

# **Лекция №1**

## **Компьютеры. Структура и принципы функционирования компьютера**

### **План**

1. Классификация компьютеров.
2. Принцип программного управления.
3. Структура компьютера.
4. Общие требования, предъявляемые к современным компьютерам.

Компьютер — комплекс технических средств, предназначенных для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач.

### **1. Классификация компьютеров**

Компьютеры могут быть классифицированы по разным признакам, в частности:

- этапам создания и элементной базе;
- назначению;
- способу организации вычислительного процесса;
- размеру и вычислительной мощности;
- функциональным возможностям;
- структуре команд;
- структурной организации;
- структуре интерфейса;
- по областям применения.

По этапам создания и элементной базе компьютеры условно делятся на поколения:

- 1-е поколение, 50-е годы: ЭВМ на электронных вакуумных лампах;
- 2-е поколение, 60-е годы: ЭВМ на дискретных полупроводниковых приборах (транзисторах);

- 3-е поколение, 70-е годы: компьютеры на полупроводниковых интегральных схемах с малой и средней степенью интеграции (сотни—тысячи транзисторов в одном корпусе);
- 4-е поколение, 80-90-е годы: компьютеры на больших и сверхбольших интегральных схемах, основная из которых — микропроцессор (десятки тысяч — миллионы активных элементов на одном кристалле);
- 5-е поколение, настоящее время: компьютеры с многими десятками параллельно работающих микропроцессоров, позволяющих строить эффективные системы обработки знаний; компьютеры на сверхсложных микропроцессорах с параллельно-векторной структурой, одновременно выполняющих десятки последовательных инструкций программы;
- 6-е и последующие поколения: оптоэлектронные компьютеры с массовым параллелизмом и *нейронной* структурой, с распределенной сетью большого числа (десятки тысяч) несложных микропроцессоров, моделирующих архитектуру нейронных биологических систем.

По назначению компьютеры можно разделить на три группы:

- универсальные (общего назначения);
- проблемно-ориентированные;
- специализированные.

По способу организации вычислительного процесса компьютеры делятся на *однопрограммные* и *многопрограммные*.

По размерам и вычислительной мощности компьютеры можно разделить:

- на сверхбольшие (суперкомпьютеры, суперЭВМ);
- большие;
- малые;
- сверхмалые (микрокомпьютеры или микро-ЭВМ).

Функциональные возможности компьютеров обусловлены такими важнейшими технико-эксплуатационными характеристиками:

- быстродействие (измеряемое усредненным количеством операций, выполняемых машиной за единицу времени);
- разрядность и формы представления чисел, которыми оперирует компьютер;
- номенклатура, емкость и быстродействие всех запоминающих устройств;
- номенклатура и технико-экономические характеристики внешних устройств хранения, обмена и ввода-вывода информации;
- типы и пропускная способность устройств связи и сопряжения узлов компьютера между собой (тип внутримашинного интерфейса);
- способность компьютера одновременно работать с несколькими пользователями и выполнять параллельно несколько программ (многозадачность);
- типы и технико-эксплуатационные характеристики операционных систем, используемых в машине;
- наличие и функциональные возможности программного обеспечения;
- способность выполнять программы, написанные для других типов компьютеров (программная совместимость с другими типами компьютеров);
- система и структура машинных команд;
- возможность подключения к каналам связи и к вычислительной сети;
- эксплуатационная надежность компьютера;
- коэффициент полезного использования компьютера во времени, определяемый соотношением времени полезной работы и времени профилактики.

По структуре команд компьютеры делятся на *безадресные, - одно-, двух-, ... n-адресные*.

По структурной организации компьютеры делятся на *- однопроцессорные и многопроцессорные*.

По структуре интерфейса компьютеры делятся на *одношннные, многошннные, ЭВМ с каналом ввода-вывода*.

Классификация компьютеров по областям применения. По области применения компьютеры делятся на *персональные компьютеры и рабочие станции, X-терминалы, серверы, мейнфреймы, кластерные архитектуры*.

## **2. Принцип программного управления**

Все современные компьютеры основываются и строятся на одном принципе – принципе программного управления. В основе этого принципа лежит представление алгоритма в форме операторной схемы, которая задаёт правила вычислений, как композицию операторов (операции над информацией) 2-х типов:

- операторов, обеспечивающих преобразование информации;
- операторов, анализирующих информацию, с целью определения порядка выполнения операторов.

