

## 1. Домашнее задание №1.

1. Общая структура вычислительной системы, назначение ее элементов.
2. Перечислите минимально необходимый состав любой компьютерной системы.
3. Что такое процессор? Каковы основные функции процессора?
4. Какие виды запоминающих устройств используются в компьютере? Их назначение, характеристики.
5. Какие устройства называются периферийными?
6. Перечислите основные устройства ввода информации.
7. Перечислите основные устройства вывода информации. Их назначение и характеристики.
8. Перечислите основные типы внешних запоминающих устройств.
9. Что такое системная шина?

## КОНСПЕКТ УРОКА 1

Архитектура ЭВМ - это общее описание структуры и функций ЭВМ на уровне, достаточном для понимания принципов работы и системы команд ЭВМ, не включающее деталей технического и физического устройства компьютера.

К архитектуре относятся следующие принципы построения ЭВМ:

1. структура памяти ЭВМ;
2. способы доступа к памяти и внешним устройствам;
3. возможность изменения конфигурации;
4. система команд;
5. форматы данных;
6. организация интерфейса.

### **История развития вычислительной техники**

Первым устройством, предназначенным для облегчения счета, были счеты. С помощью костяшек счетов можно было совершать операции сложения и вычитания и несложные умножения.

1642 г. — французский математик Блез Паскаль сконструировал первую механическую счетную машину «Паскалина», которая могла механически выполнять сложение чисел.

1673 г. — Готфрид Вильгельм Лейбниц сконструировал арифмометр, позволяющий механически выполнять четыре арифметических действия.

Первая половина XIX в. — английский математик Чарльз Бэббидж попытался построить универсальное вычислительное устройство, то есть компьютер. Бэббидж называл его аналитической машиной. Он определил, что компьютер должен содержать память и управляться с помощью программы. Компьютер по Бэббиджу — это

механическое устройство, программы для которого задаются посредством перфокарт — карт из плотной бумаги с информацией, наносимой с помощью отверстий (они в то время уже широко употреблялись в ткацких станках).

1941 г. — немецкий инженер Конрад Цузе построил небольшой компьютер на основе нескольких электромеханических реле.

1943 г. — в США на одном из предприятий фирмы IBM Говард Эйкен создал компьютер под названием «Марк-1». Он позволял проводить вычисления в сотни раз быстрее, чем вручную (с помощью арифмометра), и использовался для военных расчетов. В нем использовалось сочетание электрических сигналов и механических приводов. «Марк-1» имел размеры: 15 \* 2—5 м и содержал 750 000 деталей. Машина была способна перемножить два 32-разрядных числа за 4 с.

1943 г. — в США группа специалистов под руководством Джона Мочли и Проспера Экерта начала конструировать компьютер ENIAC на основе электронных ламп.

1945 г. — к работе над ENIAC был привлечен математик Джон фон Нейман, который подготовил доклад об этом компьютере. В своем докладе фон Нейман сформулировал общие принципы функционирования компьютеров, т. е. универсальных вычислительных устройств. До сих пор подавляющее большинство компьютеров сделано в соответствии с теми принципами, которые изложил Джон фон Нейман.

1947 г. — Экертом и Мочли начата разработка первой электронной серийной машины UNIVAC (Universal Automatic Computer). Первый образец машины (UNIVAC - 1) был построен для бюро переписи США и пущен в эксплуатацию весной 1951 г. Синхронная, последовательного действия вычислительная машина UNIVAC -1 была создана на базе ЭВМ ENIAC и EDVAC. Работала она с тактовой частотой 2,25 МГц и содержала около 5000 электронных ламп. Внутреннее запоминающее устройство емкостью 1000 12-разрядных десятичных чисел было выполнено на 100 ртутных линиях задержки.

1949 г. — английским исследователем Морнсом Уилксом построен первый компьютер, в котором были воплощены принципы фон Неймана.

1951 г. — Дж. Форрестер опубликовал статью о применении магнитных сердечников для хранения цифровой информации, в машине «Whirlwind-1» впервые была применена память на магнитных сердечниках. Она представляла собой 2 куба с 32 -32-17 сердечниками, которые обеспечивали хранение 2048 слов для 16-разрядных двоичных чисел с одним разрядом контроля на четность.

1952 г. — фирма IBM выпустила свой первый промышленный электронный компьютер IBM 701, который представлял собой синхронную ЭВМ параллельного действия, содержащую 4000 электронных ламп и 12 000 диодов. Усовершенствованный вариант машины IBM 704 отличался высокой скоростью работы, в нем использовались индексные регистры и данные представлялись в форме с плавающей запятой.

После ЭВМ IBM 704 была выпущена машина IBM 709, которая в архитектурном плане приближалась к машинам второго и третьего поколений. В этой машине впервые была применена косвенная адресация и впервые появились каналы ввода — вывода.

1952 г. — фирма Remington Rand выпустила ЭВМ UNIVAC-t 103, в которой впервые были применены программные прерывания. Сотрудники фирмы Remington Rand использовали алгебраическую форму записи алгоритмов под названием «Short Code» (первый интерпретатор, созданный в 1949 г. Джоном Мочли).

1956 г. — фирмой IBM были разработаны плавающие магнитные головки на воздушной подушке. Изобретение их позволило создать новый тип памяти — дисковые запоминающие устройства (ЗУ), значимость которых была в полной мере оценена в последующие десятилетия развития вычислительной техники. Первые ЗУ на дисках появились в машинах IBM 305 и RAMAC. Последняя имела пакет, состоявший из 50 металлических дисков с магнитным покрытием, которые вращались со скоростью 12000 об./мин. На поверхности диска размещалось 100 дорожек для записи данных, по 10 000 знаков каждая.

1956 г. — фирма Ferranti выпустила ЭВМ «Pegasus», в которой впервые нашла воплощение концепция регистров общего назначения (РОН). С появлением РОН устранено различие между индексными регистрами и аккумуляторами, и в распоряжении программиста оказался не один, а несколько регистров-аккумуляторов.

1957 г. — группа под руководством Д. Бэкуса завершила работу над первым языком программирования высокого уровня, получившим название ФОРТРАН. Язык, реализованный впервые на ЭВМ IBM 704, способствовал расширению сферы применения компьютеров.

1960-е гг. — 2-е поколение ЭВМ, логические элементы ЭВМ реализовываются на базе полупроводниковых приборов-транзисторов, развиваются алгоритмические языки программирования, такие как Алгол, Паскаль и другие.

