому, что широко применялись все время. Они были положены в основу как больших ЭВМ первых поколений, так и более поздних мини- и микро-ЭВМ.

Архитектура фон Неймана – широко известный принцип совместного хранения команд и данных в памяти компьютера.

¹⁵ <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Статья «Архитектура фон Неймана».

3.2. Принципы организации современных ЭВМ

Архитектура фон Неймана (**классическая архитектура**) – это одно АЛУ, через которое проходит поток данных, и одно УУ, через которое проходит поток команд – программа. Такая архитектура характерна для однопроцессорного компьютера.

подавляющее большинство компьютеров в своих основных чертах соответствует принципам фон Неймана, но схема устройства современных компьютеров несколько отличается от классической. В частности, АЛУ и УУ, как правило, объединены в *центральный процессор*. Кроме того, многие быстродействующие компьютеры осуществляют параллельную обработку данных на нескольких процессорах. Так что, кроме классической архитектуры, существуют [3]:

- **Многопроцессорная архитектура.** Наличие в компьютере нескольких процессоров означает, что параллельно может быть организовано много потоков данных и потоков команд (рис. 4а). Задача разбивается на несколько подзадач или частей, каждая из которых решается на своем процессоре. За счет этого существенно увеличивается производительность.
- **Архитектура с параллельным процессором.** В этом случае несколько АЛУ работает под управлением одного УУ (рис. 4б). Это означает, что множество данных может обрабатываться по одной программе – по одному потоку команд. Высокое быстродействие такой архитектуры удастся получить только в том случае, когда при решении задачи требуется одновременно выполнить одинаковые вычислительные операции на различных однотипных наборах данных.

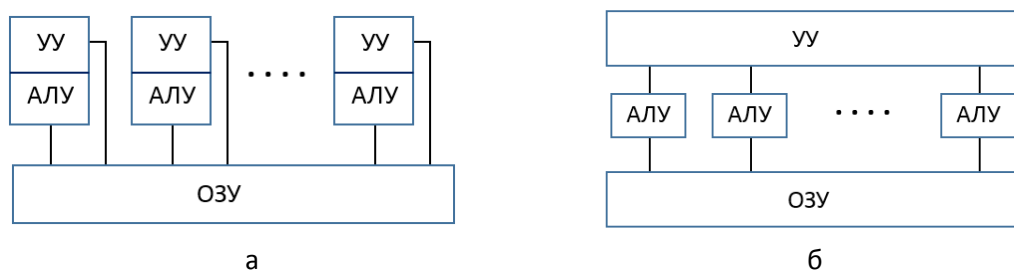


Рис. 4. Многопроцессорная архитектура (а) и архитектура с параллельным процессором (б)

Несмотря на огромное разнообразие, подавляющее большинство современных компьютеров построено с использованием общих принципов [3]:

1. Собраны по **принципу открытой архитектуры**. Спецификации на создание тех или иных устройств разрабатываются отраслевыми объединениями и известны всем заинтересованным производителям. Это позволяет собирать компьютеры, подбирая комплектующие в зависимости от заявленных критериев. Открытая архитектура также предполагает обмен данными с любыми устройствами, что позволяет разрабатывать устройства любого назначения, которые даже не были предусмотрены при проектировании.
2. Соблюдается **магистрально-модульный принцип** построения. В соответствии с этим принципом компьютер представляет собой набор блоков, взаимодействующих на основе общего канала обмена информацией. Каждый блок выполняет специализированные операции. Обмениваются блоки данными по общему каналу (шине). Микросхемы поддержки шины и средства взаимодействия блоков собра-

ны на основной плате компьютера – *материнской*. Такая архитектура позволяет организовать обработку данных любого типа данных, которые могут быть представлены в цифровой форме.

4. Основные компоненты персонального компьютера

При всем многообразии модификаций и вариантов персональных компьютеров в любой входят одни и те же устройства. Все устройства можно разделить на *внутренние* (их называют *комплектующими*) и *внешние*, или *периферийные*.

Комплектующие размещаются внутри *системного блока*. В свою очередь, внешние (периферийные) устройства подключаются к системному блоку через специальные разъемы-порты. К внешним устройствам относятся *устройства ввода-вывода*, главные из которых: монитор, клавиатура и мышь. Масса дополнительных внешних устройств – принтеров, сканеров, емких внешних дисков и др. – не являются обязательными для компьютера, но предоставляют его пользователям большие возможности.