ППУ может быть реализован в компьютерах многими способами: один из основных способов был предложен в 1945г. Джоном фон Нейманом и носит название Неймановского ППУ, который состоит в следующем:

1. Информация кодируется в двоичной форме и разделяется на единицы и элементы, называемые словами;

2. Разнотипные слова информации разделяются по способу использования, но не способами кодирования;

3. Слова информации размещаются в ячейках памяти компьютера и идентифицируются номерами ячеек, называемыми адресами слов;

4. Правила вычислений задаются алгоритмом. Алгоритм представляется в форме последовательности управляющих слов, которые оперируют наименованием опера-

ции и слова информации, участвующие в операции и называемые командами. Алгоритм, представленный в терминах машинных команд, называется программой.

5. Выполнение вычислений, предписанных алгоритмом, сводится к последовательному выполнению команд в порядке, однозначно определённом программой.

### 3. Структура компьютера

Типичный компьютер состоит из процессора, памяти и устройств ввода - вывода (рис. 1.1). Со времени появления в 40-х годах первых электронных цифровых вычис-

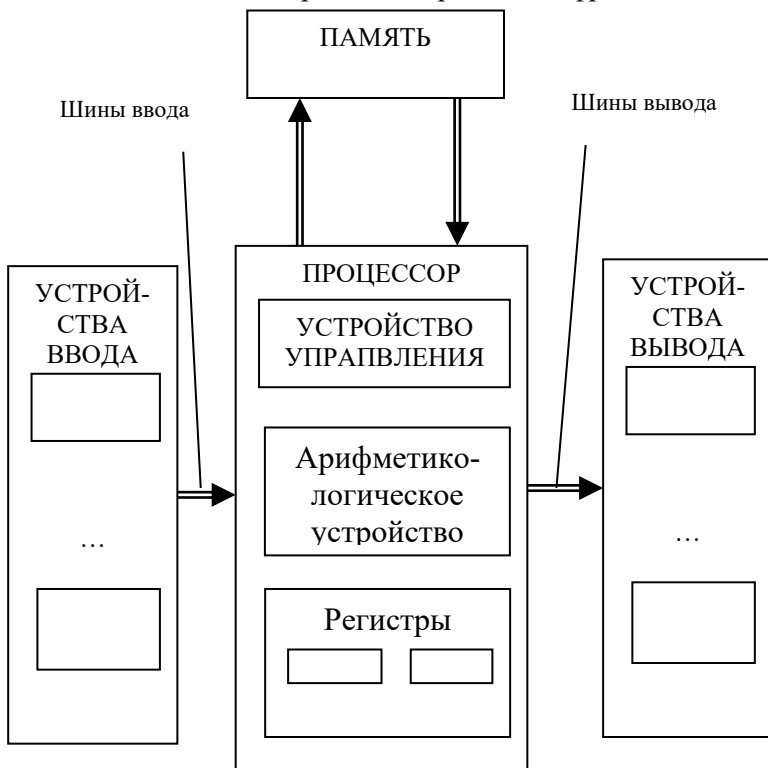


Рис. 1.1. Обобщенная структурная схема компьютера

лительных машин технология производства каждой из этих трех подсистем была значительно усовершенствована.

За последнее десятилетие благодаря развитию интегральной технологии существенно улучшились характеристики процессоров и памяти. Кроме того, была снижена их стоимость. В настоящее время по цене хорошего цветного телевизора можно приобрести личное пользование достаточно мощный компьютер, за который в 70-х годах требовалось бы заплатить больше, чем за несколько самых дорогих автомобилей.

Несмотря на успехи, достигнутые в области технологии, существенных изменений в базовой структуре и принципах работы компьютеров не произошло. Так, еще в 1946 г. в описании впервые предложенного компьютера с хранимой в памяти программой отмечалось: «Мы располагаем... двумя различными типами памяти: памятью чисел и памятью команд. Тем не менее, если команды представлены машине в виде числового кода и если машина каким-либо образом в состоянии отличать числа от команд, то блок памяти можно использовать для хранения и тех и других».