1970-е гг. — 3-е поколение ЭВМ, интегральные микросхемы, содержащие на одной полупроводниковой пластине тысячи транзисторов. Начали создаваться ОС, языки структурного программирования.

1974 г. — несколько фирм объявили о создании на основе микропроцессора Intel-8008 персонального компьютера — устройства, выполняющего те же функции, что и большой компьютер, но рассчитанного на одного пользователя.

1975 г. — появился первый коммерчески распространяемый персональный компьютер Альтаир-8800 на основе микропроцессора Intel-8080. Этот компьютер имел оперативную память всего 256 байт, клавиатура и экран отсутствовали.

Конец 1975 г. — Пол Аллен и Билл Гейтс (будущие основатели фирмы Microsoft) создали для компьютера «Альтаир» интерпретатор языка Basic, позволивший пользователям просто общаться с компьютером и легко писать для него программы.

Август 1981 г. — компания IBM представила персональный компьютер IBM PC. В качестве основного микропроцессора компьютера использовался 16-разрядный микропроцессор Intel-8088, который позволял работать с 1 мегабайтом памяти.

1980-е гг. — 4-е поколение ЭВМ, построенное на больших интегральных схемах. Микропроцессоры реализовываются в виде единой микросхемы, Массовое производство персональных компьютеров.

1990-е гг. — 5-е поколение ЭВМ, сверхбольшие интегральные схемы. Процессоры содержат миллионы транзисторов. Появление глобальных компьютерных сетей массового пользования.

2000-е гг. — 6-е поколение ЭВМ. Интеграция ЭВМ и бытовой техники, встраиваемые компьютеры, развитие сетевых вычислений.

## **Принципы построения и архитектура ЭВМ**

### **1.1. Основные характеристики ЭВМ**

Электронная вычислительная машина - комплекс технических и программных средств, предназначенный для автоматизации подготовки и решения задач пользователей.

Структура - совокупность элементов и их связей. Различают структуры технических, программных и аппаратурно-программных средств.

Архитектура ЭВМ - это многоуровневая иерархия аппаратурно-программных средств, из которых строится ЭВМ. Каждый из уровней допускает многовариантное построение и применение. Конкретная реализация уровней определяет особенности структурного построения ЭВМ.

Одной из важнейших характеристик ЭВМ является ее быстродействие, которое характеризуется числом команд, выполняемых ЭВМ за одну секунду. Поскольку в состав команд ЭВМ включаются операции, различные по длительности выполнения и по вероятности их использования, то имеет смысл характеризовать его или средним быстродействием ЭВМ, или предельным (для самых «коротких» операций типа «регистр - регистр»). Современные вычислительные машины имеют очень высокие характеристики по быстродействию, измеряемые сотнями миллионов операций в секунду. Например, новейший микропроцессор Merced, совместного производства фирм Intel и Hewlett-Packard, обладает пиковой производительностью более миллиарда операций в секунду.

Другой важнейшей характеристикой ЭВМ является емкость запоминающих устройств. Этот показатель позволяет определить, какой набор программ и данных может быть одновременно размещен в памяти. В настоящее время персональные ЭВМ теоретически могут иметь емкость оперативной памяти 768Мбайт (chipset BX). Этот показатель очень важен для определения, какие программные пакеты и их приложения могут одновременно обрабатываться в машине.

Надежность - это способность ЭВМ при определенных условиях выполнять требуемые функции в течение заданного периода времени. Например, у современных HDD среднее время наработки на отказ достигает 500 тыс.ч. (около 60 лет).

Точность - возможность различать почти равные значения. Точность получения результатов обработки в основном определяется разрядностью ЭВМ, а также используемыми структурными единицами представления информации (байтом, словом, двойным словом). С помощью средств программирования языков высокого уровня этот диапазон может быть увеличен в несколько раз, что позволяет достигать очень высокой точности.

Достоверность - свойство информации быть правильно воспринятой. Достоверность характеризуется вероятностью получения безошибочных результатов. Заданный уровень достоверности обеспечивается аппаратурно-программными средствами

контроля самой ЭВМ. Возможны методы контроля достоверности путем решения эталонных задач и повторных расчетов. В особо ответственных случаях проводятся контрольные решения на других ЭВМ и сравнение результатов.

## 1.2. Классификация средств ЭВТ

Традиционно электронную вычислительную технику (ЭВТ) подразделяют на аналоговую и цифровую. Редкие образцы аналоговой ЭВТ используются в основном в проектных и научно-исследовательских учреждениях в составе различных стендов по отработке сложных образцов техники. По своему назначению их можно рассматривать как специализированные вычислительные машины.

То, что 10-15 лет назад считалось современной большой ЭВМ, в настоящее время является устаревшей техникой с очень скромными возможностями. В этих условиях любая предложенная классификация ЭВМ очень быстро устаревает и нуждается в корректировке. Например, в классификациях десятилетней давности широко использовались названия мини-, миди- и микроЭВМ, которые почти исчезли из обихода.

Академик В.М. Глушков указывал, что существуют три глобальные сферы деятельности человека, которые требуют использования качественно различных типов ЭВМ.

Первое направление является традиционным - применение ЭВМ для автоматизации вычислений. Отличительной особенностью этого направления является наличие хорошей математической основы, заложенной развитием математических наук и их приложений. Первые, а затем и последующие вычислительные машины классической структуры в первую очередь и создавались для автоматизации вычислений.

Вторая сфера применения ЭВМ связана с использованием их в системах управления. Она родилась в 60-е годы, когда ЭВМ стали внедряться в контуры управления автоматических и автоматизированных систем. Математическая база этой сферы была создана в течение последующих 15-20 лет. Новое применение вычислительных машин потребовало видоизменения их структуры. ЭВМ, используемые в управлении, должны были не только обеспечивать вычисления, но и автоматизировать сбор данных и распределение результатов обработки.