Главным вычислительным элементом компьютера является **процессор (центральный процессор, ЦП, CPU (Central Processor Unit))**. Он управляет работой остальных элементов (устройств) и выполняет все арифметические и логические операции, связанные с обработкой данных, хранящихся в ячейках (регистрах) внутренней памяти.

В качестве ЦП используется микропроцессор, представляющий собой набор интегральных схем, которые обычно реализуются на кристалле кремния (рис. 5).



Рис. 5. Микропроцессоры



Рис. 6. Фрагмент печатной платы с установленным микропроцессором

Интегральные схемы монтируются на пластмассовую печатную плату (рис. 6), на которую нанесены проводники (шины) для передачи сигналов от источника питания и между схемами.

В процессе работы компьютера программы, исходные данные, промежуточные и окончательные результаты хранятся в компьютерной памяти.

Память компьютера называется часть вычислительной машины, физическое устройство или среда, которые предназначены для хранения данных, используемых в вычислениях, в течение определенного времени.

Память компьютера состоит из ячеек, каждая из которых имеет свой адрес. Процесс получения информации из ячеек памяти называется *чтением* (считыванием) данных из памяти. Процесс размещения информации по заданному адресу для ее хранения в памяти называется *записью* информации в память.

К основным характеристиками памяти компьютера относят *быстродействие* – время, необходимое для чтения из памяти или записи в нее минимальной порции информации, и *объем* (емкость) памяти – максимальное количество хранимой информации.

Компьютерная память разделяется на *внутреннюю* и *внешнюю*. Внутренняя память является быстродействующей, но имеет ограниченный объем. Работа с внешней памятью наоборот требует больше времени на операции чтения-записи, но позволяет хранить практически неограниченное количество информации.

Различают три вида внутренней памяти: *оперативную, постоянную и кэш-память*.

1. **Оперативная память (RAM – Random Access Memory)** – устройство для хранения программ и данных, которые обрабатываются процессором в текущем сеансе работы. Оперативная память (ОП) является энергозависимой, т.е. при выключении компьютера все данные, находящиеся в ОП, автоматически удаляются.

2. **Постоянная память** – устройство для долговременного хранения программ и данных (постоянное запоминающее устройство, **ПЗУ**), является энергонезависимой.

3. **Кэш**, или сверхоперативная память, - очень быстрое запоминающее устройство небольшого объема, которое используется при обмене данными между микропроцессором и оперативной памятью для компенсации разницы в скорости обработки информации процессором и несколько менее быстродействующей ОП. Существует несколько уровней кэш-памяти:

- L1 – для скоростных вычислений. Является неотъемлемой частью процессора;
- L2 – служит для буферизации потоков данных между процессором и оперативной памятью;
- L3 – используется в многоядерных процессорах для организации внутренней логики и обмена данными между ядрами.
- LD – буферная память внешних устройств, например, жесткого диска, сетевой карты, принтера, видеокарты. Служит для реализации отложенного вывода информации на внешние устройства, разгружая при этом каналы передачи данных.

Перечисленные виды памяти физически представляют собой микросхемы (рис. 7). Микросхемы ОП собираются в специальные модули памяти.

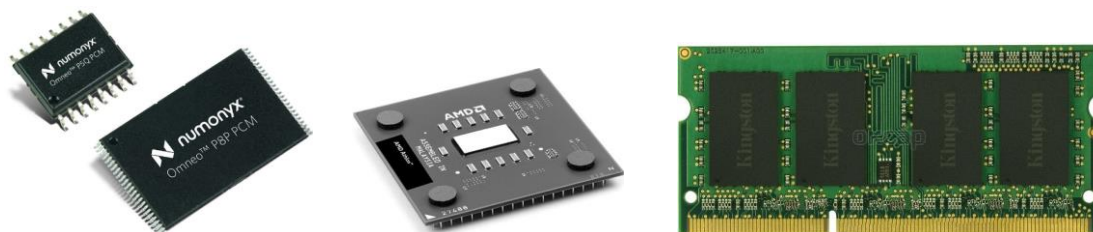


Рис. 7. Микросхемы и модуль памяти

В зависимости от того, какие программы и данные должны постоянно храниться в памяти, среди микросхем постоянной памяти, установленных в компьютере, можно выделить:

1. **BIOS**. Эта микросхема хранит драйвера системы базового ввода/вывода (Basic Input Output system, BIOS), которые используются для загрузки драйверов опера-

ционной системы, чтобы получить возможность доступа к клавиатуре, мышке, монитору, жесткому диску и другим аппаратным компонентам. Содержание памяти специальным образом «зашивается» в устройство при его изготовлении для постоянного хранения.