И в настоящее время почти во всех компьютерах для хранения данных (чисел, текстов) и команд служит одна и та же память. Это позволяет повысить эффективность использования достаточно дорогостоящей памяти компьютера, так как среди решаемых ею задач встречаются задачи с достаточно сложной обработкой (много команд) небольшого числа исходных данных (например, ряд научных расчетов) и задачи, связанные с переработкой по простым алгоритмам (мало команд) очень больших объемов данных (обработка переписи населения, расчет заработной платы на крупном предприятии и т. п.).

«Сердцем» компьютера является *процессор*, в состав которого входят:

- устройство управления выборкой команд из памяти и их выполнением;

- арифметико-логическое устройство, производящее операции над данными;
- регистры, осуществляющие временное хранение данных и состояний процессора;
- схемы для управления и связи с подсистемами памяти и ввода-вывода.

В состав регистров IBM PC входят следующие регистры.

*Регистры данных.* В группу регистров общего назначения входят четыре 16-битовых регистра: AX, BX, CX и DX. Главное предназначение этих регистров: хранение данных и результатов вычислений. Каждый регистр в группе можно рассматривать как два самостоятельных 8-битовых регистра.

Например, можно использовать регистр AX целиком, а можно и по отдельности его старший байт (регистр AH) и младший (регистр AL). Регистры общего назначения часто имеют еще и специальные функции:

- регистр AX (регистр-аккумулятор) используется для хранения промежуточных результатов вычислений и данных;
- регистр BX (базовый регистр) часто используется при вычислении адреса в оперативной памяти;
- CX (регистр-счетчик) может использоваться в качестве счетчика (например, в операторах цикла и строковых операциях);
- DX (регистр данных) обычно используется как вторичный аккумулятор для хранения промежуточных результатов вычислений; иногда DX содержит адрес порта ввода-вывода в операциях ввода-вывода.

*Сегментные регистры.* В группу сегментных регистров входят : CS, DS, SS и ES.

Пространство оперативной памяти процессора Intel-8086 разделено на сегменты — области памяти по 64 К. Процессор способен работать одновременно с четырьмя сегментами.

Начальные адреса каждого из этих четырех сегментов

хранятся в регистрах CS, DS, ES и SS. Следует иметь в виду, что в процессе выполнения программ содержимое сегментных регистров может меняться. Соответственно будут меняться и начальные адреса сегментов.

*Регистры-указатели.* Процессор имеет четыре минимум регистра-указателя:

- регистры SI и DI чаще всего используются в качестве индексных регистров;
- регистры SP и BP чаще всего используются в качестве указателей стека и базы.

*Указатель команд.* 16-битовый регистр IP содержит адрес очередной команды, выполняемой процессором (на самом деле только смещение команды в сегменте памяти, адресуемом содержимым сегментного регистра CS). После выполнения команды содержимое регистра IP изменяется так, чтобы указывать на команду, которая должна выполняться следующей.

*Регистр флагов.* Регистр флагов содержит полную информацию о результатах выполнения последних команд и текущем состоянии микропроцессора. Шесть из его шестнадцати битов ( флагов ) отражают результаты выполнения логических и арифметических операций. Анализируя состояние флагов, можно организовать выполнение программы по-разному, в зависимости от выполнения того или иного условия.

*Устройства ввода* обеспечивают считывание информации (исходных данных и программы решения задачи) с определенных носителей информации (клавиатур, перфолент, магнитных лент или дисков, датчиков состояний управляемых объектов и т. п.) и ее представление в форме электрических сигналов, воспринимаемых другими устройствами компьютера (процессором или памятью).

*Устройства вывода* представляют результаты обработки информации в форме, удобной для визуального восприятия (индикаторы, печатающие устройства, графопостроители, экран дисплея и т. п.). При необходимости



они обеспечивают запоминание результатов на носителях, с которых эти результаты могут быть снова введены в компьютер для дальнейшей обработки (перфоленты, магнитная лента, магнитный диск и т. п.), или передачу результатов на исполнительные органы управляемого объекта (например, робота).

Подключение устройств ввода – вывода данных к процессору осуществляется через *шины ввода* и *шины вывода*, которые называются каналами связи. Существует два типа каналов связи: *селекторные* и *мультиплексорные*.

Селекторные каналы связи, как правило обслуживают наиболее быстродействующие устройства ввода – вывода информации и работают в монопольном режиме.

Мультиплексорные каналы связи работают с медленно действующими устройствами ввода – вывода информации и обеспечивают мультиплексорный режим работы.