Третье направление связано с применением ЭВМ для решения задач искусственного интеллекта. Напомним, что задачи искусственного интеллекта предполагают получение не точного результата, а чаще всего осредненного в статистическом, вероятностном смысле. Примеров подобных задач много: задачи робототехники, доказательства теорем, машинного перевода текстов с одного языка на другой, планирования с учетом неполной информации, составления прогнозов, моделирования сложных процессов и явлений и т.д. Это направление все больше набирает силу. Во многих областях науки и техники создаются и совершенствуются базы данных и базы знаний, экспертные системы. Для технического обеспечения этого направления нужны качественно новые структуры ЭВМ с большим количеством вычислителей (ЭВМ или процессорных элементов), обеспечивающих параллелизм в вычислениях. По существу, ЭВМ уступают место сложнейшим вычислительным системам.

Еще один класс наиболее массовых средств ЭВТ - встраиваемые микропроцессоры. Успехи микроэлектроники позволяют создавать миниатюрные вычислительные устройства, вплоть до однокристальных ЭВМ. Эти устройства, универсальные по характеру применения, могут встраиваться в отдельные машины, объекты, системы. Они находят все большее применение в бытовой технике (телефонах, телевизорах, электронных часах, микроволновых печах и т.д.), в городском хозяйстве (энерго-, тепло-, водоснабжении, регулировке движения транспорта и т.д.), на производстве (робототехнике, управлении технологическими процессами). Постепенно они входят в нашу жизнь, все больше изменяя среду обитания человека.

Таким образом, можно предложить следующую классификацию средств вычислительной техники, в основу которой положено их разделение по быстродействию,

- СуперЭВМ для решения крупномасштабных вычислительных задач для обслуживания крупнейших информационных банков данных.
- Большие ЭВМ для комплектования ведомственных, территориальных и региональных вычислительных центров.
- Средние ЭВМ широкого назначения для управления сложными технологическими производственными процессами. ЭВМ этого типа могут использоваться и для управления распределенной обработкой информации в качестве сетевых серверов.
- Персональные и профессиональные ЭВМ, позволяющие удовлетворять индивидуальные потребности пользователей. На базе этого класса ЭВМ строятся автоматизированные рабочие места (АРМ) для специалистов различного уровня.
- Встраиваемые микропроцессоры, осуществляющие автоматизацию управления отдельными устройствами и механизмами.

### 1.3. Общие принципы построения современных ЭВМ

Основным принципом построения всех современных ЭВМ является программное управление. В основе его лежит представление алгоритма решения любой задачи в виде программы вычислений. Стандартом для построения практически всех ЭВМ стал способ, описанный Дж. фон Нейманом в 1945 г. при построении еще первых образцов ЭВМ. Суть его заключается в следующем.

Все вычисления, предписанные алгоритмом решения задачи, должны быть представлены в виде программы, состоящей из последовательности управляющих слов-команд. Каждая команда содержит указания на конкретную выполняемую операцию, место нахождения операндов (адреса операндов) и ряд служебных признаков. Операнды - переменные, значения которых участвуют в операциях преобразования данных. Список (массив) всех переменных (входных данных, промежуточных значений и результатов вычислений) является еще одним неотъемлемым элементом любой программы.

Для доступа к программам, командам и операндам используются их адреса. В качестве адресов выступают номера ячеек памяти ЭВМ, предназначенных для хранения объектов. Различные типы объектов, размещенные в памяти ЭВМ, идентифицируются по контексту.

Последовательность битов в формате, имеющая определенный смысл, называется полем. Например, в каждой команде программы различают поле кода операций, поле

адресов операндов. Применительно к числовой информации выделяют знаковые разряды, поле значащих разрядов чисел, старшие и младшие разряды.

Последовательность, состоящая из определенного принятого для данной ЭВМ числа байтов, называется словом.

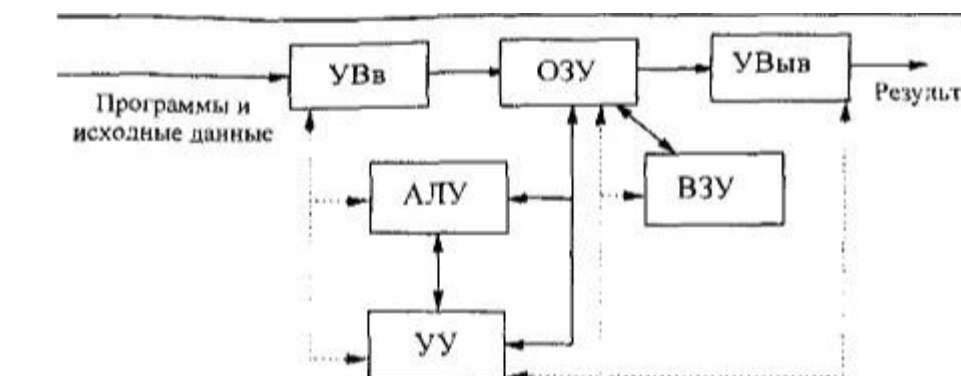


Рис. 1.1. Структурная схема ЭВМ первого и второго поколений

В любой ЭВМ имеются устройства ввода информации (УВв), с помощью которых пользователи вводят в ЭВМ программы решаемых задач и данные к ним. Введенная информация полностью или частично сначала запоминается в оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ), а затем переносится во внешнее запоминающее устройство (ВЗУ), предназначенное для длительного хранения информации, где преобразуется в файл. При использовании файла в вычислительном процессе его содержимое переносится в ОЗУ. Затем программная информация команда за командой считывается в устройство управления (УУ).

Устройство управления предназначается для автоматического выполнения программ путем принудительной координации всех остальных устройств ЭВМ. Цепи сигналов управления показаны на рис. 1.1 штриховыми линиями. Вызываемые из ОЗУ команды дешифрируются устройством управления: определяются код операции, которую необходимо выполнить следующей, и адреса операндов, принимающих участие в данной операции.

В зависимости от количества используемых в команде операндов различаются одно-, двух-, трех-, четырех- адресные и безадресные команды. В одноадресных командах указывается, где находится один из двух обрабатываемых операндов. Второй операнд должен быть помещен заранее в арифметическое устройство.

Двухадресные команды содержат указания о двух операндах, размещаемых в памяти (или в регистрах и памяти). После выполнения команды в один из этих адресов засылается результат, а находившийся там операнд теряется.

В трехадресных командах обычно два адреса указывают, где находятся исходные операнды, а третий - куда необходимо поместить результат.

В безадресных командах обычно обрабатывается один операнд, который до и после операции находится на одном из регистров арифметико-логического устройства (АЛУ). Кроме того, безадресные команды используются для выполнения служебных операций (запрет прерывания, выход из подпрограммы и др.).