2. **CMOS.** Это энергонезависимая флэш-память, в которой хранятся настройки аппаратной части компьютера. Данные в нее можно заносить и изменять самостоятельно, в соответствии с тем, какое оборудование входит в состав системы. Эта микросхема постоянно подпитывается от небольшой аккумуляторной батарейки, расположенной на материнской плате. Из этой микросхемы программы, записанные в BIOS, считывают данные о составе и параметрах оборудования.

Внешняя память предназначена для длительного хранения программ и данных. Ее сохранность не зависит от того, включен или выключен компьютер. В отличие от оперативной памяти, внешняя память не имеет прямой связи с процессором. Устройства внешней памяти называются *накопителями информации* (рис. 8).



Рис. 8. Носители и устройства памяти

Для ввода данных в компьютер и вывода результатов обработки применяются различные устройства ввода/вывода (клавиатура, мышь, принтер, монитор и др.), рис. 9.

Процессор и микросхемы внутренней памяти размещаются на *материнской плате* — основной плате компьютера (рис. 10).

Материнская плата (motherboard), или **системная плата** — центральная комплексная печатная плата, предоставляющая электронную и логическую связь между всеми устройствами, входящими в состав персонального компьютера.

Кроме микропроцессора и микросхем памяти на материнской плате смонтированы стандартные средства подключения внешних устройств — *адаптеры* (преобразователи сигналов) и *контроллеры* (устройства управления), а также разъемы для подключения дополнительных устройств (*слоты*). Обмен сигналами между внутренними устройствами компьютера происходит по набору электронных линий, называемых *шинами*.



Рис. 9. Устройства ввода/вывода



Рис. 10. Материнская плата

Принтеры, сканеры и др. периферийное оборудование подключается к компьютеру через стандартизированные интерфейсы, часто называемые *портами* (рис. 11). Порт (персонального) компьютера предназначен для обмена информацией между устройствами, подключенными к шине внутри компьютера и внешним устройством.

В зависимости от способа передачи данных (параллельного или последовательного) между сопрягаемыми устройствами различают *параллельные* и *последовательные порты*.

Последовательные порты передают электрические импульсы, несущие информацию в машинном коде, последовательно один за другим. Параллельный порт передает одновременно 8 электрических импульсов, несущих информацию в машинном коде. Параллельный порт реализует более высокую скорость передачи информации, чем последовательные порты.

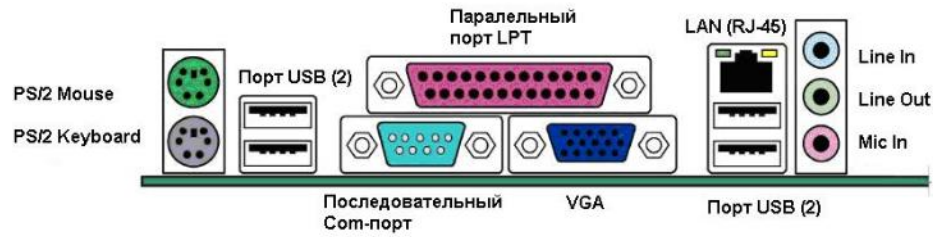


Рис. 11. Стандартизованные интерфейсы (порты) ПК

В разъемы материнской платы (слоты) устанавливаются, например, такие устройства, как звуковая карта, видеокарта, сетевая карта, внутренний модем.

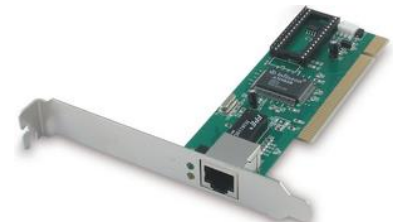
Видеокарта (видеоадаптер, видеоконтроллер) – это электронная плата, которая обрабатывает видеоданные (текст и графику) и управляет работой дисплея: посылает в дисплей сигналы управления яркостью лучей и сигналы развертки изображения.



Звуковая плата (аудиоадаптер, аудиокарта) – это специальная электронная плата, которая позволяет записывать звук, воспроизводить его и создавать программными средствами с помощью микрофона, наушников, динамиков, встроенного синтезатора и другого оборудования.