*Память компьютера* включает *внутреннюю*: ОЗУ, ПЗУ, СОЗУ, *видеопамять* и *внешнюю память*. ОЗУ обеспечивает хранение команд и данных. Это устройство состоит из блоков одинакового размера — *ячеек памяти*, предназначенных для хранения одного слова информации. В свою очередь, ячейка памяти состоит из элементов памяти, состояние каждого из которых соответствует одной двоичной цифре (0 или 1). Совокупность нулей и единиц, хранящихся в элементах одной ячейки, представляет собой содержимое этой ячейки памяти. Ячейки нумеруются числами 0, 1, 2, ..., называемыми адресом ячеек. Если необходимо записать в память слово, следует подать на шину адреса памяти сигналы, соответствующие адресу ячейки, в которую надо поместить записываемое слово, и подать само слово на шину записи. Память устроена так, что заданное слово будет передано в ячейку с указанным адресом и может храниться там сколь угодно долго. В любой момент, обратившись к памяти, можно получить содержимое хранимого там слова. Для этого в память посылается ад-

рес, определяющий местоположение требуемого слова, и она выдает по шине чтения копию слова. При считывании содержимое ячейки остается без изменения, так что, один раз записав слово, можно сколько угодно раз получать его копии.

Адресация памяти. В компьютерах IBM PC адрес данного байта памяти часто рассматривается, как состоящий из адреса какого-нибудь сегмента, содержащего этот байт, и смещения байта внутри этого сегмента. Адрес сегмента проще всего найти в соответствующем сегментном регистре: CS, SS, DS или ES. Для того, чтобы по смещению и адресу сегмента вычислить адрес, нужно просто сложить содержимое сегментного регистра, умноженное на 16 (шестнадцатеричное 10) и смещение.

Очень часто адрес записывают в виде пары: сегмент и смещение. Следует иметь в виду, что один и тот же адрес может быть записан в виде различных таких пар.

ПЗУ в современных компьютерах используется для запоминания конфигурации системы.

СОЗУ является промежуточной между ОЗУ и процессором. Одним из видов СОЗУ является кэш – память. Кэш – память в современных компьютерах строится по многоуровневому принципу.

Внешняя память включает различные магнитные и оптические носители информации (флоппи – диски, жесткие диски типа «Винчестер», магнитные ленты, лазерные диски и т.д.).

Команда компьютера первоначально содержала следующую информацию (рис. 1.2, а).

1. Код операции, указывающий операцию, которую должен выполнить компьютер (сложение, вычитание, умножение, сравнение, изменение знака и т. п.).
2. Адреса двух операндов — аргументов операции, например слагаемых, уменьшаемого и вычитаемого, множителей и т. п. Если какой-либо из операндов является константой, то вместо его адреса в команде может

быть задано само значение операнда. Однако это обстоятельство должно быть отражено в коде операции, чтобы компьютер использовал соответствующую часть команды в качестве операнда, а не адреса ячейки памяти, в которой хранится этот операнд.

3. Адрес ячейки памяти, в которую должен быть помещен результат операции.

4. Адрес следующей команды.

Код опера-	Первый адрес $A_1$	Второй адрес $A_2$	Третий адрес $A_3$	Четвертый адрес $A_4$
---------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------------

а)

Код опера-	Первый адрес $A_1$	Второй адрес $A_2$	Третий адрес $A_3$
---------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

б)

Код опера-	Первый адрес $A_1$	Второй адрес $A_2$
---------------	--------------------------	--------------------------

в)

Код опера-	Первый адрес $A_1$
---------------	--------------------------

г)

Код операции
-----------------

д)

Рис. 1.2. Форматы команд

Такая команда, состоящая из пяти полей (код

операции и четыре адреса), может быть реализована процессорами самых разнообразных структур.

Среди команд современных компьютеров практически не встречаются четырехадресные. Мало и трехадресных команд, так как результат операции почти всегда можно записать на место одного из уже использованных операндов. Наибольшее распространение в компьютерах получили одноадресные и безадресные команды (см. рис. 1.2, *з, д*), позволяющие построить простой процессор.

На практике используется несколько способов адресации в командах. При этом различают понятия *адресный код* в команде и *исполнительный адрес*. Адресный код — это информация об адресе операнда, содержащаяся в команде. Исполнительный адрес — это номер ячейки памяти, к которой производится фактическое обращение. В современных компьютерах, адресный код, как правило, не совпадает с исполнительным адресом.