Все команды программы выполняются последовательно, команда за командой, в том порядке, как они записаны в памяти ЭВМ (естественный порядок следования команд)

или если команда четырех- адресная (характерно для первых ЭВМ) адрес следующей команды находится в поле четвертого операнда. Этот порядок характерен для линейных программ, т.е. программ, не содержащих разветвлений. Для организации ветвлений используются команды, нарушающие естественный порядок следования команд. Отдельные признаки результатов  $r$  ( $r = 0$ ,  $r < 0$ ,  $r > 0$  и др.) устройство управления использует для изменения порядка выполнения команд программы.

АЛУ выполняет арифметические и логические операции над данными. Основной частью АЛУ является операционный автомат, в состав которого входят сумматоры, счетчики, регистры, логические преобразователи и др. Оно каждый раз перенастраивается на выполнение очередной операции. Результаты выполнения отдельных операций сохраняются для последующего использования на одном из регистров АЛУ или записываются в память. Результаты, полученные после выполнения всей программы вычислений, передаются на устройства вывода (УВыв) информации. В качестве УВыв могут использоваться экран дисплея, принтер, графопостроитель и др.

Современные ЭВМ имеют достаточно развитые системы машинных операций. Например, ЭВМ типа IBM PC имеют около 200 различных операций (170 - 300 в зависимости от типа микропроцессора). Любая операция в ЭВМ выполняется по определенной микропрограмме, реализуемой в схемах АЛУ соответствующей последовательностью сигналов управления (микрокоманд). Каждая отдельная микрокоманда - это простейшее элементарное преобразование данных типа алгебраического сложения, сдвига, перезаписи информации и т.п.

Уже в первых ЭВМ для увеличения их производительности широко применялось совмещение операций. При этом последовательные фазы выполнения отдельных команд программы (формирование адресов операндов, выборка операндов, выполнение операции, отсылка результата) выполнялись отдельными функциональными блоками. В своей работе они образовывали конвейер, а их параллельная работа позволяла обрабатывать различные фазы целого блока команд. Этот принцип получил дальнейшее развитие в ЭВМ следующих поколений. Но все же первые ЭВМ имели очень сильную централизацию управления, единые стандарты форматов команд и данных, «жесткое» построение циклов выполнения отдельных операций, что во многом объясняется ограниченными возможностями используемой в них элементной базы. Центральное УУ обслуживало не только вычислительные операции, но и операции ввода-вывода, пересылок данных между ЗУ и др. Все это позволяло в какой-то степени упростить аппаратуру ЭВМ, но сильно сдерживало рост их производительности.

В ЭВМ третьего поколения произошло усложнение структуры за счет разделения процессов ввода-вывода информации и ее обработки (рис. 1.2).

Сильносвязанные устройства АЛУ и УУ получили название процессор, т.е. устройство, предназначенное для обработки данных. В схеме ЭВМ появились также дополнительные устройства, которые имели названия: процессоры ввода-вывода, устройства управления обменом информацией, каналы ввода-вывода (КВВ). Последнее название получило наибольшее распространение применительно к большим ЭВМ. Здесь



наметилась тенденция к децентрализации управления и параллельной работе отдельных устройств, что позволило резко повысить быстродействие ЭВМ в целом.

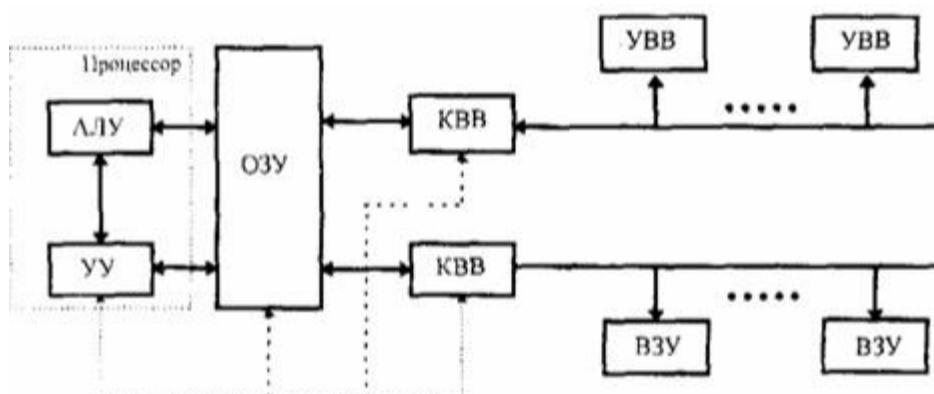


Рис. 1.2. Структурная схема ЭВМ третьего поколения

Среди каналов ввода-вывода выделяли мультиплексные каналы, способные обслуживать большое количество медленно работающих устройств ввода-вывода (УВВ), и селекторные каналы, обслуживающие в многоканальных режимах скоростные внешние запоминающие устройства (ВЗУ).

В персональных ЭВМ, относящихся к ЭВМ четвертого поколения, произошло дальнейшее изменение структуры (рис. 1.3). Они унаследовали ее от мини-ЭВМ.

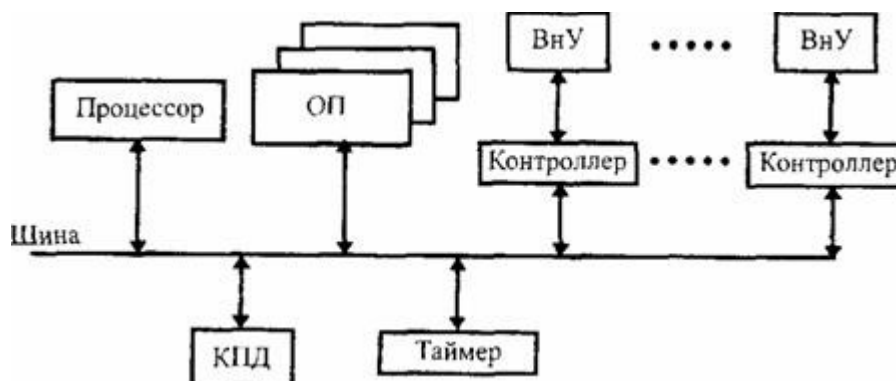


Рис. 1.3. Структурная схема ПЭВМ

Соединение всех устройств в единую машину обеспечивается с помощью общей шины, представляющей собой линии передачи данных, адресов, сигналов управления и питания. Единая система аппаратурных соединений значительно упростила структуру, сделав ее еще более децентрализованной. Все передачи данных по шине осуществляются под управлением сервисных программ.