Сетевая карта (сетевой адаптер) – это плата расширения, вставляемая в разъем материнской платы компьютера, которая служит для подключения компьютера к сети.



Структурная блок-схема персонального компьютера приведена на рис. 12.

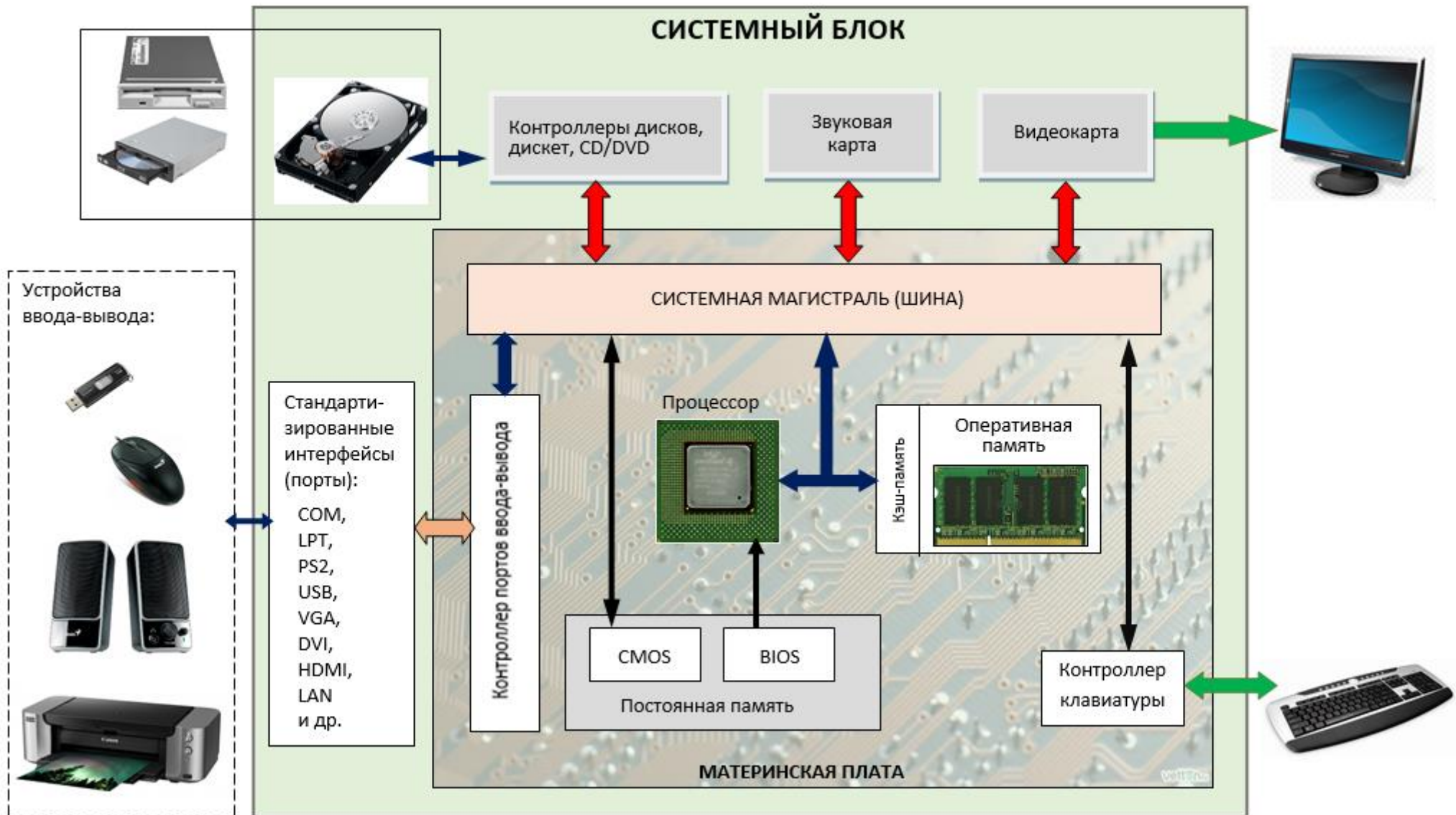


Рис. 12. Блок-схема устройства персонального компьютера

5. Состав вычислительной системы

Состав вычислительной системы называется *конфигурацией*. В нее входят аппаратные и программные средства. *Аппаратную конфигурацию* вычислительных систем и их *программную конфигурацию* принято рассматривать отдельно. Такой принцип разделения имеет особое значение, поскольку очень часто решение одних и тех же задач может обеспечиваться как аппаратными, так и программными средствами. Критериями выбора аппаратного или программного решения являются производительность и эффективность [1]. Технические характеристики аппаратных средств и программное обеспечение вычислительной системы рассматриваются в лекциях 4 и 5.