Выбор способов адресации, формирования исполнительного адреса и преобразования адресов является одним из важнейших вопросов разработки компьютера. Рассмотрим способы адресации, используемые в современных компьютерах.

*Подразумеваемый операнд.* В команде не содержится явных указаний об адресе операнда; операнд подразумевается и фактически задается кодом операции команды. Данный способ используется не часто, однако имеется несколько важных случаев его применения. В качестве примера можно привести команды подсчета, в которых к некоторому числу (содержимому счетчика) прибавляется фиксированное приращение, чаще единица младшего разряда. Один из операндов — число в счетчике — обычно адресуется явным методом, второй операнд — приращение — не адресуется, в памяти машины не содержится и является подразумеваемым.

*Подразумеваемый адрес.* В команде не содержится явных указаний об адресе участвующего в операции опе-

ранда или адреса, по которому помещается результат операции, но этот адрес подразумевается. Например, команда может содержать адреса обоих операндов, участвующих в операции, при этом подразумевается, что результат операции помещается по адресу одного из операндов, или команда указывает только адрес одного операнда, а адрес второго, которым является содержимое специального регистра (называемого регистром результата или аккумулятором), подразумевается.

На практике наиболее часто используются:

- *Непосредственная адресация.*
- *Прямая адресация.*
- *Относительная адресация или базирование.*
- *Укороченная адресация.*
- *Регистровая*
- *Косвенная адресация.*
- *Автоинкрементная и автодекрементная адресации.*
- *Адресация слов переменной длины*
- *Стековая адресация.*

Система прерывания. Компьютер, работающий в мультипрограммном режиме, должен реагировать на события, возникающие вне реализуемой процессором программы, и на особые ситуации, возникающие при выполнении программы. Такого рода события отображаются сигналами, которые формируются вне процессора или в самом процессоре. Реакция на сигнал сводится к прерыванию работы процессора, т. е. к прерыванию программы, и к переходу на выполнение другой программы, соответствующей поступившему сигналу. Сигналы, вызывающие прерывание программ, называются *сигналами, прерывания*.

Причины прерывания. В зависимости от условий возникновения сигналы прерывания разделяются на пять классов: 1) прерывания от схем контроля; 2) внешние прерывания; 3) прерывания от ввода-вывода; 4) программные

прерывания; 5) прерывания при обращении к супервизору.

Защита от прерываний. Процессор должен обеспечивать дифференцированный подход к сигналам прерывания: в некоторый момент времени прерывание по отдельным причинам может быть запрещено (сигналы прерывания игнорируются), в то время как для других сигналов прерывание разрешено. Запрещение прерывания производится кодом защиты от прерывания, иначе называемым маской прерываний. *Маска прерываний* — это двоичное слово, разряды которого соответствуют отдельным причинам прерывания. Если разряд маски имеет значение

<i>K</i>	<i>Маска системы</i>	<i>Маска программы</i>
----------	----------------------	------------------------

0, то соответствующая причина (источник) прерывания замаскирован и процессор реагирует на данный сигнал. Если разряд маски равен 1, то соответствующая причина прерывания называется незамаскированной и процессор воспринимает данное прерывание.

Обычно маска прерываний разделяется на три поля:

Одноразрядное поле *K* используется для маскирования прерываний от схем контроля. Если  $K = 0$ , то процессор не реагирует на сигналы об ошибках, фиксируемых схемами контроля. Маска системы определяет отношение процессора к прерываниям от каналов ввода-вывода и внешним прерываниям. Разряды 1, 2, . . . ,  $N$  маски системы соответствуют прерываниям от каналов с номерами 1, 2, . . . ,  $N$  и разряд  $(N + 1)$  — внешним прерываниям. Маска программы определяет отношение процессора к причинам программных прерываний. Например, маскирование потери значимости приводит к тому, что программа не останавливается при потере значимости результата с плавающей запятой.

Первые два поля маски прерываний изменяются только супервизором. Возможность изменения маски программы предоставляется самой программе.

Операция прерывания. Операция прерывания состоит в выполнении следующих действий: 1) прекращение обработки текущей программы и запоминание состояния этой программы на момент прерывания; 2) передача управления программе-преемнику, обрабатывающей текущий сигнал прерывания. Операция прерывания является внутренней операцией процессора и возбуждается не командой, а сигналом прерывания (исключения составляют программируемые прерывания — обращение к супервизору). Состояние прерванной программы запоминается в связи с тем, что в дальнейшем выполнение этой программы будет продолжено.

Операция прерывания выполняется только в момент окончания операции, выполняемой процессором, т. е. прерывание программы происходит между моментами окончания и начала выполнения двух команд. Поскольку сигналы прерывания возникают в произвольные моменты времени и прерывания могут возникать только в дискретные моменты времени, то на момент прерывания может существовать несколько сигналов прерывания, которые могут быть обработаны только последовательно. Чтобы обрабатывать сигналы прерывания в разумном порядке, им присваиваются приоритеты. Сигнал с более высоким приоритетом обрабатывается в первую очередь.

Для хранения запросов на прерывания, маскирования прерываний и выделения прерываний с наивысшим приоритетом используется устройство прерывания, которое является частью процессора (устройства центрального управления).

#### **4. Общие требования, предъявляемые к современным компьютерам**

*Отношение стоимость/производительность. По-*

явление любого нового направления в вычислительной технике определяется требованиями компьютерного рынка. Поэтому у разработчиков компьютеров нет одной единственной цели. Большая универсальная вычислительная машина (мейнфрейм) или суперкомпьютер стоят дорого. Для достижения поставленных целей при проектировании высокопроизводительных конструкций приходится игнорировать стоимостные характеристики. Суперкомпьютеры фирмы Cray Research и высокопроизводительные мейнфреймы компании IBM относятся именно к этой категории компьютеров. Другим крайним примером может служить низкостоймостная конструкция, где производительность принесена в жертву для достижения низкой стоимости. К этому направлению относятся персональные компьютеры различных клонов IBM PC. Между этими двумя крайними направлениями находятся конструкции, основанные на отношении стоимость/ производительность, в которых разработчики находят баланс между стоимостными параметрами и производительностью. Типичными примерами такого рода компьютеров являются миникомпьютеры и рабочие станции.

***Надежность и отказоустойчивость.*** Важнейшей характеристикой вычислительных систем является *надежность*. Повышение надежности основано на принципе предотвращения неисправностей путем снижения интенсивности отказов и сбоев за счет применения электронных схем и компонентов с высокой и сверхвысокой степенью интеграции, снижения уровня помех, облегченных режимов работы схем, обеспечение тепловых режимов их работы, а также за счет совершенствования методов сборки аппаратуры.

*Отказоустойчивость* - это такое свойство вычислительной системы, которое обеспечивает ей, как логической машине, возможность продолжения действий, заданных программой, после возникновения неисправностей. Введение отказоустойчивости требует избыточного аппа-



ратного и программного обеспечения. Направления, связанные с предотвращением неисправностей и с отказоустойчивостью, - основные в проблеме надежности. Концепции параллельности и отказоустойчивости вычислительных систем естественным образом связаны между собой, поскольку в обоих случаях требуются дополнительные функциональные компоненты. Поэтому, собственно, на параллельных вычислительных системах достигается как наиболее высокая производительность, так и, во многих случаях, очень высокая надежность. Следует помнить, что понятие надежности включает не только аппаратные средства, но и программное обеспечение. Главной целью повышения надежности систем является целостность хранимых в них данных.

*Масштабируемость.* Масштабируемость представляет собой возможность наращивания числа и мощности процессоров, объемов оперативной и внешней памяти и других ресурсов вычислительной системы. Масштабируемость должна обеспечиваться архитектурой и конструкцией компьютера, а также соответствующими средствами программного обеспечения.

*Совместимость и мобильность программного обеспечения.* Концепция программной совместимости впервые в широких масштабах была применена разработчиками системы IBM/360. Основная задача при проектировании всего ряда моделей этой системы заключалась в создании такой архитектуры, которая была бы одинаковой с точки зрения пользователя для всех моделей системы независимо от цены и производительности каждой из них. Огромные преимущества такого подхода, позволяющего сохранять существующий задел программного обеспечения при переходе на новые (как правило, более производительные) модели были быстро оценены как производителями компьютеров, так и пользователями и начиная с этого времени практически все фирмы-поставщики компьютерного оборудования взяли на вооружение эти принципы, поставляя

серии совместимых компьютеров. Следует заметить однако, что со временем даже самая передовая архитектура неизбежно устаревает и возникает потребность внесения радикальных изменений архитектуру и способы организации вычислительных систем.

В настоящее время одним из наиболее важных факторов, определяющих современные тенденции в развитии информационных технологий, является ориентация компаний-поставщиков компьютерного оборудования на рынок прикладных программных средств. Это объясняется прежде всего тем, что для конечного пользователя в конце концов важно программное обеспечение, позволяющее решить его задачи, а не выбор той или иной аппаратной платформы. Переход от однородных сетей программно совместимых компьютеров к построению неоднородных сетей, включающих компьютеры разных фирм-производителей, в корне изменил и точку зрения на саму сеть: из сравнительно простого средства обмена информацией она превратилась в средство интеграции отдельных ресурсов - мощную распределенную вычислительную систему, каждый элемент которой (сервер или рабочая станция) лучше всего соответствует требованиям конкретной прикладной задачи.

Этот переход выдвинул ряд новых требований. Прежде всего такая вычислительная среда должна позволять гибко менять количество и состав аппаратных средств и программного обеспечения в соответствии с меняющимися требованиями решаемых задач. Во-вторых, она должна обеспечивать возможность запуска одних и тех же программных систем на различных аппаратных платформах, т.е. обеспечивать мобильность программного обеспечения. В третьих, эта среда должна гарантировать возможность применения одних и тех же человеко-машинных интерфейсов на всех компьютерах, входящих в неоднородную сеть. В условиях жесткой конкуренции производителей аппаратных платформ и программного обеспечения

сформировалась концепция открытых систем, представляющая собой совокупность стандартов на различные компоненты вычислительной среды, предназначенных для обеспечения мобильности программных средств в рамках неоднородной, распределенной вычислительной системы.

**Список ключевых слов.** Компьютер. Элементная база. Универсальные компьютеры. Проблемно-ориентированные компьютеры. Специализированные компьютеры. Организация вычислительных процессов. Вычислительная мощность. Структура команд. Структурная организация. Интерфейс. Персональные компьютеры. Рабочие станции. Х-терминалы. Серверы. Мейнфреймы. Кластерные архитектуры. Принцип программного управления. Процессор. ОЗУ. ПЗУ. СОЗУ. Видеопамять. Внешняя память. Регистры. Устройства ввода и вывода информации. Селекторный канал. Мультиплексорный канал. Адресация памяти. Команда. Адресация команд. Прерывания. Отношение стоимость/производительность. Надежность. Отказоустойчивость. Масштабируемость. Совместимость. Мобильность.

### **Контрольные вопросы**

1. По каким признакам классифицируются компьютеры?
2. Какие этапы в своем развитии прошла элементная база компьютеров?
3. На какие классы компьютеры делятся по своему назначению?
4. Какие способы организации вычислительных процессов Вы знаете?
5. На какие классы компьютеры делятся по вычислительной мощности?
6. На какие классы компьютеры делятся по структуре команд?
7. На какие классы компьютеры делятся по структурной организации?

8. На какие классы компьютеры делятся по структуре интерфейса?
9. Как компьютеры классифицируются по возможностям, предоставляемым пользователям?
10. Какие типы памяти имеются в компьютере?
11. Какие типы регистров используются в процессоре компьютера?
12. Какие устройства ввода и вывода информации наиболее широко используются в компьютере?
13. Какие каналы ввода и вывода информации используются в компьютере?
14. Как осуществляется адресация ячеек основной памяти в компьютере?
15. Какие форматы команд существуют в компьютере?
16. Как осуществляется адресация команд в компьютере?
17. Какие типы прерывания существуют в компьютере?
18. Как осуществляется защита от прерываний?
19. Какие основные требования предъявляются к современным компьютерам?

### **Литература**

1. Мячев А.А., Степанов В.Н. Справочник. Персональные ЭВМ и микро-ЭВМ. Основы организации. - М.: Радио и связь, 1991.
2. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации – СПб. 2003.
3. Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем. Учебник для вузов – СПб. 2004.
4. Нортон П. Программно-аппаратная реализация компьютера IBM PC. Пер. Писарев С., Шур Б. Киев 1987.
5. Иванов Е.Л. и др. Периферийные устройства ЭВМ и систем. –М.: Высш. шк. 1987.