Ядро ПЭВМ образуют процессор и основная память (ОП), состоящая из оперативной памяти и постоянного запоминающего устройства (ПЗУ). ПЗУ предназначается для постоянного хранения программ первоначального тестирования ПЭВМ (POST) и загрузки ОС. Подключение всех внешних устройств (ВнУ), дисплея, клавиатуры, внешних ЗУ и других обеспечивается через соответствующие адаптеры - согласователи скоростей работы сопрягаемых устройств или контроллеры - специальные устройства управления периферийной аппаратурой. Контроллеры в ПЭВМ играют роль каналов ввода-вывода. В качестве особых устройств следует выделить таймер - устройство измерения времени и контроллер прямого доступа к памяти (КПД) - устройство, обеспечивающее доступ к ОП, минуя процессор.

Децентрализация построения и управления вызвала к жизни такие элементы, которые являются общим стандартом структур современных ЭВМ:

модульность построения, магистральность, иерархия управления.

Модульность построения предполагает выделение в структуре ЭВМ достаточно автономных, функционально и конструктивно законченных устройств (процессор, модуль памяти, накопитель на жестком или гибком магнитном диске).

Модульная конструкция ЭВМ делает ее открытой системой, способной к адаптации и совершенствованию. К ЭВМ можно подключать дополнительные устройства, улучшая ее технические и экономические показатели. Появляется возможность увеличения вычислительной мощности, улучшения структуры путем замены отдельных устройств на более совершенные, изменения и управления конфигурацией системы, приспособления ее к конкретным условиям применения в соответствии с требованиями пользователей.

В современных ЭВМ принцип децентрализации и параллельной работы распространен как на периферийные устройства, так и на сами ЭВМ (процессоры). Появились вычислительные системы, содержащие несколько вычислителей (ЭВМ или процессоры), работающие согласованно и параллельно. Внутри самой ЭВМ произошло еще более резкое разделение функций между средствами обработки. Появились отдельные специализированные процессоры, например сопроцессоры, выполняющие обработку чисел с плавающей точкой, матричные процессоры и др.

Все существующие типы ЭВМ выпускаются семействами, в которых различают старшие и младшие модели. Всегда имеется возможность замены более слабой модели на более мощную. Это обеспечивается информационной, аппаратурной и программной совместимостью. Программная совместимость в семействах устанавливается по принципу снизу-вверх, т.е. программы, разработанные для ранних и младших моделей, могут обрабатываться и на старших, но не обязательно наоборот.

Модульность структуры ЭВМ требует стандартизации и унификации оборудования, номенклатуры технических и программных средств, средств сопряжения - интерфейсов, конструктивных решений, унификации типовых элементов замены, элементной базы и нормативно-технической документации. Все это способствует улучшению технических и эксплуатационных характеристик ЭВМ, росту технологичности их производства.

Децентрализация управления предполагает иерархическую организацию структуры ЭВМ. Централизованное управление осуществляет устройство управления главного, или центрального, процессора. Подключаемые к центральному процессору модули (контроллеры и КВВ) могут, в свою очередь, использовать специальные шины или магистрали для обмена управляющими сигналами, адресами и данными. Инициализация работы модулей обеспечивается по командам центральных устройств, после чего они продолжают работу по собственным программам управления. Результаты в выполнении требуемых операций представляются ими «вверх по иерархии» для правильной координации всех работ.

По иерархическому принципу строится система памяти ЭВМ. Так, с точки зрения пользователя желательно иметь в ЭВМ оперативную память большой информационной емкости и высокого быстродействия. Однако одноуровневое построение памяти не позволяет одновременно удовлетворять этим двум противоречивым требованиям. Поэтому память современных ЭВМ строится по многоуровневому, пирамидальному принципу.

В состав процессоров может входить сверхоперативное запоминающее устройство небольшой емкости, образованное несколькими десятками регистров с быстрым временем доступа (единицы нс). Здесь обычно хранятся данные, непосредственно используемые в обработке.

Следующий уровень образует кэш-память. Она представляет собой буферное запоминающее устройство, предназначенное для хранения активных страниц объемом десятки и сотни Кбайтов. Время обращения к данным составляет 2-10 нс, при этом может использоваться ассоциативная выборка данных. Кэш-память, как более быстродействующая ЗУ, предназначается для ускорения выборки команд программы и обрабатываемых данных. Сами же программы пользователей и данные к ним размещаются в оперативном запоминающем устройстве (емкость - миллионы машинных слов, время выборки 10-70 нс).

Часть машинных программ, обеспечивающих автоматическое управление вычислениями и используемых наиболее часто, может размещаться в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ). На более низких уровнях иерархии находятся внешние запоминающие устройства на магнитных носителях: на жестких и гибких магнитных дисках, магнитных лентах, магнитооптических дисках и др. Их отличает более низкое быстродействие и очень большая емкость.

Организация заблаговременного обмена информационными потоками между ЗУ различных уровней при децентрализованном управлении ими позволяет рассматривать иерархию памяти как единую абстрактную виртуальную память. Согласованная работа всех уровней обеспечивается под управлением программ операционной системы. Пользователь имеет возможность работать с памятью, намного превышающей емкость ОЗУ.

Децентрализация управления и структуры ЭВМ позволила перейти к более сложным многопрограммным (мультипрограммным) режимам. При этом в ЭВМ одновременно может обрабатываться несколько программ пользователей.

В ЭВМ, имеющих один процессор, многопрограммная обработка является кажущейся. Она предполагает параллельную работу отдельных устройств, задействованных в вычислениях по различным задачам пользователей. Например, компьютер может производить распечатку каких-либо документов и принимать сообщения, поступающие по каналам связи. Процессор при этом может производить обработку данных по третьей программе, а пользователь - вводить данные или программу для новой задачи, слушать музыку и т.п.

В ЭВМ или вычислительных системах, имеющих несколько процессоров обработки, многопрограммная работа может быть более глубокой. Автоматическое

управление вычислениями предполагает усложнение структуры за счет включения в ее состав систем и блоков, разделяющих различные вычислительные процессы друг от друга, исключающие возможность возникновения взаимных помех и ошибок (системы прерываний и приоритетов, защиты памяти). Самостоятельного значения в вычислениях они не имеют, но являются необходимым элементом структуры для обеспечения этих вычислений.

Как видно, полувековая история развития ЭВТ дала не очень широкий спектр основных структур ЭВМ. Все приведенные структуры не выходят за пределы классической структуры фон Неймана. Их объединяют следующие традиционные признаки [53]:

- ядро ЭВМ образует процессор - единственный вычислитель в структуре, дополненный каналами обмена информацией и памятью-
- линейная организация ячеек всех видов памяти фиксированного размера;
- одноуровневая адресация ячеек памяти, стирающая различия между всеми типами информации:
- внутренний машинный язык низкого уровня, при котором команды содержат элементарные операции преобразования простых операндов;
- последовательное централизованное управление вычислениями;
- достаточно примитивные возможности устройств ввода-вывода.

Несмотря на все достигнутые успехи, классическая структура ЭВМ не обеспечивает возможностей дальнейшего увеличения производительности.

Наметился кризис, обусловленный рядом существенных недостатков:

- плохо развитые средства обработки нечисловых данных (структуры, символы, предложения, графические образы, звук, очень большие массивы данных и др.);
- несоответствие машинных операций операторам языков высокого уровня;
- примитивная организация памяти ЭВМ;
- низкая эффективность ЭВМ при решении задач, допускающих параллельную обработку и т.п.

Все эти недостатки приводят к чрезмерному усложнению комплекса программных средств, используемого для подготовки и решения задач пользователей.

В ЭВМ будущих поколений, с использованием в них «встроенного искусственного интеллекта», предполагается дальнейшее усложнение структуры. В первую очередь это касается совершенствования процессов общения пользователей с ЭВМ (использование аудио-, видеоинформации, систем мультимедиа и др.), обеспечения доступа к базам данных и базам знаний, организации параллельных вычислений. Несомненно, что этому должны соответствовать новые параллельные структуры с новыми принципами их построения. В качестве примера укажем, что самая быстрая ЭВМ фирмы IBM в настоящее время обеспечивает быстродействие 600 MIPS ( миллионы команд в секунду), самая же большая гиперкубическая система nCube дает быстродействие 123.103 MIPS. Расчеты показывают, что стоимость одной машинной операции в гиперсистеме примерно в тысячу раз меньше. Вероятно, подобными системами будут обслуживаться большие информационные хранилища.

## **Базовые знания об архитектуре компьютера.**

Персональным компьютером (ПК) называют электронную вычислительную машину (ЭВМ), рассчитанную на одного пользователя и управляемую одним человеком.

Современные ПК характеризуются:

- небольшими размерами (ПК размещается на рабочем столе, оставляя место для телефонного аппарата, книг, тетрадей и т.д.),
- возможностью для пользователя работать с ПК лично, без посредничества профессионального программиста,
- малым потреблением электрической энергии,
- удобством и комфортностью общения пользователя и ПК.

Благодаря развитию локальных и глобальных вычислительных сетей пользователь ПК может по ним получать любые справки из любых библиотек, информационных центров как своего региона, так и страны и всего мира.

ЭВМ выполняют две основные функции:

- обработка и хранение информации
- обмен информацией с внешними объектами.

Выполнение этих функций осуществляется с помощью двух компонентов ЭВМ: программного обеспечения и аппаратного обеспечения.

Под аппаратным обеспечением понимают обычно все узлы, модули и блоки, составляющие компьютер или компьютерную систему. В современных компьютерах используется так называемая «открытая архитектура», т.е. состав аппаратного обеспечения компьютера можно изменить, поменяв один из модулей, или расширить, вставив дополнительный модуль.

Аппаратное обеспечение современных ПК включает в себя следующее:

- системный блок,
- устройства ввода информации в ПК (например, клавиатура),
- устройства вывода информации из ПК (например, монитор).

Системный блок, клавиатура и монитор вместе составляют персональный компьютер в минимальной конфигурации, т.е. позволяют работать с информацией на компьютере (рис 1).

Корпуса системных блоков бывают нескольких типов: вертикальный (tower), горизонтальный (desktop), моноблок (системный блок и монитор в одном корпусе). Существуют переносные компьютеры типа Notebook (ноутбук), предназначенные для работы от автономной батареи.

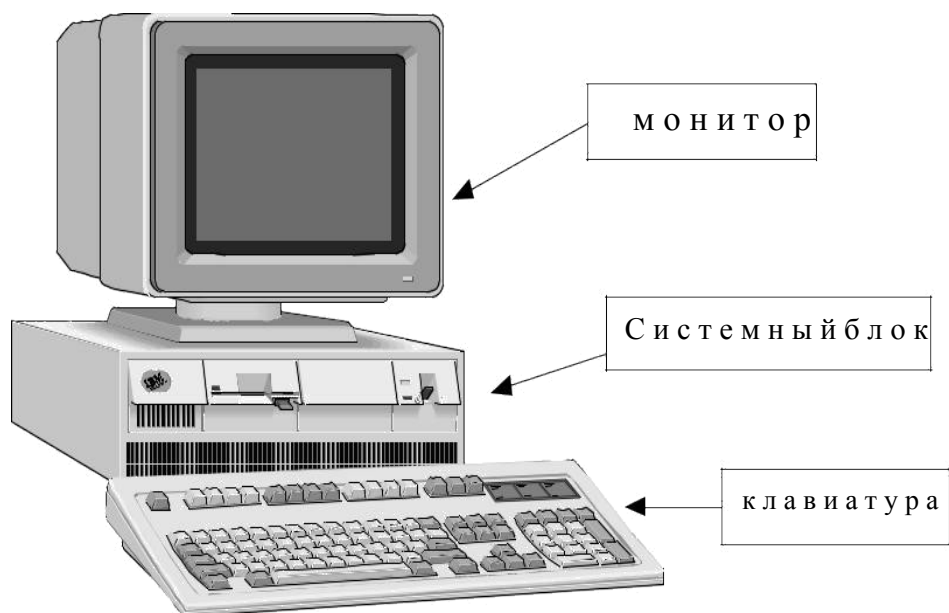


Рис.1. Персональный компьютер в минимальной конфигурации.

Внутри системного блока располагаются:

- источник питания,
- материнская (системная) плата
- процессор,
- внутренняя память,
- жесткий диск,
- накопитель гибких дисков.

В системном блоке современных ПК почти всегда присутствуют также:

- накопитель CD-ROM,
- звуковая карта,
- сетевая карта

Структурная схема ПК представлена на рис 2.

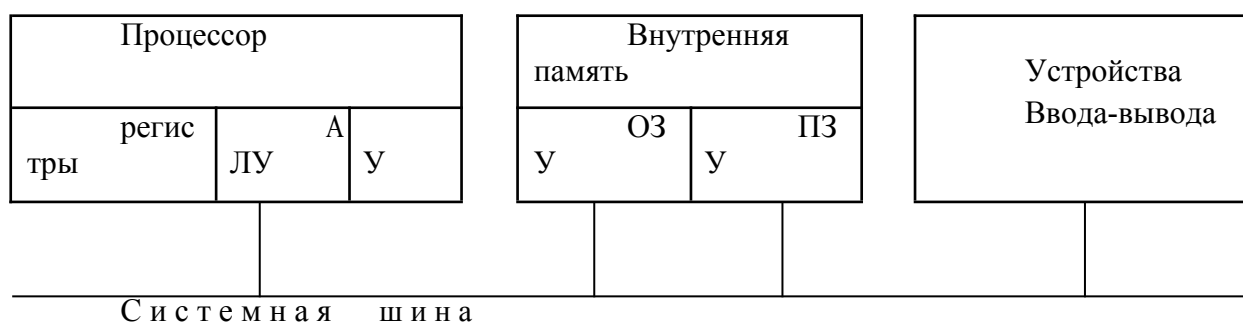


Рис.2. Структурная схема ПК.

### 1. Процессор

Процессор – это «мозг» любого компьютера. Процессор производит все вычисления (арифметические и логические операции), взаимодействует с памятью и осуществляет управление всеми компонентами ПК. Таким образом, процессор включает в себя следующие части:

- арифметико-логическое устройство (АЛУ),
- устройство управления (УУ).
- внутренние регистры – ячейки памяти внутри кристалла процессора, предназначенные для хранения промежуточной информации.

Важнейшими характеристиками процессора, определяющими его производительность (количество операций в единицу времени) являются: тактовая частота, разрядность, объем адресуемой памяти.

Тактовая частота определяет скорость выполнения операций в процессоре. При повышении тактовой частоты увеличивается производительность процессора. Современные процессоры имеют тактовые частоты 400-1000 МГц и более.

Разрядность обрабатываемых данных – количество бит информации, одновременно вводимой в процессор и выводимой из него. Чем больше разрядность, тем больше информации может обработать процессор в единицу времени. Разрядность современных процессоров – 32 и 64 бит.

Объем адресуемой памяти (адресное пространство)– максимальное число ячеек основной памяти, которое может быть непосредственно адресовано процессором. Т.к. современные процессоры имеют размер шины адреса 32 бита, то объем адресуемой памяти у них 4 Гбайт.

### 2. Внутренняя память

Внутренняя память – это память, расположенная на материнской плате. Внутреннюю память составляют два устройства: ОЗУ и ПЗУ.

ОЗУ (оперативное запоминающее устройство) предназначено для хранения текущих программ и текущей информации, т.е. программ и информации, с которыми в данный момент работает пользователь. В англоязычной литературе ОЗУ называют RAM (random access memory – память случайного доступа).

Основными характеристиками ОЗУ являются: объем и время доступа.

Объем ОЗУ (ед. измерения – Мбайт) – это общее количество ячеек памяти на всех кристаллах ОЗУ. В каждой ячейке может храниться либо «1» либо «0». Ячейки в кристаллах памяти объединены в блоки по 8 ячеек, и в каждый такой блок таким образом можно записать байт информации. От объема ОЗУ во многом зависит скорость работы компьютера: чем больше объем ОЗУ, тем быстрее работает компьютер.

Время доступа – время, за которое процессор может прочитать содержимое ячейки ОЗУ или записать в нее информацию. Чем меньше время доступа, тем быстрее общается процессор с ОЗУ и тем быстрее работает компьютер.

ОЗУ является энергозависимой памятью, т.е. при отключении питания оно «забывает» всю записанную в него информацию.

ПЗУ (постоянное запоминающее устройство) – хранит программу первоначальной загрузки компьютера, информацию о системной плате и расположенных на ней устройствах, информацию о подключенных устройствах внешней памяти, текущее время др.

Эта память является энергонезависимой, т.е. при отключении питания информация в ПЗУ не стирается. Информация в ПЗУ записывается один раз и затем уже не изменяется, хотя в современных компьютерах часть ПЗУ – так называемая flash-память, может быть перезаписана. При этом пользователь лишь запускает специальную программу, периодически поставляемую производителями материнских плат, и содержимое flash-памяти обновляется. Flash-память как и все ПЗУ энергонезависима, т.к. она потребляет очень мало энергии и питается от отдельной батареи независимо от того, включен или выключен компьютер. Кроме того, содержимое еще одной части ПЗУ (CMOS-памяти), содержащей данные о конфигурации компьютера, настройках, текущем времени и др., может быть изменено пользователем вручную. Питается CMOS-память обычно от той же батареи, что и flash-память.

### 3. Внешняя память

Внешняя (периферийная) память – это память, расположенная вне материнской платы. На устройствах внешней памяти хранятся тексты программ, документы и другая информация. Эту память часто называют долговременной. Если необходимо работать с какой-то программой, то она сначала копируется с устройств внешней памяти в оперативную память и затем запускается. Наиболее часто внешняя память ПК представлена накопителями на гибких магнитных дисках и накопителями на жестких дисках

Накопители на гибких дисках (дискетах).

Гибкие диски позволяют переносить документы и программы с одного компьютера на другой, хранить наиболее ценную информацию с жесткого диска. Наиболее распространены гибкие диски (дискеты) размером 3,5 дюйма емкостью 1,44 Мбайт.

Накопитель на жестком диске (винчестер) – предназначен для постоянного хранения информации, используемой при работе с компьютером: программ операционной системы, часто используемых программ, документов и т.д. Основными характеристиками винчестеров являются емкость и скорость работы диска. Первые винчестеры для компьютеров IBM PC/XT имели емкость 10 Мбайт, современные винчестеры имеют



емкости до 50 Гигабайт и больше. Скорость работы диска определяется временем доступа к информации. Скорость обмена информацией с винчестером значительно ниже, чем с ОЗУ. Тем не менее, в сравнении с другими видами внешней памяти винчестеры имеют самое высокое быстродействие.

Накопители на оптических дисках (CD-ROM, накопители на компакт дисках) – устройство, аналогичное лазерному проигрывателю, обеспечивает ввод информации с компакт-дисков, записанных в специальном формате. Объем одного диска – 640 Мбайт.

Существует много других видов накопителей, используемых на практике реже: накопители на магнитной ленте (стримеры), накопители на магнитооптических дисках, ZIP- накопители, накопители MiniDisk и др.

#### 4. Материнская плата, шина и периферийные устройства

Если заглянуть внутрь системного блока, то первое, что бросится в глаза — это большая плата со множеством микросхем и подключенных к ней с помощью разъемов плат и блоков меньших размеров. Эту плату называют системной (материнской).

На материнской плате располагаются: процессор, ПЗУ, ОЗУ, видеоадаптер (формирует сигнал для монитора), адаптер жесткого диска (управляет работой жесткого диска), адаптер гибкого диска (управляет работой гибкого диска).

Все блоки ПК, электрически связаны между собой с помощью системной шины, расположенной также на материнской плате в системном блоке. Таким образом, шина обеспечивает техническую связь и взаимодействие всех устройств и блоков ПК, включая периферийные устройства.

Периферийными называют все устройства компьютера, расположенные вне материнской платы. Часть устройств хоть и расположены вне материнской платы, но также как и материнская плата находятся в системном блоке: винчестер, дисководы, CD-ROM, звуковая карта, сетевая карта и некоторые др.

За пределами системного блока расположены устройства, обеспечивающие ввод информации в ЭВМ и устройства вывода информации из ЭВМ.

#### 5. Устройства ввода информации в ПК

Клавиатура – устройство, с помощью которого осуществляется ввод данных и команд в ПК. Клавиатура снабжена специальным кабелем, посредством которого она подключается к специальному разъему на системном блоке.

Мышь – широко используемое в настоящее время устройство ввода информации. Позволяет быстро отметить какую-либо точку на экране монитора. Работа с некоторыми программами без мыши практически невозможна.

Сканер – устройство ввода графической информации (фотографий, изображений и др.) в компьютер.

Существуют и другие устройства ввода информации в компьютер: цифровые фотоаппараты, манипуляторы «световое перо» и пр. Некоторые манипуляторы, функционально аналогичны или дополняют мышь: трекбол, джойстик, виртуальный шлем и др.

#### 6. Устройства вывода информации из ПК

Монитор (дисплей) – устройство вывода алфавитно-цифровой и графической информации ПК. Монитор является основным техническим средством организации общения между пользователем и компьютером. Внешне напоминает телевизор.

Современные мониторы, соответствующие принятым стандартам на допустимое электромагнитное излучение (ТСО–95, ТСО-99), безопасны для пользователей, хотя при этом время пребывания за экраном включенного монитора обычно нормируется (до 4 часов).

Качество изображения монитора определяют следующие характеристики: размер диагонали, разрешение, палитра, частота кадров.

Изображение на экране монитора формируется с помощью точек (пикселей). Количество пикселей по горизонтали и вертикали и определяет разрешение экрана. Типичные значения: 800×600 для 14-дюймового монитора, 1600×1200 для 19-дюймового. Чем больше размер диагонали экрана и выше разрешение, тем качественнее изображение, так как лучше прорисовываются мелкие детали.

Цветовую гамму (палитру) выводимого изображения определяет размер видеопамяти – чем больше ее объем, тем больше цветов и оттенков может вывести монитор. Для обычного пользователя, как правило, достаточно 16 тысяч цветов и оттенков.

Комфортность работы за монитором во многом определяет такая характеристика монитора, как максимальная частота смены кадров (обычные значения: 75–100Гц, т.е. за секунду изображение на экране обновляется 75-100 раз).

Принтер – устройство вывода, обеспечивающее печать выдаваемой компьютером информации. В качестве носителя чаще всего используется бумага.

Принтеры делятся на следующие типы: матричные, струйные, лазерные.

Наиболее простые принтеры – матричные (дешевые, качество изображения низкое, уровень шума высокий). Принцип печати таких принтеров следующий: печатающая головка содержит ряд тонких металлических стержней (иглок). Головка движется вдоль печатаемой строки, а стержни в нужный момент ударяют по бумаге через красящую ленту.

В струйных принтерах изображение формируется микрокаплями специальных чернил, выдуваемых на бумагу с помощью сопел. Такие принтеры обеспечивают высокое качество при печати на специальную бумагу, удобны и для цветной печати. Однако струйные принтеры дороже матричных и требуют тщательного ухода и обслуживания.

Лазерные принтеры обеспечивают самое высокое качество печати. В этих принтерах используется принцип ксерографии: изображение переносится на бумагу со специального барабана, к которому электрически притягиваются частички краски, только в отличие от ксерокса печатающий барабан электризуется с помощью лазера по командам компьютера.

Графопостроитель (плоттер) – устройство вывода, позволяющее получить высококачественные чертежи.

## 7. Устройства ввода–вывода

Ряд периферийных устройств могут как вводить, так и выводить информацию из компьютера. Устройствами ввода–вывода являются, например, почти все рассмотренные выше накопители на дисках (за исключением CD–ROM) и ряд других устройств, которые часто представлены в современном компьютере.

Чтобы в компьютер можно было вводить речь и другие звуки, он должен иметь в своем составе звуковую карту (sound card) с подключенным к ней микрофоном. Выводится звук на акустические системы или наушники, которые также подключаются к звуковой карте.

Для ввода видеосигналов в ПК и преобразования информации из компьютера в видеосигнал (например, для записи на видеомаягнитофон) существуют специальные устройства, называемые графические карты (video card), часто содержащие в своем составе TV–тюнер, позволяющий принимать телевизионные передачи и отображать их на экране монитора.

Для связи нескольких компьютеров в локальную компьютерную сеть каждый из этих компьютеров должен быть оснащен сетевой картой, которая позволяет осуществлять быстрый обмен (ввод–вывод) информацией между компьютерами сети. Объединяются такие компьютеры в сеть с помощью кабелей.

Модем – устройство ввода–вывода, обеспечивающее подключение компьютера к телефонной линии с целью передачи и приема данных, когда два компьютера (источник и приемник) находятся на значительном удалении друг от друга.