Выводы

Вычислительная техника прошла те же исторические этапы эволюции, которые прошли все прочие технические устройства: от ручных приспособлений к механическим устройствам и далее к гибким автоматическим системам. Современный компьютер – это электронный прибор, предназначенный для автоматизации операций с данными. Гибкость автоматизации основана на том, что операции с данными выполняются по заранее подготовленным и легко сменяемым программам.

Все типы и модели ЭВМ, построенные на одних и тех же научных и технических принципах, называют *поколением ЭВМ*.

Чтобы судить о возможностях ЭВМ, их принято разделять на группы по определенным признакам, т.е. классифицировать. За основу классификации выбирают следующие признаки: назначение, уровень специализации, типоразмеры, программная и аппаратная совместимость и др.

Совокупность общих принципов организации аппаратно-программных средств и их характеристик, определяющая функциональные возможности ЭВМ при решении соответствующих классов задач, называют *архитектурой ЭВМ*.

Подавляющее большинство компьютеров в своих основных чертах соответствует принципам фон Неймана (принцип однородности памяти, принцип адресности, принцип программного управления, принцип двоичного кодирования), но схема устройства современных компьютеров несколько отличается от классической.

Для современных компьютеров характерно то, что собраны они по принципу открытой архитектуры и построены с соблюдением магистрально-модульного принципа. Преимущество открытой архитектуры заключается в том, что имеется возможность выбора необходимой конфигурации компьютера и возможность расширять и модернизировать вычислительную систему. Под конфигурацией компьютера понимается совокупность его аппаратных и программных средств.

Основу любого персонального компьютера составляют микропроцессор, память и устройства ввода/вывода. Все внутренние устройства ПК (комплектующие) объединяются в единое целое с помощью материнской платы.

Использованная и рекомендуемая литература и Internet-источники

1. Симонович С.В. Информатика. Базовый курс: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.
2. Ушаков И.А. История науки сквозь призму озарений. Кн. 6. От счетных машин до ЭВМ: Как люди научили машины «думать». – М.: КомКнига, 2010. – 176 с.
3. Питухин Е.А. Основы информатики: учебное пособие / авт.-сост.: Е.А. Питухин, О.А. Зятева. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. – 76 с.
<http://elibrary.karelia.ru/book.shtml?levelID=031&id=17240&cType=1>
4. Хлебников А.А. Информационные технологии: учебник. – М.: КНОРУС, 2014. – 472 с.
5. http://pmik.karelia.ru/user/semenova/Informatika/DOC/Sam_Izuch/History_EVM.pdf
6. <https://Top500.org> Рейтинг самых мощных компьютеров мира
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
8. https://ru.wikipedia.org/wiki/История_вычислительной_техники
9. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Статья «Архитектура фон Неймана».
10. http://book.kbsu.ru/theory/chapter3/1_3.html (Классификация компьютеров)
11. http://edu.dvgups.ru/metdoc/its/izisk/informat/metod/3/frame/2.htm#_Toc217156137
12. http://wiki.mvtom.ru/index.php/Классификация_ЭВМ
13. http://wiki.mvtom.ru/index.php/Этапы_развития_вычислительной_техники
14. <http://www.probios.ru/options/cpu/>
15. <http://cssblok.ru/computer/osnblkomp.html> (Основные блоки компьютера)

Контрольные вопросы

1. Что понимают под терминами «вычислительная техника», «компьютер», «электронно-вычислительная техника»?
2. Какие типы устройств использовались для выполнения вычислительных операций?
3. Что понимается под термином «поколение ЭВМ»?
4. Какие поколения выделяют в истории развития ЭВМ?
5. Как эволюционировала элементная база компьютеров от поколения к поколению?
6. По каким признакам можно классифицировать ЭВМ?
7. В чем разница между сервером и рабочей станцией?
8. Что понимается под «архитектурой ЭВМ»?
9. Какие принципы организации ЭВМ называют «принципами фон Неймана»?
10. В чем заключается принцип открытой архитектуры?
11. В чем заключается магистрально-модульный принцип построения компьютера?
12. Какие устройства размещаются на материнской плате?
13. Какие виды компьютерной памяти вы знаете?
14. Какие устройства относятся к устройствам ввода/вывода?
15. Опишите структурную блок-схему персонального компьютера.
16. Что называют конфигурацией вычислительной техники?



Словарь терминов

Архитектура ЭВМ – совокупность общих принципов организации аппаратно-программных средств и их характеристик, определяющая функциональные возможности ЭВМ при решении соответствующих классов задач.

Адаптер – аппаратное устройство или программный компонент, преобразующий передаваемые данные из одного представления в другое.

Видеокарта (видеоадаптер) – устройство, преобразующее графический образ, хранящийся в памяти компьютера или самого адаптера, в иную форму, предназначенную для дальнейшего вывода на экран монитора. В настоящее время эта функция утратила основное значение. В первую очередь под графическим адаптером понимают устройство с графическим процессором (видеопроцессор) – графический ускоритель, который и занимается формированием самого графического образа.

Вычислительная техника – совокупность устройств, предназначенных для автоматической или автоматизированной обработки данных.

Вычислительная система – конкретный набор взаимодействующих между собой устройств, предназначенный для обслуживания одного рабочего участка.

Драйвер – компьютерное программное обеспечение (программа-посредник), с помощью которого другое программное обеспечение (операционная система) получает доступ к аппаратному обеспечению некоторого устройства.

Интерфейс (аппаратный) – стандартизированная система сигналов и вид связи между отдельными устройствами.

Компьютер – устройство или система, способное выполнять заданную чётко определённую изменяемую последовательность операций, называемую *программой*.

Контроллер (адаптер) – устройство, которое связывает внутренние и внешние устройства компьютера с центральным процессором, освобождая процессор от непосредственного управления функционированием данного оборудования. Контроллеры существуют для всех устройств, не расположенных на материнской плате.

Конфигурация – совокупность программных и аппаратных средств компьютера.

Кулер – система охлаждения процессора, представляющая собой систему из теплоотводящего радиатора и вентилятора.

Кэш – кэш-память. Создается в памяти более быстрого типа для облегчения доступа к медленной памяти. Например, в оперативной памяти отводится специальный участок под кэш для жесткого диска, куда помещаются наиболее часто используемые данные.

Материнская плата – центральная комплексная печатная плата, предоставляющая электронную и логическую связь между всеми устройствами, входящими в состав персонального компьютера.

Микропроцессор – устройство, выполняющее алгоритмическую обработку информации и, как правило, управление другими узлами компьютера или иной электронной системы.

Монитор (дисплей) – это основное устройство для отображения информации, выводимой во время работы программы на компьютере.

Накопитель на жестких магнитных дисках, или **НЖМД**, жесткий диск (Hard (Magnetic) Disk Drive, HDD, HMDD) – устройство для хранения информации, основанное на принципе магнитной записи.

Оперативная память – энергозависимая часть компьютерной памяти, в которой временно хранятся данные и команды, необходимые процессору для выполнения им операций. Передача данных в (из) ОП производится либо непосредственно, либо через сверхбыструю память.

Оптический привод – устройство, имеющее механическую составляющую, управляемую электронной схемой и предназначенное для считывания и записи (в некоторых моделях) информации с оптических носителей в виде пластикового диска. Процесс считывания/записи осуществляется при помощи лазера.

Поколение ЭВМ – все типы и модели ЭВМ, построенные на одних и тех же научных и технических принципах.

Порт – специальное аппаратно-логическое устройство, отвечающее за связь процессора с другими устройствами.

Системный блок – функциональный элемент, защищающий внутренние компоненты от внешнего воздействия и механических повреждений, поддерживающий необходимый температурный режим внутри, экранирующий создаваемое внутренними компонентами электромагнитное излучение и являющийся основой для дальнейшего расширения системы.

Слот – разъем на материнской плате, предназначенный для подключения дополнительных плат – видеокарты, звуковой карты, модема и т.д.

Флэш – особый тип микросхем памяти, способных сохранять информацию даже после отключения питания. Информация «прошивается» в «флэш-память» с помощью специального электрического разряда, и изменить ее может только другой такой же разряд.

Шина – канал связи, по которому осуществляется передача данных между отдельными платами компьютера и центральным процессором.

Электронно-вычислительная машина (ЭВМ) – комплекс технических средств, где основные функциональные элементы (логические, запоминающие, индикационные и др.) выполнены на электронных элементах, который предназначен для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач.